

PARTE II – EXPLOTADORES DE SERVICIOS AÉREOS**VOLUMEN III – AUTORIZACIONES OPERACIONALES Y EQUIPOS DE LAS AERONAVES****Capítulo 1 – Navegación aérea, comunicaciones y vigilancia****Índice****Sección 1 – Conceptos generales de navegación, políticas y guía**

1. Objetivos	PII-VIII-C1-03
2. Generalidades	PII-VIII-C1-03
3. Organización de Aviación Civil Internacional	PII-VIII-C1-04
4. Conceptos de navegación	PII-VIII-C1-07
5. Concepto de autorización ATC	PII-VIII-C1-13

Sección 2 – Requisitos para la aprobación de la navegación aérea

1. Objetivo	PII-VIII-C1-13
2. Familiarización y requerimientos de aprobación	PII-VIII-C1-14
3. Determinando la clase de navegación	PII-VIII-C1-14
4. Operaciones especiales	PII-VIII-C1-15
5. Aeronavegabilidad del equipo de navegación	PII-VIII-C1-16
6. Programas de instrucción y manuales	PII-VIII-C1-17
7. Listas de equipo mínimo (MEL)	PII-VIII-C1-17
8. Prácticas, técnicas y procedimientos de navegación	PII-VIII-C1-18
9. Requerimientos de pruebas de validación	PII-VIII-C1-18
10. Aprobación del GPS y operación	PII-VIII-C1-18
11. Aprobación del WAAS	PII-VIII-C1-23

Sección 3 – Navegación Clase I

1. Generalidades	PII-VIII-C1-24
2. Navegación VFR Clase I	PII-VIII-C1-24
3. Tipos de navegación VFR Clase I	PII-VIII-C1-25
4. Aprobaciones de navegación VFR Clase I	PII-VIII-C1-26
5. Navegación IFR Clase I	PII-VIII-C1-27
6. Tipos de navegación IFR Clase I	PII-VIII-C1-27
7. Aprobaciones de navegación IFR Clase I	PII-VIII-C1-29

Sección 4 – Navegación Clase II

1. Generalidades	PII-VIII-C1-30
2. Navegación IFR Clase II	PII-VIII-C1-30
3. Equipos para la navegación IFR Clase I	PII-VIII-C1-30
4. Aprobaciones de navegación IFR Clase II	PII-VIII-C1-31
5. Trazado y verificación cruzada sistemática de la información de navegación	PII-VIII-C1-32

Sección 5 – Áreas especiales de operación

1. Generalidades	PII-VIII-C1-33
2. Áreas que requieren altos niveles de performance	PII-VIII-C1-33
3. Espacio aéreo del Atlántico Septentrional con Especificaciones de Performance mínima de navegación (NAT/MNPS)	PII-VIII-C1-34
4. Espacio aéreo Canadiense MNPS	PII-VIII-C1-36
5. Sistema de rutas del Pacífico Este Central (CEP)	PII-VIII-C1-37
6. Áreas de no confiabilidad magnética	PII-VIII-C1-37
7. Tipo de RNAV/RNP en espacio aéreo Clase II	PII-VIII-C1-39
8. Espacio aéreo con RVSM	PII-VIII-C1-39

9. Áreas especiales donde dos LRNS no son usualmente requeridosPII-VIII-C1-41

Sección 6 – Conceptos, políticas y guías generales de comunicaciones

1. GeneralidadesPII-VIII-C1-43

Sección 1 – Conceptos generales de navegación, políticas y guía

1. Objetivos

1.1 Este capítulo provee una explicación de los conceptos de navegación y establece los lineamientos que deben utilizar los inspectores de las AAC, cuando evalúan las solicitudes de autorizaciones para conducir operaciones en ruta.

1.2 Así mismo, discute los métodos y requisitos para aprobar o denegar las solicitudes de los explotadores, ya sea, para operar con aeronaves y/o sistemas de navegación nuevos, como para operar en nuevas áreas de operación en ruta, con aeronaves y/o sistemas de navegación previamente aprobados.

2. Generalidades

2.1 Debido a la naturaleza compleja de la navegación aérea, a los requisitos de navegación para conducir operaciones nacionales e internacionales y a las grandes diferencias en las reglas de separación del ATC que se utilizan en este tipo de operaciones, los inspectores deben evaluar cada operación propuesta mientras consideran los siguientes factores y examinan la infraestructura esencial para garantizar que la misma sea compatible con el equipo de navegación de a bordo:

- a) la aeronave;
- b) el o los sistemas de navegación;
- c) el o los sistemas de comunicación;
- d) el método o el medio de vigilancia utilizado por el ATC;
- e) la instrucción, habilidades y la experiencia reciente de los tripulantes de vuelo;
- f) el área de operación propuesta, incluyendo:
 - 1) terreno;
 - 2) descenso progresivo;
 - 3) requerimientos adicionales de oxígeno para pasajeros;
 - 4) aeródromos de desviación adecuados y de emergencia;
 - 5) aeródromos especiales;
 - 6) requerimientos apropiados del ACAS, si es aplicable; y
 - 7) cualesquiera otros requerimientos únicos de performance.
- g) la experiencia del explotador con aeronaves, sistemas de navegación, comunicación y vigilancia diferentes, en el área de las operaciones propuestas;
- h) la experiencia del explotador con aeronaves, sistemas de navegación, comunicación y vigilancia similares, en áreas de operaciones diferentes;
- i) las normas de separación en el área de las operaciones propuestas;
- j) la disponibilidad de las capacidades de navegación alternas; y
- k) las áreas de operación especial tales como: RVSM, áreas de no confiabilidad magnética (AMU), RNAV, RNP, MNPS, ETOPS, etc.

2.2 Este capítulo proporciona los estándares para evaluar las operaciones que utilizan sistemas de navegación, en las cuales se han establecido características operacionales y limitaciones dentro de áreas particulares de las operaciones en ruta. Cuando un explotador solicita una aprobación para utilizar un medio de navegación no contemplado por esos estándares, la solicitud debe ser enviada al organismo de certificación e inspección de la AAC, el cual desarrollará los conceptos necesari-

os de navegación y proporcionará las guías apropiadas para la evaluación de aquellas propuestas.

2.3 Objetivos de la navegación aérea.- En aviación, los siguientes objetivos de la navegación aérea y de los sistemas de navegación son necesarios:

- a) el primer objetivo es evitar todos los obstáculos mientras se opera en ruta, a fin de llegar con seguridad y de manera eficiente al aeródromo de destino previsto; y
- b) el segundo objetivo es volar de manera eficiente en la ruta propuesta y con la precisión debida, a fin de permitir al ATC separar a las aeronaves con seguridad.

2.4 Conceptos generales.- En los inicios de la aviación, solo unas pocas aeronaves podían operar al mismo tiempo dentro de cualquier área de operación determinada. Los requerimientos más demandantes de la navegación eran para evadir los obstáculos y llegar al destino previsto con suficiente combustible remanente, a fin de completar un aterrizaje con seguridad. A medida que la aviación evolucionó, el volumen de tráfico aéreo fue creciendo y con éste se incrementó la necesidad de prevenir las colisiones. Ahora, el requerimiento más importante y demandante de la navegación en ruta dentro de la aviación, es la necesidad de separar con seguridad las aeronaves. Existen varios factores que deben ser comprendidos con relación a la separación de las aeronaves por parte del ATC.

- a) cuando el ATC no dispone de un medio de vigilancia, tal como un radar o ADS para verificar las posiciones de tráfico aéreo, el ATC debe confiar completamente en los reportes de posición del piloto, a fin de determinar su posición geográfica y altitud actual. En esta situación, la precisión de los miembros de la tripulación de vuelo para navegar la aeronave y reportar su posición exacta es crítica para la habilidad del ATC de proveer una separación segura.
- b) cuando el ATC no posee un dispositivo de vigilancia para verificar la posición de las aeronaves, los reportes precisos de navegación y de posición, cuando son requeridos, constituyen medios para proveer una separación segura. Volar con seguridad durante operaciones bajo IFR depende directamente de la habilidad del explotador para alcanzar y mantener ciertos niveles de performance de navegación. El radar del ATC o la ADS es utilizada para monitorear la performance de navegación, detectar desviaciones de navegación y facilitar el flujo del tránsito aéreo; y
- c) el ATC requiere que un cierto nivel de performance de navegación sea logrado por una aeronave que opera bajo las reglas de vuelo visual (VFR), a fin de garantizar una separación segura de las aeronaves y facilitar el flujo del tráfico aéreo.
 - 1) durante vuelo de crucero, la altitud de vuelo VFR apropiada en la dirección del vuelo, debe ser mantenida para asegurar la separación vertical requerida entre aeronaves VFR e IFR y para ayudar a prevenir una colisión entre aeronaves VFR;
 - 2) cualquier aeronave que opere de acuerdo con las instrucciones del ATC debe navegar con el nivel de precisión requerido para cumplir con las instrucciones de dicho ATC;
 - 3) si una autorización para ingresar al espacio aéreo controlado no ha sido recibida, la tripulación de vuelo debe navegar la aeronave con la suficiente precisión para evitar aquel espacio aéreo; y
 - 4) un piloto debe navegar aeronaves VFR con la suficiente precisión para:
 - evitar condiciones meteorológicas que podrían impedir contacto visual con el terreno y otras aeronaves; y
 - localizar un aeropuerto adecuado y aterrizar con seguridad sin requerir el apoyo del ATC.

3. Organización de Aviación Civil Internacional

3.1 Artículos del Convenio sobre Aviación Civil Internacional.- Los artículos del Convenio representan una ley internacional. La OACI fue establecida el 7 de Diciembre de 1944, cuando el texto

del Convenio fue presentado para su firma en Chicago, Estados Unidos. Este documento (Doc 7300) es referido como el “Convenio sobre Aviación Civil Internacional” o el “Convenio de Chicago”. Este “Convenio” contiene 96 artículos conocidos como los artículos del citado Convenio. Mediante la firma del Convenio, un gobierno (Estado) acepta cumplir “ciertos principios y acuerdos con la finalidad de que la aviación civil internacional pueda ser desarrollada de manera segura y ordenada y que los servicios de transporte aéreo internacional puedan ser establecidos en base a la igualdad de oportunidades y ser operados de manera eficiente y económica”. Los Artículos del Convenio representan aquellos principios y acuerdos que sirven como base para las leyes, normas, prácticas recomendadas y material guía de la aviación civil internacional. Los Artículos del 44 al 66 establecen a la OACI como un cuerpo dentro de las Naciones Unidas. Los Artículos del 1 al 43 establecen principios generales con relación a la navegación aérea internacional. Los siguientes son algunos de los artículos más importantes que se relacionan a la navegación aérea:

- a) el Artículo 1 reconoce que todo Estado tiene soberanía plena y exclusiva en el espacio aéreo situado sobre su territorio;
- b) el Artículo 3 manifiesta que el Convenio se aplica solo a aeronaves civiles y que cada Estado requerirá que sus aeronaves estatales operen con la consideración debida para la seguridad de la navegación de aeronaves civiles;
- c) el Artículo 11 establece que las leyes y reglamentos de un Estado contratante relativos a la entrada y salida de su territorio de las aeronaves empleadas en la navegación aérea internacional o a la operación y navegación de dichas aeronaves, mientras se encuentren en su territorio, se aplicarán sin distinción de nacionalidad a las aeronaves de todos los Estados contratantes y dichas aeronaves deberán cumplir tales leyes y reglamentos a la entrada, a la salida y mientras se encuentren en su territorio;
- d) el Artículo 12 es el requerimiento más importante relacionado a las operaciones de vuelo (Reglas del aire). Este artículo requiere que cada Estado contratante se comprometa a adoptar medidas que aseguren que todas las aeronaves que vuelen sobre su territorio o maniobren en él, así como todas las aeronaves que lleven la marca de su nacionalidad, dondequiera que se encuentren, observen las reglas y reglamentos en vigor relativos a los vuelos y maniobras de las aeronaves en tal lugar. Cada Estado contratante se compromete a mantener sus propios reglamentos sobre éste particular conforme en todo lo posible, con los que oportunamente se establezcan en aplicación al Convenio sobre Aviación Civil Internacional. Sobre alta mar, las reglas en vigor serán las que se establezcan de acuerdo con dicho Convenio. De igual manera cada Estado contratante se compromete a asegurar que se procederá contra todas las personas que infrinjan los reglamentos aplicables; y
- e) el Artículo 37 requiere que cada Estado contratante se comprometa a colaborar, a fin de lograr el más alto grado de uniformidad posible en las reglamentaciones, normas, procedimientos y organización relativos a las aeronaves, personal, aerovías y, servicios auxiliares, en todas las cuestiones en que tal uniformidad facilite y mejore la navegación aérea.

3.2 Anexos al Convenio sobre Aviación Civil Internacional.- Los artículos del Convenio sobre Aviación Civil Internacional contienen principios básicos que son el fundamento de los Anexos a dicho Convenio. Los Anexos contienen normas y métodos recomendados internacionales (SARPS) que han sido adoptados a través de un acuerdo internacional para garantizar la seguridad, regularidad y eficiencia de la navegación aérea. Una norma es escrita en lenguaje obligatorio utilizando el futuro del verbo (por ejemplo: hará, proporcionará, establecerá) y es directiva por naturaleza. Un método recomendado es escrito en lenguaje permisivo (por ejemplo: debería, deberían) y no es directiva por naturaleza. La aplicación de un método recomendado se considera conveniente por razones de seguridad, regularidad o eficiencia de la navegación aérea internacional, y al que, de acuerdo con el Convenio, tratarán de ajustarse los Estados contratantes. Los siguientes Anexos al Convenio sobre Aviación Civil Internacional son los más importantes para los IO en lo correspondiente a navegación aérea:

- a) Anexo 2 - Reglamento del aire;
- b) Anexo 6 - Operación de aeronaves; y

c) Anexo 11 - Servicios de tránsito aéreo.

3.2.1 Anexo 2 – Reglamento del aire.- El Anexo 2 especifica las normas internacionales del aire aceptadas por los Estados contratantes. Estas normas son equivalentes a las reglas que algunos Estados utilizan dentro de su territorio (como es el caso de aquellos Estados que han adoptado la Parte 91 del CFR 14 de los Estados Unidos). Para operaciones sobre alta mar, el Anexo 2 es único, ya que relaciona el vuelo y las maniobras de las aeronaves dentro del significado del Artículo 12 del Convenio. Sobre alta mar, el Anexo 2 se aplica sin excepción (el cumplimiento es de carácter obligatorio para todas las aeronaves civiles). Las secciones del Anexo 2 más relevantes para discusión de la navegación aérea son el Capítulo 3 - Reglas generales, y el Capítulo 5 - Reglas de vuelo por instrumentos.

- a) el Párrafo 3.3 del Capítulo 3, especifica los requerimientos para los planes de vuelo ATC mientras que el párrafo 3.6 especifica los requerimientos para los servicios ATC;
- b) el Párrafo 3.6.2 del Capítulo 3, requiere que toda aeronave se atendrá a su “plan de vuelo actualizado o a la parte aplicable de un plan de vuelo actualizado presentada para un vuelo controlado” y a menos que la dependencia de control de tránsito aéreo competente autorice o disponga otra cosa, los vuelos controlados, en la medida de lo posible:
 - 1) cuando se efectúen en una ruta ATS establecida, operarán a lo largo del eje definido de esa ruta; o
 - 2) cuando se efectúen en otra ruta, operarán directamente entre las instalaciones de navegación y/o los puntos que definen esa ruta.
- c) el Párrafo 3.6.5 del Capítulo 3, requiere que un tripulante de vuelo, de cualquier aeronave que opere como vuelo controlado mantendrá comunicaciones aeroterrestres vocales constantes por el canal apropiado de la dependencia correspondiente de ATC y cuando sea necesario establecerá comunicación en ambos sentidos con la misma, con excepción de lo que pudiera prescribir la autoridad ATS competente en lo que respecta a las aeronaves que forman parte del tránsito de aeródromo de un aeródromo controlado;
- d) el Párrafo 5.1.1 del Capítulo 5, requiere que las aeronaves estarán dotadas de instrumentos adecuados y equipo de navegación apropiado a la ruta en que hayan de volar;
- e) el Párrafo 5.2.1 del Capítulo 5, requiere que todos los vuelos IFR cumplan con las disposiciones del Párrafo 3.6 cuando estén operando dentro del espacio aéreo controlado; y
- f) estos requerimientos, como son especificados en los Capítulos 3 y 5 del Anexo 2, significan que las aeronaves deben ser navegadas al grado de precisión requerido por el ATC. Los tripulantes deben mantener una vigilancia de escucha continua en la frecuencia y comunicarse con el ATC como fuera necesario.

3.2.2 El Doc 7030 de la OACI, Procedimientos suplementarios regionales, forma parte del Plan de navegación aérea elaborado por las reuniones regionales de navegación aérea de la OACI para satisfacer aquellas necesidades de determinadas áreas que no están incluidas en las disposiciones de carácter mundial. Complementan la exposición de requisitos en cuanto a instalaciones y servicios contenidos en las publicaciones del plan de navegación aérea. Los procedimientos de aplicabilidad mundial están incluidos ya sea, en los Anexos al Convenio sobre Aviación Civil Internacional como SARPS o aquellos forman parte de uno de los documentos titulados “Procedimientos para los servicios de navegación aérea (PANS)”.

3.2.3 Anexo 6 - Operación de aeronaves.- El Anexo 6 tiene dos partes aplicables a aeronaves de ala fija. La Parte I especifica los requisitos para aviones utilizados en operaciones de transporte aéreo comercial internacional de pasajeros y carga y la Parte II establece las normas y métodos recomendados internacionales para aviones utilizados en las operaciones de la aviación general internacional. El propósito del Anexo 6, Parte I es proveer seguridad en el espacio aéreo internacional mediante normas para las prácticas seguras de las operaciones de navegación. El Capítulo 7 del Anexo 6, Equipo de comunicaciones y navegación de a bordo, contiene SARPs relacionados a la navegación y comunicación. Los elementos pertinentes de estos SARPs están descritos como sigue:

- a) **Comunicación.**- Todo avión debe poseer equipo de radio que permita la comunicación en ambos sentidos para fines de control de aeródromo, recibir información meteorológica en cualquier momento durante el vuelo y la comunicación, en ambos sentidos, en cualquier momento durante el vuelo, con una estación aeronáutica por lo menos y con aquellas otras estaciones aeronáuticas y en las frecuencias que pueda prescribir la autoridad competente;
- b) **Equipo de navegación.**- Todo avión debe poseer un equipo de navegación que le permita proseguir de acuerdo con un plan operacional de vuelo y de acuerdo con los requisitos de los servicios de tránsito aéreo. Las operaciones dentro del espacio aéreo MNPS o rutas o espacios aéreos con una especificación RNP, requieren de equipo de navegación que proporcione continuamente información al tripulante sobre el mantenimiento o salida de la trayectoria con respecto al grado requerido de precisión en cualquier punto a lo largo de aquella trayectoria. Cualquier operación en las rutas o espacio aéreo MNPS o RNAV o RNP debe estar autorizado por el Estado responsable por aquel explotador; y
- c) **Redundancia del equipo.**- Todo avión debe poseer el suficiente equipo de navegación instalado para asegurar que, si un ítem del equipo falla en cualquier momento durante el vuelo, el equipo restante será suficiente para habilitar la navegación al grado de precisión requerido por el ATC. Adicionalmente, una falla de cualquier unidad simple requerida para propósitos de comunicación o navegación, o ambos, no debe dar como resultado una pérdida de cualquier otra unidad requerida.

3.2.4 **Anexo 11 – Servicios de tránsito aéreo.**- El Anexo 11 trata sobre el establecimiento del espacio aéreo, unidades y servicios necesarios para promocionar un flujo seguro, ordenado y rápido del tránsito aéreo. Una distinción clara es realizada entre el servicio del ATC, servicio de información de vuelo y servicios alternos. Su propósito, junto con el Anexo 2, es garantizar que un vuelo en rutas aéreas internacionales sea llevado a cabo bajo condiciones uniformes designadas para mejorar la seguridad y eficiencia de la operación aérea. Los SARPS en el Anexo 11 se aplican en aquellas partes del espacio aéreo bajo la jurisdicción de un Estado contratante donde los servicios de tránsito aéreo están provistos y un Estado contratante acepte la responsabilidad de proporcionar los servicios de tránsito aéreo sobre alta mar o en espacio aéreo de soberanía no determinada. Un Estado contratante que acepta tal responsabilidad puede aplicar los SARPS de manera consistente con aquel adoptado para el espacio aéreo bajo su jurisdicción.

4. Conceptos de navegación

4.1 **Concepto de la performance de navegación.**- El concepto de la performance de navegación involucra la precisión que debe ser mantenida tanto para la ruta como para la altitud asignada por una aeronave que opera dentro de un área particular. La performance de navegación es afectada por la desviación (por cualquier causa) de la ruta de vuelo especificada en la autorización del ATC. Esto incluye errores debido a la precisión y confiabilidad degradadas que son causadas por el diseño y mantenimiento del equipo de navegación emplazado en tierra, de a bordo y por la competencia de la tripulación de vuelo.

4.1.1 El concepto de la performance de navegación es fundamental para las RAB, éste concepto es definido de mejor manera en las RAB 121.240 y 121.335, las cuales señalan que, el explotador debe demostrar que para cada ruta propuesta, las ayudas terrestres están disponibles a lo largo de la ruta, de manera que garanticen la navegación del avión, dentro del grado de precisión requerido por el ATC. Los requisitos de la RAB 91.250 relacionados con el cumplimiento de las instrucciones y autorizaciones ATC también reflejan este concepto fundamental. El concepto de performance de navegación también es inherente a los SARPS de la OACI. Por ejemplo, el Anexo 2 establece que las aeronaves “se atendrán a su plan de vuelo actualizado” (cumpliendo con la autorización vigente del ATC) cuando en una ruta establecida por el ATS, operen a lo largo del eje definido de aquella ruta o cuando se efectúen en otra ruta, operen directamente entre las instalaciones de navegación y/o los puntos que definen esa ruta.

Nota.- Varios Grupos regionales de planificación e implementación de la OACI (PIRG) están considerando la implementación de procedimientos estratégicos de desplazamiento lateral para que puedan ser usados como una opción por los pilotos, donde una aeronave equipada apropiadamente pueda ser volada con un desplazamiento de 1 o 2 NM a la derecha del eje definido basado

en la dirección del vuelo. Este procedimiento es diseñado para disminuir el riesgo de colisión técnica en el espacio aéreo aplicable. Una operación de ensayo de este procedimiento se está llevando a cabo en el Sistema de rutas del Atlántico Oeste (WATRS).

4.1.2 Navegación de área (RNAV).- Las operaciones RNAV permiten volar en cualquier espacio aéreo con tolerancias prescritas y exactas sin la necesidad de volar directamente sobre las instalaciones de navegación emplazadas en tierra. La aplicación de las técnicas RNAV en varias partes del mundo han mostrado que proveen un número de ventajas sobre la mayoría de los conceptos convencionales de navegación.

4.1.3 Performance de navegación requerida (RNP).- La Performance de navegación requerida (RNP) tiene la intención de proveer normas de performance RNAV que puedan ser utilizadas y aplicadas por las aeronaves, fabricantes de los equipos de las aeronaves, planificadores del espacio aéreo, organismos de certificación de aeronaves y operaciones, pilotos, controladores y Autoridades de aviación civil internacional. La RNP, junto con otros aspectos de comunicaciones, navegación y vigilancia, pueden ser aplicados a los requerimientos de franqueamiento de obstáculos o de separación de las aeronaves para garantizar un nivel consistente de aplicación. La RNP es un concepto que se aplica a la performance de navegación dentro de un espacio aéreo y por lo tanto afecta, ya sea, al espacio aéreo como a la aeronave. La RNP es propuesta para clasificar un espacio aéreo, a través de una declaración de exactitud de la performance de navegación (tipo de RNP) a ser alcanzada dentro de dicho espacio aéreo. El tipo de RNP está basado en un valor de precisión de la performance de navegación, que se espera sea alcanzado por la población de aeronaves que operan dentro del espacio aéreo el 95% del tiempo. Los niveles requeridos de la performance de navegación (normas) varían de área a área, dependiendo de la densidad del tráfico y la complejidad de las rutas a ser voladas. La implantación de la RNP es parte del Plan global de navegación aérea de la OACI para comunicaciones, navegación y vigilancia (CNS) y gestión de tránsito aéreo (ATM). La fase final de la transición es la implementación del vuelo libre, que permitirá al usuario definir una trayectoria. El avance del concepto RNP reconoce que los actuales sistemas de navegación son capaces de alcanzar un nivel predecible de precisión de la performance de navegación y que un uso más eficiente del espacio aéreo disponible puede ser realizado basado en esta capacidad de navegación. El equipamiento de la aeronave con sistemas de navegación especial es un requisito en algunas regiones y puede volverse un requerimiento en otras.

4.2 Concepto del volumen de servicio operacional.- El volumen de servicio operacional es aquel volumen de espacio aéreo que se encuentra alrededor de una instalación de navegación convencional de la OACI, la cual está disponible para uso operacional. Dentro de aquel volumen de espacio aéreo, existe una señal de fuerza suficiente que no está limitada operacionalmente por interferencia de canales múltiples. Dentro de este volumen de espacio aéreo (el volumen del servicio operacional), una señal en el espacio de la ayuda a la navegación (NAVAID) emplazada en tierra, se ajusta a la fuerza de señal requerida por un vuelo de inspección y a las normas de calidad de curso, incluyendo protección de frecuencia. Las NAVAIDS normalizadas de la OACI emplazadas en tierra son: el Radiofaro omnidireccional VHF de muy alta frecuencia (VOR), el VOR con equipo radiotelemétrico (VOR/DME) y el Radiofaro no direccional (NDB). El Sistema mundial de determinación de la posición (GPS) ha sido aceptado por la OACI como una NAVAID normalizada. Sin embargo, se ha establecido una diferencia entre “NAVAIDS normalizadas emplazadas en tierra” y “NAVAIDS normalizadas”. Las “NAVAIDS normalizadas emplazadas en tierra” poseen un volumen de servicio operacional, mientras que las “NAVAIDS normalizadas” que no están emplazadas en tierra no tienen volumen de servicio operacional. Los espacios aéreos nacionales (NAS) de los Estados contratantes de la OACI, están basados en el volumen de servicio operacional de las NAVAIDS normalizadas emplazadas en tierra, sin embargo el GPS, en virtud de su cobertura universal de señal, no está restringido a un volumen de servicio operacional. La performance de navegación dentro del volumen de servicio operacional y las mínimas de separación ATC pueden ser enunciadas por el uso tanto de las NAVAIDS normalizadas emplazadas en tierra, como de las NAVAIDS normalizadas que no están emplazadas en tierra. El concepto de volumen de servicio operacional es vital para comprender y aplicar los principios de navegación aérea, como están discutidos en este manual. Refiérase también al Manual de información aeronáutica (AIM) para una mayor discusión sobre el volumen de servicio operacional.

4.3 Categorías de las operaciones de navegación.- Una comprensión completa de las cate-

rías de las operaciones de navegación es esencial para entender los conceptos de navegación aérea y los requerimientos discutidos en este manual y otros documentos. Comprender las categorías de las operaciones de navegación también es esencial para evaluar la habilidad del explotador con el fin de navegar al grado de precisión requerido por el ATC. En el concepto más amplio de navegación aérea, dos categorías mayores de las operaciones de navegación son identificadas:

- a) Navegación Clase I; y
- b) Navegación Clase II

4.3.1 Navegación Clase I.- La Navegación Clase I está definida como cualquier operación de vuelo en ruta, conducida en el espacio aéreo controlado o Clase G, que está completamente dentro de los volúmenes de servicio operacional de las NAVAIDS normalizadas de la OACI emplazadas en tierra (VOR, VOR/DME, NDB).

4.3.1.1 El volumen de servicio operacional describe un volumen tridimensional de espacio aéreo dentro del cual cualquier tipo de navegación en ruta es clasificada como navegación Clase I. Para cualquier tipo de navegación dentro de este volumen de espacio aéreo, la performance de navegación IFR debe ser al menos tan precisa como la navegación IFR es requerida que sea, cuando utiliza VOR o VOR/DME. Es importante comprender que la definición de navegación Clase I no depende del equipo instalado en la aeronave. Por ejemplo, una aeronave equipada y aprobada para utilizar GPS como único medio de navegación en ruta, conducirá navegación Clase I cuando el vuelo opere completamente dentro del volumen de servicio operacional de los VORs y VOR/DMEs. En este ejemplo, si operaciones IFR van a ser conducidas, la performance de navegación IFR del GPS debe ser tan precisa como la navegación IFR es requerida que sea cuando utiliza NAVAIDS normalizadas de la OACI emplazadas en tierra.

4.3.1.2 Una determinación de la extensión lateral y vertical del espacio aéreo, donde una navegación Clase I es conducida, se establece únicamente mediante los volúmenes de servicio operacional de las NAVAIDS normalizadas de la OACI emplazadas en tierra (vea la Sección 3 de este capítulo). La navegación Clase I no puede ser conducida fuera de este espacio aéreo. También la navegación Clase I incluye operaciones de navegación VFR o IFR en las siguientes aerovías y rutas:

- a) aerovías nacionales de cada Estado;
- b) rutas IFR directas publicadas en cada Estado;
- c) rutas fuera de las aerovías IFR publicadas en cada Estado; y
- d) aerovías, rutas de asesoramiento (ADRs), rutas directas y rutas fuera de las aerovías publicadas o aprobadas por un Estado extranjero, de manera que estas rutas sean continuamente operadas dentro del volumen de servicio operacional (o equivalente extranjero) de las NAVAIDS normalizadas de la OACI emplazadas en tierra.

4.3.1.3 Los requerimientos de navegación Clase I están directamente relacionados con las mínimas de separación utilizadas por el ATC. Las mínimas de separación IFR que se aplican en la mayoría de los Estados están basadas en el uso de las NAVAIDS normalizadas de la OACI emplazadas en tierra. Sin embargo, estas mínimas de separación pueden ser únicamente aplicadas por el ATC dentro de las áreas donde una señal en el espacio de una NAVAID emplazada en tierra, cumple con los estándares de fuerza de señal del vuelo de inspección y de los estándares de calidad de un curso de vuelo. Una señal en el espacio de una NAVAID normalizada de la OACI emplazada en tierra, se ajusta a los estándares de fuerza de señal del vuelo de inspección y a los estándares de calidad de un curso de vuelo, incluyendo la protección de la frecuencia dentro de su volumen del servicio operacional diseñado. Por lo tanto, la navegación aérea y la separación segura de las aeronaves dentro de aquel volumen de servicio, pueden ser realizadas sobre la base de estas instalaciones.

4.3.1.4 Dentro de las áreas donde una separación segura de las aeronaves está fundamentada en el uso de las NAVAIDS normalizadas de la OACI emplazadas en tierra, cualquier operación IFR debe ser navegada con al menos la misma exactitud que la precisión especificada por las mínimas de separación nacionales apropiadas.

4.3.2 Navegación Clase II.- La navegación Clase II es cualquier operación en ruta que no está clasificada como navegación Clase I e incluye a cualquier operación o parte de una operación que ocurre fuera de los volúmenes de servicio operacional de las NAVAIDS normalizadas de la OACI emplazadas en tierra. Por ejemplo, una aeronave equipada únicamente con VOR, conduce navegación Clase II cuando el vuelo opera en un área fuera del volumen de servicio operacional del VOR.

4.3.2.1 La navegación Clase II involucra operaciones conducidas en áreas donde las señales de las NAVAIDS normalizadas de la OACI emplazadas en tierra, no cumplen con los estándares de fuerza de señal, calidad de curso y protección de la frecuencia durante los vuelos de inspección. Por lo tanto, el ATC no puede establecer la separación de las aeronaves basado únicamente en estas instalaciones y debe aplicar criterios de separación más grandes.

4.3.2.2 Cuando se opera fuera del volumen de servicio operacional de las NAVAIDS normalizadas de la OACI emplazadas en tierra, no se pueden confiar en las señales de estas instalaciones como el único medio para conducir operaciones de larga distancia al grado de precisión requerido por el ATC o como el único medio para evadir obstáculos. Por lo tanto, cuando se opera fuera de los volúmenes de servicio operacional designados de las NAVAIDS normalizadas de la OACI emplazadas en tierra, los explotadores deben utilizar sistemas de navegación de largo alcance (LRNS) aprobados, para navegar al grado de precisión requerido por el ATC y evitar obstáculos.

4.3.2.3 Es importante comprender que la definición de navegación Clase II no trata sobre el equipo instalado en la aeronave. Para cualquier tipo de navegación dentro de este volumen del espacio aéreo, la performance de navegación IFR debe ser al menos tan precisa como la performance de navegación asumida durante el establecimiento de las mínimas de separación ATC para aquel volumen de espacio aéreo.

4.3.2.4 En operaciones nacionales, no es raro que los vuelos VFR a baja altitud, sean conducidos en navegación Clase II mientras están fuera de los volúmenes de servicio operacional de las NAVAIDS normalizadas de la OACI emplazadas en tierra. La navegación Clase II incluye operaciones transoceánicas y operaciones en áreas remotas. Una discusión más detallada de la navegación Clase II es provista en la Sección 4 de este capítulo.

4.4 Navegación con GPS y Sistema de aumentación de área amplia (WAAS).-

4.4.1 Generalidades.-

4.4.1.1 El GPS es un sistema de radionavegación por satélite, que se sirve de mediciones precisas de distancia desde los satélites GPS para determinar con precisión en cualquier parte del mundo la posición y la hora. La constelación GPS consiste de un mínimo de 24 satélites en varios planos orbitales, que se encuentran a 11.000 millas náuticas (NM) aproximadamente sobre la tierra. Los satélites transmiten una señal de tiempo y un mensaje de datos que el equipo de a bordo procesa para obtener la posición del satélite, la condición de los datos y para medir el tiempo que cada señal de radio del satélite se demora en alcanzar un receptor. Conociendo la localización exacta de cada satélite y coordinando con precisión la hora con los relojes atómicos en los satélites, el receptor puede medir con exactitud el tiempo que la señal se demora en llegar al receptor. Así, el receptor puede determinar la posición precisa del satélite. Un mínimo de tres satélites deben estar a la vista para determinar una posición bidimensional. Cuatro satélites son requeridos para establecer una posición precisa tridimensional.

4.4.1.2 El equipo GPS determina su posición mediante la medición precisa de la distancia desde los satélites seleccionados en el sistema y la ubicación conocida de dichos satélites. La precisión de los datos de posición del GPS puede ser afectada por varios factores. Muchos de estos errores de precisión pueden ser reducidos o eliminados mediante las matemáticas y modelos sofisticados, mientras otras fuentes de errores no pueden ser corregidas. Los siguientes son ejemplos de estos errores que no pueden ser corregidos:

- a) los retrasos en la propagación atmosférica pueden causar errores de medición relativamente pequeños, normalmente inferiores a 100 pies. Los retrasos en la propagación ionosférica pueden ser parcialmente corregidos mediante capacidades de error-corrección sofisticadas;

- b) pequeñas imprecisiones en los relojes atómicos en los satélites pueden causar pequeños errores de posición de aproximadamente 2 pies;
- c) el procesamiento del receptor (tal como el redondeo matemático y la interferencia eléctrica) puede causar errores que son normalmente muy pequeños, que pueden incluir un par de pies de incertidumbre en cada medición, o muy grandes, que son fáciles de detectar. Los errores del receptor están normalmente en el orden de los 4 pies;
- d) las condiciones que causan reflexiones de la señal antes de que la señal transmitida del satélite llegue al receptor, pueden causar pequeños errores en la determinación de la posición o una pérdida momentánea de la señal GPS. Mientras las técnicas avanzadas de procesamiento de la señal y el diseño sofisticado de la antena son utilizadas para minimizar este problema, algunas incertidumbres todavía pueden ser incluidas en una medición GPS; y
- e) la medición exacta de los parámetros de los satélites (datos de efemérides) puede contener un error pequeño de 4 pies aproximadamente.

4.4.2 Operación del sistema.-

4.4.2.1 El Departamento de defensa (DOD) de los Estados Unidos, es el responsable de operar la constelación satélite GPS y de monitorear constantemente los satélites GPS para garantizar una operación apropiada. Todos los datos de efemérides del satélite son enviados a cada satélite para pronóstico como parte del mensaje de datos enviados en la señal GPS. El GPS es un sistema de plano cartesiano, de coordenadas fijas, como estuvo especificado en el Sistema geodésico mundial del DOD de 1984 (WGS-84). Los valores de navegación, tales como la velocidad respecto al suelo (GS) y la distancia a un punto de recorrido (WPT), son calculados desde la latitud/longitud de la aeronave y desde la ubicación del WPT. La guía de curso normalmente es provista como una desviación lineal desde la trayectoria deseada de un curso de círculo máximo entre WPTs definidos.

4.4.2.2 La capacidad de navegación GPS desde una constelación de veinticuatro satélites está disponible veinticuatro horas al día, en cualquier lugar del mundo. El estado GPS es pronosticado como parte del mensaje de datos transmitido por los satélites. Adicionalmente, el estado del sistema está disponible a través de Avisos a los aviadores (NOTAMs) y desde la Guardia costera de los Estados Unidos.

4.4.2.3 El monitoreo integral de la señal GPS será provista por el receptor de navegación GPS, utilizando la vigilancia autónoma de la integridad en el receptor (RAIM). Para sensores GPS que proporcionan datos de posición únicamente a un sistema integrado de navegación (p.ej. FMS, sistema de navegación con sensores múltiples), un nivel de GPS integral equivalente a aquel de la RAIM puede ser provisto mediante el sistema integrado de navegación. La disponibilidad de la capacidad RAIM para cumplir los requerimientos de aproximaciones que no son de precisión con la constelación de veinticuatro satélites, se espera que exceda el 99%.

4.4.3 Disponibilidad selectiva (SA).- Esencialmente, la SA es un método mediante el cual el DOD puede crear artificialmente un reloj principal y un error de efemérides en los satélites. Esta característica está diseñada para negar a una nación enemiga u organización terrorista, el uso de datos precisos de posicionamiento GPS. Un SA es la fuente más grande de error en el sistema GPS. Cuando una SA está activa, el DOD garantiza que la precisión de la posición horizontal no será degradada más allá de los 100 metros, el 95% del tiempo, y más allá de los 300 metros, el 99.99% del tiempo. Los Estados Unidos ha descontinuado el uso de la degradación intencional, desde el 1 de mayo del 2000 con una evaluación anual de su uso continuado. Los usuarios civiles tendrán un mejoramiento dramático en la precisión del GPS con la descontinuación de la SA. Se cree que la SA no será activada a menos que una emergencia nacional exista o sea eminente en los Estados Unidos de Norteamérica.

4.4.4 Equipo de aviónica para los WAAS - TSO-C145a/C146a.-

4.4.4.1 El WAAS ha sido desarrollado para mejorar la precisión, integridad, disponibilidad y confiabilidad de las señales GPS. Es un sistema vital para la seguridad, el cual está formado por una red de referencia en tierra y sitios que procesan los datos de monitoreo de la integridad, los mismos que

evalúan la performance real del GPS, así como también, el segmento del espacio que pronostica aquella evaluación a los usuarios del Sistema mundial de navegación por satélite (GNSS) para apoyar la navegación IFR. El equipo WAAS ha sido diseñado para utilizar automáticamente los datos WAAS y la señal de distancia. La disponibilidad de navegación operacional para los explotadores equipados con WAAS en cualquier área dada, puede ser realizada mediante el acceso al sistema de NOTAMs de la FAA de los Estados Unidos. (Vea TSO-C145a/C146a y RTCA DO229B, Estándares mínimos de performance operacional para el GPS/ Equipo de a bordo WAAS).

4.4.4.2 Recientes desarrollos en la tecnología de navegación incluyen la disponibilidad de la capacidad WAAS en los sistemas de navegación aprobados bajo la TSO-C145a/C146a. Este equipo constituye una mejora importante sobre los estándares anteriores GPS (TSO-C129) por la incorporación de nueva tecnología para proporcionar una señal integral mejorada utilizando WAAs, Detección y exclusión de fallas (FDE) y RAIM. La precisión de la navegación mejorada y la flexibilidad del equipo WAAS producirán un incremento tanto en la capacidad del sistema como en la seguridad global del vuelo.

4.4.4.3 La TSO-C145a proporciona las normas de certificación para los sensores de navegación de a bordo WAAS, mientras que la TSO-C146a se refiere al sistema autónomo de navegación de a bordo WAAS. Los equipos correspondiente a las TSO-C145a/C146a deben ser instalados de acuerdo con los documentos de los Estados equivalentes a la Circular de asesoramiento (AC) 20-138A - *Aprobación de aeronavegabilidad del equipo del Sistema mundial de navegación por satélite (GNSS)*. Para el equipo TSO-C145A, el Sistema de gestión de vuelo (FMS) debe cumplir con la TSO-C115b y ser instalado de acuerdo con los documentos de los Estados equivalentes a la AC 20-130A - *Aprobación de aeronavegabilidad de los sistemas de gestión de vuelo (FMS) o de navegación que integran múltiples sensores de navegación*. Cuando todas las disposiciones son cumplidas, incluyendo la instalación de sistemas independientes, estos sistemas pueden ser autorizados para utilizarse como el único medio para RNAV en vuelo bajo IFR en los espacios aéreos de los Estados.

4.4.4.4 La tecnología FDE permite que el equipo WAAS detecte automáticamente una falla de satélite que afecta a la navegación y excluye aquel satélite de la solución de navegación.

4.4.4.5 La RAIM es una función que considera la disponibilidad de una señal integral satisfactoria pronosticada desde los satélites GPS utilizados durante un vuelo dado. Los GPS de a bordo/Navegadores WAAS realizan esta función automáticamente mientras la aeronave procede a lo largo de su ruta. Cuando una señal integral insuficiente es detectada, una alerta de “pérdida de integridad” o RAIM es provista a la tripulación de vuelo. Para apoyar a la planificación de la tripulación de vuelo, los explotadores deben identificar las suspensiones temporales de operación de los satélites que degraden la integridad del equipo WAAS a través de NOTAMs o accediendo a un programa de predicción aprobado por las AAC.

4.4.4.6 Bajo las reglamentaciones actuales, los explotadores que proponen utilizar un equipo WAAS como el único medio de navegación IFR, deben disponer de un sistema de navegación TSO-C145a/C146a capaz de realizar aproximaciones, instalado y operando en sus aeronaves. En el caso de una falla completa de la capacidad de navegación WAAS y GPS, los explotadores deben prever una reversión a otra forma de navegación de radio o, el sistema de navegación debe proporcionar una capacidad de posicionamiento automático para garantizar que el vuelo puede ser continuado con seguridad a su destino o un aeródromo de alternativa adecuado.

4.5 Concepto del grado de precisión requerido por el ATC.- El concepto fundamental para todas las normas de navegación IFR, prácticas y procedimientos es aquel que todas las aeronaves IFR deben ser navegadas al grado de precisión requerido por el ATC.

4.5.1 Cuando en todo momento, un vuelo se adhiere al espacio asignado por el ATC, se considera que aquella aeronave debe ser navegada al grado de precisión requerido por el ATC. Si una aeronave realiza una desviación no autorizada desde su espacio asignado, aquella aeronave no ha sido navegada al grado de precisión requerido por el ATC.

4.5.2 Las mínimas de separación ATC establecen las distancias mínimas lateral, vertical y longitudinal que son utilizadas para separar con seguridad las aeronaves que se operan dentro de una aé-

rea específica. También las mínimas de separación representan el nivel mínimo de performance de la navegación global y una protección que puede ser acomodada en cualquier momento sin poner en peligro la seguridad del vuelo. Estas mínimas de separación han sido establecidas para operaciones IFR en espacios aéreos controlados. Estas normas normalmente son establecidas a través de acuerdos internacionales e implementadas a través de reglamentaciones nacionales. Estas mínimas son establecidas para categorías particulares de operación de navegación y áreas específicas. Ejemplos de categorías particulares de operaciones de navegación y áreas específicas incluyen navegación en aerovías en el espacio aéreo nacional de los Estados contratantes de la OACI y navegación de largo alcance en áreas oceánicas o remotas.

4.5.3 Para las operaciones donde los servicios de tránsito aéreo son provistos por los Estados contratantes de la OACI, las mínimas de separación son establecidas por las reglamentaciones nacionales de los Estados miembros (si están establecidas) y en los documentos OACI. Las operaciones en espacio aéreo Clase G no son provistas por los servicios ATC (las aeronaves no son separadas por el ATC). Las mínimas de separación normalmente no están establecidas para el espacio aéreo Clase G. La prevención de colisión depende del concepto “ver y evitar” y de otras prácticas.

4.5.4 El Documento 7030/4 de la OACI - *Procedimientos regionales suplementarios*, prescriben los mínimos de separación en el espacio aéreo internacional.

5. Concepto de autorización ATC

5.1 La emisión de una autorización ATC por un controlador y la aceptación de esta autorización por parte de un piloto es un proceso de negociación que establece condiciones para la prevención del peligro de colisiones (en vuelo y en tierra).

5.2 Cuando un controlador emite una autorización IFR, el controlador acepta reservar un espacio tridimensional de espacio aéreo para aquella aeronave a lo largo de la ruta definida en dicha autorización. También el controlador acepta emitir las autorizaciones para todo otro tráfico aéreo controlado, asegurando una separación segura.

5.3 Cuando un piloto acepta una autorización IFR, el piloto acepta mantenerse continuamente dentro de aquel espacio tridimensional de espacio aéreo asignado por el ATC, y se adhiere a las reglas de vuelo para aquella operación. El piloto es obligado a cumplir con la autorización a menos que ésta sea enmendada o sea declarada una emergencia.

5.4 Se espera que el piloto navegue al grado de precisión requerido por el ATC. Una falla al navegar al grado de precisión requerido, puede crear un peligro en la seguridad del vuelo.

5.5 En un ambiente sin radar o sin ADS, el ATC no tiene conocimiento directo de la posición real de una aeronave o su relación con otras aeronaves en un espacio aéreo adyacente. Por lo tanto, la habilidad del ATC para detectar una desviación de navegación y resolver peligros de colisión es seriamente degradada cuando ocurre una desviación desde una autorización aceptada.

Sección 2 – Requisitos para la aprobación de la navegación aérea

1. Objetivo

Esta sección establece los lineamientos a ser utilizados por los equipos de certificación e inspectores cuando aprueban las solicitudes de los explotadores para operaciones de navegación aérea. Los inspectores aprueban estas operaciones emitiendo párrafos apropiados en la Parte B de las OpSpecs. Excepto para la navegación Clase I, el proceso de aprobación normalmente requiere pruebas de validación. Las cinco fases del proceso de validación están descritas en el Capítulo 13 del Volumen II de la Parte II de éste manual. Esta sección proporciona una guía adicional relacionada específicamente con los requerimientos de navegación aérea.

2. Familiarización y requerimientos de aprobación

2.1 Una vez que un explotador ha solicitado una aprobación para operaciones de navegación aérea, es esencial que los inspectores comprendan totalmente los conceptos, políticas nacionales, prácticas normalizadas y guías relacionadas al área de las operaciones propuestas. Además, los expertos técnicos en navegación de la OACI están disponibles para ayudar a los inspectores principales a comprender, evaluar y aprobar las operaciones de navegación aérea.

2.2 La Sección 1 y secciones posteriores de este capítulo, contienen información y referencias adicionales para una orientación más detallada.

2.3 Cuando se procesan las peticiones iniciales para cualquier operación de navegación aérea que involucra navegación Clase II, los equipos de certificación e inspectores principales deben solicitar guía de un especialista en navegación. Los equipos de certificación e inspectores principales también deben solicitar orientación de un especialista en navegación para cualquier operación que involucre áreas especiales de operación tales como RVSM, RNAV, RNP, MNPS, WATRS, etc. Los equipos de certificación y los inspectores principales deben solicitar la guía de un especialista en navegación a través de la Oficina Regional Sudamericana localizada en Lima, Perú.

3. Determinando la clase de navegación

3.1 La primera determinación que debe ser realizada con relación a una solicitud de aprobación de navegación aérea, es la categoría de operación propuesta. El inspector debe determinar si la operación propuesta es navegación Clase I, navegación Clase II o ambas. El factor decisivo en esta determinación es el volumen de servicio operacional de las NAVAIDS normalizadas de la OACI emplazadas en tierra, dentro del área de operación propuesta. Si las altitudes mínimas de vuelo en ruta especificadas y las ubicaciones de las NAVAIDS normalizadas de la OACI emplazadas en tierra garantizan que el vuelo siempre se llevará a cabo dentro del volumen de servicio operacional, la operación completa en ruta es navegación Clase I. En situaciones donde el área completa de operación (en la altitud mínima de vuelo especificada) está fuera (más allá) del volumen de servicio operacional de las NAVAIDS normalizadas de la OACI emplazadas en tierra, la operación es de navegación Clase II. Cuando los tramos del área de operación propuesta aseguran que los vuelos están continuamente dentro de los volúmenes de servicio operacional de las NAVAIDS normalizadas de la OACI emplazadas en tierra, aquel tramo de vuelo es navegación Clase I y la parte restante es navegación Clase II (vea las Secciones 3 y 4 de este capítulo para discusiones más profundas sobre navegación Clase I y Clase II).

3.2 El GPS ha sido aceptado por la OACI como una NAVAID normalizada. Sin embargo, existe una diferencia entre las NAVAIDS normalizadas emplazadas en tierra y las NAVAIDS normalizadas que no están emplazadas en tierra. Las NAVAIDS normalizadas emplazadas en tierra tienen un volumen de servicio operacional, mientras que las NAVAIDS normalizadas que no están emplazadas en tierra no disponen de un volumen de servicio operacional. Los sistemas de los espacios aéreos nacionales (NAS) de los Estados contratantes de la OACI están basados en el volumen de servicio operacional de estas facilidades emplazadas en tierra, aunque el GPS, en virtud de su cobertura universal de señal, no está restringido a un volumen de servicio operacional. La performance de navegación dentro del volumen de servicio operacional y las mínimas de separación del ATC pueden ser fundamentadas en el uso tanto de las NAVAIDS normalizadas de la OACI emplazadas en tierra como en las NAVAIDS normalizadas de la OACI que no están emplazadas en tierra.

3.3 Altitud de vuelo.- Es importante comprender que la altitud mínima de vuelo es un factor importante para la determinación de la categoría de navegación (Clase I o Clase II). El volumen de servicio operacional de una NAVAID normalizada de la OACI emplazada en tierra, en particular es influenciado grandemente por la altitud de vuelo. Por ejemplo, a gran altitud [sobre el nivel de vuelo (FL) 180], la mayoría de las instalaciones de alcance omnidirección VHF (VOR) publicadas para el uso en estas altitudes, poseen un volumen de servicio operacional que excede un radio de al menos 130 millas náuticas (NM) desde la instalación. Sin embargo, en altitudes bajas (inferior a 10.000 pies MSL), el volumen de servicio operacional de muchos VORs rara vez excede 40 NM. Por lo tanto, es muy probable que para una longitud de ruta de 260 NM entre VORs; las operaciones sobre los FL

180, serían navegación Clase I y las operaciones conducidas por debajo de 10.000 pies MSL incluirían navegación tanto Clase I como Clase II. La parte de la navegación Clase II empezaría al final del volumen de servicio operacional del primer VOR y terminaría al inicio del volumen de servicio operacional del segundo VOR. Si los inspectores determinan que la propuesta solo involucra navegación Clase I, entonces utilizarán la orientación establecida en la Sección 3 de este capítulo. Si la propuesta involucra tanto navegación Clase I como Clase II, los inspectores utilizarán los lineamientos establecidos en las Secciones 3 y 4 de este capítulo para la evaluación y aprobación o negación de la propuesta.

Nota.- Refiérase al AIM para una discusión más profunda del volumen de servicio operacional.

3.4 Alcance de las NAVAIDs normalizadas de la OACI emplazadas en tierra.- Normalmente, una determinación del alcance exacto (volumen de servicio operacional) de las NAVAIDs normalizadas de la OACI emplazadas en tierra, propuestas para ser utilizadas, no es necesaria. Por ejemplo, un vuelo saliendo de Venezuela continental con un destino en Europa, obviamente realizaría navegación Clase I y Clase II y requeriría de equipos apropiados para ambas categorías de navegación. En otras situaciones, puede determinarse rápidamente que las operaciones de vuelo serán conducidas completamente dentro del volumen de servicio operacional de las NAVAIDs normalizadas de la OACI emplazadas en tierra. Sin embargo, algunas veces, una determinación del alcance exacto de una NAVAID es requerida para evaluar el cumplimiento con el requerimiento para un punto de referencia (fix) confiable, una vez cada hora.

3.5 Operaciones en áreas remotas.- La determinación de la clase de navegación en áreas remotas es más compleja. En estos casos, la determinación está basada en los estándares de la OACI. De manera general, las rutas VOR, VOR/DME y puntos de referencia publicados en países extranjeros están dentro del volumen de servicio operacional de las NAVAIDs basadas en tierra. Sin embargo, la mayoría de rutas del ATS basadas en NDB en áreas remotas son de navegación Clase II sobre una parte considerable de la ruta. Por ejemplo, el volumen de servicio operacional (o cobertura) de los NDBs de gran potencia rara vez exceden las 75 NM. En casos especiales, pocos NDBs han sido evaluados mediante vuelos de inspección y poseen un volumen designado de servicio operacional extendido, significativamente mayor a las 75 NM. Las Publicaciones de información aeronáutica (AIP) nacionales/regionales y las oficinas de inspección de vuelo son las mejores fuentes y las más actualizadas de información sobre el volumen de servicio operacional de estas NAVAIDs.

4. Operaciones especiales

4.1 Después de determinar si una operación en particular es de navegación Clase I, navegación Clase II o una combinación de ambas, otro paso importante es determinar si la operación involucra algunas autorizaciones específicas de navegación para operar en áreas especiales de operación o para utilizar equipo o técnicas especiales de navegación.

4.2 Ejemplos de áreas especiales de operación incluyen las siguientes:

- a) áreas de no confiabilidad magnética (AMU);
- b) operaciones en los polos;
- c) espacio aéreo del Atlántico Norte con MNPS;
- d) espacio aéreo MNPS Canadiense;
- e) espacio aéreo del Pacífico Este Central (CEP);
- f) espacio aéreo del Pacífico Norte (NOPAC);
- g) sistema de derrotas organizadas del Pacífico (PACOTS);
- h) áreas internacionales restringidas;
- i) Océano Ártico u Océano Antártico;
- j) sistema de rutas del Atlántico Oeste (WATRS) y Mar del Caribe;

- k) Atlántico Sur (rutas del Atlántico);
- l) áreas de control del Golfo de México (rutas del Golfo);
- m) separación vertical mínima reducida (RVSM);
- n) performance de navegación requerida (RNP X); y
- o) navegación de área (RNAV X).

4.3 Ejemplos de equipos para navegación especial incluyen los siguientes:

- a) NAVAIDs y estaciones de pronóstico privadas;
- b) navegación de área (RNAV);
- c) Loran-C (USA);
- d) sistemas de navegación inercial (INS) y sistemas de referencia inercial (IRS); y
- e) GPS.

4.4 Los métodos de navegación especial incluyen los siguientes:

- a) pilotaje;
- b) uso de un navegante de vuelo;
- c) celestial; y
- d) sin giro o procedimientos de navegación por cuadrículado (grid).

5. Aeronavegabilidad del equipo de navegación

5.1 Documentación admisible.- En todos los casos, es necesario que el explotador proporcione por escrito la documentación admisible de las aeronaves, que indique explícitamente que las aeronaves están apropiadamente certificadas, equipadas y mantenidas para ejecutar las funciones requeridas para el tipo específico de navegación y otros requerimientos relacionados para cualquier operación especial.

5.1.1 La evidencia escrita puede tomar la forma de un Certificado de tipo (TC), Certificado de tipo suplementario (STC), AFM o suplemento al AFM. En ciertos casos donde están involucradas áreas especiales de operaciones, tales como: AMU, RNAV, RNP, RVSM y NAT/MNPS, la aprobación de aeronavegabilidad debe reflejar que aquellos requerimientos especiales también son cumplidos.

5.1.2 La aeronave admisible debe disponer de equipo, cuya documentación explícitamente indique que la instalación ha recibido la aprobación de aeronavegabilidad para el tipo de operaciones de acuerdo con una aprobación de campo [Formulario 337 o equivalentes, Reparación y alteración mayor (estructura, grupo motor, hélices o accesorios)], una AC, u otra documentación aplicable.

5.1.3 Esta documentación debe ser coordinada conjuntamente con el Inspector principal de aviónica (PAI) o con la oficina de aeronavegabilidad. Si el explotador no es capaz de proporcionar a los inspectores principales la admisibilidad específica del AFM o del suplemento al AFM, una admisibilidad oficial escrita del equipo debe ser obtenida.

5.1.4 Si el explotador no es capaz de obtener la admisibilidad del equipo mediante los métodos anteriores, deberá obtener dicha admisibilidad de las oficinas correspondientes donde la aeronave fue certificada de tipo.

5.2 Equipo de navegación convencional.- En el caso de navegación Clase I con equipo de navegación convencional, tales como VOR, VOR/DME, NDB, una declaración del AFM o un STC aprobado por la AAC correspondiente, que indique que el sistema de navegación y/o equipo está aprobado para operar bajo IFR, normalmente es suficiente. Para navegación Clase I con otros tipos de equipo RNAV, el equipo debe estar certificado para operaciones IFR e instalado y mantenido de acuerdo con la documentación aprobada por la AAC, apropiada para aquel equipo RNAV específico.

5.3 RNAV.-

5.3.1 La RNAV proporciona una capacidad de navegación mejorada. El equipo RNAV automáticamente puede calcular la posición del avión, trayectoria actual y GS, y luego proporcionar información significativa con relación a la ruta de vuelo seleccionada por el piloto. El equipo típico proporcionará la distancia, hora, marcación y error perpendicular a la derrota con relación al WPT seleccionado "TO" o "activo" y la ruta seleccionada. Varios sistemas RNAV con características diferentes de performance son capaces de proporcionar funciones de navegación de área. En la actualidad se considera que el equipo RNAV es un equipo que opera determinando automáticamente la posición de la aeronave desde uno o una combinación de los siguientes sensores con los dispositivos para establecer y seguir una trayectoria deseada:

- a) VOR/DME;
- b) DME/DME; e
- c) INS;
 - 1) el INS debe estar aprobado bajo las disposiciones del Apéndice G del RAB 121.
- d) Loran C (Estados Unidos);
 - 1) para los explotadores que operen hacia los Estados Unidos de Norteamérica con equipo Loran C, estos sistemas deben estar aprobados para el área de operación bajo las provisiones de la AC 20-121 - *Aprobación de aeronavegabilidad de los sistemas de navegación Loran-C de a bordo para su utilización en el NAS, (o equivalente)*. Refiérase además a la AC 90-92 - *Guías para el uso operacional de los sistemas de navegación Loran C fuera del NAS de los Estados Unidos*.
- e) Sistemas GPS;
 - 1) los sistemas GPS deben estar aprobados de acuerdo con los siguientes medios aceptables de cumplimiento o sus equivalentes: TSO C-129, TSO C-145a, TSO C-146a, AC 20-130, AC 20-138 y AC 90-94.
- f) Sistemas multisensores modernos (tales como IRS/FMS) pueden incluir uno o más de los sensores anteriormente mencionados para proporcionar un sistema de navegación más preciso y confiable (para información véase los documentos de los Estados equivalentes a las AC 20-130 y 25-15).

5.3.2 Los sistemas RNAV utilizados para operaciones VFR (Clase I y/o Clase II) deben reflejar una aprobación para el uso VFR. Los sistemas RNAV utilizados para la navegación Clase I IFR (excepto para operaciones en espacio aéreo Clase A) y la navegación Clase II deben reflejar una declaración de que el sistema cumple con los criterios de fiabilidad y de performance y que el sistema está aprobado para vuelos IFR, y si es requerido, aprobados para algunas áreas especiales de operación de acuerdo con las siguientes ACs o sus equivalentes, como fuera aplicable: AC 20-130, AC 20-121, AC 20-138, AC 25-4, AC 25-15, AC 90-94, TSO C-129, TSO C-145a y TSO C-146a.

6. Programas de instrucción y manuales

Otras áreas importantes que deben ser consideradas son los programas de instrucción aprobados y los manuales de la compañía aprobados/aceptados para el equipo a ser utilizado. Los programas de instrucción y los manuales de la compañía deben tratar adecuadamente las características especiales del área de operación propuesta y las prácticas de operación (navegación) y los procedimientos que deben ser utilizados. Otras secciones de este capítulo proporcionan orientación adicional sobre algunos requerimientos específicos para los programas de instrucción y manuales de la compañía para los diferentes sistemas de navegación y/o áreas de operación.

7. Listas de equipo mínimo (MEL)

Adicionalmente, la mayoría de las aprobaciones del equipo de navegación y/o nuevas áreas de operación para un explotador en particular, también requieren de cambios a la MEL del ex-

plotador. En todos los casos, los inspectores principales deben revisar la MEL del explotador para asegurar que se provea guía precisa al personal del explotador.

8. Prácticas, técnicas y procedimientos de navegación

Las prácticas, técnicas y procedimientos de navegación son otras partes importantes del proceso de aprobación. Estas son especialmente importantes en los LRNS y en operaciones que utilizan sistemas RNAV. La aprobación de estas operaciones casi siempre necesita de cambios en las listas de verificación de la cabina de pilotaje y en las prácticas y procedimientos de operación. Debido a la complejidad de estas operaciones, los cambios necesarios deben ser determinados caso por caso, considerando al explotador, el equipo y el área.

9. Requerimientos de pruebas de validación

Es esencial para los inspectores evaluar la necesidad de una prueba de validación. En casos simples, tal como una aprobación de navegación Clase I en áreas que utilizan sistemas VOR/DME convencionales, una prueba de validación no es necesaria. Sin embargo, en casos más complejos, la prueba de validación es esencial para demostrar la capacidad del explotador y la competencia para conducir con seguridad la operación propuesta. Refiérase al Capítulo 13 – Pruebas de Validación del Volumen II Parte II de este manual para determinar la necesidad de las pruebas/vuelos de validación.

10. Aprobación del GPS y operación

10.1 Unidades portátiles.- Los receptores portátiles GPS solo pueden ser utilizados como una ayuda suplementaria para VFR junto con un medio primario de navegación aprobado. Todos los sistemas electrónicos y unidades GPS portátiles deben ser operados de acuerdo con las reglamentaciones nacionales de los Estados. El explotador de la aeronave debe determinar que cada mecanismo electrónico portátil no causará interferencia con los sistemas de navegación y comunicaciones de la aeronave en la cual va a ser utilizado. Los mecanismos de sujeción normalmente vendidos con una unidad GPS portátil, deben ser instalados de manera que no interfieren con la operación de los controles de las aeronaves. Mecanismos permanentes y antenas instaladas externamente para el uso de una unidad GPS portátil, deben ser instalados de una manera aprobada por la AAC. Un aspecto crítico de cualquier instalación GPS, es la instalación de la antena. La sombra reflejada por la estructura del avión puede afectar adversamente a la operación del equipo GPS. Los explotadores deberían estar alertas de que una señal GPS es débil, normalmente por debajo del valor del ruido de fondo. El ruido eléctrico o estático en la vecindad de la antena puede afectar adversamente a la performance del sistema.

10.2 Clases de equipo GPS.- El equipo GPS está clasificado en las clases A(), B() y C() (refiérase al TSO-C129, TSO-C145 y TSO-C146). En la Figura 1-1 – *Clases de equipos GPS* se describe cada una de las clases de los equipos GPS.

- a) Clase A().- Equipo que incorpora tanto el sensor GPS como la capacidad de navegación. Este equipo incorpora RAIM. Véase el Subpárrafo 10.5 para mayor discusión con relación a la RAIM.
 - 1) el equipo Clase A1 incluye capacidad de navegación en ruta, área terminal, y de aproximación que no es de precisión; y
 - 2) el equipo Clase A2 incluye únicamente capacidad de navegación en ruta.
- b) Clase B().- Equipo que consiste de un sensor GPS que proporciona datos a un sistema de navegación integrado (p.ej., FMS, sistema de navegación con sensores múltiples, etc.).
 - 1) el equipo Clase B1 incluye RAIM y provee capacidad en ruta, área terminal y de aproximación que no es de precisión;
 - 2) el equipo Clase B2 incluye RAIM y proporciona únicamente capacidad en ruta y área terminal;

- 3) el equipo Clase B3 requiere que el sistema de navegación integrado proporcione un nivel de integridad GPS equivalente a la RAIM y proporcione capacidad en ruta, área terminal y de aproximación que no es de precisión; y
 - 4) el equipo Clase B4 requiere que el sistema de navegación integrado proporcione un nivel de integridad GPS equivalente a la RAIM y únicamente capacidad en ruta y área terminal.
- c) **Clase C (.)**.- Equipo conformado por un sensor GPS que proporciona datos a un sistema de navegación integrado (p.ej. FMS, sistema de navegación con sensores múltiples, etc.), el cual provee guía mejorada para el piloto automático (A/P) o a un director de vuelo (FD) con la finalidad de reducir el error técnico en vuelo (FTE).
- 1) el equipo Clase C1 incluye RAIM y proporciona capacidad en ruta, área terminal y de aproximación que no es de precisión;
 - 2) el equipo Clase C2 incluye RAIM y proporciona únicamente capacidad en ruta y área terminal;
 - 3) el equipo Clase C3 requiere que el sistema de navegación integrado proporcione un nivel de integridad GPS equivalente a la RAIM y proporcione capacidad en ruta, área terminal y de aproximación que no es de precisión; y
 - 4) el equipo Clase C4 requiere que el sistema de navegación integrado proporcione un nivel de integridad GPS equivalente a la RAIM y únicamente capacidad en ruta y área terminal.

Figura 1-1 – Clases de equipos GPS

CLASES DE EQUIPOS GPS (TSO-C129)					
Clase de Equipo	Función de integridad:		Aprobado para uso en:		
	RAIM	Sistema de navegación integrado que provee RAIM equivalente	Area oceánica, en ruta y terminal	Aproximación que no es de precisión	
Clase A – Sensor GPS y capacidad de navegación					
A1	Si		Si	Si	
A2	Si		Si	No	
Clase B – Datos del sensor GPS para un sistema de navegación integrado (Por ejemplo: FMS, sistema de navegación de múltiples sensores, etc.)					
B1	Si		Si	Si	
B2	Si		Si	No	
B3		Si	Si	Si	
B4		Si	Si	No	
Clase C – Datos del sensor GPS para un sistema de navegación integrado (como en Clase B) los cuales proporcionan guías mejoradas para un A/P o FD, para reducir FTEs					
C1	Si		Si	Si	
C2	Si		Si	No	
C3		Si	Si	Si	
C4		Si	Si	No	
Aprobación GPS requerida para uso autorizado					
Tipo de equipo	Aprobación de instalación requerida	Aprobación operacional requerida	IFR en ruta	IFR en área terminal	IFR en aproximación
De mano	X				
VFR, montado en el panel	X				
IFR en ruta y área	X	X	X	X	X

terminal					
IFR oceánica/remota	X	X	X	X	X
IFR en ruta, área terminal y aproximación	X	X	X	X	X

10.3 Instalaciones iniciales del equipo de aviónica y aeronavegabilidad continuada.- El explotador debe garantizar que el equipo sea adecuadamente instalado y mantenido. Ningunos requerimientos especiales de mantenimiento, que no sean las prácticas estándar actualmente aplicables a los sistemas de navegación o aterrizaje, han sido identificados que son únicos para el GPS [p. ej. ADs y Boletines de servicio (SB)].

10.3.1 Se debe proveer la documentación que valida la aprobación del receptor GPS de a bordo instalado, de acuerdo con las normas de los Estados o sus equivalentes tales como: el aviso N8110.60, la AC 20-129 y la AC 20-130 de la FAA de los Estados Unidos, como fuera apropiado, u otro criterio aplicable de aeronavegabilidad establecido para las instalaciones GPS. Cuando se ha establecido que el sistema de a bordo ha sido certificado para operaciones IFR, el siguiente criterio debería ser utilizado para determinar la idoneidad operacional de los sistemas de a bordo para el uso IFR del GPS.

- a) una instalación GPS con un TSO C-129 (o TSO C-145a o TSO C-146a, como fuera aplicable) autoriza a los sistemas de navegación de las Clases A1, A2, B1, B2, C1 o C2, para que puedan ser utilizados junto con otros LRNS en operaciones no restringidas en el espacio aéreo NAT MNPS o puedan ser utilizados como medios primarios de navegación de largo alcance en rutas especiales diseñadas para aeronaves equipadas con un solo LRNS y en rutas especiales diseñadas para aeronaves equipadas con equipo de navegación de corto alcance. La integridad básica para estas operaciones debe ser provista por la RAIM o por un método equivalente. Una instalación GPS simple de las Clases A1, A2, B1, B2, C1 o C2, que proporciona RAIM para el monitoreo de la integridad, también puede ser utilizada en aquellas rutas cortas oceánicas que requieren únicamente un medio de navegación de largo alcance.

10.4 Aprobación del equipo GPS e instalación para navegación Clase II y áreas remotas.- La aprobación del GPS como medio primario de navegación Clase II, requiere de las aprobaciones del equipo, de la instalación y operacional. El equipo considerado como medio primario de navegación es aquel que proporciona únicamente los medios requeridos en la aeronave para satisfacer los niveles necesarios de precisión, integridad y disponibilidad de un área en particular, ruta, procedimiento u operación.

10.4.1 Aprobación del equipo GPS.- Además de los requerimientos específicos de certificación de la aeronave, como están especificados en las normas de los Estados (p. ej. Aviso N8110.60 vigente de la FAA), doble equipo GPS de largo alcance es requerido por la TSO C-129 para que sea aprobado como medio de navegación primario en el espacio aéreo oceánico. El equipo debe ser aprobado por los organismos de aeronavegabilidad de las AAC de acuerdo con sus propias normas o medios de cumplimiento equivalentes a:

- a) la AC 20-138 o AC 20-130 vigente; y
- b) aviso N 8110.60.

10.4.2 Instalación.- El explotador debe obtener una aprobación inicial de la instalación del equipo GPS para uso primario en una marca y modelo de aeronave específica, a través de un proceso de certificación del TC o STC. Un formato 337 (reparación o alteración mayor) o formatos aceptables a la AAC para aquellos explotadores que cuentan con una organización aceptable de ingeniería, será utilizado para la instalación del mismo equipo GPS en la misma marca/modelo de aeronave, siempre que los datos desarrollados para la certificación inicial sean utilizados. [Para mayor información, véase el Manual del Inspector de Aeronavegabilidad (MIA)]

10.4.3 Suplemento al AFM/FM.- Una vez que la instalación ha sido aprobada, el suplemento al

AFM debe ser actualizado para indicar que: “El equipo GPS (describa la marca y modelo del equipo) como está instalado, cumple con los requerimientos para medios primarios de navegación Clase II en el espacio aéreo oceánico y remoto, cuando es utilizado junto con el programa (describa el nombre) de predicción. Esto no constituye una aprobación operacional”. Los requerimientos detallados sobre el contenido del suplemento al AFM están contenidos en los documentos respectivos de cada AAC, como es el caso del aviso N 8110.60 de la FAA.

10.5 Disponibilidad del sistema.-

10.5.1 Vigilancia autónoma de monitoreo de la integridad en el receptor (RAIM).- La RAIM es una técnica con que un receptor/procesador GPS civil determina la integridad de las señales de navegación del GPS, ya sea utilizando únicamente las señales del GPS o las señales del GPS aumentadas con la altitud. Esta determinación es alcanzada mediante una verificación de consistencia entre una serie de satélites que están siendo rastreados. Al menos un satélite además de aquellos requeridos para la navegación, debe estar a la vista por el receptor para ejecutar la función RAIM.

10.5.2 Disponibilidad del programa de predicción para la detección y exclusión de fallas (FDE).- La FDE es la capacidad que tiene el GPS para detectar la falla de un satélite que afecta a la navegación y excluir automáticamente a ese satélite de la solución de la navegación. Todos los explotadores que conducen navegación Clase II con equipos GPS como medio primario de navegación en áreas oceánicas/remotas según las RAB 121 o 135, deben utilizar un programa de predicción FDE aprobado por la AAC para el equipo GPS instalado, que sea capaz de predecir, previo a la salida, la duración máxima del estado de la pérdida de la exclusión de fallas, la pérdida de la detección de fallas y la pérdida de la función de navegación para el vuelo sobre una ruta específica. La “ruta específica de vuelo” está definida por una serie de WPTs (incluyendo la ruta a cualquier aeródromo de alternativa) con el tiempo de vuelo especificado por una velocidad o series de velocidades. Debido a que las GSs específicas no pueden ser mantenidas, la predicción antes de la salida debe ser realizada para el rango esperado de GSs. Este programa de predicción FDE debe utilizar el mismo algoritmo FDE (procedimiento de paso a paso para resolver un problema), que es empleado por el equipo GPS instalado y debe ser desarrollado utilizando una metodología aceptable de desarrollo del programa (software). El programa de predicción FDE debe proporcionar la capacidad de designar manualmente los satélites que no estarán disponibles con la finalidad de realizar la predicción con precisión. El programa de predicción FDE será evaluado como parte de la aprobación de instalación del sistema de navegación. Los requerimientos para el algoritmo de predicción FDE pueden ser encontrados en los documentos de los Estados, equivalentes al aviso N8110.60 vigente de la FAA.

10.5.3 Restricciones del control operacional para la navegación Clase II en áreas oceánicas y remotas.

- a) previo a la salida, el explotador debe utilizar el programa de predicción FDE para demostrar que no existen variaciones en la capacidad para navegar la ruta de vuelo planificada (el programa de predicción FDE determina si la constelación del GPS es lo suficientemente fuerte para proporcionar una solución de navegación para la ruta de vuelo planificada). Cualquier predicción de la suspensión temporal de la señal del satélite que afecte a la capacidad del equipo GPS para proporcionar la función de navegación en la ruta de vuelo planificada, requiere que el vuelo sea cancelado, demorado o reasignado a una nueva ruta; y
- b) una vez que se ha determinado que la función de navegación es segura (el equipo puede navegar en la ruta de vuelo planificada), el explotador debe utilizar el programa de predicción FDE para demostrar que el tiempo máximo de suspensión de la operación de la capacidad del equipo para proveer exclusión de fallas para la ruta de vuelo planificada, no excede la duración aceptable (exclusión de fallas, es la capacidad de excluir un satélite que ha fallado de la solución de navegación). La duración aceptable (en minutos) es igual al tiempo que ésta se tomaría en abandonar el espacio aéreo protegido (la mitad de la separación lateral mínima), asumiendo una razón de crecimiento del error del sistema de navegación perpendicular a la derrota de 35 NM por hora, cuando se inicia desde el eje definido de la ruta (centro de la ruta). Por ejemplo, una separación lateral mínima de 60 NM rinde una duración aceptable de 51 minutos (30 NM dividido para 35 NM por hora). Si la variación de la exclusión de fallas excede la duración acep-

table, el vuelo debe ser cancelado, demorado o reasignado a una nueva ruta. Si la variación de la capacidad de la exclusión de fallas (exclusión de un satélite que funciona mal) excede la duración aceptable en la ruta específica de vuelo, el vuelo debe ser cancelado, demorado o reasignado a una nueva ruta.

10.6 Procedimientos en ruta para navegación GPS Clase II en áreas oceánicas y remotas.-

10.6.1 Capacidad de navegación degradada.- Si el GPS muestra una pérdida de la alerta de la función de navegación, el piloto deberá mantener el rumbo (HDG) y la altitud hasta que la navegación GPS sea nuevamente restablecida. El piloto reportará una capacidad de navegación degradada al ATC de acuerdo con las reglamentaciones vigentes. Adicionalmente, los miembros de la tripulación de vuelo que operan según los RAB 121 y 135 notificarán a la facilidad apropiada de despacho o seguimiento de vuelo, de cualquier capacidad de navegación degradada de acuerdo con los procedimientos aprobados por la AAC del Estado del explotador. Por al menos una hora, las unidades GPS de largo alcance aprobadas poseen la capacidad de proporcionar automáticamente soluciones de navegación electrónicas a estima (DR), basadas en la última información conocida. Existen requerimientos estrictos de procedimientos para despacho y en ruta de la RAIM, a fin de asegurar la cobertura satelital a lo largo de las rutas oceánicas y que ninguna suspensión temporal de operación del satélite esté programada a que ocurra durante el vuelo planificado. La aplicación estandarizada, disciplinada y automática de una verificación cruzada de la información de navegación durante todas las fases del vuelo durante la navegación Clase II, debería ser requerida en cada programa de navegación de largo alcance del explotador. La documentación de los Estados equivalente a la AC 91-70 vigente, proporciona una ampliación de estos procedimientos.

10.6.2 Suspensión temporal de la detección de fallas del satélite.- Si el GPS muestra una indicación de que la función de suspensión temporal de la detección de fallas del satélite (por ejemplo RAIM) no está disponible, la integridad de la navegación debe ser provista, comparando la posición del GPS con una posición calculada, extrapolando la última posición verificada con la velocidad del avión relativa al aire en calma (TAS), HDG y vientos estimados. Si la posición no concuerda con 10 millas náuticas, el piloto debería mantener inmediatamente el rumbo y la altitud hasta que la función de exclusión o integridad de la navegación sea restablecida. El piloto deberá reportar la capacidad de navegación degradada al ATC.

10.6.3 Alerta de detección de falla.- Si el GPS muestra un alerta de detección de falla (falla de un satélite), el piloto puede escoger continuar la operación utilizando la posición generada por el GPS si el estimado vigente de la posición incierta mostrada en el GPS desde el algoritmo FDE está activamente monitoreado. Si este número excede las 10 millas náuticas o no está disponible, el piloto debería mantener inmediatamente el HDG y la altitud hasta que el satélite que ha fallado sea excluido. El piloto deberá reportar la capacidad de navegación degradada al ATC.

10.6.4 Requerimientos de pruebas de validación.- Tales pruebas pueden consistir de un vuelo simple o de una serie de vuelos. Las siguientes referencias son provistas:

- a) RAB 121.210 (a); y
- b) MIO Parte II Volumen II Capítulo 13 - *Pruebas de validación.*

10.7 Un sistema de navegación GPS aprobado puede sustituir a un equipo receptor radiogoniométrico automático (ADF) y a un receptor DME, siempre que las coordenadas de las instalaciones o de un punto de referencia (fix) puedan ser extraídas desde la base de datos actualizada de a bordo del GPS. Los WPTs, puntos de referencia, intersecciones y ubicaciones de las instalaciones utilizadas para esas operaciones, deben ser recuperados desde la base de datos vigente de a bordo del GPS. Si las posiciones requeridas no pueden ser recuperadas desde la base de datos de a bordo, la sustitución del GPS por un ADF y DME no está autorizada.

10.7.1 Para todos los explotadores que utilizan GPS en lugar de DME, esto no impide el cumplimiento de cualquier requerimiento de equipo de las reglamentaciones aplicables. Para proveer una performance de navegación equivalente a un equipo de aviónica ADF o DME, los sistemas de navegación GPS deben estar apropiadamente certificados, instalados y autorizados para su uso bajo IFR, como fue descrito anteriormente.

10.7.2 Esta aprobación no altera las condiciones y requerimientos del uso del GPS, cuando el GPS es utilizado para proveer guía de curso lateral para volar procedimientos normalizados de aproximación instrumental GPS o RNAV GPS.

10.7.3 Para aquellas operaciones donde las reglas de operación requieren que el DME esté instalado, la MEL del explotador deberá incluir disposiciones para autorizar operaciones continuas, utilizando un GPS certificado cuando el DME instalado no esté operativo. Los explotadores en el NAS pueden estar autorizados a utilizar equipo GPS certificado para operaciones IFR en lugar de equipos ADF y DME para las siguientes operaciones:

- a) determinación de la posición de la aeronave sobre un punto de referencia DME. El GPS satisface los requerimientos reglamentarios de los Estados para el uso de un equipo DME en y sobre 24.000 pies MSL (FL240);
- b) vuelo de un arco DME;
- c) determinación de la posición de una aeronave sobre un NDB/localizador de brújula;
- d) determinación de la posición de la aeronave sobre un punto de referencia compuesto por un cruce NDB/localizador de brújula;
- e) circuito de espera sobre un NDB/localizador de brújula; y
- f) las instalaciones NDB o DME emplazadas en tierra pueden estar temporalmente fuera de servicio.

10.7.4 Para mayor información sobre el uso del GPS en lugar de un DME, refiérase al AIM.

11. Aprobación del WAAS

11.1 Generalidades.-

11.1.1 Desarrollos recientes en la tecnología de la navegación, incluyen la disponibilidad del WAAS que cumple los requisitos de los sistemas de navegación aprobados bajo la TSO-C145a/C146a.

11.1.2 Este equipo constituye un mejoramiento significativo de los estándares antiguos del GPS (TSO-C129) mediante la incorporación de tecnología nueva para proporcionar la integridad de una señal mejorada utilizando el WAAS, la FDE, y la RAIM.

11.1.3 La precisión mejorada de la navegación y la flexibilidad del equipo WAAS producirá finalmente un incremento en la capacidad de ambos sistemas y por completo en la seguridad del vuelo.

11.1.4 La TSO-C145a proporciona los estándares de certificación para los sensores WAAS de navegación de a bordo, mientras que la TSO-C146a se refiere a un sistema simple de navegación de a bordo WAAS. El equipo TSO-C145a/C146a debe estar instalado de acuerdo con los documentos de los Estados equivalentes a la AC 20-138A, *Aprobación de aeronavegabilidad del GNSS*. Para el equipo TSO-C145a, el FMS debe cumplir con la TSO-C115b y estar instalado de acuerdo con los documentos de los Estados equivalentes a la AC 20-130A, *Aprobación de aeronavegabilidad de los sistemas de gestión de vuelo (FMS) o de navegación que integran múltiples sensores de navegación*.

11.1.5 Cuando todas las disposiciones sean cumplidas, incluyendo la instalación de dos sistemas independientes, estos sistemas pueden ser autorizados para su uso como únicos medios para conducir operaciones Clase I IFR en el NAS de los Estados.

11.2 Aprobación de las clases de WAAS.- El equipo WAAS TSO C-145a está clasificado en tres clases. El equipo TSO C-146a está clasificado en cuatro clases. Los inspectores principales de operaciones (POIs) deberían utilizar la Figura 1-2 - *Clases de equipos WAAS*, para determinar la fase de vuelo y los usos operacionales para los cuales los sistemas de navegación WAAS deben estar aprobados.

Figura 1-2 – Clases de equipos WAAS

Clases de equipos WAAS TSO-C145a/C146a					
Clases de equipo	Operaciones oceánicas, en ruta nacional, en área terminal y aproximaciones que no son de precisión			Aproximaciones LNAV/VNAV	Aproximaciones con guía vertical y trayectoria lateral (LPV)
Sensor WAAS (TSO-C145a)					
Clase 1	Si			No	No
Clase 2	Si			Si	No
Clase 3	Si			Si	Si
Equipo de navegación WAAS (TSO-C146a)					
Clase 1	Si			No	No
Clase 2	Si			Si	No
Clase 3	Si			Si	Si
Clase 4	No			No	Si

Nota 1.- Sensor WAAS: Mientras que el sensor TSO-C145a apoya la operación descrita, el sistema de navegación integrado puede no apoyar todas las operaciones. Consulte el AFM, el suplemento al AFM, la guía de pilotos, etc., para mayor información.

Nota 2.- El equipo de Clase 4 normalmente estará autorizado bajo la Clase 3 TSO-C145a. En esa configuración el equipo WAAS soportará todas las fases de vuelo. El sistema de navegación integrado puede no soportar todas esas operaciones (Ver Nota 1).

11.3 Aprobación operacional, instalaciones iniciales y criterios de aeronavegabilidad continuada.- El explotador debe asegurarse que el equipo WAAS esté apropiadamente instalado y mantenido. La aprobación operacional para el uso del WAAS sigue el *proceso general para aprobación/aceptación* establecido en el Capítulo 3 del Volumen I de la Parte I de este manual.

Sección 3 – Navegación Clase I

1. Generalidades

Esta sección proporciona conceptos, guías y los lineamientos a ser utilizados por los inspectores de la AAC, cuando evalúan y aprueban o niegan las solicitudes para conducir operaciones de navegación Clase I que no han sido previamente aprobadas a un explotador en particular. También incluye operaciones de navegación Clase I cuando un explotador solicita utilizar aeronaves y/o sistemas de navegación nuevos o nuevas rutas con sistemas de navegación y aeronaves previamente aprobadas. Esta sección extiende los conceptos generales, políticas y guías provistas en la Sección 1 de este capítulo. “Prácticas normalizadas” específicas son provistas en esta sección para evaluar las operaciones de navegación Clase I que utilizan sistemas de navegación que, dentro de áreas particulares de una operación en ruta, comprenden características y limitaciones operacionales.

2. Navegación VFR Clase I

2.1 La navegación bajo VFR Clase I, es cualquier clase de operación de navegación Clase I, conducida bajo VFR en condiciones meteorológicas de vuelo visual (VMC). Los objetivos principales de la navegación VFR Clase I son los siguientes:

- a) llegar al destino propuesto con el suficiente combustible remanente para completar con seguridad un aterrizaje;
- b) operar con las suficientes referencias visuales para “ver y evitar” todos los obstáculos a lo largo

de las rutas de vuelo;

- c) operar con la suficiente visibilidad para “ver y evitar” con seguridad todas las otras aeronaves;
- d) navegar con la suficiente precisión para evitar el uso de áreas especiales del espacio aéreo o para cumplir con requerimientos especiales de dichas áreas; y
- e) proteger a las personas y propiedades en tierra, lo cual es un factor importante en la selección y aprobación de la ruta, especialmente para aquellas aeronaves con una capacidad de performance inadecuada con un grupo motor inoperativo.

2.2 Desde que la separación segura de las aeronaves bajo VFR está provista mediante los procedimientos “ver y evitar”, un inspector debe asegurarse que las condiciones de vuelo (techo y visibilidad) especificadas para una operación confiable, permitan la aplicación de este concepto.

2.3 En la mayoría de casos, los mínimos meteorológicos VFR básicos deben ser suficientes para la aplicación del concepto de “ver y evitar”. Sin embargo, los requerimientos para llegar al destino propuesto, evitando los obstáculos a lo largo de la ruta de vuelo, y protegiendo adecuadamente a las personas y propiedades en tierra son más complejos.

2.4 En general, los mínimos meteorológicos VFR básicos son los adecuados para realizar con seguridad estos objetivos en áreas no congestionadas, los cuales tienen numerosas marcas prominentes en tierra y características benignas de terreno/obstáculo. Sin embargo, operaciones en otras áreas, generalmente exigen una evaluación caso por caso y pueden requerir condiciones de vuelo que necesitan mejores condiciones visuales que aquellas provistas por los mínimos meteorológicos VFR. Para determinar el grado de precisión requerido para operaciones VFR, el inspector debe considerar las condiciones mínimas de vuelo (techo y visibilidad) requeridas para operaciones seguras.

2.5 En la conducción de un vuelo VFR, la prevención de las colisiones (separación segura de otras aeronaves) es de absoluta responsabilidad del PIC para ver y evitar. Sin embargo, existen requerimientos reglamentarios para el uso de los sistemas de navegación tales como VOR para operaciones VFR en áreas oceánicas o remotas o para VFR nocturno. Estos requerimientos reglamentarios están relacionados para localizar el aeródromo de destino propuesto, evitando obstáculos a lo largo de la ruta de vuelo y para la protección de personas y propiedades sobre la tierra.

3. Tipos de navegación VFR Clase I

3.1 Existen dos tipos de navegación VFR Clase I. Estos son conocidos como “pilotaje” y “navegación por referencia a estación”.

3.2 Pilotaje.- Uno de los medios primarios para conducir una navegación VFR Clase I es mediante el pilotaje. El pilotaje es definido como “navegación mediante referencia visual a puntos de referencia en el terreno”.

3.2.1 El pilotaje es un medio apropiado de navegación en aquellas áreas y/o situaciones, donde las condiciones de vuelo (techo y visibilidad) son suficientes para identificar consistentemente los puntos de referencia prominentes en el terreno y para “ver y evitar” obstáculos y otras aeronaves. Ejemplos de puntos de referencia prominentes incluyen pueblos, ríos, carreteras, valles, puentes, líneas de corriente eléctrica y en algunos casos, objetos iluminados en la noche.

3.2.2 El pilotaje no es un medio apropiado de navegación VFR Clase I en áreas o situaciones donde los puntos de referencia prominentes u objetos iluminados no existen o donde estas referencias visuales están ampliamente separadas. Por ejemplo, desiertos, bosques extensos, ciertas áreas árticas o grandes extensiones de agua, son áreas donde el pilotaje no es un medio apropiado de navegación.

3.3 Navegación por referencia a una estación.- En situaciones donde el pilotaje no es apropiado, es necesario utilizar otro medio para conducir navegación VFR Clase I para localizar el destino propuesto, evitar obstáculos y proteger a las personas y propiedades en tierra. Esto es realizado utilizando NAVAIDS electrónicas, tales como VOR, VOR/DME, DME, NDB y GNSS.

3.3.1 Las NAVAIDS normalizadas de la OACI emplazadas en tierra (VOR, DME, NDB) pueden

ser utilizadas para volar rutas publicadas. En este caso, el franqueamiento de obstáculos es provisto si la operación es conducida en o sobre los mínimos publicados en la Altitud mínima en ruta (MEA) IFR o (si es apropiado) en la Altitud mínima de franqueamiento de obstrucciones (MOCA).

3.3.2 Los sistemas RNAV pueden ser utilizados para conducir navegación VFR Clase I. La mayoría de sistemas RNAV son sistemas con referencia a una estación. Sin embargo, el INS es autónomo y el GNSS está basado en el espacio. Aunque estos sistemas están referidos a estaciones específicas de navegación (VOR, VOR/DME), los sistemas RNAV permiten navegación de un punto de referencia a otro punto de referencia y no están limitados a rutas desde una instalación en tierra hacia otra instalación en tierra. Debido a que los requerimientos de performance de navegación VFR no son tan demandantes como los requerimientos IFR, los explotadores pueden utilizar para VFR, sistemas RNAV que no estén certificados para operaciones en ruta IFR. Sin embargo, ciertos sistemas, tales como GPS, deben estar certificado como aeronavegable para VFR e instalado de acuerdo con la documentación aprobada.

4. Aprobaciones de navegación VFR Clase I

4.1 En la Sección 2 de este manual se provee dirección y guía general sobre las aprobaciones de navegación aérea.

4.2 A fin de determinar el grado de precisión requerido para los tipos de navegación VFR Clase I: pilotaje y navegación por referencia a estación, un inspector debe considerar las condiciones mínimas de vuelo necesarias para operaciones seguras. Si se determina que condiciones de vuelo mejores que los mínimos meteorológicos VFR básicos son requeridas para operaciones seguras, las condiciones de vuelo (p.ej., techo y visibilidad) deben estar especificadas en las OpSpecs para el área o ruta pertinente. Cuando se realiza esta determinación para la navegación Clase I por referencia a estación, se deberá dar una consideración a la precisión adicional a ser provista por un equipo electrónico de navegación. Además, la navegación por referencia a estación, requiere que el equipo de navegación utilizado esté aeronavegable para operaciones VFR dentro del área propuesta de operación e instalado de acuerdo con datos aprobados. El explotador debe proporcionar evidencia escrita de la aprobación de aeronavegabilidad para el equipo requerido. Cuando una condición mínima de vuelo para navegación Clase I de pilotaje o por referencia a estación está especificada en las OpSpecs, ésta debe proporcionar los siguientes criterios:

- a) cumplir con los requisitos reglamentarios para la operación;
- b) cumplir las prácticas normalizadas de este manual;
- c) cumplir los requerimientos de la Parte B de las OpSpecs;
- d) proporcionar prácticas de operación segura, aceptadas;
- e) permitir el criterio de “ver y evitar”;
- f) permitir la identificación y evasión de obstáculos;
- g) asegurar la protección adecuada de personas y propiedades en tierra;
- h) permitir la identificación confiable de puntos de referencia prominentes u objetos iluminados en la noche; y
- i) permitir una navegación confiable hacia el aeródromo de destino propuesto.

4.3 Las aprobaciones de pilotaje y de navegación por referencia a estación son otorgadas mediante la emisión o enmienda a las OpSpecs. Las áreas de operación autorizadas para una navegación VFR Clase I de pilotaje o por referencia a estación, junto con alguna condición mínima de vuelo, deben estar especificadas en las OpSpecs.

4.4 Sistemas RNAV.-

- a) VOR/DME;
- b) DME/DME;

- c) Loran-C (Estados Unidos);
- d) GPS; y
- e) INS/IRS.

5. Navegación IFR Clase I

5.1 La navegación IFR Clase I es cualquier operación de navegación Clase I conducida bajo IFR. Los siguientes son los objetivos primarios de una navegación IFR Clase I:

- a) navegar con suficiente precisión para permitir al ATC separar con seguridad las aeronaves en IFR;
- b) llegar al destino propuesto con el suficiente combustible remanente para completar con seguridad un aterrizaje;
- c) evitar todos los obstáculos a lo largo de la ruta de vuelo;
- d) proporcionar una adecuada protección a las personas y propiedades en tierra, especialmente para aquellas aeronaves con una capacidad de performance inadecuada con un grupo motor inoperativo; y
- e) cumplir con los requisitos de la Parte B de las OpSpecs.

5.2 En razón que la separación segura de las aeronaves bajo IFR en el espacio aéreo controlado depende de la performance de navegación de las aeronaves, un inspector debe determinar que el equipo de navegación y los procedimientos y técnicas de navegación utilizadas por el explotador garanticen que la operación será con la precisión necesaria para cumplir con los objetivos listados en los párrafos anteriores. Los inspectores deben considerar lo siguiente, cuando estén aprobando una navegación IFR Clase I:

- a) las situaciones cuando los medios de navegación no son VOR o VOR/DME, normalmente estos requieren de una evaluación caso por caso;
- b) en todos los casos, los medios de navegación deben permitir una navegación al grado de precisión requerido por el ATC; y
- c) la navegación IFR Clase I sea conducida únicamente dentro del volumen de servicio operacional de las NAVAIDS normalizadas de la OACI.

6. Tipos de navegación IFR Clase I

6.1 NAVAIDS normalizadas de la OACI.- Los medios principales para conducir navegación IFR Clase I han sido históricamente las estaciones referidas como NAVAIDS normalizadas de la OACI emplazadas en tierra (VOR, VOR/DME, NDB). La estructura de la ruta y las normas de separación del ATC, en la mayoría de países están basadas en el uso de estas NAVAIDS. Cuando se opera dentro de los volúmenes de servicio operacional de estas NAVAIDS emplazadas en tierra, estos sistemas normalizados pueden ser utilizados para satisfacer los objetivos de la navegación IFR Clase I. Sin embargo, con la implementación del GPS, ahora la OACI incluye al GPS como una NAVAID normalizada adicional. Dos subtipos de navegación IFR Clase I pueden ser conducidos utilizando las NAVAIDS normalizadas de la OACI emplazadas en tierra o basadas en el espacio. Estos subtipos son: navegación sobre rutas IFR publicadas y navegación IFR de punto de referencia a punto de referencia.

6.1.1 Rutas IFR publicadas.-

6.1.1.1 Dentro de los Estados, las NAVAIDS normalizadas pueden ser utilizadas para conducir navegación Clase I cuando se vuela cualquier ruta o procedimiento IFR publicado, siempre que estas operaciones sean conducidas en o sobre las altitudes mínimas IFR publicadas. Los siguientes son ejemplos de rutas IFR publicadas:

- a) aerovías superiores;

- b) aerovías inferiores;
- c) rutas ATS;
- d) salidas normalizadas por instrumentos (SID); y
- e) llegadas normalizadas por instrumentos (STAR).

Nota.- También estas incluyen aquellos casos donde la ruta es publicada con un “vacío” en la cobertura de la señal.

6.1.1.2 En algunos países y en áreas oceánicas/remotas, la situación es más compleja. La determinación de si la navegación Clase I es apropiada, debe estar basada en las normas de la OACI. En general, la mayoría de rutas VOR y VOR/DME están basadas en normas de la OACI, por lo tanto la navegación IFR Clase I puede ser conducida sobre estas rutas, utilizando equipo VOR y VOR/DME. En muchas áreas, algunas de las rutas publicadas están basadas en NDBs. Cualquier ruta publicada debe ser evaluada para determinar si la ruta involucra una navegación Clase I o Clase II, o ambas. Por ejemplo, si se determina que una ruta completa basada en equipo NDB es de navegación Clase I, el equipo NDB normalmente es suficiente para conducir una navegación de aerovía sobre aquella ruta cuando se vuela en o sobre la altitud IFR mínima especificada. La navegación IFR Clase I de punto de referencia a punto de referencia basada en NDBs, generalmente requiere una evaluación caso por caso, para garantizar que la operación será conducida de acuerdo con las normas de la OACI. El hecho de que la ruta esté aprobada por un Estado contratante de la OACI, no significa que automáticamente la ruta cumple con los criterios de seguridad de la organización.

6.1.2 Navegación IFR de punto de referencia a punto de referencia.- Una navegación IFR Clase I puede ser conducida de punto de referencia a punto de referencia sobre rutas (fuera de aerovías) no publicadas, siempre que todas las condiciones siguientes sean cumplidas:

- a) guía de curso positivo esté disponible desde las NAVAIDs normalizadas de la OACI;
- b) las rutas estén dentro del volumen de servicio operacional de estas NAVAIDs;
- c) la operación sea conducida en o sobre la altitud mínima IFR publicada o aprobada para aquella ruta por parte del Estado contratante de la OACI, que tiene jurisdicción sobre aquel espacio aéreo; y
- d) los equipos de a bordo, las instalaciones de navegación emplazadas en tierra y/o basadas en el espacio, estén disponibles y operacionales para permitir una navegación al grado de precisión requerido por el ATC.

6.2 Sistemas RNAV.- Los sistemas RNAV apropiados pueden ser utilizados para conducir una navegación IFR Clase I. Cualquier sistema RNAV utilizado para vuelos IFR, debe proporcionar información actual de la posición y una guía de navegación para mantener la trayectoria asignada y arribar a los WPT designados. La navegación de área puede estar basada en lo siguientes equipos o sistemas:

- a) VOR/DME;
- b) Loran-C (Estados Unidos);
- c) GNSS de acuerdo con el WGS84 o equivalente; y
- d) INS/IRS.

6.2.1 Espacio aéreo controlado.- Una navegación IFR Clase I puede ser conducida con sistemas RNAV IFR aprobados y adecuados para el área de operación. Los sistemas RNAV deben ser evaluados para garantizar que el sistema y la operación son capaces de navegar con el grado de precisión requerido por el ATC, dentro del área de operación propuesta.

6.2.2 Las operaciones RNAV pueden estar autorizadas siempre que las siguientes condiciones se cumplan:

- a) la tripulación de vuelo esté apropiadamente instruida para el equipo y procedimientos especiales a ser utilizados;

- b) cada operación de vuelo esté autorizada por parte de la facilidad ATC apropiada;
- c) la parte completa de la ruta propuesta del vuelo que utiliza el sistema RNAV, será en el espacio aéreo Clase A y bajo control positivo de radar en las áreas que dispongan de este medio;
- d) se establezcan los procedimientos de contingencia de manera que el vuelo pueda retornar inmediatamente y utilizar las facilidades de las aerovías en cualquier punto del vuelo; y
- e) el equipo de navegación de a bordo (VOR, DME, ADF) requerido para navegar en el espacio aéreo Clase A esté instalado y operacional.

7. Aprobaciones de navegación IFR Clase I

7.1 Grado de precisión requerido.- Los inspectores deben determinar que el equipo de navegación y las técnicas/procedimientos de operación utilizados permitan una navegación IFR Clase I confiable y al grado de precisión requerido por el ATC. El grado de precisión requerido para cualquier operación de navegación IFR Clase I debe proporcionar los siguientes criterios:

- a) cumpla con los requerimientos reglamentarios para navegación IFR en aerovías;
- b) cumpla con las prácticas normalizadas de este manual;
- c) cumpla con los requerimientos de la Parte B de las OpSpecs;
- d) proporcione prácticas de operación seguras y aceptables;
- e) permita la separación segura de las aeronaves;
- f) asegure el franqueamiento de un obstáculo a lo largo de la ruta de vuelo;
- g) asegure la protección adecuada a personas y propiedades en tierra; y
- h) permita una navegación confiable hacia el aeródromo de destino propuesto y hacia cualquier aeródromo de alternativa o de desvío necesario.

7.2 Aeronavegabilidad del equipo de navegación.- Los inspectores deben determinar que el equipo de navegación requerido esté certificado para un vuelo IFR e instalado de acuerdo con datos aprobados. El explotador debe proporcionar evidencia escrita de la aprobación de aeronavegabilidad para el equipo requerido. También el explotador debe proporcionar evidencia escrita que demuestre que cualquier sistema RNAV utilizado para una navegación IFR Clase I cumple con los criterios de performance para el área de operación propuesta. Si, por ejemplo, el área de operación propuesta incluye áreas de no confiabilidad magnética (AMU), el equipo de navegación debe estar aprobado para operaciones IFR en aquel entorno.

7.3 Otros factores.- Los inspectores deben determinar que los manuales, programas de instrucción, MELs y las políticas y prácticas del explotador se refieran adecuadamente tanto a la operación de navegación IFR Clase I propuesta como al equipo a ser utilizado considerando los siguientes factores:

- a) características del terreno;
- b) experiencia del explotador con otras aeronaves y sistemas de navegación en el área de operación propuesta;
- c) experiencia del explotador con las mismas aeronaves y equipos de navegación en áreas similares de operación;
- d) necesidad de proteger adecuadamente a personas o propiedades en tierra;
- e) operaciones en áreas especiales de operación, incluyendo áreas de no confiabilidad magnética;
- f) uso de dispositivos especiales de navegación; y
- g) uso de técnicas especiales de navegación.

7.4 Aprobación.- Las aprobaciones de navegación IFR Clase I son otorgadas mediante la

emisión de o la enmienda de las OpSpecs. Las áreas de operación autorizadas deben estar especificadas en la Parte B, Párrafo B050 de las OpSpecs.

Nota.- La AAC, bajo ninguna circunstancia emitirá OpSpecs que aprueben operaciones de navegación IFR Clase I hasta que todos los requerimientos sean cumplidos (incluyendo la aprobación del Inspector principal de aviónica (PAI) de los programas del explotador, si fuera requerido) y el explotador sea capaz de iniciar una operación segura.

Sección 4 – Navegación Clase II

1. Generalidades

1.1 Esta sección proporciona conceptos, dirección y guía que deberían ser utilizados por los inspectores de la AAC para evaluar y aprobar o negar solicitudes de autorización para conducir operaciones de navegación Clase II que no han sido previamente aprobadas para un explotador en particular. También amplía los conceptos y la orientación provista en la Sección 1 de este manual. Prácticas normalizadas específicas son provistas en esta sección para evaluar las operaciones de navegación Clase II que utilizan sistemas de navegación dentro de áreas específicas de operación en ruta que tienen características y limitaciones operacionales conocidas. Cuando un explotador solicita una aprobación inicial para conducir navegación Clase II que utiliza un medio de navegación especial o en áreas que no son tratadas por estas prácticas normalizadas, el POI debe enviar una solicitud para recibir orientación y guía de parte del organismo de certificación e inspección u organismo equivalente de la AAC respectiva.

1.2 La navegación Clase II es cualquier operación de vuelo en ruta o parte de una operación de vuelo que no es navegación Clase I. Cualquier operación o parte de una operación en ruta es navegación Clase II, si ésta ocurre fuera de los volúmenes de servicio operacional oficialmente designados de las NAVAIDS normalizadas de la OACI, tales como: VOR, VOR/DME y NDB. La navegación Clase II depende de los LRNS. Un LRNS puede estar basado en satélites (p.ej., GPS), IRSs, o con referencia a las estaciones en tierra (p.ej. Loran-C en los Estados Unidos). Información adicional sobre el concepto de navegación Clase II es provista en las Secciones 1 y 2 de éste capítulo. Los diversos tipos de navegación Clase II y procesos de evaluación y aprobación o negación para estos tipos específicos son discutidos en los siguientes párrafos.

2. Navegación IFR Clase II

La navegación IFR Clase II es cualquier operación de navegación Clase II conducida bajo IFR. Los requerimientos genéricos principales de la navegación IFR Clase II son idénticos a los requerimientos genéricos de navegación IFR Clase I discutidos en el Párrafo 6 de la Sección 3 anterior, sin embargo, en muchos casos, los medios de navegación y los procedimientos y técnicas necesarias para satisfacer estos requerimientos genéricos son significativamente diferentes para la navegación IFR Clase II.

3. Equipos para la navegación IFR Clase II

3.1 LRNS.- La gran mayoría de operaciones de navegación IFR Clase II son conducidas utilizando sistemas automáticos de navegación electrónica. Un LRNS debe contener sensores que detecten ya sea los movimientos o los cambios en la posición geográfica y una capacidad de cálculo que genere la información guía necesaria para adherirse al eje definido de la ruta seleccionada y determine la llegada a los WPT seleccionados. Los equipos de navegación deben ser capaces de permitir que las aeronaves sean navegadas dentro de las restricciones del ATS y con el requisito de precisión exigido por el ATC. Los sistemas de navegación pueden consistir de una unidad simple o una combinación de varios sensores y computadoras. Esta variedad de sistemas es referida como equipo RNAV. El GPS como parte del GNSS, proporciona una cobertura altamente precisa en la mayor parte del mundo. Este capítulo proporciona los criterios relacionados con las especificaciones de cada uno de estos sistemas. De igual manera, esta sección proporciona orientación que es apropiada a todos los LRNS operados por A/P. El LRNS cubre un amplio rango de capacidad y sofisticación. Los tipos básicos de LRNS automáticos son autónomos o de posicionamiento fijo y están descritos en los siguientes subpárrafos.

3.2 LRNS autónomos.- Estos sistemas pueden ser aprobados para operaciones IFR de navegación Clase II de acuerdo con la RAB 121.1435 (a) (2) y (3).

3.2.1 Los IRS e INS funcionan como instrumentos de navegación de alta precisión, aunque no son dispositivos de posicionamiento fijo.

3.2.1.1 Un INS es autónomo y no depende de entradas de fuentes externas a la aeronave. La posición geográfica inicial (alineación) debe ser insertada. Los sensores inerciales detectan el movimiento de la aeronave mediante la medición de la aceleración y velocidad. Estos factores son aplicados a la posición inicial para calcular los cambios posteriores en la posición. El INS mide con precisión cualquier cambio en la dirección de vuelo de una aeronave y utiliza esta información para determinar la posición, velocidad en tierra y el curso a ser volado hacia el aeródromo de destino.

3.2.1.2 Debido a que el INS no es un dispositivo de posicionamiento fijo, no posee la habilidad para detectar errores de posición durante el vuelo. Los errores inducidos mientras se inserta la posición inicial pueden mantenerse indetectables por parte del sistema. Si tales errores son realizados, la guía de navegación desde el sistema será errónea a lo largo del vuelo.

3.2.1.3 Errores INS.- La mayoría de limitaciones asociadas con el INS están relacionadas a las imprecisiones del sensor y el posible incremento de las razones de deriva basadas en el tiempo de vuelo. Los explotadores deben desarrollar procedimientos para reconocer y documentar los errores INS.

3.2.1.4 Multisensores.- El equipo multisensor más sofisticado es presentado en los sistemas avanzados RNAV. El FMS y otros sistemas multisensores son sistemas integrados que están compuestos por un sensor autónomo, un receptor y una computadora con bases de datos tanto de la performance de navegación como de la aeronave, que proporcionan una guía óptima de performance hacia una pantalla y hacia un sistema de control de vuelo automático. Los sensores de un sistema multisensor de determinación de la posición incluyen: IRS, DME/DME, GPS y LORAN-C. Utilizando la información disponible desde estos sensores, el sistema de navegación puede examinar continuamente sus propios cálculos y determinar su validez. Si el sistema de navegación nota una discrepancia mayor, el piloto será alertado. Para más información, refiérase a los documentos de los Estados equivalentes a la AC 20-130A vigente - *Aprobación de aeronavegabilidad de los sistemas de gestión de vuelo (FMS) o de navegación que integran múltiples sensores de navegación.*

3.3 LRNS no autónomos.- Estos sistemas pueden ser aprobados para operaciones IFR de navegación Clase II.

3.3.1 GNSS/GPS.- El GPS es un sistema de radionavegación basado en satélites, que utiliza mediciones de distancia precisas desde los satélites GPS para determinar una posición precisa en cualquier parte del mundo.

3.3.1.1 Un GPS es un dispositivo de posicionamiento fijo de cuatro dimensiones. Este sistema basado en el espacio, proporciona suficiente precisión que permite que el sistema sea utilizado para navegación Clase I y Clase II.

3.3.1.2 La mayor limitación del GPS está relacionada a la pérdida de precisión en algunas áreas, debido a una falla o cobertura limitada del satélite.

3.3.1.3 Un GPS aprobado como medio primario de navegación puede ser utilizado para actualizar el INS/IRS.

4. Aprobaciones de navegación IFR Clase II

4.1 Grado de precisión requerido.- Los inspectores deben determinar que el equipo de navegación y los procedimientos y técnicas de operación utilizadas, permitan una navegación IFR Clase II al grado de precisión requerido por el ATC. El grado de precisión requerido para una operación de navegación IFR Clase II debe ser provisto para los siguientes criterios:

- a) cumplir con los requerimientos reglamentarios;
- b) cumplir con las prácticas normalizadas de éste manual;

- c) cumplir con los requerimientos de la Parte B de las OpSpecs;
- d) proporcionar las prácticas aceptables de operación segura;
- e) permitir la separación segura de las aeronaves;
- f) asegurar el franqueamiento de obstáculos a lo largo de la ruta de vuelo;
- g) asegurar una protección adecuada de las personas y propiedades en tierra;
- h) permitir una navegación confiable hacia el destino propuesto y hacia cualquier aeródromo de alternativa o de desviación necesario; y
- i) cumplir con los tipos o valores de RNAV/RNP (si son aplicables).

4.2 Aeronavegabilidad de los equipos de navegación.- Los inspectores deben determinar que cualquier equipo de navegación requerido se encuentra aeronavegable para un vuelo IFR y está instalado de acuerdo con datos aprobados. El explotador debe proporcionar evidencia escrita que demuestre que cualquier sistema de navegación utilizado para navegación IFR Clase II cumple con los requerimientos para la operación propuesta. Si la operación involucra un vuelo dentro de áreas especiales de operación (p.ej. NAT/MNPS, espacio aéreo MNPS Canadiense, espacio aéreo del Océano Pacífico, AMU, etc.), el explotador también debe proporcionar evidencia de que el equipo instalado se encuentra aeronavegable de acuerdo con los requerimientos exigidos para áreas especiales de operación. Es imperativo que los IO coordinen la instalación y las validaciones de las operaciones con los IA y PAI.

4.3 LRNS.-

4.3.1 Cualquier vuelo o parte de un vuelo propuesto fuera del espacio aéreo Clase I requiere un LRNS con capacidad Clase II o un navegante, a menos que la posición de la aeronave pueda ser “apropiadamente determinada” por lo menos una vez cada hora, de acuerdo con las provisiones de la RAB 121.1435 (a). Los LRNS son medios primarios de navegación mediante los cuales se pueden cumplir los requerimientos de navegación IFR Clase II.

4.3.2 El uso de un LRNS o un navegante requiere procedimientos y técnicas especiales de navegación.

4.3.3 Todas las operaciones de navegación IFR Clase II que utilizan LRNS emplearán las prácticas y procedimientos recomendados en los documentos de los Estados equivalentes a la AC 91-70 vigente - *Operaciones oceánicas*. Cualquier desviación de los procedimientos prescritos en los documentos anteriormente mencionados, debe ser coordinada a través de los especialistas de navegación de los organismos de certificación e inspección. Los inspectores deben determinar que estas prácticas y procedimientos están incluidos en los programas de instrucción aprobados del explotador y en los procedimientos de operación.

5. Trazado y verificación cruzada sistemática de la información de navegación

5.1 Durante todas las fases de vuelo de una navegación Clase II, la aplicación estandarizada de una verificación cruzada sistemática y disciplinada de la información de navegación será requerida en cada programa de navegación de largo alcance del explotador. Los documentos de los Estados equivalentes a la AC 91-70, proporcionan ampliación de estos procedimientos.

5.2 Los procedimientos de trazado tienen un impacto importante en la reducción de errores crasos de navegación. Existe un requerimiento para trazar la ruta de un vuelo en una carta de trazado y para trazar la posición en la computadora, aproximadamente 10 minutos después de pasar un WPT. El trazado puede o no ser requerido, dependiendo de la distancia entre las NAVAIDS normalizadas de la OACI emplazadas en tierra.

5.2.1 Los procedimientos de trazado son *requeridos* para todas las operaciones de aviones turbo reactores donde el tramo de ruta entre el volumen de servicio operacional de las NAVAIDS normalizadas de la OACI emplazadas en tierra exceden las 725 millas náuticas.

5.2.2 Los procedimientos de trazado son *requeridos* para todas las operaciones de aviones tur-

bo hélice donde el segmento de ruta entre el volumen de servicio operacional de las NAVAIDs normalizadas de la OACI emplazadas en tierra exceden las 450 millas náuticas.

5.2.3 La AAC requiera procedimientos de trazado para rutas de duración más cortas que cruzan el espacio aéreo donde existen condiciones especiales, tales como normas de separación lateral y vertical reducidas o alta densidad de tráfico.

5.3 Las aprobaciones existentes que difieran de los requerimientos de trazado del párrafo 5.2 respecto a los procedimientos de navegación Clase II deberían ser analizadas y revisadas como fuera necesario.

Sección 5 – Áreas especiales de operación

1. Generalidades

1.1 Las áreas especiales de operación son áreas geográficas que tienen características únicas que requieren el uso de un equipo especial, procedimientos y/o técnicas para conducir con seguridad las operaciones de vuelo. Estas áreas especiales también incluyen situaciones operacionales, donde la aplicación de criterios normalizados no es suficiente, por lo tanto, otros criterios que no son los normalizados son más apropiados y pueden ser utilizados con seguridad. Esta sección proporciona dirección y guía para la evaluación y aprobación o negación de una solicitud de un explotador para conducir operaciones en estas áreas especiales de operación. Las áreas especiales de operación incluyen lo siguiente:

- a) áreas que requieren altos niveles de performance debido a la reducción en los estándares de separación;
- b) áreas donde no es confiable o es inapropiada la navegación por referencia magnética;
- c) áreas donde se utilizan altitudes métricas /niveles de vuelo (altitudes en metros);
- d) áreas donde se encuentran frecuentemente dificultades de comunicación;
- e) áreas donde se encuentran frecuentemente dificultades con el ATC;
- f) áreas donde las aeronaves con características de performance únicas requieren de criterios especiales; y
- g) áreas donde no se requieren dos LRNS.

2. Áreas que requieren altos niveles de performance

2.1 En áreas especiales de operación, el sistema ATC respalda una reducción en los estándares de separación. Esta reducción en los estándares de separación requiere de niveles mejorados de performance. Incrementos significativos en el tráfico aéreo sobre ciertas rutas ocupadas, tales como en el Atlántico Norte, pueden ser ajustadas eficientemente si las mínimas de separación del ATC son reducidas para permitir que más aeronaves vuelen a lo largo de ellas, tan cerca como fuera posible, en las rutas y niveles de vuelo más eficientes. Sin embargo, esta reducción en las mínimas de separación únicamente puede ser realizada con seguridad a través de mejoras significativas en las capacidades del ATC y en la performance de todas las aeronaves que operan dentro de esta estructura de rutas. Actualmente las opciones disponibles para permitir las reducciones en las mínimas de separación del ATC, incluyen el uso de lo siguiente:

- a) vigilancia independiente (radar ATC);
- b) ADS (enlace de datos de la posición actual de la aeronave al sistema del ATC);
- c) mínimas de separación lateral reducida;
- d) mínimas de separación vertical reducida;
- e) mínimas de separación longitudinal reducida; y

f) comunicación.

3. Espacio aéreo del Atlántico Septentrional con Especificaciones de performance mínima de navegación (NAT/MNPS)

3.1 El NAT/MNPS, como está implementado en la Región del Atlántico Norte, es un estándar demandante. La seguridad de un vuelo en este espacio aéreo depende de cada explotador que logra y continuamente mantiene un alto nivel de precisión en la navegación. Refiérase a los documentos de los Estados equivalentes a la AC 91-70 - *Operaciones oceánicas y otras internacionales*, vigente. La RAB 121.995 (c) requiere que cada explotador obtenga una aprobación de la AAC antes de conducir cualquier operación en el espacio aéreo denominado MNPS. Asimismo, el explotador debe obtener de la AAC del Estado de matrícula, la aprobación para cada avión y combinación navegación/sistema, utilizado para operaciones en este espacio aéreo. Para obtener una aprobación MNPS, el explotador debe demostrar el cumplimiento con las siguientes condiciones:

- a) toda aeronave esté apropiadamente equipada y sea capaz de cumplir con los estándares MNPS;
- b) el explotador haya establecido procedimientos de operación que garantice que los estándares MNPS son cumplidos; y
- c) los tripulantes de vuelo estén instruidos y sean capaces de operar con los requerimientos MNPS.

3.2 El NAT/MNPS representa una performance de navegación (necesaria para reducir el riesgo de colisión) sobre un nivel internacionalmente establecido. A pesar que el espacio aéreo NAT/MNPS no posea un valor RNAV o RNP actualmente publicado, se anticipa que en el futuro un requerimiento RNAV o RNP será implementado. El MNPS establece los siguientes criterios:

- a) el promedio de la desviación lateral (por cualquier causa) no puede ser mayor a 6.3 millas marinas (NM) desde el eje definido de la ruta asignada sobre cualquier parte de la ruta;
- b) noventa y cinco por ciento de todos los desplazamientos laterales (por cualquier causa) desde el eje definido de la ruta asignada no pueden ser mayores a 12.6 NM para todos los vuelos sobre cualquier parte de aquella ruta;
- c) cada explotador no puede tener más de una desviación lateral (por cualquier causa) de 30 NM o más en 1.887 vuelos en el espacio aéreo NAT/MNPS. Cuando errores de esta magnitud ocurren, la aeronave ha fallado para navegar al grado de precisión requerido por el ATC;
- d) cada explotador no puede tener más de una desviación lateral (por cualquier causa), la cual esté dentro de ± 10 NM de un múltiplo de las mínimas de separación aplicadas en 7.693 vuelos en el espacio aéreo NAT/MNPS. Las rutas de espacio aéreo NAT/MNPS están separadas por 60 NM. Si un error de 50 – 70 NM ocurre, la aeronave ha ingresado dentro del espacio aéreo de una ruta adyacente. Errores de esta magnitud son extremadamente peligrosos. El potencial de una colisión es alto debido a que la ruta de vuelo resultante puede coincidir con la ruta de vuelo de otra aeronave (posiblemente viniendo de una dirección opuesta); y

Nota.- La historia operacional dentro del espacio aéreo NAT/MNPS claramente muestra que los errores de navegación más serios estuvieron directamente relacionados a un error del explotador/piloto. El malfuncionamiento del equipo y la precisión del mismo normalmente no son la primera causa de estos errores. La mayoría de estos errores serios fueron causados por la tripulación de vuelo que navegó hacia el lugar errado mientras creía que la aeronave estaba cumpliendo con la autorización vigente del ATC.

- e) Separación vertical mínima reducida (RVSM).- La RVSM ha sido implementada en varios niveles de vuelo dentro del espacio aéreo con MNPS. Las operaciones en estos niveles de vuelo poseen requerimientos exigentes de performance de mantenimiento de la altitud vertical además de los requerimientos de navegación NAT/MNPS. Refiérase a las siguientes guías y requerimientos específicos de la RVSM:
 - 1) RAB 121.995 (d);
 - 2) Casillero 12 de las OpSpecs; y

3) MIO Parte II Volumen III Capítulo 3 – Aprobación RVSM.

3.3 Aprobaciones iniciales NAT/MNPS.- Todo explotador y toda combinación de aeronave y sistema de navegación deben estar aprobados antes de operar en el espacio aéreo NAT/MNPS. Todo explotador debe demostrar (validar) que puede cumplir con los estándares MNPS antes de recibir la aprobación. El explotador debe recopilar suficiente información precisa durante los vuelos de validación (demostraciones) para mostrar que la performance de la navegación satisface los estándares MNPS.

3.3.1 Los vuelos de validación deben ser conducidos a lo largo del espacio aéreo NAT/MNPS. Véase el Capítulo 13 – *Pruebas de validación* del Volumen II de la Parte II de este manual, para guía sobre vuelos de validación. Los especialistas de navegación deben ser consultados antes de los vuelos de demostración/validación.

3.3.2 Los inspectores deben asegurarse que los requerimientos de las ACs o de otros documentos aplicables emitidos por los Estados para GPS o sistema multisensor (o equivalente) sean totalmente cumplidos por el explotador antes de aprobar cualquier operación en este espacio aéreo. Todas las aprobaciones NAT/MNPS son otorgadas emitiendo el párrafo B039 de las OpSpecs e incluyendo aquella área de operación en ruta al párrafo B050 de las OpSpecs estándar;

3.3.3 Aprobación para operaciones que utilizan GPS en el espacio aéreo del Atlántico Septentrional con especificaciones de performance mínima de navegación.- Los especialistas de navegación de los Estados proporcionarán una guía sobre el proceso y procedimientos para confirmar la capacidad del explotador para cumplir con los requisitos de la RAB 121.995 (c). No se requiere que el explotador recopile los datos de performance de navegación en el espacio aéreo NAT/MNPS para aplicarlos a los gráficos Pasar/Fallar.

3.4 Mantenimiento de la autorización NAT/MNPS.-

3.4.1 Además de cumplir los criterios iniciales MNPS, todo explotador debe mantener de manera continua el nivel requerido de la performance de navegación. Todo error craso de navegación (errores de 25 NM o más) tiene un impacto significativo en la seguridad de vuelo en este espacio aéreo y debe ser completamente investigado de una manera oportuna. La causa de todo error debe ser identificada y una acción efectiva debe ser tomada para prevenir la repetición de errores similares. Los errores crasos de navegación (GNE) son detectados por el ATC y reportados a una de las agencias regionales de monitoreo del mundo. La agencia regional de monitoreo entonces proporcionará la notificación del GNE, no únicamente al explotador que realizó el GNE sino también a los especialistas de navegación de la AAC. Los especialistas de navegación a su vez revisarán el GNE y contactarán al organismo de certificación e inspección.

3.4.2 Cuando un inspector se informa del GNE por uno de los explotadores, el inspector debe inmediatamente contactar al explotador e informar que el GNE será investigado. El inspector debe asegurarse que el explotador tome una acción correctiva oportuna. Después de esta notificación, los inspectores deben determinar la efectividad de las acciones del explotador, de la siguiente manera:

- a) si se determina que las acciones del explotador prevendrán la aparición de errores similares, se le permitirá al explotador continuar las operaciones NAT/MNPS con vigilancia cercana de la performance de navegación de dicho explotador. Si ocurren errores similares (en operaciones posteriores) con mayor frecuencia que lo permitido por la norma, la AAC debe tomar una acción más estricta e inmediata;
- b) si un explotador falla en tomar una acción para mejorar la performance de navegación, una acción debe ser iniciada para suspender la autorización NAT/MNPS (la especificación operacional B039 debe ser rescindida); y
- c) si se determina que las acciones del explotador para mejorar la performance de navegación son inadecuadas o caso contrario no satisfactorias, el explotador debe ser notificado de que la acción correctiva es inaceptable. Cuando un explotador no implementa una solución satisfactoria de manera oportuna, una acción debe ser iniciada para suspender la autorización NAT/MNPS, la cual podría incluir una acción legal.

Nota.- Es política de la AAC que especialistas de navegación participen en la investigación de los errores crasos de navegación. Estos especialistas, a su discreción, también pueden participar en la evaluación de las acciones propuestas por el explotador para prevenir la ocurrencia de errores similares. El organismo de certificación e inspección debe ser notificado tan pronto como sea posible cuando un inspector y/o especialista de navegación determina que es necesario iniciar las acciones respectivas para suspender una autorización NAT/MNPS.

4. Espacio aéreo Canadiense MNPS

4.1 Cierta espacio aéreo de gran altitud en la parte norte del Canadá ha sido designado como espacio aéreo MNPS [vea la Publicación de información aeronáutica del Canadá (AIP)]. El criterio de la performance de navegación para una operación en el espacio aéreo Canadiense MNPS es idéntico al criterio para el espacio aéreo NAT/MNPS.

4.2 Criterio general.- En general, cualquier combinación aeronave/sistema de navegación aprobado para una operación no restringida en el espacio aéreo NAT/MNPS para un explotador en particular, también cumple el criterio Canadiense MNPS. Un explotador en particular puede (en la mayoría de circunstancias) estar autorizado sin ser nuevamente certificado (bajo los documentos de los Estados equivalentes a la AC 120-33 vigente - *Aprobación operacional de los LRNS de a bordo para volar dentro del espacio aéreo del Atlántico Septentrional con Especificaciones de performance mínima de navegación*) para conducir operaciones en el espacio aéreo Canadiense MNPS con aquellas combinaciones de sistemas de navegación y aeronaves, autorizadas para aquel explotador en el espacio aéreo NAT/MNPS. Sin embargo, debido a la naturaleza única de las operaciones a gran altitud y en áreas de no confiabilidad magnética, una aprobación para una operación Canadiense MNPS no es automática. Toda operación propuesta debe ser evaluada.

4.3 Factores especiales.- Los siguientes factores especiales deben ser considerados y cuidadosamente evaluados antes de otorgar las aprobaciones de navegación aérea para una operación en el espacio aéreo Canadiense MNPS.

4.3.1 La siguiente orientación aplica a los explotadores que actualmente están autorizados a utilizar una aeronave en espacio aéreo NAT/MNPS:

- a) un medio primario de navegación INS/IRS/ Unidad de referencia inercial (IRU) que cumple con los criterios NAT/MNPS automáticamente cumple con los criterios MNPS Canadienses;
- b) otros LRNS que cumplen con los criterios NAT/MNPS, automáticamente cumplen con los criterios MNPS Canadienses, excepto para operaciones en áreas AMU. El LRNS debe ser evaluado caso por caso para una autorización AMU;
- c) operaciones en aeródromos de latitudes mayores (superiores a 67° N/S) no deben ser autorizadas a menos que una alineación de la plataforma INS haya sido exitosamente demostrada y aprobada para aquellas latitudes. Si las operaciones son propuestas para áreas en el MNPS Canadiense, que caen dentro del AMU, un vuelo de validación y una autorización AMU es requerida. Uno de los especialistas de navegación de la AAC debe ser consultado; y
- d) los programas de instrucción y procedimientos de la tripulación para operaciones en grandes latitudes deben proporcionar técnicas y métodos para lo siguiente:
 - 1) aproximaciones y salidas que utilizan referencias apropiadas de dirección, que no son las magnéticas; y
 - 2) uso de NAVAIDs emplazadas en tierra, orientadas a referencias apropiadas de dirección que no sean magnéticas.

4.3.2 las siguientes orientaciones aplican a explotadores que no están autorizados a utilizar aeronaves y una combinación de sistemas de navegación en el espacio aéreo NAT/MNPS, pero que solicitan operar en el espacio aéreo MNPS Canadiense:

- a) el equipo del explotador debe cumplir con los criterios de la AC apropiada (o documento equivalente), considerando las condiciones únicas del espacio aéreo Canadiense MNPS. El AIP Canadiense también deberá ser consultado para conocer los requerimientos de dicho espacio aéreo;

- b) también el explotador debe cumplir con los factores especiales en 4.3 1) y/o (2), como fuera apropiado; y
- c) para explotadores RAB 121 y 135, las aprobaciones del espacio aéreo Canadiense MNPS son otorgadas añadiendo esa área de operaciones en ruta al Casillero 18 de las OpSpecs.

4.4 Referencias. Las siguientes referencias son aplicables a esta sección:

- a) Capítulo 13 – Pruebas de validación del Volumen II de la Parte II de éste manual;
- b) Manual sobre el espacio aéreo del Atlántico Septentrional MNPS, última edición (disponible de la Oficina de coordinación del programa NAT (PCO) web site: www.nat-pco.org;
- c) Servicio de información aeronáutica (AIS) de los Estados proveedores del NAT ATS;
- d) Material de guía e información consolidada de la OACI con relación a la navegación aérea en la región del Atlántico Septentrional (NAT Doc 001), publicada por la Oficina Europea y del Atlántico Septentrional de la OACI;
- e) Procedimientos suplementarios regionales de la OACI (Doc 7030) NAT/RAC; y
- f) Documentos de los Estados equivalentes a la AC 120-33 - *Aprobación operacional de los LRNS de a bordo para volar dentro del espacio aéreo del Atlántico Septentrional con Especificaciones de performance mínima de navegación.*

5. Sistema de rutas del Pacífico Este Central (CEP)

5.1 El sistema del Pacífico Este Central (CEP) es el sistema organizado de rutas de Hawai y la costa oeste de los Estados Unidos. Varias rutas de los servicios de tráfico aéreo y WPTs de transición asociados, están dentro del CEP. Desde el 24 de febrero del 2000, la RVSM y la RNP-10 son requeridas para aeronaves que operan en las rutas CEP. Aeronaves no aprobadas pueden volar sobre o por debajo del espacio aéreo de exclusión. Vea los documentos de los Estados equivalente a la AC 91-70 - *Operaciones oceánicas y en el AIP de Alaska*, así como el Suplemento del Pacífico para mayor información.

5.2 Los procedimientos aplicables ATC pueden ser encontrados en los siguiente documentos: Doc 7030 – *Procedimientos suplementarios regionales*, Doc 9574 – *Manual de implantación de una separación vertical mínima de 300 m (1 000 ft) entre FL 290 y FL 410 inclusive* y las Ordenes 7100.65 y 8400.12 - *Performance de navegación requerido 10 (RNP-10) de la FAA.*

6. Áreas de no confiabilidad magnética

6.1 Dos áreas grandes de una operación en ruta tienen características únicas que significativamente complican la navegación aérea. Estas dos áreas están centradas alrededor de los polos magnéticos de la tierra.

6.2 Concepto.- Las brújulas magnéticas convencionales perciben una dirección magnética detectando el componente horizontal del campo magnético de la tierra. Ya que este componente horizontal se desvanece cerca de los polos magnéticos, las brújulas magnéticas no son confiables y no son utilizables en un área de aproximadamente 1 000 NM de cada polo magnético. Dentro de estas áreas, las tareas de navegación son muy complicadas por cambios muy rápidos en la variación magnética sobre distancias pequeñas. Por ejemplo, cuando se vuela entre el Polo Norte magnético y el Polo Norte verdadero, un rumbo norte verdadero resulta en un rumbo magnético sur (una variación magnética de 180 grados).

6.3 Convergencia de los meridianos.- Ya que estas dos grandes áreas de no confiabilidad magnética también ocurren cerca de los polos geográficos de la tierra, la convergencia de los meridianos también presenta complicaciones de dirección, adicionales. Cuando se vuela cursos de “círculo máximo” en latitudes mayores a 67 grados, la convergencia de los meridianos crea cambios rápidos en los rumbos y en los cursos verdaderos con cambios pequeños en la posición de la aeronave. Como resultado, errores relativamente pequeños en la determinación de la posición real de la aeronave pueden producir errores muy grandes al determinar el rumbo apropiado para volar y mantener la tra-

yectoria de vuelo asignada. Aun cuando errores pequeños ocurren, errores muy grandes de navegación pueden ser desarrollados sobre distancias extremadamente pequeñas.

6.4 Equipo especial, técnicas y/o procedimientos.- Los equipos de navegación, técnicas y/o procedimientos especiales son críticos para operar con seguridad en áreas polares, incluyendo las dos áreas de confiabilidad magnética. Las operaciones basadas únicamente en referencias magnéticas dentro de las áreas de no confiabilidad magnética son *inseguras, no aceptables y no serán aprobadas*. Las operaciones dentro de estas áreas pueden únicamente ser conducidas con seguridad si la referencia primaria de la dirección se deriva de fuentes que no sean las magnéticas.

6.4.1 Todos los INS/IRS/IRU son capaces de calcular un norte verdadero independientemente de otros sistemas diferentes de las aeronaves. El INS/IRS/IRU pueden ser aprobados y utilizados con seguridad para operaciones en áreas de no confiabilidad magnética y en áreas polares, siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

- a) el INS esté certificado como aeronavegable para la latitud más alta autorizada para aquellas operaciones;
- b) la alineación en tierra del INS/IRS/IRU esté restringida para aquellos aeródromos donde una alineación satisfactoria ha sido demostrada o de otra manera aprobada; y
- c) los programas de instrucción del explotador y los procedimientos de la tripulación proporcionen técnicas y métodos aceptables para lo siguiente:
 - 1) aproximaciones y salidas que utilizan referencias apropiadas de dirección que no sean las magnéticas; y
 - 2) el uso de NAVAIDs emplazadas en tierra, que estén orientadas a referencias apropiadas de dirección que no sean las magnéticas

Nota.- Los inspectores no deben aprobar operaciones en las áreas polares y/o áreas de no confiabilidad magnética sin la participación y aceptación de uno de los especialistas de navegación de la AAC.

6.4.2 Existe una amplia variedad de otros métodos, sistemas, técnicas y procedimientos que pueden ser utilizados para navegación en áreas de no confiabilidad magnética y en áreas polares. Sin embargo, debido a la variedad de medios y a la complejidad de la navegación aérea en aquellas áreas, dirección y guía específica para esos otros medios de navegación no están descritos en este manual.

Nota.- Los inspectores deben obtener ayuda de uno de los especialistas de navegación de la AAC para evaluar y aprobar o negar una solicitud de un explotador que solicita utilizar sistemas, técnicas o procedimientos que no son discutidos en esta sección.

6.5 Límites del área de no confiabilidad magnética.-

6.5.1 Para el hemisferio norte, el AIP Canadiense establece los límites básicos del área de no confiabilidad magnética. En la orden de navegación aérea Canadiense, vigente, se indica que ninguna persona puede operar una aeronave bajo IFR dentro del espacio aéreo nacional del norte del Canadá a menos que esté equipado con un medio para establecer una dirección que no dependa de una fuente magnética. El equipo especial, la instrucción y procedimientos discutidos en este párrafo son requeridos para todas las operaciones en el área del espacio aéreo nacional Canadiense. Para propósitos de este párrafo, el espacio aéreo doméstico del norte es considerado desde el nivel del suelo hasta el infinito.

6.5.2 Para el hemisferio sur, cualquier operación al sur de 65 grados de latitud sur es considerada dentro del área de no confiabilidad magnética. Cualquier solicitud para operar dentro del área de no confiabilidad magnética en el hemisferio sur debe ser revisada y aceptada por el organismo de certificación e inspección.

6.6 Aprobaciones.- Todas las aprobaciones dentro de áreas de no confiabilidad magnética son otorgadas en el Casillero 18 de las OpSpecs, incluyendo el área de operación en ruta.

7. Tipo de RNAV/RNP en espacio aéreo Clase II

7.1 La implementación de la RNAV/RNP es parte de un esfuerzo mundial de la OACI para la implementación de los conceptos del Sistema de navegación aérea del futuro (FANS), CNS y ATM.

7.2 Los explotadores/aeronaves que operan en rutas oceánicas donde los estándares de separación RNAV/RNP son aplicados, deben ser aprobados por el Estado del explotador o de matrícula, como sea apropiado, como competentes para navegar en los estándares prescritos RNAV/RNP (p.ej. RNP-10 para la ruta total en la cual la RNP-10 es requerida). Otros estándares de separación han sido desarrollados para requerir diferentes tipos de RNAV/RNP (p.ej. una separación lateral de 30 NM ha sido desarrollada para requerir RNP-4). La implementación de RNAV/RNP más exigentes y otras capacidades CNS, es parte de un esfuerzo coordinado de la OACI para introducir normas de separación que permitirán ATM más eficientes mientras se mantienen niveles aceptables de seguridad. Entre los beneficios que se proveerá a los usuarios están: un aumento de la disponibilidad de altitudes eficientes (combustible), capacidad de rutas (tiempo), espacio aéreo mejorado y flexibilidad del ATC.

7.3 El Capítulo 2 – *Aprobación RNAV/RNP* del Volumen III de la Parte II de este manual, constituye una guía para la aprobación de aeronaves y explotadores con los siguientes tipos de RNAV/RNP: RNP-10, RNAV 5, RNP 4, RNAV 2 y RNAV 1 en cualquier espacio aéreo donde los criterios de navegación para los valores RNAV/RNP anteriormente mencionados sean requeridos.

8. Espacio aéreo con RVSM

8.1 El espacio aéreo RVSM es cualquier espacio aéreo o ruta, donde las aeronaves están separadas verticalmente 1.000 ft entre el nivel de vuelo (FL) 290 y FL 410, inclusive. Generalmente, las aeronaves y los explotadores que no han sido autorizados a conducir operaciones RVSM no pueden operar en FLs donde se aplica RVSM. Excepciones a esta regla están publicadas por proveedores individuales de ATS. Los proveedores de ATS han elegido implementar la RVSM como medio para proveer altitudes y rutas más eficientes (combustible/tiempo), así como para mejorar la capacidad del espacio aéreo en ruta.

8.2 Acciones del inspector. Utilizando la guía provista en el MIO Parte II Volumen III Capítulo 3 – *Aprobación RVSM* y en la SRVSOP AC 6.425 - *RVSM*, los inspectores se asegurarán que los explotadores y aeronaves cumplan con las RAB 121.995 (d) y RAB 135.565 (e).

8.3 Apreciación general del proceso de aprobación.- El POI, el PAI y el PMI deberían coordinar la emisión de los párrafos B046 y D092 de las OpSpecs para otorgar al explotador la autoridad para conducir operaciones RVSM para un tipo de aeronave específico o grupo. La AAC emitirá los párrafos de las OpSpecs si las siguientes condiciones existen:

- a) la AAC determina que las aeronaves del explotador cumplen con las normas RVSM. Para aeronaves en servicio, la AAC determina que las inspecciones y/o modificaciones de los sistemas de las aeronaves han sido realizadas como son requeridas por la documentación aprobada del SB, Carta de servicio (SL), Certificado de tipo suplementario (STC) u otros documentos aprobados por la Oficina de certificación de las aeronaves. Para las aeronaves que han sido fabricadas cumpliendo los requisitos RVSM, la AAC determina que el Manual de vuelo del avión (AFM) o la Hoja de datos del Certificado de Tipo (TCDS) contienen una declaración de admisibilidad RVSM;
- b) la AAC aprueba el programa de mantenimiento RVSM del explotador;
- c) la AAC aprueba el programa de operaciones RVSM del explotador;
- d) la AAC acepta el plan del explotador para participar en los programas de monitoreo; y
- e) si es requerido por el POI en coordinación con el PAI y el PMI, el explotador completa exitosamente un vuelo de validación.

8.4 Proceso y política de aprobación RVSM.-

8.4.1 Coordinación entre inspectores.- Antes de emitir las OpSpecs, El Jefe del equipo de la AAC deben coordinar con los inspectores responsables de operaciones, mantenimiento y aviónica.

8.4.2 Eventos del proceso de aprobación.- El Capítulo 2 – Aprobación RVSM del Volumen III de la Parte II de este manual y la AC 6.425 - RVSM proveen dirección y guía sobre los eventos del proceso de aprobación RVSM.

8.4.3 OpSpecs.- La AAC autorizará una aprobación inicial de operación para operaciones RVSM mediante la emisión de los párrafos B046 y D092 de las OpSpecs (el fabricante, modelo y números de series específicos y los números de registro de cada aeronave deberán ser listados en el párrafo D092). Las áreas de operación RVSM que son nuevas para el explotador, serán autorizadas añadiendo el párrafo B046 al párrafo B050 “Áreas autorizadas de operación en ruta. Limitaciones y Provisiones”.

8.4.4 Relación entre la autorización RVSM y las autorizaciones de navegación horizontal. Actualmente, en espacios aéreos oceánicos designados, los explotadores son requeridos a obtener tanto la autorización RVSM como ciertas autorizaciones de navegación horizontal. Estas son separadas y requieren acciones de autorización individuales. Por ejemplo, para operar en el NAT/MNPS, los explotadores son requeridos a obtener ambas autorizaciones tanto la RVSM como la NAT/MNPS. En el espacio aéreo del Océano Pacífico, los explotadores son requeridos a obtener tanto la autorización RVSM como la RNP-10.

8.4.5 TCAS.- El RAB 91 Parte I Apéndice F - *Operaciones en espacio aéreo RVSM*, no requiere que una aeronave esté equipada con ACAS II/TCAS II para operaciones RVSM. Sin embargo, el Párrafo 7 de la Sección 2 de dicho apéndice requiere que, si una aeronave está equipada con ACAS II/TCAS II y son utilizados en operaciones RVSM, estos deben cumplir con la TSO C-119b (Versión 7.0) o con una versión posterior.

8.4.6 Determinación de aeronaves que cumplen RVSM.- Las frases “determinación de aeronaves que cumplen RVSM” y “aprobación de aeronavegabilidad u operacional RVSM” aparecen en los documentos RVSM para indicar que la AAC ha determinado que las aeronaves del explotador cumplen con el RAB 91 Parte I Apéndice F.

- a) Guía del inspector.- Los Capítulos correspondientes sobre operaciones RVSM del MIO y del MIA guían tanto a los IO como a los IA acerca del proceso de aprobación RVSM. También los inspectores deberán seguir los lineamientos del RAB 91 Parte I Apéndice F y de la AC 6.425 – RVSM;
- b) para la mayoría de aeronaves en servicio, los documentos de aeronavegabilidad RVSM toman la forma de SB, SL o STC. Estos documentos contienen los requerimientos que son específicos a los tipos individuales de aeronaves o grupos de aeronaves y generalmente requieren inspecciones y/o modificaciones del hardware o software. El explotador debe presentar los documentos a la AAC para demostrar que las acciones requeridas han sido cumplidas para cada célula que operará en el espacio aéreo RVSM; y
- c) para aeronaves de fabricación nueva que cumplen requisitos RVSM, el AFM o TCDS, debe contener una declaración que demuestre que las aeronaves son admisibles para operaciones RVSM.

8.4.7 Aprobación del programa de mantenimiento RVSM.- El MIA, contiene orientación para la evaluación y aprobación del programa de mantenimiento RVSM de un explotador por parte de los IA.

8.4.8 Aprobación del programa de operaciones.- Una evaluación de los programas de operaciones debería ser cumplida junto con la evaluación de los programas de mantenimiento. Los Subpárrafos 2 c) y 2 d) de la Sección 7 del Capítulo 3 – *Aprobación RVSM* del Volumen III de la Parte II de este manual, proporciona guía específica sobre el proceso y políticas a ser seguidas para la aprobación del programa de operaciones.

8.4.9 Ítems de énfasis especial para pilotos.- El Subpárrafo 3.7 de la Sección 8 del Capítulo 3 – *Aprobación RVSM* del Volumen III de la Parte II de este manual, proporciona guía sobre estos ítems de énfasis especial para la tripulación de vuelo.

8.4.10 Procedimientos especiales para el espacio aéreo oceánico.- Refiérase al Doc 7030 de la OACI.

8.4.11 Pruebas y vuelos de validación.-

- a) el Capítulo 3 – *Aprobación RVSM* del volumen III de la Parte II de este manual, contiene guía sobre las pruebas de validación RVSM. En muchos casos, una revisión de la aplicación RVSM del explotador y de los documentos del programa puede ser suficientes para propósitos de las pruebas de validación. Sin embargo, como estuviera determinado por POI, PMI y PAI, el paso final del proceso de aprobación puede ser la ejecución de un vuelo de validación. El equipo de la AAC encargado de la aprobación debe acompañar al explotador en un vuelo, para verificar que las operaciones RVSM y los procedimientos y prácticas de mantenimiento sean utilizados efectivamente. El vuelo de validación puede ser realizado durante un vuelo comercial, como fuera determinado por los inspectores principales caso por caso; y
- b) no es requerido que los vuelos de validación sean conducidos junto con los vuelos de monitoreo descritos a continuación. También, el vuelo de validación puede ser conducido antes de que los requerimientos de monitoreo fueran cumplidos.

8.4.12 Programas de monitoreo.-

- a) Objetivo del monitoreo.- El principal objetivo del monitoreo es proveer una verificación de control de calidad de la performance de mantenimiento de la altitud de una gran variedad de aeronaves y explotadores. Se ha determinado que este objetivo puede ser cumplido monitoreando un cierto número de células de cada tipo de aeronave que el explotador operará en espacio aéreo RVSM. Los datos de la performance de mantenimiento de la altitud son analizados para determinar que la flota de aeronaves, así como los explotadores, muestran una performance que es consistente con las normas RVSM;
- b) Plan del explotador y requisitos de monitoreo.- El Subpárrafo 2.1 h) de la Sección 7 del Capítulo 3 – *Aprobación RVSM* del volumen III de la Parte II de este manual, requiere que todo explotador remita a la AAC un plan para participar en el programa de monitoreo; y
- c) Procedimientos de monitoreo.- Los procedimientos de monitoreo para los sistemas de monitoreo emplazados en tierra y en GPS, están publicados en la documentación RVSM de la página web. Una aeronave de tipo específica o de grupo debe ser monitoreada después que se ha determinado que cumple requisitos RVSM. Normalmente, una aeronave puede ser monitoreada ya sea por una Unidad de monitoreo de altura emplazada en tierra (HMU) o por una Unidad de monitoreo basada en GPS (GMU) que pueda ser instalada en la aeronave. A partir del 2003, los explotadores han tenido la opción de sobrevolar los sistemas de monitoreo emplazados en tierra conocidos como Elementos de medición de la altura geométrica de la aeronave (AGHME).

9. Áreas especiales donde dos LRNS no son usualmente requeridos

9.1 Ciertas áreas especiales han sido identificadas donde una navegación de largo alcance puede ser conducida con un solo sistema de navegación de largo alcance (S-LRNS).

9.2 Concepto.- El RAB 121.995 (e) (2) autoriza la utilización de un solo sistema LRNS considerando los siguientes factores:

- a) la habilidad de la tripulación de vuelo para determinar a través de un punto de referencia (fix) confiable la posición del avión dentro del grado de exactitud requerido por el ATC;
- b) el largo de la ruta que se volará; y
- c) el tiempo de interrupción (gap) de las comunicaciones de muy alta frecuencia (VHF).

9.3 Operaciones en ciertas áreas pueden ser conducidas con seguridad utilizando una combinación de NAVAIDs normalizadas de la OACI redundantes y un S-LRNS. Estas operaciones considerarán la disponibilidad de las NAVAIDs normalizadas de la OACI, las mínimas de separación lateral

aplicadas por el ATC (la performance de navegación requerida), la longitud de la ruta o segmento de ruta, la complejidad de la estructura de la ruta y la densidad del tránsito aéreo. La autorización para la utilización de un S-LRNS puede ser otorgada mediante la emisión del Párrafo B054 de las OpSpecs, *Navegación Clase II utilizando un S-LRNS*. Esta autorización deberá ser incluida en el Párrafo B050 de las OpSpecs, junto con las áreas aplicables de operación.

9.4 El WATRS, las rutas del Mar Caribe y del Golfo de México son rutas de caso especial en las cuales el uso de un S-LRNS puede ser autorizado para navegación Clase II. Estas rutas están localizadas fuera de la costa en el área de control WATRS y en las áreas de control del Caribe y del Golfo de México, como son mostradas en las cartas de ruta.

Nota.- El WATRS está definido como el Océano del Atlántico Norte al oeste de una línea que se extiende desde 44°47'00"N / 67°00'00"W hasta 38°30'00"N / 60°00'00"W sur a lo largo la línea longitudinal de 60° 00'00" W hasta el punto donde la línea se cruza con la costa norte de América del Sur.

9.4.1 Provisiones especiales para el WATRS, Mar del Caribe y Golfo de México.- La naturaleza única del WATRS, Mar del Caribe y el Golfo de México permiten que operaciones con aviones a turbina y ciertas operaciones con helicópteros fuera de la costa, sean conducidas con seguridad con un S-LRNS.

9.5 Provisiones especiales para ciertas rutas en el espacio aéreo NAT/MNPS.- Rutas especiales de contingencia han sido establecidas en partes limitadas del espacio aéreo NAT/MNPS donde aeronaves equipadas con NAVAIDs normalizadas de la OACI pueden operar con un S-LRNS. Estas rutas están especificadas en el Manual de información de vuelo internacional. Las operaciones sobre estas rutas pueden ser autorizadas, siempre que el explotador demuestre que la combinación sistema/aeronave a ser utilizada y los procedimientos de operación utilizados cumplan con los requerimientos NAT/MNPS de la documentación de los Estados equivalente a la AC 120-33. La aprobación será otorgada en el Casillero 18 de las OpSpecs.

9.6 Aprobación operación para un S-LRNS.-

- a) todas las operaciones de navegación Clase II deben ser conducidas de manera que una aeronave sea navegada continuamente al grado de precisión establecido por el ATC para operaciones en aquel espacio aéreo donde los requerimientos aplicables están en vigencia. Para las áreas donde estas precisiones y los estándares de performance de navegación no han sido formalmente establecidos, el LRNS debe ser utilizado para navegar continuamente la aeronave de manera que los errores perpendiculares a la derrota y a lo largo de la trayectoria de vuelo no serán iguales o excederán las 25 NM en cualquier punto a lo largo de la ruta del plan de vuelo especificado en la autorización ATC;
- b) el sistema de navegación debe estar operativo, como es requerido por los párrafos B039 (NAT/MNPS) de las OpSpecs;
- c) antes de conducir cualquier operación autorizada por el párrafo B054 de las OpSpecs, la tripulación de vuelo debe estar calificada, de acuerdo con el programa de instrucción aprobado del explotador, para el sistema y procedimientos a ser utilizados;
- d) antes de ingresar a cualquier espacio aéreo que requiere el uso de un S-LRNS, la posición de la aeronave deberá estar apropiadamente determinada y registrada, utilizando las facilidades de navegación de las aerovías o un radar ATC. Después de salir de este espacio aéreo, la posición de la aeronave deberá ser apropiadamente determinada y el error del S-LRNS debe ser obtenido y registrado de acuerdo con los procedimientos aprobados del explotador;
- e) un punto de referencia (fix) LRNS puede sustituir a una instalación de navegación en tierra en la ruta, cuando aquella instalación esté temporalmente fuera de servicio, siempre que el sistema de navegación aprobado tenga la precisión suficiente para navegar la aeronave al grado de precisión requerido por el ATC sobre aquella parte del vuelo;
- f) en el despacho, al menos uno de los sistemas de navegación listados a continuación, deben estar instalados y operativos:
 - 1) al menos un INS independiente. Un INS o IRS debe estar aprobado de acuerdo con el

RAB 121 Apéndice G;

- 2) al menos una combinación de FMS/Sensor de navegación (o equivalente) donde el sistema de navegación debe ser adecuado para la ruta a ser volada. Los sistemas multisensores deben estar aprobados de acuerdo con la guía contenida en la documentación de cada Estado equivalente a la AC 20-130A - *Aprobación de aeronavegabilidad de los sistemas de gestión de vuelo (FMS) o de navegación que integran múltiples sensores de navegación*;
- 3) al menos un sistema independiente de navegación GPS aprobado para IFR y que sea aprobado de acuerdo con uno de los siguientes criterios:
 - las guías para la aprobación operacional del GPS como medio primario de navegación Clase II en áreas oceánicas y remotas de operación son aplicables para este tipo de operación, de acuerdo con la documentación de los Estados equivalente a la AC 90-94 - *Guías para utilizar el sistema mundial de determinación de la posición (GPS) para operaciones IFR en ruta y área terminal y para aproximaciones por instrumentos que no son de precisión en el sistema del espacio aéreo nacional de los Estados Unidos*. Las guías de estos documentos deben ser seguidas con excepción de que las restricciones del control operacional relacionadas a la detección y exclusión de fallas (FDE) no se aplican. Esto debido a que las operaciones S-LRNS en áreas oceánicas/remotas únicamente deben ser aprobadas en rutas de corta duración con opciones disponibles para utilizar otras ayudas de navegación en caso de un mal funcionamiento del S-LRNS; o
 - las guías para utilizar el GPS para operaciones IFR en ruta y área terminal y para aproximaciones por instrumentos que no son de precisión en el sistema del espacio aéreo nacional de los Estados son aplicables. Estas guías permiten unidades simples GPS que tengan capacidad RAIM y que estén aprobadas para operaciones IFR con un S-LRNS en rutas oceánicas donde estén aprobadas el uso de dicho sistema único.
- g) Pérdida o mal funcionamiento de un S-LRNS.- Los procedimientos de la tripulación de vuelo deben estar establecidos, en caso de una pérdida del S-LRNS después del despacho. El explotador se asegurará que los pilotos instruidos en los procedimientos de contingencia, continúen navegando y comunicándose con el ATC en caso de una pérdida o mal funcionamiento del S-LRNS; y
- h) Tipos de RNAV/RNP especificados.- Actualmente, no existen áreas o rutas donde las operaciones S-LRNS con tipos de RNAV/RNP estén autorizadas. Si tales rutas son autorizadas en el futuro, una guía aplicable para tal efecto será publicada.

9.7 Otras áreas especiales.- Los inspectores de la AAC no deben autorizar operaciones con un S-LRNS en otras áreas de operación sin la revisión y aceptación de los especialistas de navegación del organismo de certificación e inspección de la AAC. Cuando una solicitud es recibida, los inspectores deben solicitar el apoyo de uno de los especialistas de navegación del organismo anteriormente mencionado. Si el inspector responsable y el especialista de navegación determinan que la operación propuesta puede ser conducida con seguridad, una solicitud para revisión y aceptación debe ser enviada al Jefe del organismo de certificación e inspección. En general, una justificación que acompañe a la solicitud, respecto a la habilidad para cumplir con las limitaciones y provisiones establecidas en las guías aplicables y en el párrafo B054 de las OpSpecs para la emisión de la autorización de un S-LRNS en otras áreas, será necesaria para consideración de la AAC.

Sección 6 – Conceptos, políticas y guías generales de comunicaciones

1. Generalidades

- 1.1 La RAB 91.265 establece que toda aeronave que opere como vuelo controlado mantendrá

comunicaciones aeroterrestres vocales constantes por el canal apropiado de la dependencia correspondiente de control de tránsito aéreo y cuando sea necesario establecerá comunicación en ambos sentidos con la misma, con excepción de lo que pudiera prescribir la autoridad ATS competente en lo que respecta a las aeronaves que forman parte del tránsito de aeródromo de un aeródromo controlado.

1.2 El piloto al mando de todo avión que opera bajo IFR en espacio aéreo controlado, mantendrá vigilancia continua sobre la frecuencia de radio apropiada y reportará tan pronto como sea posible:

- a) la hora y nivel a que se pasa cada uno de los puntos de notificación obligatoria designados, a menos que sea eximido por la autoridad ATS competente o por las dependencias correspondientes de servicios de tránsito aéreo bajo las condiciones especificadas por esa autoridad. A falta de puntos de notificación designados, los informes de posición se darán a intervalos que fije la autoridad ATS competente, o especificados por la dependencia correspondiente de los servicios de tránsito aéreo;
- b) cualquier condición meteorológica encontrada, la cual no ha sido pronosticada; y
- c) cualquier otra información relacionada con la seguridad de vuelo.

1.3 Esta sección contiene información y guía concerniente a los requerimientos de equipos de comunicación para las operaciones sobre agua de los RAB 121 y 135.

PARTE II – EXPLOTADORES DE SERVICIOS AÉREOS**VOLUMEN III – AUTORIZACIONES OPERACIONALES Y EQUIPOS DE LAS AERONAVES****Capítulo 2 – Introducción a la navegación basada en la performance (PBN)****Índice****Sección 1 – Generalidades**

1. Objetivo	PII-VIII-C2-01
2. Antecedentes	PII-VIII-C2-01
3. Definiciones y abreviaturas	PII-VIII-C2-03

Sección 2 – Navegación basada en la performance

1. Generalidades	PII-VIII-C2-07
2. Beneficios	PII-VIII-C2-07
3. Contexto de la PBN	PII-VIII-C2-08
4. Alcance de la navegación basada en la performance	PII-VIII-C2-09
5. Especificación para la navegación	PII-VIII-C2-09
6. Infraestructura de ayudas para la navegación aérea	PII-VIII-C2-12
7. Aplicaciones de navegación	PII-VIII-C2-12
8. Evolución futura	PII-VIII-C2-13

Sección 3 – Sistemas de navegación de área (RNAV)

1. Antecedentes	PII-VIII-C2-13
2. Sistemas RNAV – Funciones básicas	PII-VIII-C2-16
3. Sistemas RNP – Funciones básicas	PII-VIII-C2-18
4. Funciones específicas RNAV y RNP	PII-VIII-C2-18

Sección 4 – Diseño de procedimientos de vuelo por instrumentos

1. Introducción	PII-VIII-C2-21
2. Entorno no-RNAV: Diseño de procedimientos convencionales	PII-VIII-C2-21
3. Introducción del diseño de procedimientos RNAV en función de sensores específicos	PII-VIII-C2-22
4. Diseño de procedimientos RNP (antes de la PBN)	PII-VIII-C2-23
5. Diseño de procedimientos PBN	PII-VIII-C2-23

Sección 5 – Estrategias de transición

1. Transiciones a la PBN	PII-VIII-C2-24
2. Transiciones a las especificaciones RNP	PII-VIII-C2-24

Sección 1 – Generalidades**1. Objetivo**

Este capítulo provee orientación y guía a los inspectores de operaciones (IO) acerca del concepto de navegación basada en la performance (PBN). Se incluye información operacional relativa a la navegación de área (RNAV), performance de navegación, sistemas de navegación, diseño de rutas y navegación vertical barométrica (baro-VNAV).

2. Antecedentes

2.1 El Comité especial sobre sistemas de navegación aérea del futuro (FANS) de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) elaboró el concepto de capacidad de la performance de navegación requerida (RNP), el cual fue definido como *el parámetro que describe las desviaciones*

laterales con respecto a la derrota asignada o seleccionada, así como la precisión para determinar la posición a lo largo de la derrota tomando como base un nivel de confinamiento apropiado.

2.2 El Consejo de la OACI aprobó el concepto de RNPC y asignó al grupo de expertos sobre el examen del concepto general de la separación (RGCSP) la tarea de estudiarlo más a fondo.

2.3 En 1990, el RGCSP señaló que los conceptos de capacidad y performance eran claramente distintos y que la planificación del espacio aéreo dependía de la performance medida y no de la capacidad de diseño, por lo se pasó del concepto RNPC al concepto de performance de navegación requerida (RNP).

2.4 Posteriormente, el RGCSP estudió más a fondo el concepto RNP y amplió su significado en el sentido de explicar la performance de navegación que sería necesaria para las operaciones dentro de un espacio aéreo definido. Se propuso que un tipo determinado de RNP debería definir la performance de navegación de todos los usuarios en dicho espacio aéreo y que ésta performance debía corresponder a la capacidad de navegación disponible en el espacio aéreo.

2.5 Según el Comité FANS, los diversos tipos de RNP debían identificarse mediante un solo valor de precisión. Si bien esto se consideró apropiado para aplicarlo en áreas remotas y oceánicas, la orientación para el espaciado entre rutas no era suficiente para las aplicaciones de la navegación de área (RNAV) en un contexto continental. Esto se debía a varios factores, incluidos el establecimiento de normas de performance y funcionamiento para los sistemas de navegación de las aeronaves, el trabajo dentro del espacio aéreo disponible y el uso de un entorno más robusto de comunicaciones, vigilancia y ATM, también obedecía a consideraciones prácticas dimanantes del desarrollo gradual de la capacidad RNAV y a la necesidad de obtener beneficios poco tiempo después de haber instalado el equipo. Esto resultó en diferentes especificaciones de la capacidad de navegación con una precisión de navegación común. Posteriormente se observó que esos adelantos probablemente no iban a cesar dado que la navegación vertical (3D) y la navegación por tiempo (4D) estaban evolucionando y que la ATM las aplicó para aumentar la capacidad y eficiencia del espacio aéreo.

2.6 Las consideraciones anteriores presentaron dificultades importantes a las organizaciones responsables por la implantación de las operaciones RNAV en el espacio aéreo continental. Al tratar de resolver esas dificultades, se produjo una confusión considerable respecto a los *conceptos, la terminología y las definiciones*. Por consiguiente, las diferencias en las implantaciones ocasionaron una falta de armonización entre las aplicaciones RNP.

2.7 A fin de corregir las diferencias en la implantación y reconociendo la importancia y la alta prioridad asignada al estudio de la RNP, la Comisión de Navegación Aérea (ANC) de la OACI (163-10), el 03 de junio de 2003, designó al Grupo de estudio sobre performance de navegación requerida (RNP) y requisitos operacionales especiales (RNPSORSG), para que actúe como punto focal en la solución de varias cuestiones relacionadas con la RNP. Los objetivos de este grupo fueron revisar el concepto RNP y estudiar una nueva estrategia normalizada de implantación global RNAV y RNP, la cual evite la necesidad de múltiples aprobaciones operacionales en espacios aéreos con requerimientos similares.

2.8 El RNPSORSG examinó el concepto RNP de la OACI, tomando en cuenta las experiencias de aplicaciones anteriores, así como, las tendencias actuales de la industria, los requisitos de las partes interesadas y las implantaciones regionales existentes. Este grupo estuvo de acuerdo sobre la relación entre las aplicaciones y funcionalidades de los sistemas RNAV y RNP y desarrolló el concepto *PBN* que permitirá armonizar mundialmente las aplicaciones existentes y crear una base para la armonización de operaciones futuras.

2.9 El trabajo de armonización del RNPSORSG se basó en que todos los usuarios tuvieran un entendimiento común del concepto PBN y de la relación de la funcionalidad entre los nuevos conceptos RNAV y RNP adoptados. También se buscó la armonización entre los diferentes Estados que habían producido material de orientación respecto a estas operaciones. La tabla de la Figura 2-1-

Armonización RNPSORSG representa los esfuerzos de armonización de la OACI con respecto a los nuevos conceptos adoptados sobre las operaciones RNAV y RNP vigentes en esa fecha.

Figura 2-1 – Armonización RNPSORSG

Áreas de aplicación	Precisión de la navegación	Designación de los criterios de navegación – concepto anterior	Designación de los criterios de navegación - concepto nuevo
Oceánica/remota	10	RNP 10	RNAV 10 (designada y autorizada como RNP 10)
	4	RNP 4	RNP 4
En ruta - continental	5	RNP 5 Basic RNAV	RNAV 5
En ruta – continental y terminal	2	Type A US RNAV	RNAV 2
Terminal	1	Type B US RNAV P-RNAV	RNAV 1

2.10 Si bien este manual proporciona información respecto al consenso logrado sobre las aplicaciones RNAV 2D y de aproximación, la experiencia con la RNP hasta la fecha lleva a la conclusión de que a medida que se desarrollen las aplicaciones 3D y 4D será necesario examinar las repercusiones de esa evolución y el concepto PBN y actualizar este manual en consecuencia.

3. Definiciones y abreviaturas

3.1 Definiciones.-

3.1.1 Aplicación de navegación.- Aplicación de una especificación para la navegación y de la correspondiente infraestructura de ayudas para la navegación a rutas, procedimientos y/o a un volumen de espacio aéreo definido de conformidad con el concepto de espacio aéreo previsto.

Nota.- La aplicación de navegación es un elemento que junto con los elementos de comunicaciones, vigilancia del servicio de tránsito aéreo (ATS) y procedimientos de gestión de tránsito aéreo (ATM), cumple los objetivos estratégicos de un concepto de espacio aéreo definido.

3.1.2 Concepto de espacio aéreo.- Un concepto de espacio aéreo proporciona la descripción y el marco de operaciones previsto dentro de un espacio aéreo. Los conceptos de espacio aéreo se elaboran para satisfacer objetivos estratégicos explícitos tales como mejor seguridad operacional, más capacidad de tránsito aéreo y mitigación de las repercusiones en el medio ambiente, etc. Los conceptos de espacio aéreo pueden incluir detalles de la organización práctica del espacio aéreo y sus usuarios basada en determinadas hipótesis CNS/ATM como por ejemplo, estructura de rutas ATS, mínimas de separación entre rutas y margen de franqueamiento de obstáculos.

3.1.3 Entorno mixto de navegación.- Entorno en el que pueden aplicarse diferentes especificaciones para la navegación (por ejemplo, rutas RNP 10 y RNP 4) dentro del mismo espacio aéreo o en el que se permiten operaciones de navegación convencional y aplicaciones RNAV o RNP en el mismo espacio aéreo.

3.1.4 Especificaciones para la navegación.- Conjunto de requisitos relativos a la aeronave y a la tripulación de vuelo necesarios para dar apoyo a las operaciones de la navegación basada en la

performance dentro de un espacio aéreo definido. Existen dos clases de especificaciones para la navegación:

Especificación RNAV.- Especificación para la navegación basada en la navegación de área que no incluye el requisito de control y alerta de la performance a bordo, designada por medio del prefijo RNAV; p. ej., RNAV 5, RNAV 2, etc.

Especificación RNP.- Especificación para la navegación basada en la navegación de área (RNAV) que incluye el requisito de control y alerta de la performance a bordo, designada por medio del prefijo RNP; p.ej., RNP 4, RNP APCH, RNP AR APCH, etc.

Nota 1.- En los Capítulos 4 y 5 de la Parte II, Volumen III del MIO se formulan las directrices detalladas sobre las especificaciones para la navegación.

Nota 2.- El término RNP definido anteriormente como “declaración de la performance de navegación necesaria para operar dentro de un espacio aéreo definido”, se ha retirado de los Anexos al Convenio sobre Aviación Civil Internacional puesto que el concepto de RNP ha sido reemplazado por el concepto de PBN. En dichos Anexos, el término RNP sólo se utiliza ahora en el contexto de las especificaciones de navegación que requieren control y alerta de la performance a bordo, p. ej., RNP 4 se refiere a la aeronave y a los requisitos operacionales, incluyendo una performance lateral de 4 NM, con el requisito de control y alerta de la performance a bordo que se describe en el manual sobre la PBN de OACI (Doc 9613).

3.1.5 **Función de navegación.-** la capacidad detallada del sistema de navegación (como ejecución de tramos de transición, capacidades de desplazamiento paralelo, circuitos de espera, bases de datos de navegación) requerida para satisfacer el concepto de espacio aéreo.

Nota.- Los requisitos funcionales de navegación son uno de los elementos para la selección de una especificación para la navegación en particular. Las funcionalidades de navegación (requisitos funcionales) de cada especificación para la navegación pueden consultarse en los Capítulos 4 y 5 de la Parte II, Volumen III del MIO.

3.1.6 **Infraestructura de ayudas para la navegación.-** Expresión que designa las ayudas para la navegación basadas en tierra o en el espacio disponibles para satisfacer los requisitos de la especificación para la navegación.

3.1.7 **Llegada normalizada por instrumentos (STAR).-** Ruta de llegada designada según reglas de vuelo por instrumentos (IFR) que une un punto significativo, normalmente en una ruta ATS, con un punto desde el cual puede comenzarse un procedimiento publicado de aproximación por instrumentos.

3.1.8 **Navegación basada en la performance (PBN).-** Navegación de área basada en requisitos de performance que se aplican a las aeronaves que realizan operaciones en una ruta ATS, en un procedimiento de aproximación por instrumentos o en un espacio aéreo designado.

Nota.- En las especificaciones para la navegación, los requisitos de performance se expresan en función de la precisión, integridad, continuidad, disponibilidad y funcionalidad necesarias para la operación propuesta en el contexto de un concepto de espacio aéreo particular.

3.1.9 **Navegación de área (RNAV).-** Método de navegación que permite la operación de aeronaves en cualquier trayectoria de vuelo deseada, dentro de la cobertura de las ayudas para la navegación basadas en tierra o en el espacio, o dentro de los límites de capacidad de las ayudas autónomas, o una combinación de ambas.

Nota.- La navegación de área incluye la navegación basada en la performance así como otras operaciones no contempladas en la definición de navegación basada en la performance.

3.1.10 **Operaciones RNAV.-** Operaciones de aeronaves en las que se utiliza navegación de área para aplicaciones RNAV. Las operaciones RNAV incluyen el uso de navegación de área para operaciones que no se desarrollan de acuerdo con el Doc 9613 – Manual de navegación basada en la performance (PBN).

3.1.11 **Operaciones RNP.-** Operaciones de aeronaves en las que se utiliza un sistema RNP para aplicaciones de navegación RNP.

3.1.12 **Procedimiento de aproximación con guía vertical (APV).-** Procedimiento por instrumentos en el que se utiliza guía lateral y vertical, pero que no satisface los requisitos establecidos para las operaciones de aproximación y aterrizaje de precisión.

3.1.13 **Ruta de navegación de área.-** Ruta ATS establecida para el uso de aeronaves que pue-

den aplicar el sistema de navegación de área.

3.1.14 Ruta RNP.- Ruta ATS establecida para el uso de aeronaves que operan conforme a una especificación para la navegación RNP prescrita.

3.1.15 Salida normalizada por instrumentos.- Una ruta de salida designada según reglas de vuelo por instrumentos (IFR) que une el aeródromo o una determinada pista del aeródromo, con un determinado punto significativo, normalmente en una ruta ATS, en el cual comienza la fase en ruta de un vuelo.

3.1.16 Servicio de vigilancia ATS.- Expresión empleada para referirse a un servicio proporcionado directamente mediante un sistema de vigilancia ATS.

3.1.17 Sistema de aumentación basado en la aeronave (ABAS).- Sistema de aumentación por el que la información obtenida a partir de otros elementos del GNSS se añade o integra a la información disponible a bordo de la aeronave.

Nota.- La forma más común del ABAS es la vigilancia autónoma de la integridad en el receptor (RAIM).

3.1.18 Sistema de aumentación basado en satélites (SBAS).- Sistema de aumentación de amplia cobertura por el cual el usuario recibe la información de aumentación transmitida por satélite.

3.1.19 Sistema de vigilancia ATS.- Expresión genérica que significa, según el caso, ADS-B, PSR, SSR o cualquier sistema basado en tierra comparable que permite la identificación de aeronaves.

Nota.- Un sistema similar basado en tierra es aquel para el cual se ha comprobado, por evaluación u otra metodología comparativa, que los niveles de seguridad operacional y de performance son iguales o mejores que los correspondientes a los del SSR monoimpulso.

3.1.20 Sistema RNAV.- Sistema de navegación que permite la operación de aeronaves en cualquier trayectoria de vuelo deseada, dentro de la cobertura de las ayudas para la navegación referidas a la estación o dentro de los límites de las capacidades de las ayudas autónomas o de una combinación de ambas. Un sistema RNAV puede formar parte de un sistema de gestión de vuelo (FMS).

3.1.21 Sistema RNP.- Sistema de navegación de área que da apoyo al control (vigilancia) y alerta de la performance de a bordo.

3.1.22 Verificación por redundancia cíclica (CRC).- Algoritmo matemático aplicado a la expresión digital de los datos que proporciona un cierto nivel de garantía contra la pérdida de datos.

3.1.23 Vigilancia autónoma de la integridad en el receptor (RAIM).- Técnica utilizada por un receptor/procesador GPS de a bordo para determinar la integridad de las señales de navegación GPS, utilizando únicamente dichas señales o bien señales GPS mejoradas con datos de altitud barométrica. Esta determinación se logra a través de una verificación de la coherencia entre mediciones redundantes de pseudodistancias. Al menos se requiere un satélite adicional disponible respecto al número de satélites que se necesitan para obtener la solución de navegación.

3.2 Abreviaturas.-

3.2.1	ABAS	Sistema de aumentación basado en la aeronave
3.2.2	ADS-B	Vigilancia dependiente automática-radiodifusión
3.2.3	ADS-C	Vigilancia dependiente automática-contrato
3.2.4	AFM	Manual de vuelo del avión
3.2.5	AIP	Publicación de información aeronáutica
3.2.6	ANSP	Proveedor de servicios de navegación aérea
3.2.7	APV	Procedimiento de aproximación con guía vertical
3.2.8	ATM	Gestión de tránsito aéreo

3.2.9	ATS	Servicio de tránsito aéreo
3.2.10	CDI	Indicador de desviación de rumbo
3.2.11	CDU	Unidad de control y visualización
3.2.12	CEAC	Conferencia Europea de Aviación Civil
3.2.13	CFIT	Impacto contra el suelo sin pérdida de control
3.2.14	COM	Comunicaciones
3.2.15	CRC	Verificación por redundancia cíclica
3.2.16	CRM	Modelo de riesgo de colisión
3.2.17	DME	Equipo radiotelemétrico
3.2.18	DTED	Datos digitales de elevación del terreno
3.2.19	EASA	Agencia Europea de Seguridad Aérea
3.2.20	EUROCAE	Agencia Europea para el equipamiento de la aviación civil
3.2.21	FAA	Administración Federal de Aviación (de los Estados Unidos)
3.2.22	FTE	Error técnico de vuelo
3.2.23	FMS	Sistema de gestión de vuelo
3.2.24	FRT	Transición de radio fijo
3.2.25	GBAS	Sistema de aumentación basado en tierra
3.2.26	GNSS	Sistema mundial de navegación por satélite
3.2.27	GPS	Sistema mundial de determinación de la posición
3.2.28	GRAS	Sistema de aumentación regional basado en tierra
3.2.29	INS	Sistema de navegación inercial
3.2.30	IRS	Sistema de referencia inercial
3.2.31	IRU	Unidad de referencia inercial
3.2.32	JAA	Autoridades conjuntas de aviación
3.2.33	LNAV	Navegación lateral
3.2.34	MCDU	Unidad de control y presentación de funciones múltiples
3.2.35	MEL	Lista de equipo mínimo
3.2.36	MNPS	Especificaciones de performance mínima de navegación
3.2.37	MSA	Altitud mínima del sector
3.2.38	NAA	Autoridad nacional de aeronavegabilidad
3.2.39	NAV	Navegación
3.2.40	NAVAID	Ayuda para la navegación aérea
3.2.41	NSE	Error del sistema de navegación
3.2.42	OEM	Fabricante del equipo original
3.2.43	PBN	Navegación basada en la performance
3.2.44	PFD	Pantalla de vuelo primaria
3.2.45	PSR	Radar primario de vigilancia

3.2.46	RAIM	Vigilancia autónoma de la integridad en el receptor
3.2.47	RF	Viraje de radio constante al punto de referencia
3.2.48	RNAV	Navegación de área
3.2.49	RNP	Performance de navegación requerida
3.2.50	SBAS	Sistema de aumentación basado en satélites
3.2.51	SID	Salida normalizada por instrumentos
3.2.52	SSR	Radar secundario de vigilancia
3.2.53	STAR	Llegada normalizada por instrumentos
3.2.54	STC	certificado de tipo suplementario
3.2.55	SUR	Vigilancia
3.2.56	TLS	Nivel deseado de seguridad operacional
3.2.57	TSE	Error del sistema total
3.2.58	VNAV	Navegación vertical
3.2.59	VOR	Radiofaro omnidireccional VHF

Sección 2 – Navegación basada en la performance

1. Generalidades

1.1 El concepto PBN especifica que los requisitos de performance del sistema RNAV, se definen en función de la *precisión, integridad, continuidad, disponibilidad y funcionalidad*, necesarias para las operaciones propuestas en el contexto de un concepto de espacio aéreo particular, con el apoyo de la infraestructura de navegación apropiada.

1.2 En este sentido, el concepto PBN representa un cambio de la navegación basada en sensores a la navegación basada en la performance. Los requisitos de performance se expresan en especificaciones para la navegación que pueden usarse para satisfacer los requisitos de performance. Estas especificaciones para la navegación proporcionan a los Estados y a los explotadores orientación específica para la implantación a fin de facilitar la armonización mundial.

1.3 En el marco de la PBN, los requisitos de navegación genéricos se definen principalmente en función de los requisitos operacionales, por consiguiente, los explotadores evalúan las opciones con respecto a la tecnología y a los servicios de navegación disponibles. La solución escogida sería la más eficaz con relación al costo para el explotador, en vez de ser la solución establecida como parte de los requisitos operacionales. La tecnología puede evolucionar con el tiempo sin que sea necesario revisar las operaciones propiamente dichas, siempre que los sistemas RNAV y RNP satisfagan el requisito de performance.

2. Beneficios

2.1 La PBN ofrece varias ventajas con respecto al método de sensores específicos empleados en la elaboración de criterios para el espacio aéreo y el franqueamiento de obstáculos. Por ejemplo, la PBN:

- a) reduce la necesidad de mantener rutas y procedimientos en función de sensores específicos y los costos asociados. Por ejemplo, desplazar una sola instalación terrestre VOR puede repercutir en docenas de procedimientos, dado que el VOR puede emplearse en rutas, aproximaciones VOR, aproximaciones frustradas, etc. Agregar nuevos procedimientos en función de los sensores aumentaría este costo y el rápido crecimiento de los sistemas de navegación disponibles haría que en poco tiempo las rutas y los procedimientos en función de sensores específicos no sean económicamente abordables;

- b) evita tener que desarrollar las operaciones en función de sensores específicos cada vez que evolucionan los sistemas de navegación, lo que sería de un costo prohibitivo. Se espera que la expansión de los servicios de navegación por satélite contribuya a que aumente la diversidad de los sistemas RNAV de las diferentes aeronaves. El equipo del GNSS básico original está evolucionando debido al desarrollo de aumentaciones tales como SBAS, GBAS y GRAS, mientras la introducción de Galileo y la modernización del GPS y el GLONASS continuarán mejorando la performance del GNSS. También se está extendiendo el uso del GNSS/integración inercial;
- c) permite un uso más eficiente del espacio aéreo (emplazamiento de rutas, consumo eficiente de combustible, atenuación del ruido, etc.);
- d) clarifica la forma de utilizar los sistemas RNAV; y
- e) facilita el proceso de aprobación operacional de los explotadores, proporcionando un conjunto limitado de especificaciones para la navegación previstas para uso mundial.

3. Contexto de la PBN

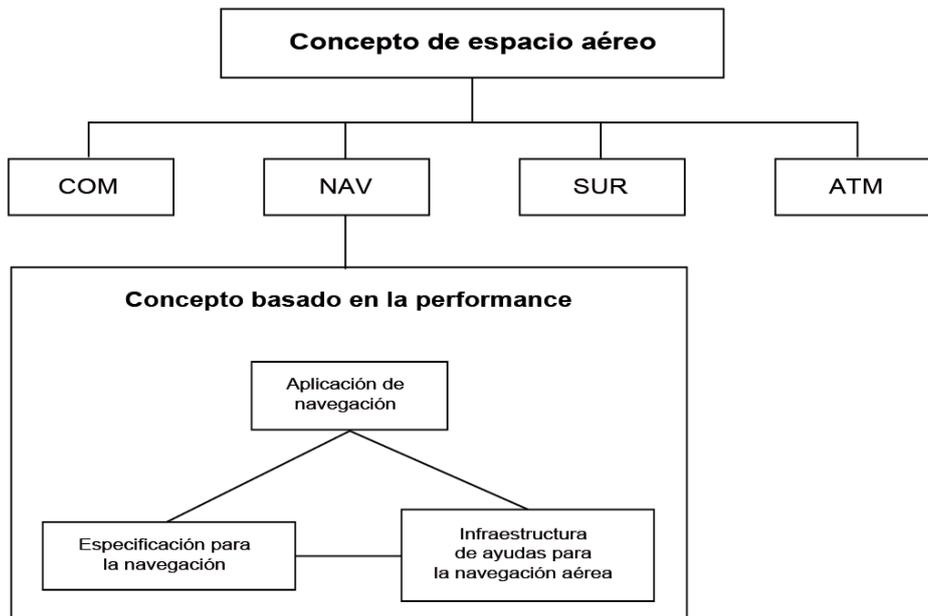
3.1 La PBN es uno de los elementos habilitantes de un concepto de espacio aéreo. Las comunicaciones (COM), la vigilancia (SUR) del sistema de tránsito aéreo (ATS) y la gestión de tránsito aéreo (ATM) también son elementos esenciales de un concepto de espacio aéreo. El concepto PBN se fundamenta en la utilización de un sistema RNAV o sistema RNP. Existen dos componentes de entrada básicos para la aplicación de la PBN que son:

- a) la infraestructura de ayudas para la navegación aérea; y
- b) la especificación para la navegación.

La aplicación de los componentes mencionados a las rutas ATS y a los procedimientos por instrumentos en el contexto del concepto de espacio aéreo resulta en un tercer componente:

- c) la aplicación de navegación

Figura 2-2 – Concepto de navegación basada en la performance



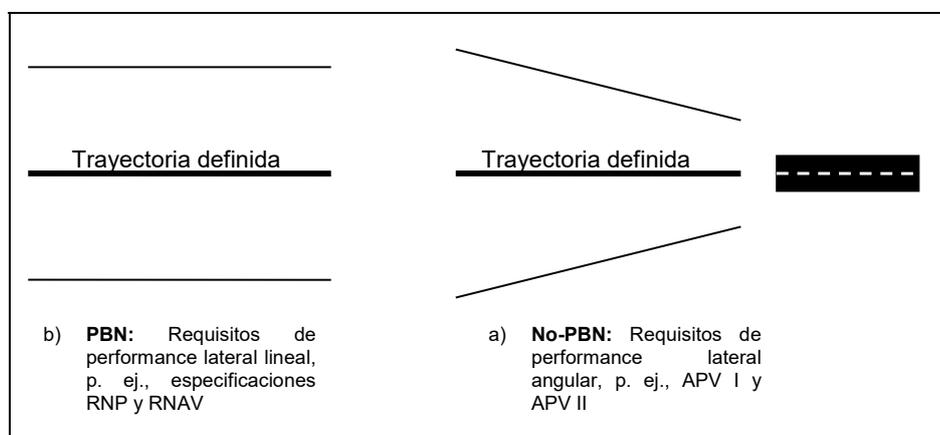
4. Alcance de la navegación basada en la performance

4.1 Performance lateral

Por razones preexistentes relacionadas con el concepto RNP, la PBN actualmente está limitada a operaciones con requisitos de performance lateral lineal y limitaciones de tiempo. Por esta razón, las operaciones con requisitos de performance angular (es decir, operaciones de aproximación y aterrizaje con guía vertical para los niveles de performance del GNSS APV-I y APV-II, así como operaciones de aproximación y aterrizaje de precisión ILS/MLS/GLS) no se consideran en este manual y en el manual de la PBN.

Nota. - Si bien este capítulo y el manual de la PBN (Doc 9613) no proporciona ninguna especificación para la navegación que defina el FTE longitudinal (hora de llegada o control 4D), el requisito de precisión de las especificaciones RNAV y RNP está definido por las dimensiones lateral y longitudinal, lo que posibilita futuras especificaciones para la navegación que definen el FTE (véase Figura 2-3 – Requisitos de performance lateral para la PBN).

Figura 2-3 – Requisitos de performance lateral para la PBN



4.2 Performance vertical

A diferencia de la vigilancia lateral y del margen de franqueamiento de obstáculos, para los sistemas VNAV barométricos no hay una alerta de error de la posición vertical ni una relación del doble entre un 95% de precisión del sistema total requerida y el límite de performance. Por lo tanto, la VNAV barométrica no se considera RNP vertical.

5. Especificación para la navegación

5.1 Los Estados utilizan las especificaciones para la navegación como base para elaborar el material de aprobación de aeronavegabilidad y operacional. Una especificación para la navegación expresa en detalle la performance requerida del sistema RNAV o RNP en cuanto a precisión, integridad, disponibilidad y continuidad; las funcionalidades de navegación que el sistema RNAV debe tener; los sensores de navegación que deben estar integrados en el sistema RNAV y los requisitos impuestos a la tripulación de vuelo. Las especificaciones OACI para la navegación figuran en los Capítulos 4 y 5 de esta parte y volumen del MIO.

5.2 Una especificación para la navegación es una especificación RNP o bien una especificación RNAV. Una especificación RNP incluye el requisito de control y alerta autónomo de la performance de a bordo, mientras que la especificación RNAV no incluye este requisito.

5.3 Control (vigilancia) y alerta de la performance de a bordo

5.3.1 El control y alerta de la performance de a bordo es el principal elemento que determina si el sistema de navegación alcanza el nivel de seguridad operacional necesario para una aplicación RNP, este requisito se relaciona con la performance de navegación lateral y longitudinal y permite a

la tripulación de vuelo detectar si el sistema de navegación no logra o no puede garantizar con una integridad de 10^{-5} , la performance de navegación requerida para la operación que realiza. En la Sección 1 del Capítulo 3 se presenta una descripción detallada del control y alerta de la performance de a bordo y de los errores de navegación.

5.3.2 Los sistemas RNP ofrecen mejoras a la integridad de las operaciones, esto quizá permita un espaciamiento menor entre rutas y puede proporcionar suficiente integridad para que en un espacio aéreo específico se utilicen únicamente sistemas RNAV. Por consiguiente, el uso de los sistemas RNP puede ofrecer beneficios considerables en cuanto a seguridad operacional, operaciones y eficiencia.

5.4 Requisitos funcionales de navegación

5.4.1 Tanto las especificaciones RNAV como las especificaciones RNP incluyen requisitos respecto a ciertas funcionalidades para la navegación. En un nivel básico, se pueden incluir los siguientes requisitos funcionales:

- a) indicación continua de la posición de la aeronave con relación a la derrota presentada al piloto que vuela la aeronave en una pantalla situada en su campo de visión principal;
- b) presentación de distancia y rumbo al punto de recorrido activo (To);
- c) presentación de la velocidad con respecto al suelo o tiempo al punto de recorrido activo (To);
- d) función de almacenamiento de datos de navegación; e
- e) indicación adecuada de fallas del sistema RNAV, incluyendo los sensores.

5.4.2 Entre las especificaciones de navegación más sofisticadas se incluye el requisito de la base de datos de navegación y la capacidad de ejecutar los procedimientos de la base de datos de navegación.

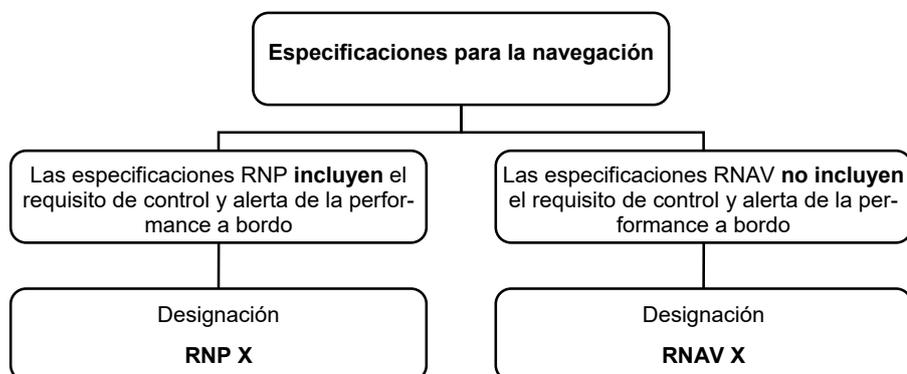
5.5 Designación de las especificaciones RNP y RNAV

5.5.1 Operaciones oceánicas, continentales remotas, en ruta y de área terminal

5.5.1.1 Para las operaciones oceánicas, remotas, en ruta y de área terminal, una especificación RNP se designa como RNP X, p. ej., RNP 4. Una especificación RNAV se designa como RNAV X, p. ej., RNAV 1. Si dos especificaciones comparten el mismo valor para X, se las debe distinguir utilizando un sufijo, p. ej., RNP 1 avanzada y RNP 1 básica.

5.5.1.2 Para ambas designaciones, RNP y RNAV, la expresión “X” (cuando está expresada) se refiere a la precisión de navegación lateral en millas marinas (NM) que se espera que logre, en por lo menos el 95% del tiempo de vuelo, la población de aeronaves que operan en el espacio aéreo, la ruta o el procedimiento.

Figura 2-4 – Especificaciones para la navegación



5.5.2 Aproximación

Las especificaciones para la navegación de aproximación abarcan todos los segmentos de la aproximación por instrumentos. Las especificaciones RNP se designan utilizando la abreviatura RNP como prefijo y un sufijo textual abreviado, p. ej., RNP APCH o RNP AR APCH. No hay especificaciones para la aproximación RNAV

5.5.3 Significado de las designaciones RNAV y RNP

5.5.3.1 Cabe señalar que, en los casos en que la precisión de navegación se utiliza como parte de la designación de una especificación para la navegación, la precisión de navegación es únicamente uno de los muchos requisitos de performance incluidos en la especificación para la navegación. Además de la precisión de navegación se incluyen como requisitos de performance todos los requisitos respecto a la tripulación y al sistema de navegación de a bordo – véase Ejemplo 1.

5.5.3.2 Dado que para cada especificación para la navegación se definen requisitos de performance específicos, una aeronave aprobada para una especificación RNP no está automáticamente aprobada para todas las especificaciones RNAV. Del mismo modo, una aeronave aprobada para una especificación RNP o RNAV que tiene un requisito de precisión más estricto (p. ej., RNP 0.3) no está automáticamente aprobada para una especificación para la navegación que tenga un requisito de precisión menos estricto (p. ej., RNP 4).

5.5.3.3 Parecería lógico que una aeronave aprobada para RNP 1 básica esté automáticamente aprobada para RNP 4, sin embargo, no es así. Las aeronaves aprobadas para los requisitos de precisión más estrictos quizá no satisfagan necesariamente algunos de los requisitos funcionales de la especificación para la navegación que tiene un requisito de precisión menos estricto.

Ejemplo 1

Una designación RNAV 1 se refiere a una especificación RNAV que incluye un requisito de precisión de la navegación de 1 NM entre muchos otros requisitos de performance. Si bien la designación RNAV 1 puede sugerir que 1 NM (lateral) es el único criterio de performance requerido, no es así. Como todas las especificaciones para la navegación, la especificación RNAV 1 que figura en el Volumen II de este manual incluye todos los requisitos respecto a la tripulación y al sistema de navegación de a bordo.

Nota.- Las designaciones de las especificaciones para la navegación son un nombre abreviado de todos los requisitos de performance y funcionalidad.

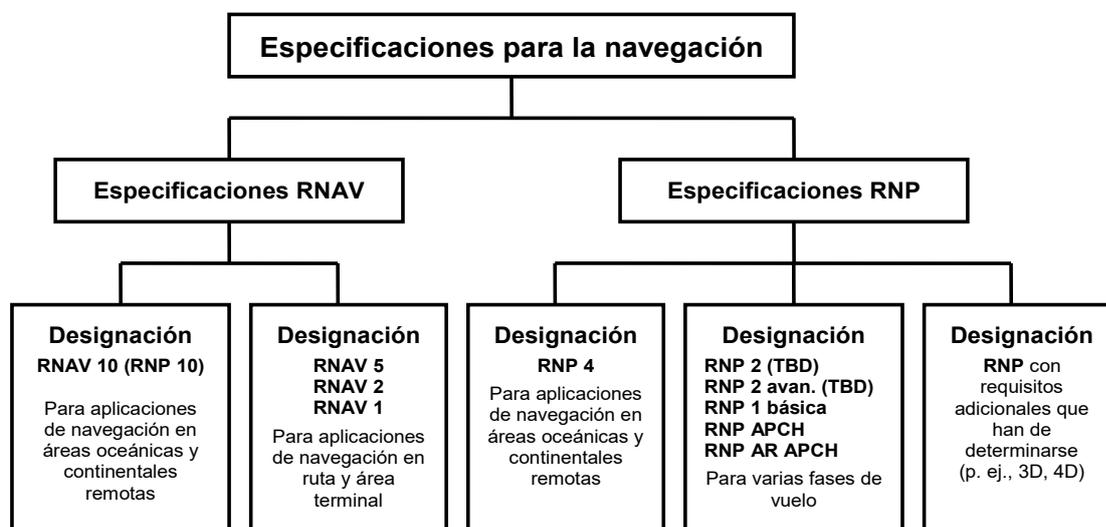
5.5.4 Planificación de vuelos con las designaciones RNAV y RNP

La notificación manual o automática de la calificación de una aeronave para realizar operaciones a lo largo de una ruta ATS, en un procedimiento o en un espacio aéreo, se proporciona al ATC mediante el plan de vuelo. Los procedimientos respecto al plan de vuelo figuran en los procedimientos para los servicios de navegación aérea – Gestión de tránsito aéreo (PANS-ATM) (Doc 4444).

5.5.5 Adaptación de las designaciones RNP incongruentes

5.5.5.1 La designación RNP 10 actual es incongruente con las especificaciones RNP y RNAV de la PBN. La RNP 10 no incluye requisitos de control y alerta de la performance de a bordo. Para fines de compatibilidad con el concepto PBN, en el Doc 9613 Manual PBN de la OACI, la RNP 10 se menciona como RNAV 10. Cambiar el nombre a las rutas RNP 10 actuales, aprobaciones operacionales, etc., para darles una designación RNAV 10 sería una tarea muy grande y costosa que no resulta económica. Por consiguiente, toda aprobación operacional nueva o existente continuará designándose como RNP 10 y toda anotación en las cartas se representará como RNP 10 (véase la Figura 2-5).

Figura 2-5 - Adaptación de las designaciones actuales y futuras



5.5.5.2 Anteriormente, los Estados Unidos y los Estados miembros de la Conferencia Europea de Aviación Civil (CEAC) empleaban especificaciones RNAV regionales con diferentes designadores. Las aplicaciones de la CEAC (P-RNAV y B-RNAV) continuarán utilizándose únicamente en esos Estados. Con el tiempo, las aplicaciones RNAV de la CEAC pasarán a ser las especificaciones para la navegación internacionales RNAV 1 y RNAV 2. Los estados Unidos pasaron de los tipos U.S. RNAV A y B a la especificación RNAV 1 en marzo de 2007.

5.5.6 Especificaciones de performance mínima de navegación (MNPS)

Las aeronaves que operan en el espacio aéreo del Atlántico septentrional deben cumplir una especificación de performance mínima de navegación (MNPS). La especificación MNPS ha sido intencionalmente excluida del esquema de designaciones presentado antes debido a su carácter obligatorio y a que no se prevén implantaciones MNPS en el futuro. Los requisitos MNPS están expuestos en el documento *Consolidated Guidance and Information Material Concerning Air Navigation in the North Atlantic Region* (NAT Doc 001) (disponible en <http://www.nat-pco.org>).

5.5.7 Designaciones RNP futuras

Es posible que las especificaciones RNP para conceptos de espacio aéreo futuros exijan funcionalidades adicionales sin cambiar el requisito de precisión de la navegación. Por ejemplo, esas especificaciones para la navegación del futuro pueden incluir requisitos de RNP vertical y capacidades basadas en el tiempo (4D). La designación de tales especificaciones deberá ser abordada durante la evolución futura de la PBN.

6. Infraestructura de ayudas para la navegación aérea

La infraestructura de ayudas para la navegación aérea se refiere a ayudas para la navegación basadas en tierra o en el espacio. Las ayudas basadas en tierra incluyen equipo DME y VOR. Las ayudas basadas en el espacio incluyen elementos GNSS definidos en el Anexo 10 — *Telecomunicaciones aeronáuticas*.

7. Aplicaciones de navegación

7.1 Una aplicación de navegación es una aplicación de una especificación para la navegación y de la correspondiente infraestructura de ayudas para la navegación a rutas ATS, procedimientos de aproximación por instrumentos y/o a un volumen de espacio aéreo definido, de conformidad

con el concepto de espacio aéreo. Una aplicación RNP se apoya en una especificación RNP; una aplicación RNAV se apoya en una especificación RNAV. Esto se ilustra en el siguiente ejemplo:

La especificación RNAV 1, en el Capítulo 4 de este manual, indica que cualquiera de los siguientes sensores de navegación pueden satisfacer sus requisitos de performance: GNSS o DME/DME/IRU o DME/DME.

Los sensores necesarios para satisfacer los requisitos de performance para una especificación RNAV 1 en un Estado en particular no dependen solamente de la capacidad de a bordo de la aeronave. Una infraestructura DME limitada o consideraciones de políticas respecto al GNSS podrían llevar a que las autoridades impongan requisitos de sensores de navegación específicos para una especificación RNAV 1 en ese Estado.

Como tal, la AIP del Estado A podría exigir el GNSS como un requisito para su especificación RNAV 1 porque el Estado A dispone únicamente del GNSS en su infraestructura de ayudas para la navegación. La AIP del Estado B podría exigir DME/DME/IRU para su especificación RNAV 1 (una decisión política para no permitir el GNSS).

Cada una de estas especificaciones para la navegación se implantaría como una aplicación RNAV 1. Sin embargo, las aeronaves equipadas con GNSS únicamente y aprobadas para la especificación RNAV 1 en el Estado A no serían aprobadas para operar en el Estado B.

8. Evolución futura

8.1 Desde una perspectiva de la navegación basada en la performance, es probable que las aplicaciones de navegación progresen de 2D a 3D/4D, aunque es difícil determinar hoy en día el tiempo necesario y los requisitos operacionales. Por consiguiente, el control y alerta de la performance de a bordo aún debe ser elaborada en el plano vertical (RNP vertical) y la labor en curso está dirigida a armonizar los requisitos de performance longitudinal y lineal. También es posible que en el futuro puedan incluirse en la PBN los requisitos de performance angular relacionados con la aproximación y el aterrizaje. Del mismo modo, también podrían incluirse especificaciones en apoyo de aplicaciones de navegación específicas para helicópteros y requisitos funcionales de espera.

8.2 Dado que se confía más en el GNSS, la elaboración de conceptos de espacio aéreo aumentará la necesidad de asegurar la integración coherente de elementos habilitantes de navegación, comunicaciones y vigilancia ATS.

Sección 3 – Sistemas de navegación de área (RNAV)

1. Antecedentes

1.1 La RNAV se define como un “método de navegación que permite la operación de aeronaves en cualquier trayectoria de vuelo deseada, dentro de la cobertura de las ayudas para la navegación basadas en tierra o en el espacio, o dentro de los límites de la capacidad de las ayudas autónomas, o una combinación de ambas”. Esto elimina la restricción impuesta a las rutas y los procedimientos convencionales cuando las aeronaves deben sobrevolar las ayudas para la navegación referidas, dando así flexibilidad y eficiencia operacional. Esto se ilustra en la Figura 2-6 – Comparación entre navegación convencional y navegación RNAV.

1.2 Las diferencias en los tipos de sistemas de aeronaves y sus capacidades, características y funciones han dado como resultado cierto grado de incertidumbre y confusión respecto a la forma en que las aeronaves llevan a cabo las operaciones RNAV. Este adjunto contiene información para ayudar a comprender los sistemas RNAV.

1.3 Los sistemas RNAV van desde sistemas basados en un sensor único a sistemas con

múltiples tipos de sensores de navegación. Los diagramas presentados en la Figura 2-7 – Sistemas RNAV de básico a complejo, son sólo ejemplos de como puede variar la complejidad e interconectividad entre los diferentes equipos de aviónica RNAV.

1.4 El sistema RNAV también puede estar conectado con otros sistemas, tales como el mando automático de gases y el piloto automático o el director de vuelo, lo que permite que las operaciones de vuelo y la gestión de la performance estén más automatizadas. A pesar de las diferencias de arquitectura y equipo, los tipos básicos de funciones del equipo RNAV son comunes.

Figura 2-6 – Comparación entre navegación convencional y navegación RNAV

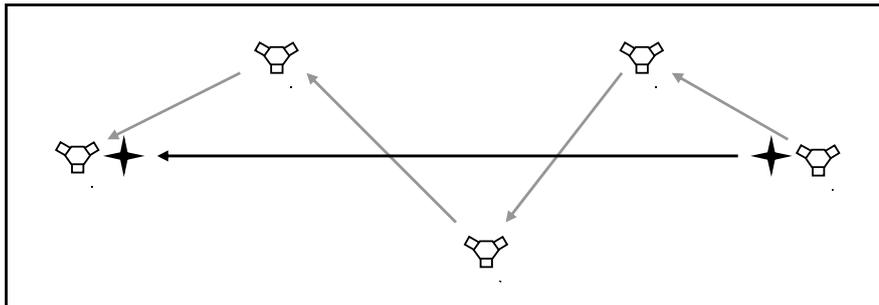
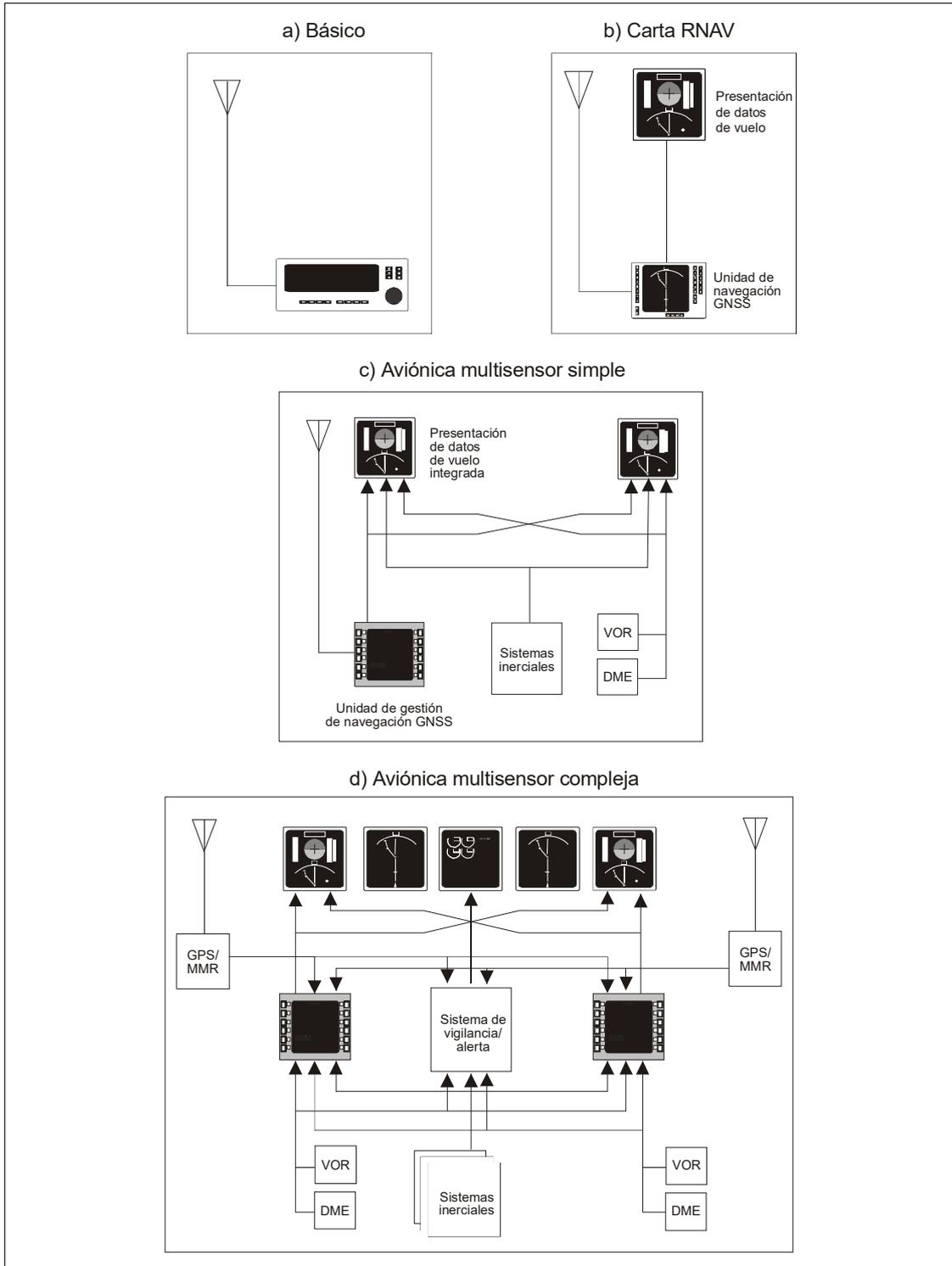


Figura 2-7 – Sistemas RNAV – de básico a complejo



2. Sistemas RNAV – Funciones básicas

2.1 Los sistemas RNAV están diseñados para proporcionar un nivel de precisión dado, con definición de trayectoria repetible y predecible, apropiado para la aplicación. Típicamente, el sistema RNAV integra la información de los sensores, tales como datos aeronáuticos, referencia inercial, radionavegación y navegación por satélite con la información de las bases de datos internas y los datos incorporados por la tripulación para realizar las siguientes funciones (véase la Figura 2-8 - *Funciones básicas de los sistemas RNAV*):

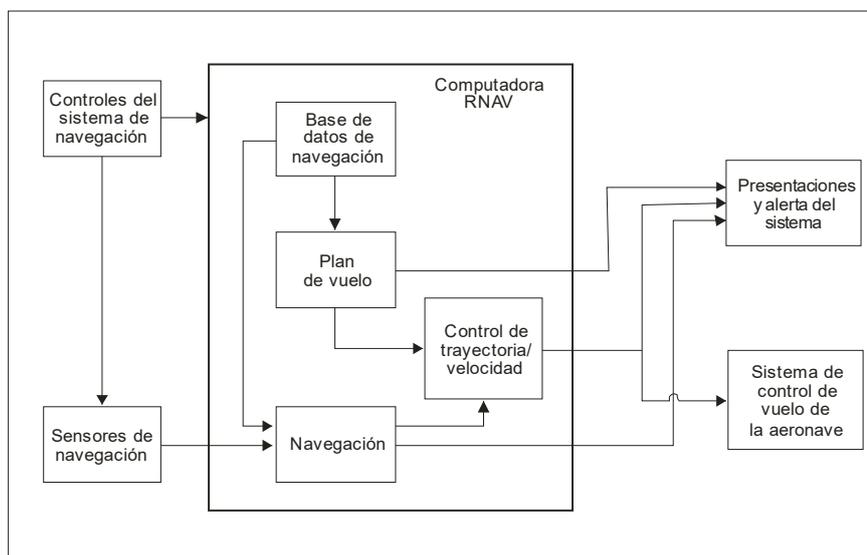
- a) navegación;
- b) gestión del plan de vuelo;
- c) guía y control;
- d) control de presentación en pantalla y del sistema

2.2 Navegación

2.2.1 La función de navegación calcula los datos que pueden incluir la posición de la aeronave, velocidad, ángulo de derrota, ángulo de trayectoria de vuelo vertical, ángulo de deriva, declinación magnética, altitud barométrica corregida y dirección y magnitud del viento. También puede realizar la sintonización automática de radiofrecuencias y dar apoyo a la sintonización manual.

2.2.2 Si bien la navegación puede basarse en un solo tipo de sensor de navegación, tal como el GNSS, muchos sistemas son RNAV multisensor. Esos sistemas emplean diversos sensores, entre los que se incluyen GNSS, DME, VOR e IRS, para calcular la posición y velocidad de la aeronave. Aunque la implantación puede variar, típicamente el sistema basará sus cálculos en el sensor más preciso disponible para la determinación de la posición.

Figura 2-8 – Funciones básicas de los sistemas RNAV



2.2.3 El sistema RNAV confirmará la validez de los datos de cada sensor y, en la mayoría de los casos, confirmará también la congruencia de los diversos conjuntos de datos antes de que se usen. Los datos GNSS generalmente están sometidos a verificaciones de integridad y precisión rigurosas antes de que sean aceptados para el cálculo de la posición y la velocidad de navegación. Típicamente, los datos DME y VOR están sujetos a una serie de verificaciones de “razonabilidad” antes de que sean aceptados para la actualización por radio de la FMC. Esta diferencia de rigor se debe a las capacidades y características de diseño de la tecnología del sensor de navegación y del equipo. En los sistemas RNAV multisensor, si el GNSS no está disponible para calcular la posi-

ción/velocidad, quizá el sistema pueda seleccionar automáticamente un modo de actualización de menor prioridad como DME/DME o VOR/DME. Si estos modos de actualización por radio no están disponibles o se anuló su selección, entonces el sistema podrá volver automáticamente a la navegación inercial. En los sistemas de un solo sensor, la falla del sensor puede llevar a un modo de operación a estima.

2.2.4 A medida que la aeronave avanza en su trayectoria de vuelo, si el sistema RNAV está usando ayudas terrestres, usa su cálculo de la posición de la aeronave en ese momento y su base de datos interna para sintonizar automáticamente las estaciones de tierra y obtener la posición más precisa por radio.

2.2.5 La guía lateral y vertical se presenta al piloto en la pantalla del sistema RNAV o en otros instrumentos de visualización. En muchos casos, también se proporciona guía a un sistema de mando automático de vuelo. En esta forma más avanzada, esta presentación consiste en una carta electrónica con el símbolo de una aeronave, la trayectoria de vuelo prevista y las instalaciones de tierra pertinentes, tales como ayudas para la navegación y aeropuertos.

2.3 Base de datos de navegación

Se supone que el sistema RNAV tiene acceso a una base de datos de navegación, si está disponible. La base de datos de navegación contiene información, almacenada previamente, sobre los lugares en que están las ayudas para la navegación, los puntos de recorrido, las rutas ATS y los procedimientos de terminal, y la información conexas. El sistema RNAV usará esa información para la planificación del vuelo y también podrá verificar la información obtenida del sensor comparándola con la de la base de datos.

2.4 Planificación de vuelos

2.4.1 La función de planificación de vuelos crea y ensambla el plan de vuelo lateral y vertical que usa la función de guía. Un aspecto clave del plan de vuelo es la especificación de los puntos de recorrido empleando latitud y longitud, sin referencia al lugar de ninguna de las ayudas terrestres para la navegación.

2.4.2 Los sistemas RNAV más avanzados incluyen una función de gestión de la performance cuando para calcular los perfiles de vuelo verticales se usan los modelos aerodinámicos y de propulsión que corresponden a la aeronave y pueden ajustarse a las restricciones impuestas por el control de tránsito aéreo. Una función de gestión de la performance puede ser compleja porque utiliza flujo de combustible, total de combustible, posición de los flaps, datos y límites de los motores, altitud, velocidad aerodinámica, número de Mach, temperatura, velocidad vertical, desarrollo del plan de vuelo e información del piloto.

2.4.3 Los sistemas RNAV ordinariamente proporcionan información sobre el desarrollo del vuelo respecto a los puntos de recorrido en ruta, procedimientos de área terminal y de aproximación y de origen y destino. La información incluye la hora prevista de llegada y la distancia que falta recorrer, siendo ambas útiles para la coordinación táctica y la planificación con ATC.

2.5 Guía y control

Un sistema RNAV proporciona guía lateral y, en muchos casos, también vertical. La función de guía lateral compara la posición de la aeronave generada por la función de navegación con la trayectoria de vuelo lateral deseada y después genera órdenes de dirección empleadas para conducir la aeronave por la trayectoria deseada. Las trayectorias geodésicas u ortodrómicas que unen los puntos de recorrido del plan de vuelo, llamadas típicamente “tramos”, y los arcos circulares de transición entre estos tramos los calcula del sistema RNAV. El error técnico de vuelo se calcula comparando la posición y dirección de la aeronave en un momento dado con la trayectoria de referencia. Las órdenes de control lateral para mantener la trayectoria de referencia se basan en el error de trayectoria. Estas órdenes son producto de un sistema de guía de vuelo, que controla directamente la aeronave o genera órdenes para el director de vuelo. La función de guía vertical, cuando está incluida, se usa para controlar la aeronave a lo largo del perfil vertical dentro de las restricciones impuestas por el plan de vuelo. Típicamente, los productos de la función de guía vertical son órdenes de cabeceo para un sistema de presentación en pantalla o de guía de vuelo, y órdenes de empuje o

velocidad para las presentaciones o una función de empuje automático.

2.6 Control de presentación en pantalla y del sistema

Los controles de presentación en pantalla y del sistema comprenden inicialización del sistema, planificación de vuelo, desviaciones de trayectoria, vigilancia del desarrollo del vuelo, guía activa, control y presentación de datos de navegación para que la tripulación de vuelo tenga conciencia de la situación.

3. Sistemas RNP – Funciones básicas

3.1 Un sistema RNP es un sistema RNAV cuyas funcionalidades apoyan el control y alerta de la performance de a bordo. Los requisitos específicos actuales incluyen:

- a) capacidad de seguir una derrota con fiabilidad, repetibilidad y predictibilidad, incluidas las trayectorias curvas; y
- b) cuando se incluyen perfiles verticales para guía vertical, uso de ángulos verticales o de restricciones de altitud especificadas para definir la trayectoria vertical deseada.

3.2 Las capacidades de vigilancia y alerta de la performance pueden proporcionarse de diferentes formas, dependiendo de la instalación, la arquitectura y las configuraciones del sistema, que incluye:

- a) presentación en pantalla e indicación de la performance de navegación del sistema, tanto la requerida como la estimada;
- b) vigilancia de la performance del sistema y alerta a la tripulación cuando no se satisfacen los requisitos RNP; y
- c) presentaciones de la desviación lateral a escala RNP, juntamente con vigilancia y alerta separadas para la integridad de la navegación.

3.3 Un sistema RNP utiliza sus sensores de navegación, arquitectura y modos de operación para satisfacer los requisitos de la especificación para la navegación RNP. Este sistema debe realizar las verificaciones de integridad y razonabilidad de los sensores y datos, y puede proporcionar un medio para anular la selección de tipos específicos de ayudas para la navegación a fin de evitar revertir a un sensor inadecuado. Los requisitos RNP pueden limitar los modos de operación de la aeronave; por ejemplo, para una RNP menor, en que el error técnico de vuelo es un factor importante, no se puede permitir el vuelo manual de la tripulación. También pueden requerirse instalaciones dobles de sistema/sensor, dependiendo de la operación prevista o de la necesidad.

4. Funciones específicas RNAV y RNP

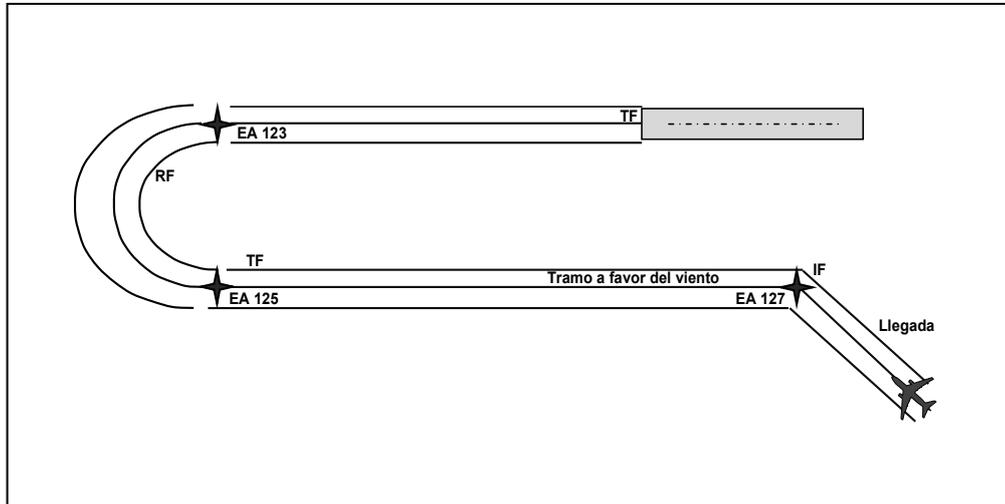
4.1 Las operaciones de vuelo basadas en la performance se basan en la capacidad para asegurar trayectorias de vuelo fiables, repetibles y predecibles para mejorar la capacidad y eficiencia de las operaciones previstas. La implantación de las operaciones de vuelo basadas en la performance no sólo requiere las funciones tradicionalmente proporcionadas por el sistema RNAV, sino que también puede requerir funciones específicas para mejorar los procedimientos y las operaciones en el espacio aéreo y del tránsito aéreo. Las capacidades del sistema para trayectorias de radio fijo establecidas, esperas RNAV o RNP y desplazamientos laterales están comprendidas en esta última categoría.

4.2 Trayectorias de radio fijo

4.2.1 Las trayectorias de radio fijo (FRP) son de dos formas: una es el tipo de tramo de viraje de radio constante al punto de referencia (RF) (véase la Figura 2-9 – *Tramo RF*). El tramo RF es uno de los tipos de tramos que deberían usarse cuando existe el requisito de un radio de trayectoria curva específico en un procedimiento de terminal o de aproximación. El tramo RF está definido por el radio, la longitud de arco y el punto de referencia. Los sistemas RNP que dan apoyo a este tipo de tramo proporcionan la misma capacidad para mantener la precisión de la derrota durante el viraje y en los segmentos en línea recta.

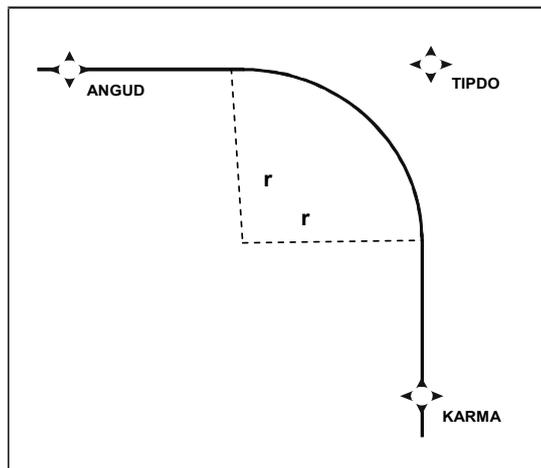
Nota. - En el diseño del procedimiento se tienen en cuenta los límites del ángulo de inclinación lateral para los diferentes tipos de aeronaves y los vientos en altura.

Figura 2-9 – Tramo RF



4.2.2 La otra forma de FRP está prevista para ser utilizada en procedimientos en ruta. Dados los aspectos técnicos de cómo se definen los datos del procedimiento, el sistema RNP debe crear el viraje de radio fijo (también llamado transición de radio fijo o FRT) entre dos segmentos de ruta (véase la Figura 2-10 – *Transición de radio fijo*).

Figura 2-10 – Transición de radio fijo (FRT)



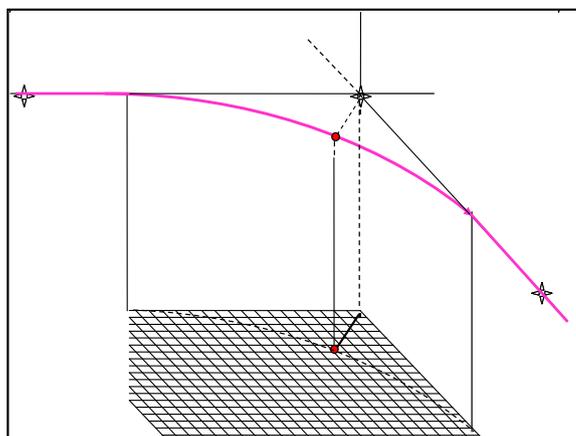
4.2.3 Estos virajes tienen dos radios posibles, 22,5 NM para rutas a gran altitud (por encima del FL 195) y 15 NM para rutas a baja altitud. El uso de esos elementos de trayectoria en una ruta ATS RNAV hace que sea posible mejorar el uso del espacio aéreo mediante rutas paralelas poco separadas.

4.3 Virajes de paso

Los virajes de paso son una característica clave de una trayectoria de vuelo RNAV. El sistema RNAV utiliza información sobre velocidad de la aeronave, ángulo de inclinación lateral, viento y cambio de ángulo de la derrota, para calcular un viraje en la trayectoria de vuelo que es una

transición uniforme, no abrupta, de un segmento de una trayectoria al siguiente. Sin embargo, dado que los parámetros que afectan al radio del viraje pueden variar de un avión a otro, así como debido a las condiciones variables de la velocidad y el viento, el punto de inicio del viraje y el área de viraje pueden variar (véase la Figura 2-11 – *Viraje de paso*).

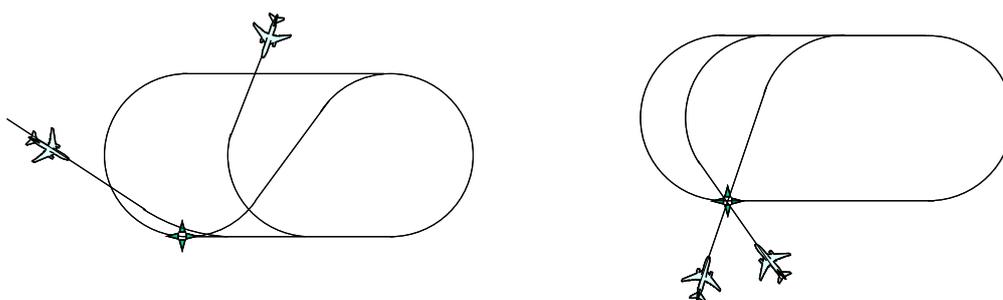
Figura 2-11 – Viraje de paso



4.4 Circuito de espera

El sistema RNAV facilita la especificación del circuito de espera permitiendo la definición del rumbo de acercamiento al punto de recorrido de espera, la dirección del viraje y el tiempo del tramo o la distancia en los segmentos en línea recta, así como la posibilidad de planificar la salida de la espera. Para los sistemas RNP, es posible mejorar aún más la espera. Estas mejoras RNP incluyen entrada de paso en el circuito de espera, minimizando el espacio aéreo protegido necesario en el lado de no-espera del circuito, de conformidad con los límites RNP previstos. Cuando se aplica la espera RNP, se sugiere un máximo de RNP 1, puesto que los valores menos estrictos perjudican el uso y el diseño del espacio aéreo (véase la Figura 2-12 – *Entradas al circuito de espera RNP*).

Figura 2-12 – Entradas al circuito de espera RNP

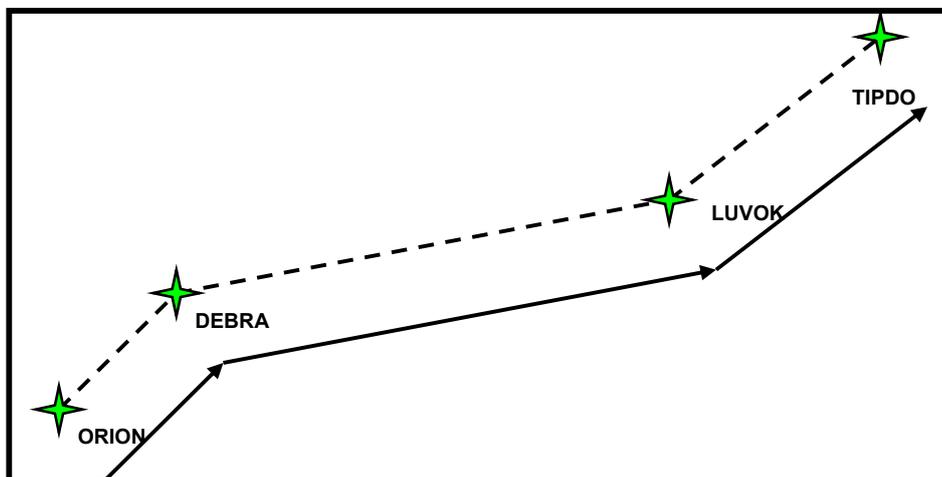


4.5 Trayectoria de vuelo desplazada

Los sistemas RNAV pueden ofrecer la capacidad necesaria para que la tripulación de vuelo especifique un desplazamiento lateral con respecto a la ruta definida. Generalmente, los desplazamientos laterales pueden especificarse en incrementos de 1 NM hasta 20 NM. Cuando en el sistema RNAV se activa un desplazamiento lateral, la aeronave RNAV saldrá de la ruta definida y, típicamente, interceptará la ruta desplazada en un ángulo de 45° o menor. Cuando se cancela el desplazamiento, la aeronave vuelve a la ruta definida de un modo similar. Tales desplazamientos pueden utilizarse tanto estratégicamente, es decir, un desplazamiento fijo a lo largo de toda la ruta, como tácticamente, es decir, temporalmente. La mayoría de los sistemas RNAV suspenden los desplazamientos en el área terminal o al comienzo del procedimiento de aproximación, en una espera

RNAV, o durante los cambios de rumbo de 90° o más. La magnitud de la variabilidad de estas operaciones RNAV debería considerarse a medida que avance la práctica operacional (véase la Figura 2-13 – *Trayectoria de vuelo desplazada*).

Figura 2-13 – Trayectoria de vuelo desplazada



Sección 4 – Diseño de procedimientos de vuelo por instrumentos

1. Introducción

1.1 El diseño de procedimientos de vuelo por instrumentos incluye la construcción de rutas así como de procedimientos de llegada, salidas y aproximación. Estos procedimientos consisten en una serie de maniobras predeterminadas que deben realizarse únicamente con referencia a instrumentos de vuelo con la protección especificada respecto a los obstáculos.

1.2 Cada Estado es responsable de asegurar que todos los procedimientos de vuelo por instrumentos en su espacio aéreo publicados puedan ser efectuados en condiciones de seguridad operacional por las aeronaves pertinentes. La seguridad operacional no sólo se logra mediante la aplicación de los criterios técnicos contenidos en el Doc 8168 - Procedimientos para los servicios de navegación aérea – Operación de aeronaves (PANS-OPS) y las disposiciones conexas de la OACI, sino que también requiere medidas de control de la calidad del proceso empleado para aplicar esos criterios, las cuales pueden incluir reglamentación, vigilancia del tránsito aéreo, validación en tierra y validación en vuelo. Estas medidas deben garantizar la calidad y la seguridad operacional del producto del diseño de procedimientos por medio de examen, verificación, coordinación y validación en los puntos apropiados del proceso de implantación de la PBN, de modo que puedan hacerse correcciones lo antes posible.

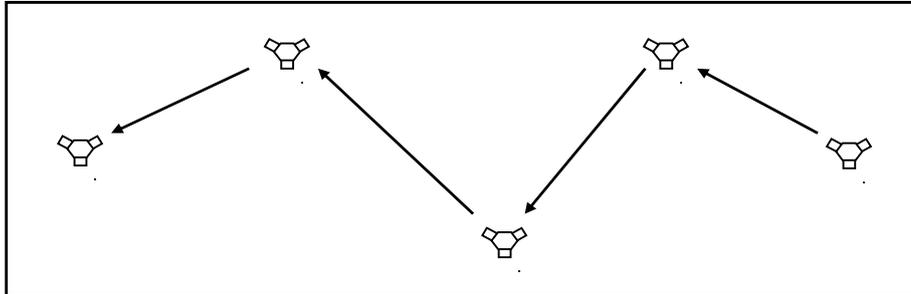
1.3 Los párrafos que siguen respecto al diseño de procedimientos de vuelo por instrumentos describen el diseño de procedimientos convencionales y el diseño de procedimientos RNAV en función de sensores, sus desventajas y los problemas que condujeron a la PBN.

2. Entorno no-RNAV: Diseño de procedimientos convencionales

El diseño de procedimientos convencionales sirve para las aplicaciones que no son RNAV cuando las aeronaves navegan según señales directas de radioayudas para la navegación basadas en tierra. La desventaja de este tipo de navegación es que las rutas dependen del lugar en que están situadas las radioayudas para la navegación (véase la Figura 2-14 – *Diseño de procedimientos convencionales de vuelo por instrumentos*). Esto a menudo resulta en rutas más largas puesto que las rutas óptimas de llegada y de salida son impracticables debido a las limitaciones del emplazamiento y al costo de las radioayudas para la navegación basadas en tierra. Además, las áreas de protección de obstáculos son comparativamente grandes y la posibilidad de error del siste-

ma de navegación aumenta en función de la distancia desde donde se encuentra la aeronave hasta la ayuda para la navegación.

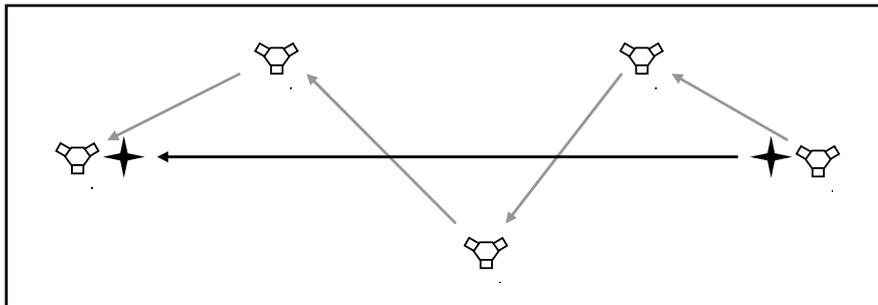
Figura 2-14 – Diseño de procedimientos convencionales de vuelo por instrumentos



3. Introducción del diseño de procedimientos RNAV en función de sensores específicos

3.1 Originalmente, la RNAV se introdujo empleando criterios de diseño en función de sensores específicos. La creación de puntos de referencia definidos por nombre, latitud y longitud fue un adelanto importante en la RNAV. Los puntos de referencia RNAV permitieron que el diseño de rutas dependiera menos del emplazamiento de las ayudas para la navegación, con lo que se pudo adaptar mejor los diseños a los requisitos de planificación del espacio aéreo (véase la Figura 2-15 – *Diseño de procedimientos RNAV*). La flexibilidad en el diseño de rutas variaba según el sistema de radionavegación empleado, tales como DME/VOR o GNSS. Entre los beneficios adicionales cabe incluir la capacidad de almacenar las rutas en una base de datos de navegación, con lo que se reduce la carga de trabajo del piloto y el resultado es un vuelo más congruente con la derrota nominal en comparación con los casos en que el diseño de procedimientos no-RNAV se basaba en rumbo, sincronización o arcos DME. Dado que la navegación RNAV se logra empleando la base de datos de navegación de las aeronaves, la creciente necesidad de garantía de la calidad en el proceso de diseño de procedimientos constituye un cambio importante para el diseñador.

Figura 2-15 – Diseño de procedimientos RNAV



3.2 A pesar de sus ventajas, la RNAV tenía varios problemas y características que era necesario considerar. Entre éstos, cabe mencionar las amplias variaciones en la performance de vuelo y las trayectorias de vuelo de las aeronaves en algunas ocasiones, así como la incapacidad de predecir la actuación de las computadoras de navegación en todas las situaciones. Esto dio como resultado grandes superficies de evaluación de obstáculos y, como consecuencia, no se obtuvieron muchos beneficios en cuanto a reducir el área de protección de obstáculos.

3.3 Dado que la experiencia en operaciones RNAV aumentó, se descubrieron otras diferencias y características importantes. El equipo, las funcionalidades y las configuraciones del sistema RNAV de las aeronaves iban de lo simple a lo complejo. No había orientación para el diseñador en cuanto a qué criterios aplicar a la flota de aeronaves para la que se diseñaban procedimientos de vuelo por instrumentos. La actuación de algunos sistemas era el resultado del desarrollo de sistemas

RNAV que volarían según procedimientos de bases de datos derivadas de instrucciones ATC. Esta tentativa de imitar instrucciones ATC dio como resultado muchas formas de describir y definir la trayectoria de vuelo de una aeronave y, por consiguiente, se observaron diversas performances de vuelo. Además, el progreso en la tecnología aplicada a las aeronaves y a la navegación produjo una amplia gama de tipos de procedimientos, cada uno de los cuales requiere equipo diferente, imponiendo costos innecesarios a los explotadores de aeronaves.

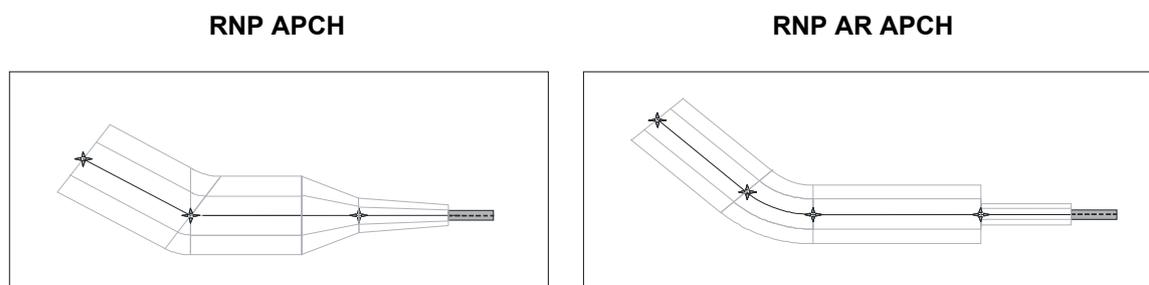
4. Diseño de procedimientos RNP (antes de la PBN)

Los procedimientos RNP se introdujeron en los PANS-OPS (Doc 8168) que comenzaron a ser aplicables en 1998. Estos procedimientos RNP fueron el antecedente del actual concepto PBN, por el cual se define la performance para las operaciones en ruta, en vez de identificar simplemente un sistema de navegación obligatorio. Sin embargo, debido a la descripción insuficiente de la performance de navegación y los requisitos operacionales, la diferencia percibida entre la RNAV y la RNP era muy pequeña. Además, la inclusión de elementos de vuelo convencionales tales como procedimientos de sobrevuelo, variabilidad de las trayectorias de vuelo y el espaciado intermedio de protección agregado al espacio aéreo hacía que no se logaran ventajas importantes en los diseños. El resultado fue que no había beneficios para la comunidad de usuarios y poca implantación o ninguna.

5. Diseño de procedimientos PBN

5.1 La navegación de área que usa PBN es una operación basada en la performance en la que las características de performance de navegación de la aeronave están bien especificadas y los problemas descritos antes respecto a los criterios RNAV y RNP originales pueden resolverse. Las descripciones basadas en la performance tratan de diversas características de las aeronaves que causaban variaciones en las trayectorias de vuelo, lo que condujo a un seguimiento de los vuelos más repetible, fiable y predecible, así como a superficies de evaluación de obstáculos más pequeñas. La Figura 2-16 – *Ejemplo de diseño de procedimientos RNP APCH y RNP AR APCH* contiene ejemplos de aproximación RNP (RNP APCH) y de aproximación RNP con autorización obligatoria (RNP AR APCH).

Figura 2-16 – Ejemplo de diseño de procedimientos RNP APCH y RNP AR APCH



5.2 El principal cambio para los diseñadores será que no tendrán que diseñar para un sensor específico, sino de acuerdo con una especificación para la navegación (por ejemplo, RNAV 1). La selección de la especificación para la navegación apropiada se basa en los requisitos del espacio aéreo, la infraestructura de ayudas para la navegación disponible y en el equipamiento de la aeronave y la capacidad operacional que se espera que la aeronave use en ruta. Por ejemplo, cuando un requisito del espacio aéreo es RNAV 1 o RNAV 2, la infraestructura de navegación tendrá que ser GNSS básico o DME/DME, y la aeronave deberá usar una u otra para realizar las operaciones. El diseño de procedimientos junto con aeronaves y explotadores calificados da como resultado una mayor fiabilidad, repetibilidad y predictibilidad de la trayectoria de vuelo de la aeronave. Cabe señalar que cualquiera sea la infraestructura proporcionada, el diseñador puede aplicar las mismas reglas generales de diseño en el emplazamiento de los puntos de referencia y la trayectoria; sin embargo, pueden ser necesarios ajustes basados en el correspondiente margen de franqueamiento de obstáculos o en los criterios de separación.

5.3 La integración de la aeronave con los criterios operacionales en este manual permitirá la actualización de los criterios de diseño de procedimientos. Un primer esfuerzo para crear esos criterios es la especificación para la navegación RNP AR APCH. En este caso, los criterios de diseño tienen plenamente en cuenta las capacidades de la aeronave y están totalmente integrados con los requisitos de aprobación y calificación que debe satisfacer la aeronave. La estrecha relación entre la aeronave y los criterios operacionales y de diseño de procedimientos para la RNP AR APCH exige un examen más a fondo de los requisitos que debe satisfacer la aeronave y de la aprobación del explotador, puesto que se necesita autorización especial. Este requisito adicional ocasionará gastos a las líneas aéreas y hará que, desde el punto de vista económico, estos tipos de procedimientos sean beneficiosos únicamente en casos en que no quepan otros criterios de diseño de procedimientos ni otras soluciones.

Nota.- En el Manual de diseño de procedimientos de performance de navegación requerida con autorización obligatoria (RNP AR) (Doc 9905) figuran criterios de diseño de procedimientos para la especificación para la navegación RNP AR APCH.

Sección 5 – Estrategias de transición

1. Transiciones a la PBN

Se prevé que todas las aplicaciones RNAV nuevas identificarán los requisitos de navegación mediante el uso de especificaciones de performance en vez de definir el equipamiento de sensores de navegación específicos.

2. Transiciones a las especificaciones RNP

2.1 Como resultado de decisiones adoptadas en la industria durante el decenio de 1990, la mayoría de los sistemas RNAV modernos proporcionan vigilancia y alerta de la performance de a bordo, con lo que las especificaciones para la navegación elaboradas para usar estos sistemas pueden designarse RNP.

2.2 Muchos sistemas RNAV, si bien ofrecen elevada precisión y poseen muchas de las funciones proporcionadas por los sistemas RNP no pueden garantizar su performance. Reconociendo esto y para evitar que los explotadores incurran en gastos innecesarios, cuando no sea necesario usar un sistema RNP, muchos requisitos de navegación nuevos y también los existentes continuarán especificando RNAV en vez de sistemas RNP. Por lo tanto, se espera que las operaciones RNAV y RNP coexistan durante muchos años.

2.3 Sin embargo, los sistemas RNP ofrecen mejoras en la integridad de las operaciones permitiendo, entre otras cosas, un espaciado menor entre rutas, y pueden proporcionar suficiente integridad de modo que para navegar en un espacio aéreo específico únicamente se permita usar sistemas RNP. Por lo tanto, el uso de sistemas RNP puede ofrecer importantes beneficios operacionales y de seguridad y eficiencia operacional. Si bien las aplicaciones RNAV y RNP coexistirán durante años, se prevé que habrá una transición gradual para las aplicaciones RNP dado que la proporción de aeronaves equipadas con sistemas RNP aumenta y el costo de la transición se reduce.

PARTE II – EXPLOTADORES DE SERVICIOS AÉREOS**VOLUMEN III – AUTORIZACIONES OPERACIONALES Y EQUIPOS DE LAS AERONAVES****Capítulo 3 – Implantación de la RNAV y RNP****Índice****Sección 1 – Introducción**

- | | |
|---|----------------|
| 1. Generalidades | PII-VIII-C3-01 |
| 2. Uso y alcance de las especificaciones para la navegación | PII-VIII-C3-02 |

Sección 2 – Vigilancia y alerta de la performance de a bordo

- | | |
|---|----------------|
| 1. Introducción | PII-VIII-C3-04 |
| 2. Componentes y alerta de los errores de navegación | PII-VIII-C3-04 |
| 3. Función de la vigilancia y alerta de la performance de a bordo | PII-VIII-C3-06 |

Sección 3 – Consideraciones sobre la evaluación de la seguridad operacional

- | | |
|---------------------------------------|----------------|
| 1. Introducción | PII-VIII-C3-12 |
| 2. Performance de las aeronaves | PII-VIII-C3-12 |
| 3. Fallas de los sistemas | PII-VIII-C3-13 |
| 4. Infraestructura | PII-VIII-C3-13 |

Sección 4 – Sistemas de navegación de área de a bordo

- | | |
|--|----------------|
| 1. Generalidades | PII-VIII-C3-15 |
| 2. Radiofaro omnidireccional VHF con equipo radiotelemétrico (VOR/DME) | PII-VIII-C3-16 |
| 3. Sistema de navegación inercial (INS) | PII-VIII-C3-16 |
| 4. Doble equipo radiotelemétrico (DME/DME) | PII-VIII-C3-17 |
| 5. Sistema mundial de navegación por satélite (GNSS) | PII-VIII-C3-17 |
| 6. Conclusiones | PII-VIII-C3-17 |

Sección 5 – Procesos de datos

- | | |
|--|----------------|
| 1. Definiciones | PII-VIII-C3-18 |
| 2. Datos aeronáuticos | PII-VIII-C3-18 |
| 3. Precisión e integridad de los datos | PII-VIII-C3-19 |
| 4. Provisión de datos aeronáuticos | PII-VIII-C3-19 |
| 5. Alteraciones de datos aeronáuticos | PII-VIII-C3-21 |

Sección 1 – Introducción**1. Generalidades**

1.1 El concepto de navegación basada en la performance (PBN) comprende tres elementos interrelacionados: la especificación para la navegación, la infraestructura de ayudas para la navegación y la aplicación de la navegación.

Nota.- En el Capítulo 2 del Volumen III, Parte II, se presenta una explicación detallada del concepto PBN.

1.2 Los Estados usan las especificaciones para la navegación como base para la certificación y aprobación operacional. Las especificaciones para la navegación describen en detalle los requisitos que debe cumplir el sistema de navegación de área para las operaciones en una ruta, un procedimiento o en un espacio aéreo en particular en el que se prescribe la aprobación respecto a

la especificación para la navegación. Estos requisitos incluyen:

- a) la performance requerida del sistema de navegación de área en cuanto a precisión, integridad, continuidad y disponibilidad;
- b) las funciones disponibles en el sistema de navegación de área a fin de lograr la performance requerida;
- c) Los sensores de navegación, integrados en el sistema de navegación de área, que pueden usarse para lograr la performance requerida; y
- d) Los procedimientos de la tripulación de vuelo y otros procedimientos necesarios para lograr la performance mencionada del sistema de navegación de área.

La infraestructura de ayudas para la navegación está relacionada con las ayudas basadas en tierra o en el espacio que se mencionan en cada especificación para la navegación.

1.3 Las especificaciones para la navegación que requieren control (vigilancia) y alerta de la performance de a bordo son especificaciones RNP. Aquellas que no requieren control y alerta de la performance de a bordo se denominan especificaciones RNAV. El uso del control y alerta de la performance de a bordo para distinguir entre RNP y RNAV es conveniente porque expone simplemente el hecho de que hay pocas diferencias y muchos aspectos funcionales comunes entre los sistemas de los aviones que deben realizar las operaciones de vuelo deseadas.

1.4 Una aplicación de navegación es la aplicación de una especificación para la navegación y de la correspondiente infraestructura de ayudas para la navegación de rutas ATS, procedimientos de aproximación por instrumentos y/o un volumen de espacio aéreo definido, de conformidad con el concepto de espacio aéreo. Entre los ejemplos de cómo pueden usarse juntas la especificación para la navegación y la infraestructura de ayudas para la navegación en una aplicación de navegación cabe mencionar las SID y STAR RNAV o RNP, las rutas ATS RNAV o RNP y los procedimientos de aproximación RNP.

2. Uso y alcance de las especificaciones para la navegación

2.1 La mayoría de las especificaciones para la navegación de OACI contenidas en este capítulo fueron elaboradas originalmente para uso regional al fin de responder a los requisitos operacionales de conceptos de espacio aéreo específicos. Algunas aplicaciones de estas especificaciones para la navegación se usan en conceptos de espacio aéreo oceánico o continental remoto; otras se usan en conceptos de espacio aéreo continental o terminal.

2.2 La proliferación de especificaciones para la navegación regional o estatal se evita publicando las especificaciones para la navegación de OACI, que permiten a las regiones y a los Estados utilizar dichas especificaciones en lugar de elaborar otras nuevas.

2.3 La Figura 3-1 – *Aplicación de especificaciones para la navegación por fase de vuelo*, presenta las especificaciones para la navegación y sus correspondientes precisiones. Por ejemplo, demuestra que la designación de una especificación para la navegación oceánica/remota, en ruta o terminal incluye una indicación de la precisión de navegación requerida y que la designación de las especificaciones para la navegación que se utilizan en aproximación final es diferente.

Figura 3-1 - Aplicación de especificaciones para la navegación por fase de vuelo

Especificación para la navegación	Fase de vuelo							
	En ruta oceánica remota	En ruta continental	Llegada	Aproximación				Salida
				Inicial	Intermedia	Final	Frustrada	
RNAV 10 (RNP 10)	10							

RNAV 5		5	5					
RNAV 2		2	2					2
RNAV 1		1	1	1	1		1 ^b	1
RNP 4	4							
RNP 1 Básica			1 ^{a,c}	1 ^a	1 ^a		1 ^{ab}	1 ^{a,c}
RNP APCH				1	1	0.3	1	
RNP AR APCH				1-0.3	1-0.3	0.5-0.1	1-0.1	

a. El uso de la aplicación de navegación está limitado a las STAR y SID únicamente.
b. La aplicación puede usarse después del ascenso inicial en una fase de aproximación frustrada únicamente.
c. Más allá de las 30 NM de distancia del punto de referencia de aeródromo (ARP), el valor de precisión para la alerta pasa a ser 2 NM.

Notas.-

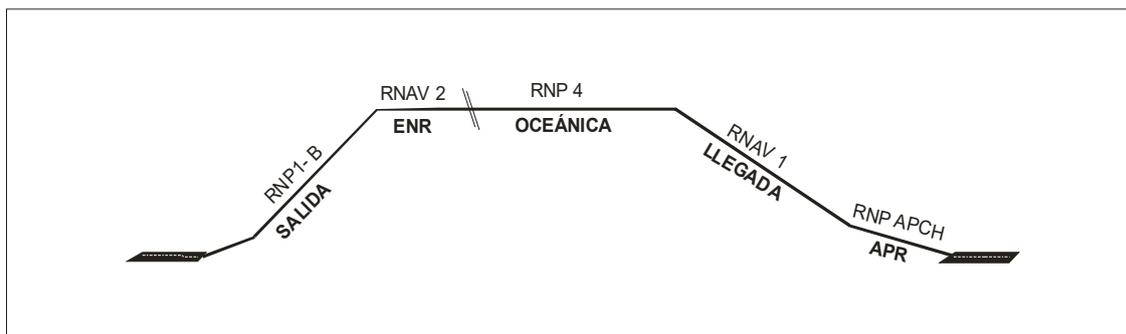
1. Las cifras presentadas en la tabla se refieren a los requisitos de precisión (NM) del 95%
2. RNAV 5 es una especificación para la navegación en ruta que puede utilizarse para la parte inicial de la STAR fuera de las 30 NM y por encima de la MSA.
3. Se espera que la RNP 2 y RNP 1 avanzada se incluirán en una futura revisión del manual de PBN.

2.4 Lo que es más importante, la Figura 3-1 – *Aplicación de especificaciones para la navegación por fase de vuelo*, demuestra que para cualquier operación PBN en particular es posible usar una secuencia de aplicaciones RNAV y RNP. Un vuelo puede comenzar en un espacio aéreo utilizando una SID RNP 1 básica, pasar por un espacio aéreo en ruta y después oceánico que requieren RNAV 2 y RNP 4, respectivamente, y culminar con operaciones de terminal y aproximación que requieren RNAV 1 y RNP APCH (véase la Figura 3-2 - *Ejemplo de una aplicación de especificación RNAV y RNP a rutas ATS y procedimientos por instrumentos*).

2.5 La Figura 3-1 identifica, por ejemplo, en las fases de vuelo de aproximación y aproximación frustrada, varios casos en que se pueden aplicarse diferentes especificaciones para la navegación en las mismas fases de vuelo que dan errores del sistema total (TSE) idénticos. Esto no implica que todas las especificaciones proporcionen una capacidad funcional idéntica. Por consiguiente, en el diseño de los procedimientos es importante exigir la capacidad prevista en la especificación para la navegación apropiada y que el procedimiento este correctamente identificado.

2.6 El procedimiento que ha de realizar el sistema RNAV debe estar codificado en la base de datos; además, el piloto debe asegurarse de que el sistema es capaz de satisfacer los requisitos operacionales para todo el procedimiento.

Figura 3-2 – Ejemplo de una aplicación de especificaciones RNAV y RNP a rutas ATS y procedimientos por instrumentos



2.7 Alcance de las especificaciones para la navegación OACI

2.7.1 Las especificaciones para la navegación OACI (es decir, las incluidas en este capítulo) no comprenden todos los requisitos que pueden especificarse para las operaciones en un espacio aéreo, una ruta o un área en particular. Estos requisitos adicionales están especificados en otros documentos tales como en los reglamentos para las operaciones, publicaciones de información aeronáutica (AIP) y *Procedimientos suplementarios regionales* (Doc 7030) de la OACI. La aprobación operacional está relacionada fundamentalmente con los requisitos de navegación del espacio aéreo; sin embargo, antes que los explotadores y las tripulaciones de vuelo realicen vuelos en un espacio aéreo, la autoridad competente del Estado de ese espacio aéreo requiere que tengan en cuenta todos los documentos operacionales relacionados con ese espacio aéreo.

2.7.2 Compete a los Estados llevar a cabo una evaluación de la seguridad operacional de conformidad con las disposiciones contenidas en el Anexo 11- *Servicios de tránsito aéreo* y los PANS-ATM (Doc 4444), Capítulo 2.

2.8 Especificaciones para la navegación y el proceso de aprobación

2.8.1 Una especificación para la navegación incluida en este manual no constituye por sí misma un texto de orientación reglamentario según el cual se evaluará y aprobará la aeronave o el explotador. Las aeronaves las certifica el Estado de fabricación. Los explotadores son aprobados de conformidad con sus respectivas reglamentaciones nacionales para las operaciones. La especificación para la navegación proporciona los criterios técnicos y operacionales y no implica la necesidad de una recertificación. Por lo tanto, para las especificaciones para la navegación de OACI, aún es necesario seguir un proceso de aprobación, este proceso debe ser realizado utilizando las circulares de asesoramiento (CA) promulgadas por el *Sistema Regional de Cooperación para la Vigilancia de la Seguridad Operacional (SRVSOP)* o utilizando documentos equivalentes, siempre y cuando se apliquen las diferencias necesarias a fin de satisfacer los objetivos establecidos en la especificación para la navegación PBN promulgadas por OACI.

2.8.2 El cumplimiento debería determinarse en función de cada especificación para la navegación pertinente. El cumplimiento de una especificación para la navegación no implica automáticamente el cumplimiento de otra.

Sección 2 – Vigilancia y alerta de la performance de a bordo

1. Introducción

Esta sección trata de los requisitos relacionados con la vigilancia y alerta de la performance de a bordo para la RNP, basados en las implantaciones y especificaciones para la navegación actuales. A tal efecto, el capítulo proporciona primeramente un panorama de las fuentes de error relacionadas con los sistemas RNAV.

2. Componentes y alerta de los errores de navegación

2.1 Navegación lateral

2.1.1 La incapacidad de lograr la precisión de navegación lateral requerida puede deberse a

errores de navegación relacionados con el seguimiento y la determinación de la posición de las aeronaves. Los tres errores principales en el contexto del control y alerta de la performance de a bordo son el error de definición de la trayectoria (PDE), el error técnico de vuelo (FTE) y el error del sistema de navegación (NSE), según se indica en la Figura 3-3 – *Errores de navegación lateral (95%)*, se supone que la distribución de estos errores es independiente, promedio cero y Gaussiana. Por lo tanto, la distribución del error del sistema total (TSE) también es gaussiana con una desviación estándar igual a la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados (RSS) de las desviaciones estándar de estos tres errores.

$$TSE = \sqrt{(PDE)^2 + (FTE)^2 + (NSE)^2}$$

- a) El PDE ocurre cuando la trayectoria definida en el sistema RNAV no corresponde a la trayectoria deseada, es decir, la trayectoria que se espera seguir proyectada en tierra. El uso de un sistema RNAV para fines de navegación presupone que una trayectoria definida que representa la derrota que se espera seguir está cargada en la base de datos de navegación.

No se puede definir una trayectoria congruente y repetible para un viraje que permite un viraje de paso en un punto de recorrido (WPT), que requiere el sobrevuelo de un WPT o que ocurre cuando la aeronave alcanza una altitud deseada (véase el Capítulo 2 del Volumen III, Parte II de este manual para una mayor explicación). En estos casos, la base de datos de navegación contiene una trayectoria de vuelo deseada punto a punto, pero no puede hacer que el sistema RNAV defina una trayectoria de paso o de sobrevuelo y realice una maniobra.

Sin una trayectoria definida, no se pueden determinar el PDE y el FTE significativos, de lo que resulta la variabilidad en el viraje. Por el contrario, cuando se usa un tramo de transición de radio constante al punto de referencia (RF) o una transición de radio fijo (FRT), como ocurre en algunas especificaciones RNP (véase más adelante), puede definirse una trayectoria y, por lo tanto, pueden determinarse los PDE y FTE. Tampoco puede definirse una trayectoria determinista, repetible, cuando se trata de trayectorias basadas en rumbo, por lo que la variabilidad de trayectoria que resulta de ello se adapta en el diseño de la ruta. Se ha demostrado que el PDE es insignificante, siempre que no exista un error sistemático tal como un error de codificación de la base de datos de navegación o un error debido a una referencia geodésica inadecuada (otra que no sea WGS-84).

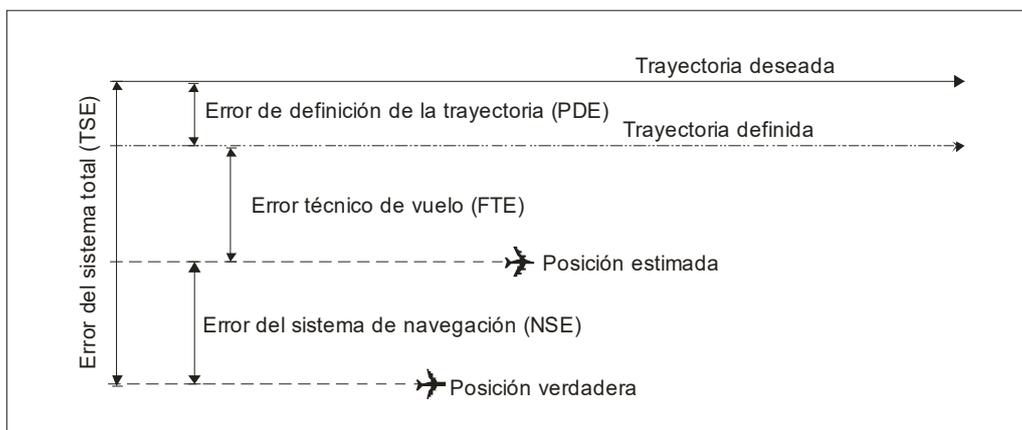
- b) El FTE se relaciona con la tripulación de vuelo o la capacidad del piloto automático para mantener la trayectoria o la derrota definida, e incluye todo error del sistema de presentación en pantalla [por ejemplo, el error de centrado del indicador de desviación de curso (CDI)]. El FTE es una característica de la performance del piloto cuando utiliza el director de vuelo (FD) o de la performance del piloto automático cuando guía la aeronave sobre una trayectoria de vuelo definida por el FMS. El FTE tiene una distribución estadística lateral. El FTE puede vigilarse mediante el piloto automático o los procedimientos de la tripulación de vuelo; la medida en que estos procedimientos necesitan apoyo de otros medios depende, por ejemplo, de la fase de vuelo y del tipo de operaciones. Este apoyo para la vigilancia lo puede proporcionar una presentación cartográfica o de pantalla.

Nota.- El FTE algunas veces se menciona como error de control de la trayectoria (PSE).

- c) El NSE se refiere a la diferencia entre la posición estimada de la aeronave y la posición real. El NSE es el error causado por el sistema de navegación cuando calcula la posición de la aeronave. El NSE tiene una distribución estadística circular alrededor de la posición verdadera de la aeronave. A partir de esta distribución circular, es posible derivar una componente lateral de la NSE, que es relevante para la navegación RNP lateral.

Nota.- El NSE algunas veces se menciona como error de estimación de la posición (PEE).

Figura 3-3 – Errores de navegación lateral (95%)

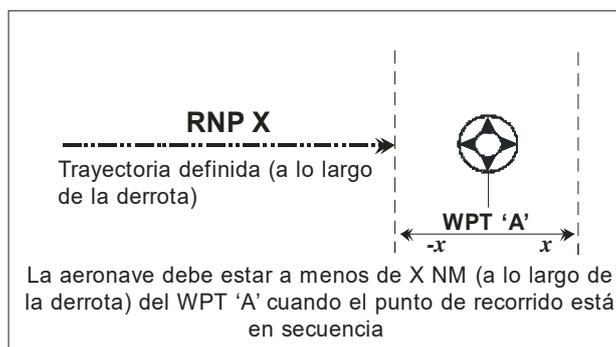


2.2 Navegación longitudinal

2.2.1 La performance longitudinal implica navegación con respecto a una posición a lo largo de la derrota (por ejemplo control 4-D). Sin embargo, actualmente no hay especificaciones para la navegación que requieran control 4-D y no hay FTE en la dimensión longitudinal. Las especificaciones para la navegación actuales definen los requisitos de precisión a lo largo de la derrota, que incluye el NSE y PDE. El PDE se considera insignificante. La precisión a lo largo de la derrota afecta a la notificación de la posición (por ejemplo, “10 NM hasta ABC”) y el diseño de procedimientos (por ejemplo, altitudes mínimas del segmento en que la aeronave puede comenzar el descenso una vez atravesado un WPT).

2.2.2 El requisito de precisión de las especificaciones RNAV y RNP está definido para las dimensiones lateral y lo largo de la derrota (longitudinal). Los requisitos de control y alerta de la performance de a bordo de las especificaciones RNP están definidos para la dimensión lateral para evaluar el cumplimiento de la aeronave. Sin embargo, el NSE se considera como un error radial de manera que el control y alerta de la performance de a bordo se proporciona en todas las direcciones (véase la Figura 3-4 – Errores de navegación a lo largo de la derrota (95%)).

Figura 3-4 – Errores de navegación a lo largo de la derrota



3. Función de la vigilancia y alerta de la performance de a bordo

3.1 Las capacidades de vigilancia y alerta de la performance de a bordo satisfacen dos necesidades, una a bordo de la aeronave y otra en el diseño del espacio aéreo. La garantía de la performance del sistema de a bordo es implícita para las operaciones RNAV. Los sistemas RNAV, basados en los criterios de aeronavegabilidad existentes, sólo son necesarios para demostrar la función y la performance previstas empleando requisitos explícitos que se interpretan de modo amplio. El resultado es que si bien la performance nominal del sistema RNAV puede ser muy buena,

se caracteriza por la variabilidad de la funcionalidad del sistema y de la performance de vuelo conexas. Los sistemas RNP proporcionan un medio para reducir al mínimo la variabilidad y asegurar operaciones de vuelo fiables, repetibles y predecibles.

3.2 El control y alerta de la performance de a bordo permite a la tripulación de vuelo detectar si el sistema RNP satisface la performance de navegación requerida en la especificación para la navegación o si no la satisface. El control y alerta de la performance de a bordo está relacionada con la performance de navegación lateral y longitudinal.

3.3 El control y alerta de la performance de a bordo se concentra en la performance del sistema de navegación de área:

- a) “de a bordo” significa explícitamente que el control y alerta de la performance se efectúan a bordo de la aeronave y no en otra parte, por ejemplo, usando un monitor de conformidad con la ruta basado en tierra o vigilancia ATC. En el control y alerta de la performance de a bordo, el elemento de vigilancia está relacionado con los FTE y NSE. El error de definición de la trayectoria (PDE) se restringe por medio de la integridad de la base de datos y requisitos funcionales de la trayectoria definida, y se considera insignificante.
- b) “control o vigilancia” se refiere a la vigilancia de la performance de la aeronave con respecto a su capacidad para determinar los errores de posición y para mantener la trayectoria deseada.
- c) “alerta” tiene relación con vigilancia: si el sistema de navegación de la aeronave no actúa lo suficientemente bien, se alertará a la tripulación de vuelo.

3.4 Los requisitos de control y alerta podrían satisfacerse mediante:

- a) un sistema de navegación de a bordo que tenga capacidad de control y alerta NSE (por ejemplo, algoritmo RAIM o FDE) más una presentación de navegación lateral (por ejemplo, indicador CDI) que permita a la tripulación de vuelo vigilar el FTE. Como se supone que el PDE es insignificante, el requisito se satisface porque se vigilan el NSE y FTE, lo que conduce a una vigilancia del TSE; o
- b) un sistema de navegación de a bordo que tiene capacidad de control y alerta del TSE.

3.5 El efecto neto de lo anterior es evidente en el TSE (véase Figura 3-3 – *Errores de navegación lateral (95%)*).

3.6 En la Figura 3-5 – *Efecto del control y alerta de la performance de a bordo en el TSE*, las especificaciones RNP X que no requieren RF o FRT tienen mucho en común con las especificaciones RNAV con respecto al PDE puesto que la trayectoria deseada no está definida; esto da como resultado la necesidad de prever un espacio aéreo protegido adicional en el viraje.

3.7 El concepto PBN emplea la expresión control y alerta de la performance de a bordo en vez del término “confinamiento”. Esto es para evitar confusión entre los usos actuales de “confinamiento” en varios documentos sobre diferentes campos de especialidad. Por ejemplo:

- a) “Confinamiento” se refiere a la región dentro de la cual la aeronave debe permanecer el 95% del tiempo. Los términos conexos han sido “valor de confinamiento” y “distancia de confinamiento” y la correspondiente protección del espacio aéreo a cada lado de una ruta RNAV ATS.
- b) En el marco de las normas RTCA/DO-236 y EUROCAE/ED-75, “confinamiento” se refiere a la región en que permanecerá la aeronave cuando no hay alerta (probabilidad de 0,99999) y define un requisito con respecto a con qué frecuencia ocurrirá una alerta (0,9999). Los términos relacionados son “límite de confinamiento”, “integridad de confinamiento”,

“continuidad de confinamiento”, y “región de confinamiento”.

- c) En los textos del Doc 9168 - PANS-OPS, “confinamiento” se refiere a la región utilizada para definir el margen de franqueamiento de obstáculos, y se espera que la aeronave permanezca dentro o por encima de la superficie (independientemente de la alerta) con una probabilidad muy elevada. Los términos conexos han sido “área de confinamiento”, “confinamiento del espacio aéreo”, “confinamiento para franqueamiento de obstáculos” y las áreas de protección relacionadas con los obstáculos.

Figura 3-5 - Efecto del control y alerta de la performance de a bordo en el TSE

	Especificación RNAV	Especificaciones RNP	
		Especificación RNP X que no requiere RF o FRT	Especificación RNP X que requiere RF o FRT
NSE (vigilancia y alerta)	El NSE sólo se observa mediante verificaciones cruzadas del piloto; no da alerta sobre error de posición.	Alerta sobre precisión e integridad de la posición.	
FTE (vigilancia)	Controlado por el sistema de a bordo o por un procedimiento de la tripulación de vuelo.	Controlado por el sistema de a bordo o por un procedimiento de la tripulación de vuelo.	
PDE (vigilancia)	Generalmente insignificante; la trayectoria deseada no está definida en virajes de paso, de sobrevuelo ni condicionales.		Generalmente insignificante; trayectoria definida en RF y FRT.
EFEECTO NETO EN EL TSE	Distribución TSE no limitada. Además, la amplia variación en los resultados de la performance en los virajes hace que sea necesaria la protección adicional en los virajes.	Distribución TSE limitada, pero es necesaria la protección adicional de la ruta en los virajes.	Distribución TSE limitada; no es necesaria la protección adicional de la ruta en los virajes si los virajes están definidos por RF o FRT.

3.8 Las expresiones anteriores de la OACI “valor de confinamiento” y “distancia de confinamiento” han sido reemplazadas por la precisión de navegación del TSE.

3.9 Requisitos de control y alerta de la performance para la RNP

3.9.1 RNP 4, RNP 1 básica y RNP APCH

3.9.1.1 Los requisitos de control y alerta de la performance para la RNP 4, RNP 1 básica y RNP APCH tienen terminología y aplicación comunes. Cada una de estas especificaciones para la navegación RNP incluye requisitos para las siguientes características:

- Precisión: El requisito de precisión define el 95% de TSE para aquellas dimensiones en las que se especifica un requisito de precisión. El requisito de precisión se armoniza con las especificaciones para la navegación RNAV y es siempre igual al valor de precisión. Un aspecto único de las especificaciones para la navegación RNP es que la precisión es una de las características de performance que se vigilan, como se describe en el párrafo siguiente.
- Control o vigilancia de la performance: La aeronave o la aeronave y el piloto combinados, deben vigilar el TSE y dar la alerta si el requisito de precisión no se satisface o si la probabilidad de que el TSE exceda dos veces el valor de precisión es superior a 10^{-5} . En la medida que para satisfacer este requisito se utilicen procedimientos operacionales, el

procedimiento de la tripulación de vuelo, las características del equipo y la instalación se evalúan por su eficacia y equivalencia.

- c) Fallas de la aeronave: La falla del equipo de la aeronave se considera en los reglamentos de aeronavegabilidad. Las fallas se clasifican por la gravedad del efecto en la aeronave, y el sistema debe ser diseñado para reducir la probabilidad de fallas o para mitigar su efecto. Las fallas comprenden tanto el funcionamiento deficiente (el equipo funciona pero no tiene el rendimiento apropiado), como la pérdida de funciones (el equipo deja de funcionar). Los requisitos dobles del sistema se determinan basándose en la continuidad operacional (por ejemplo, operaciones en áreas oceánicas y remotas). Los requisitos respecto a las características de las fallas de las aeronaves no son requisitos únicos de las especificaciones para la navegación RNP.
- d) Fallas de la señal en el espacio: Las características de la señal en el espacio para la navegación se tratan en el Anexo 10 — *Telecomunicaciones aeronáuticas* y son responsabilidad del ANSP.

3.9.1.2 El requisito de control de la performance es único de las especificaciones para la navegación RNP. El efecto neto de las especificaciones para la navegación RNP es prever una limitación de la distribución del TSE. Dado que se supone que el error de definición de la trayectoria es insignificante, el requisito de vigilancia se reduce a los otros dos componentes del TSE, es decir, FTE y NSE. Se supone que el FTE es un proceso estocástico ergódico¹ dentro de un modo de control de vuelo dado. Como resultado, la distribución del FTE es constante durante un modo de control de vuelo dado. Sin embargo, en comparación, la distribución del NSE varía con el tiempo debido a varias características cambiantes, principalmente:

- a) sensores de navegación seleccionados: los sensores de navegación que se usan para estimar la posición, tales como GNSS o DME/DME;
- b) geometría relativa de la posición de la aeronave con respecto a las ayudas para la navegación que dan apoyo: todas las radioayudas para la navegación tienen esta variabilidad básica, aunque las características específicas cambian. La performance del GNSS resulta afectada por la geometría relativa de los satélites en comparación con la aeronave (las líneas de posición deberían estar bien distribuidas en el espacio aéreo para dar apoyo a una buena resolución en el espacio y el tiempo). Las soluciones para la navegación DME/DME resultan afectadas por el ángulo de inclusión entre los dos DME de la aeronave (90° es óptima) y la distancia a los DME, puesto que el transpondedor DME de la aeronave puede tener errores de aumento de alcance cuando aumenta la distancia;
- c) unidades de referencia inercial - características de los errores: los errores aumentan con el tiempo transcurrido desde la última vez en que se actualizaron.

3.10 Aplicación del control y alerta de la performance a las aeronaves

3.10.1 Si bien el TSE puede cambiar considerablemente con el tiempo por varias razones, incluidas las mencionadas antes, las especificaciones para la navegación RNP aseguran que la distribución del TSE es adecuada para la operación. Esto es el resultado de dos requisitos relacionados con la distribución TSE, que son:

- a) el requisito de que el TSE es igual o menor que la precisión requerida para el 95% del tiempo

¹. Un proceso ergódico es un proceso en el que cada secuencia o muestra grande es igualmente representativa del todo. Por cierto, esto no es necesariamente así en todas las operaciones de los sistemas RNAV y RNP, especialmente cuando interviene la operación manual, pero cuando el promedio se hace con una cantidad grande de operaciones esta hipótesis es válida.

de vuelo; y

- b) la probabilidad de que el TSE de cada aeronave exceda el límite de TSE especificado (igual a dos veces el valor de la precisión) sin indicación es inferior a 10^{-5} .

3.10.2 Típicamente, el requisito de TSE 10^{-5} impone una restricción mayor a la performance. Por ejemplo, con cualquier sistema que tenga TSE con una distribución normal de error lateral, el requisito de vigilancia de 10^{-5} limita la desviación estándar a $2 \times (\text{valor de precisión})/4,45 = \text{valor de precisión}/2,23$, mientras que el requisito del 95% hubiera permitido que la desviación estándar sea tan grande como el valor de precisión/1,96.

3.10.3 Es importante señalar que si bien estas características definen los requisitos mínimos que se deben cumplir, no definen la distribución real del TSE. Cabe esperar que la distribución real del TSE sea típicamente mejor que la indicada en el requisito, pero si se desea usar un valor TSE inferior debe haber pruebas de la performance real.

3.10.4 Al aplicar el requisito de vigilancia de la performance a las aeronaves, puede haber una variabilidad considerable en la forma en que se controlan los errores:

- a) Algunos sistemas vigilan separadamente los errores laterales y los errores a lo largo de la derrota reales, mientras que otros vigilan el NSE radial para simplificar la vigilancia y no depender de la derrota de la aeronave, por ejemplo, basándose en distribuciones elípticas 2-D típicas de los errores.
- b) Algunos sistemas incluyen el FTE en el monitor tomando el valor del FTE del momento como una tendencia en la distribución del TSE.
- c) Para los sistemas GNSS básico, la precisión y los requisitos de 10^{-5} se satisfacen como un subproducto de los requisitos ABAS definidos en las normas del equipo y la distribución del FTE para las presentaciones normalizadas del indicador de desviación de curso (CDI).

3.10.5 Es importante que el control de la performance no se considere como vigilancia de errores. Se dará la alerta del control de la performance cuando el sistema no pueda garantizar, con suficiente integridad, que la posición cumple el requisito de precisión. Cuando se dé esa alerta, probablemente la razón sea la pérdida de la capacidad de validar los datos de posición (una razón posible es que los satélites no sean suficientes). Para una situación como esa, la posición más probable de la aeronave en ese momento será exactamente la misma posición que la indicada en la presentación para el piloto. Suponiendo que se ha seguido correctamente la derrota deseada, el FTE estaría dentro de los límites obligatorios y, por lo tanto, la probabilidad de que el TSE exceda dos veces el valor de precisión justo antes de dar la alerta es de aproximadamente 10^{-5} . Sin embargo, no puede suponerse que simplemente porque no hay alerta el TSE es inferior a dos veces el valor de precisión: el TSE puede ser mayor. Un ejemplo es el de las aeronaves que representan el FTE basándose en una distribución de errores sistemáticos: en esos sistemas, si el FTE llega a ser grande, el sistema no dará la alerta aun cuando el TSE sea muchas veces más grande que el valor de precisión. Por esta razón, los procedimientos operacionales para vigilar el FTE son importantes.

3.11 Aplicación del control y alerta de la performance a las evaluaciones de riesgos

3.11.1 Los requisitos de control y alerta de la performance para RNP 4, RNP 1 básica y RNP APCH no eliminan la necesidad de las evaluaciones de la seguridad operacional, que emplean medidas de riesgos tales como colisiones por hora o desviaciones fuera del área de franqueamiento de obstáculos durante una aproximación, a fin de determinar las mínimas de separación y los criterios de franqueamiento de obstáculos para estas rutas. Puesto que la relación entre el nivel de riesgo de colisión, precisión y espaciamiento entre rutas o franqueamiento de obstáculos generalmente es compleja, no es correcto suponer simplemente que el espaciamiento entre rutas apropiado (derrota a derrota) es cuatro veces el valor de precisión, o suponer que el franqueamiento

de obstáculos es dos veces el valor de precisión. Por ejemplo, el riesgo de colisión entre aeronaves o entre aeronaves y obstáculos depende de la probabilidad de la pérdida de separación en la dimensión que se está considerando y de la exposición a ese riesgo de pérdida de separación. La exposición puede evaluarse con respecto al tiempo (por ejemplo, el tiempo que toma llevar a cabo una operación de aproximación) o con respecto al número de sucesos riesgosos (por ejemplo, la cantidad de aeronaves que se pasarán en una hora).

3.11.2 La evaluación de la seguridad operacional puede utilizar los requisitos de control y alerta de la performance para prever una limitación de la distribución del TSE en cada dimensión, y la limitación de la distribución resultante deberá ser validada. Además, el alcance de estas distribuciones limitantes debería ser objeto de atención especial puesto que no abarcan, por ejemplo, el error humano. Además, los errores de la base de datos de navegación no están previstos en las especificaciones para la navegación basada en la PBN. Es bien sabido que los errores “garrafales” son una fuente importante de errores de navegación y que, a medida que la precisión aumenta con la aplicación del GNSS, se transforma en la fuente de riesgo más importante. Tradicionalmente, el Grupo de expertos sobre separación y seguridad del espacio aéreo (SASP) de la OACI ha tenido en cuenta esto en las evaluaciones de la seguridad operacional para determinar las mínimas de separación.

3.11.3 Si bien los criterios de franqueamiento de obstáculos determinados por el Grupo de expertos sobre procedimientos de vuelo por instrumentos (IFPP) de la OACI tradicionalmente se basan en el caso sin fallas, muchas veces ha ocurrido que con los métodos de navegación modernos basados en el GNSS la integridad y la continuidad del servicio son de importancia crítica para el nivel de seguridad operacional obtenido. Las desviaciones que resultan de una mezcla de performance sin fallas y algunas fallas (pero no todas) en que estas desviaciones no se indican han llegado a ser evidentes. Por lo tanto, es necesario tener mucho cuidado con respecto al alcance preciso de las evaluaciones de la seguridad operacional pertinentes.

3.11.4 Al realizar una evaluación de la seguridad operacional, los Estados pueden optar por tener en cuenta que la distribución del conjunto (de todas las aeronaves que operan en la ruta o el procedimiento) tendrá un TSE mejor que la distribución limitante que permiten los requisitos de vigilancia y alerta de la performance. Sin embargo, cuando se procede de este modo se deben tener pruebas de la performance real que se logra.

3.12 Aplicación del control y alerta de la performance a la RNP AR APCH

3.12.1 Los requisitos de control y alerta de la performance para la RNP AR APCH incluyen muchas características que son las mismas que para la RNP 4, RNP 1 básica y RNP APCH. Sin embargo en el caso de la RNP AR APCH, estos requisitos pueden ser más estrictos y pueden aplicarse varios requisitos adicionales para vigilar o controlar más cada fuente de error. Básicamente hay dos modos para determinar los criterios de franqueamiento de obstáculos por medio de análisis. Uno es derivar el margen de franqueamiento de obstáculos a partir del nivel deseado de seguridad operacional, dados los requisitos de la aeronave predefinidos y las medidas de mitigación operacional. El otro modo es derivar los requisitos de la aeronave y las medidas de mitigación operacional del nivel de seguridad operacional deseado, dados los criterios predefinidos de franqueamiento de obstáculos. Cuando se sigue este último método, es decir, si se ha establecido primero el margen de franqueamiento de obstáculos para las operaciones RNP AR APCH, para comprender la metodología utilizada para la RNP AR APCH es de importancia vital tener una anchura total de cuatro veces el valor de precisión (\pm dos veces el valor de precisión centrado en la trayectoria) según el cual se elaboraron los requisitos de la aeronave y las medidas de mitigación operacional para alcanzar el nivel deseado de seguridad operacional.

3.12.2 En el caso del GNSS, el requisito de señal en el espacio para la RNP AR APCH no se basa en el NSE. Por el contrario, está descrito en términos del TSE para asegurar un riesgo aceptable de que la aeronave salga del área de franqueamiento de obstáculos. Los requisitos de falla de la aeronave son más limitativos; los requisitos de vigilancia y alerta de la performance están definidos de un modo más estricto para muchas fuentes de error.

3.13 Requisitos de control y alerta de la performance del sistema

3.13.1 Como ejemplos de los valores para la RNP 1 básica se dan los siguientes:

- a) *Precisión*: Durante las operaciones en el espacio aéreo o en rutas designadas como RNP 1 básica, el error lateral del sistema total no excederá de ± 1 NM para, por lo menos, 95% del tiempo total de vuelo. El error a lo largo de la derrota tampoco excederá de ± 1 NM para, por lo menos, 95% del tiempo total de vuelo.
- b) *Integridad*: El mal funcionamiento del equipo de navegación de la aeronave se clasifica como una condición de falla importante en virtud de los reglamentos de aeronavegabilidad (es decir, 10^{-5} por hora).
- c) *Continuidad*: La pérdida de función se clasifica como una condición de falla de menor importancia si el explotador puede revertir a un sistema de navegación diferente y dirigirse a un aeropuerto adecuado.
- d) *Vigilancia y alerta de la performance*: El sistema RNP, o el sistema RNP y el piloto combinados, darán una alerta si el requisito de precisión no se cumple o si la probabilidad de que el TSE lateral exceda de 2 NM es superior a 10^{-5} .
- e) *Señal en el espacio*: Si se usa GNSS, el equipo de navegación de la aeronave dará la alerta si la probabilidad de que los errores de señal en el espacio causen un error de posición lateral superior a 2 NM excede de 10^{-7} por hora (Anexo 10, Volumen I, Tabla 3.7.2.4-1).

Sección 3 – Consideraciones sobre la evaluación de la seguridad operacional

1. Introducción

4.1. Los Capítulos 5 y 6 de este volumen contienen especificaciones para la navegación que se aplican en un concepto de espacio aéreo. Cuando se aplica una especificación para la navegación deben evaluarse varios aspectos de la seguridad operacional.

4.2. Los planificadores deberían consultar los siguientes documentos de referencia:

- a) Manual de gestión de la seguridad operacional (Doc 9859), Capítulo 13, que contiene orientación sobre la realización de evaluaciones de la seguridad operacional.
- b) Manual sobre la metodología de planificación del espacio aéreo para determinar las mínimas de separación (Doc 9689), que proporciona información sobre la cuantificación del efecto que las mínimas de separación tienen sobre la seguridad operacional del tránsito aéreo.
- c) Procedimientos para los servicios de navegación aérea — Operación de aeronaves (PANS-OPS) (Doc 8168), Volumen II, que contiene criterios de diseño para rutas y procedimientos ATS.
- d) Manual de diseño de procedimientos de performance de navegación requerida con autorización obligatoria (RNP AR) (Doc 9905), que contiene criterios de diseño para procedimientos RNP AR APCH.
- e) *Procedimientos para los servicios de navegación aérea — Gestión del tránsito aéreo* (PANS-ATM) (Doc 4444), que contiene mínimas de separación.

4.3. El texto que sigue ofrece un panorama de algunas de las características de performance que es necesario considerar cuando se realiza una evaluación de la seguridad operacional. La *Figura 3-6 – Referencias para la evaluación de la seguridad operacional de las especificaciones para la navegación*, contiene referencias cruzadas entre las referencias a la evaluación de la seguridad operacional y las especificaciones para la navegación de los Capítulos 5 y 6 de este volumen.

2. Performance de las aeronaves

2.1 *Performance normal:* La precisión lateral se trata en cada una de las especificaciones para la navegación de los Capítulos 5 y 6 de este volumen. La precisión lateral se expresa en términos de un valor en millas marinas (NM) a cada lado del eje de la derrota deseada. Se espera que la aeronave no exceda ese valor lateral del eje de la derrota deseada durante el 95% del tiempo. La precisión longitudinal también se define como la precisión de la notificación de la distancia o el lugar del punto de referencia.

2.2 *Errores que no son normales:* Las especificaciones para la navegación que figuran en el Capítulo 5 de este volumen no definen la performance de la aeronave en los casos de errores que no son normales. Este tipo de errores incluye fallas del sistema RNAV así como también errores “crasos”, tales como la selección de una ruta equivocada. Las especificaciones para la navegación que figuran en el Capítulo 6 de este volumen tratan algunos de los errores que no son normales por medio de los requisitos de vigilancia y alerta de la performance de a bordo, incluidas las condiciones de fallas de las aeronaves y de señales en el espacio. Los errores crasos no se incluyen en los requisitos de vigilancia y alerta de la performance de a bordo y deben tratarse por medio de procedimientos e instrucción de la tripulación de vuelo, detección por medio de la vigilancia o separación adicional.

3. Fallas de los sistemas

3.1 La evaluación de la seguridad operacional debe considerar aeronaves que tienen sistemas de navegación únicos, cuando se permiten en una especificación para la navegación dada. Las posibles medidas de mitigación se identifican considerando la naturaleza de la falla del sistema de la aeronave, otros medios de navegación disponibles y el entorno CNS/ATM disponible.

3.2 En un entorno de vigilancia, una aeronave con una falla de la capacidad de navegación normalmente podría ser bien atendida por el ATC. Cuando no hay vigilancia, es necesario considerar dos situaciones: 1) la falla completa del sistema RNAV; y 2) la posibilidad de que el sistema de navegación de la aeronave tenga un error de posición que no ha sido notificado. En cualquiera de esos casos, las medidas de mitigación deberán ser identificadas e incorporadas en los procedimientos de operación a fin de implantar la aplicación de navegación.

3.3 Las posibles medidas de mitigación dependerán del entorno ATM. Por ejemplo, en el caso de una falla de todo el sistema de navegación de una aeronave, cuando la aplicación de navegación se implanta en un entorno de poco tránsito y no se tiene la intención de implantar en el futuro derrota poco espaciadas, la capacidad de navegación autónoma (inercial o a estima) puede proporcionar reversión suficiente. En los casos en que existe un plan para implantar rutas poco espaciadas, una medida de mitigación posible podría ser aumentar la separación entre las aeronaves para que sea posible llevar a cabo operaciones seguras en un entorno basado en los procedimientos. En un entorno sin vigilancia, las especificaciones para la navegación RNP tratan la cuestión de los errores de posición que no han sido notificados por medio de los requisitos de control y alerta de la performance de a bordo.

4. Infraestructura

4.1 Falla del entorno de ayudas para la navegación

4.1.1 Las repercusiones de las fallas del entorno de ayudas para la navegación dependen de qué ayudas se empleen para la operación. En el caso de la mayoría de las ayudas para la navegación basadas en tierra, el número de aeronaves que usan una ayuda dada generalmente es pequeño. Dependiendo de la cantidad de ayudas para la navegación disponibles, la pérdida de una sola instalación VOR o DME quizá no resulte en la pérdida de la capacidad para determinar la posición. La infraestructura de ayudas para la navegación y el grado de redundancia de las ayudas deberán ser estudiados específicamente. La capacidad de navegación inercial también debería considerarse con las medidas de mitigación de la infraestructura de ayudas para la navegación basadas en tierra para una población de aeronaves escasa.

4.1.2 Cuando se planifica que el GNSS sea la fuente principal o única de determinación de la posición, es necesario considerar las repercusiones de la pérdida de la capacidad de navegación, no sólo de una sola aeronave, sino de una población de aeronaves predeterminada en un espacio aéreo especificado. *El Manual sobre el sistema mundial de navegación por satélite (GNSS)* (Doc 9849) proporciona orientación para cuando se prevé usar el GNSS. Cuando se propone la vigilancia ATS como mitigación, es necesario considerar si es aceptable la consiguiente carga de trabajo del ATC, en la eventualidad de una pérdida casi simultánea de la capacidad de navegación de varias aeronaves. La probabilidad de la interrupción del servicio GNSS también debería considerarse en la evaluación.

4.1.3 Si se considera que la probabilidad de la interrupción del servicio es inaceptable y que la carga de trabajo del ATC no sería aceptable y que, por lo tanto, confiar únicamente en la vigilancia ATS como una solución para mitigar la situación es inaceptable, otra medida de mitigación podría ser el requisito de que las aeronaves tengan instalada una capacidad de navegación alternativa. Un ejemplo podría ser el requisito de tener instalada capacidad de navegación inercial. Otras medidas de mitigación posibles, dependiendo de la especificación para la navegación que podría implantarse, sería el requisito de disponer de información alternativa de una ayuda de tierra para la navegación como solución para la determinación de la posición mediante el sistema RNAV.

4.2 Vigilancia y comunicaciones ATS

4.2.1 Además de considerar los requisitos de performance de las aeronaves que corresponden a la especificación para la navegación que se prevé implantar, y la infraestructura de ayudas para la navegación disponibles (para capacidad de navegación primaria y de reversión), deben considerarse las contribuciones de la vigilancia y las comunicaciones ATS a fin de lograr el TLS deseado para el espaciado entre rutas. La vigilancia y las comunicaciones ATS pueden examinarse a fin de determinar qué medidas de mitigación para los errores de navegación podrían proveer.

4.2.2 La disponibilidad de vigilancia ATS a lo largo de la ruta es un elemento importante para determinar si el espaciado deseado entre rutas para la implantación prevista (es decir, la aplicación de navegación) dará apoyo al TLS. También se debe tener en cuenta la magnitud de la redundancia en la capacidad de vigilancia ATS.

4.2.3 Con excepción de las especificaciones para la navegación implantadas en el espacio aéreo oceánico o continental remoto, donde pueden encontrarse HF, SATCOM y/o CPDLC, el requisito de comunicaciones ATS es VHF vocal. En algunos Estados, también se dispone de UHF vocal en apoyo de operaciones militares. Además de tener en cuenta las comunicaciones disponibles, debería considerarse la calidad de la recepción de las comunicaciones (señal fuerte o débil).

4.2.4 La eficacia de la intervención del ATC en caso de que una aeronave no siga el eje de la ruta debe considerarse. En particular, la carga de trabajo del controlador en un entorno de mucha actividad puede demorar el conocimiento por parte del ATC de una desviación inaceptable del eje de la ruta más allá del punto en que se mantiene el TLS.

Figura 3-6 - Referencias para la evaluación de la seguridad operacional de las especificaciones para la navegación

<i>Especificación para la navegación</i>	<i>Referencias para la evaluación de la seguridad operacional</i>	<i>Notas</i>
--	---	--------------

<i>Especificación para la navegación</i>	<i>Referencias para la evaluación de la seguridad operacional</i>	<i>Notas</i>
RNAV 10 <i>Nota.</i> — Retiene la designación de RNP 10 en la implantación	1) <i>Procedimientos suplementarios regionales</i> (Doc 7030) 2) <i>Manual sobre la metodología de planificación del espacio aéreo para determinar las mínimas de separación</i> (Doc 9689) 3) <i>Procedimientos para los servicios de navegación aérea — Gestión del tránsito aéreo</i> (PANS-ATM) (Doc 4444)	
RNAV 5	EUROCONTROL, estudio sobre espaciamento entre rutas B-RNAV, European Region Area Navigation (RNAV) Guidance Material (ICAO EUR Doc 001, RNAV/5)	
RNAV 2	Se elaborará.	
RNAV 1	EUROCONTROL, evaluación de la seguridad operacional del espaciamento entre rutas P-RNAV y la separación de aeronaves	
RNP 4	1) <i>Procedimientos suplementarios regionales</i> (Doc 7030) 2) <i>Manual sobre la metodología de planificación del espacio aéreo para determinar las mínimas de separación</i> (Doc 9689) 3) <i>Procedimientos para los servicios de navegación aérea — Gestión del tránsito aéreo</i> (PANS-ATM) (Doc 4444)	
RNP 2	Se elaborará.	Especificación para la navegación, en preparación
RNP 1 básica	<i>Procedimientos para los servicios de navegación aérea — Operación de aeronaves</i> (PANS-OPS) (Doc 8168), Volumen II	
RNP 1 avanzada	Se elaborará.	Especificación para la navegación, en preparación

<i>Especificación para la navegación</i>	<i>Referencias para la evaluación de la seguridad operacional</i>	<i>Notas</i>
RNP APCH	<i>Procedimientos para los servicios de navegación aérea — Operación de aeronaves (PANS-OPS) (Doc 8168), Volumen II</i>	
RNP AR APCH	<i>Manual de diseño de procedimientos de performance de navegación requerida con autorización obligatoria (RNP AR) (Doc 9905), en preparación</i>	

Sección 4 – Sistemas de navegación de área de a bordo

1. Generalidades

1.1 Existen actualmente numerosos tipos de equipos RNAV y RNP aprobados, que abarcan una amplia gama de capacidades y perfeccionamiento.

1.2 El término FMS o FMGS, se utiliza a menudo para describir todo sistema que proporciona algún tipo de asesoramiento o de capacidad de control directo para la navegación (lateral y vertical), para el control del combustible, para la planificación de las rutas, etc.

1.3 También se dispone de sistemas que se conocen con nombres tales como sistemas de gestión de la performance, sistemas de control del combustible, sistemas de control de gestión de vuelo y sistemas de gestión de la navegación. En este documento, el término FMS/FMGS se empleará en un sentido general y no para hacer referencia a ningún tipo de sistema específico.

1.4 En la actualidad, numerosas aeronaves de transporte aéreo comercial disponen de un FMS/FMGS, cuya instalación forma parte integrante del sistema de aviónica. El núcleo del FMS/FMGS, es una computadora que para la navegación lateral cuenta con una amplia base de datos, lo que permite reprogramar muchas rutas e introducirlas en el sistema mediante un cargador de datos. Cuando está en funcionamiento, el sistema actualiza constantemente la exactitud de la posición mediante referencia a ayudas de navegación convencionales y sistemas autónomos, gracias a la base de datos perfeccionada, se logrará seleccionar automáticamente las ayudas más apropiadas.

1.5 Según lo expuesto anteriormente, el equipo RNAV puede aceptar diversos datos de entrada de navegación provenientes de uno o múltiples sensores de navegación; en consecuencia, es conveniente examinar las características generales de los siguientes equipos de a bordo RNAV:

- a) Radiofaro omnidireccional VHF (de muy alta frecuencia) con equipo radiotelemétrico incorporado (VOR/DME);
- b) Sistema de navegación inercial (INS);
- c) doble DME (DME/DME); y
- d) Sistemas mundiales de navegación por satélite (GNSS).

2. Radiofaro omnidireccional VHF con equipo radiotelemétrico (VOR/DME)

Dentro de la categoría de sistemas RNAV basados en VOR/DME, existe una gran variedad en cuanto a capacidad. Posiblemente, el menos complejo entre estos equipos sea el sistema que utiliza el movimiento de la estación VOR/DME. Efectivamente, este tipo de RNAV

desplaza electrónicamente la instalación VOR/DME seleccionada (en función de una distancia y marcación calculadas y establecidas por el explotador) hasta la posición donde se encuentra el punto de recorrido (WPT) siguiente y entonces se proporciona a la aeronave guía de dirección VOR aparente hasta dicho WPT. El equipo todavía está sujeto naturalmente a la cobertura operacional designada y a las limitaciones de recepción de la instalación seleccionada, así como a todos los otros errores inherentes al sistema. Para que se apruebe dicho equipo RNAV, debe tener la capacidad de aceptar un mínimo de tres WPT actuales y su utilización estaría necesariamente limitada a rutas situadas dentro de una cobertura VOR/DME adecuada.

3. Sistema de navegación inercial (INS)

3.1 El INS es un equipo totalmente autónomo que funciona captando las aceleraciones de la aeronave mediante una plataforma giroestabilizada; entre las funciones de datos de salida del sistema cabe incluir las siguientes: información precisa sobre la posición actual, datos de navegación, mandos de dirección e información sobre los ángulos de cabeceo, balanceo y rumbo.

3.2 La mayoría de las aeronaves equipadas con INS tienen un sistema doble o triple.

3.3 La práctica operacional normal consiste en introducir en los sistemas la posición conocida de la aeronave, con un elevado grado de precisión, antes de salir del puesto de estacionamiento; estableciendo previamente una serie de WPT, el sistema conducirá a la aeronave a lo largo de una derrota predeterminada. Habitualmente, los WPT se introducen en el sistema antes de la salida. Pero pueden insertarse nuevos puntos de recorrido en cualquier momento.

3.4 La principal desventaja que ofrecen los INS reside en que su precisión se deteriora con el tiempo transcurrido desde la última actualización y hay que considerar que se producirá un deterioro lineal de 2,8 a 3,7 km (1,5 a 2 NM) por hora, aunque en la práctica se logra a menudo mucha mayor precisión. Si bien cabe esperar que el INS guiará a la aeronave sin salirse de las tolerancias normales del sistema de rutas definidas por VOR durante aproximadamente más de 1.850 km (1.000 NM) después de una alineación correcta antes de la salida, es evidente que una aeronave equipada con un INS básico doble sin actualización automática no sería lo suficientemente preciso como para ser utilizado en dicho espacio aéreo tras varias horas de vuelo, a menos que se adoptaran medidas especiales que permitieran al piloto verificar la precisión del sistema mediante diversos métodos de actualización o de comprobación.

3.5 Un gran número de aeronaves dispone de tres INS y es normal que éstas funcionen en modo triple combinadas a fin de proporcionar una cifra promedio de los datos de posición suministrados por los tres sistemas independientes. Normalmente este proceso ofrece una mejor estimación de la posición porque si uno de los tres sistemas difiere de manera significativa de los otros dos, sus datos pueden excluirse del promedio.

3.6 Numerosos INS disponen de instalaciones automáticas avanzadas de actualización que utilizan datos de entrada dobles DME o VOR. Los más complejos de entre estos equipos utilizan dispositivos de sintonización automática que permiten verificar y proporcionar actualizaciones constantes a partir de múltiples DME situados dentro del alcance de la aeronave.

4. Doble equipo radiotelemétrico (DME/DME)

El método más preciso de que se dispone actualmente para actualizar el equipo RNAV y el equipo del FMS dentro del espacio aéreo continental consiste en hacer referencia a múltiples DME, necesitándose un mínimo de dos instalaciones adecuadamente situadas para proporcionar un punto de referencia de posición. La calidad de la información sobre la posición dependerá de la geometría relativa del DME y de su distancia con respecto a la aeronave y, por lo tanto, el sistema dispondrá de una rutina de reserva que permita la utilización de otras combinaciones de ayudas.

5. Sistema mundial de navegación por satélite (GNSS)

5.1 Actualmente existen dos sistemas GNSS que probablemente satisfagan los requisitos operacionales de la aviación civil, a saber: el sistema mundial de determinación de la posición (GPS), desarrollado por los Estados Unidos y el sistema orbital mundial de navegación por satélite

(GLONASS), desarrollado por la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas.

5.2 Aunque estos sistemas ofrecen una determinación de la posición muy precisa, hay numerosos factores que pueden introducir errores en los cálculos de posición del usuario; estos errores de telemetría también pueden verse afectados por las constantes variaciones de geometría entre los usuarios y los satélites. Además, es preciso examinar detalladamente los medios para alcanzar un nivel de integridad satisfactorio.

5.3 Se han indicado dos enfoques distintos para enfrentar el problema de integridad, la vigilancia autónoma de la integridad del receptor (RAIM) y el suministro de un canal de integridad GNSS (GIC): Varios Estados y organismos internacionales están investigando ambos sistemas. En un futuro cercano se espera que el GNSS satisfaga los requisitos de la aviación civil en materia de navegación.

6. Conclusiones

6.1 Es difícil generalizar sobre la precisión comparativa que ofrecen los tipos de equipo RNAV/FMS de carácter general descritos en los párrafos anteriores, pues se dispone de una gran variedad de ellos.

6.2 Aparte del GNSS, se han realizado varias evaluaciones que indican que los sistemas DME/DME que cuentan con un INS en modo de reversión suministran generalmente una mayor precisión y de manera más regular que otros tipos de sistemas.

6.3 Con el advenimiento del GNSS, estos sistemas ofrecen la posibilidad de proporcionar medios de navegación mundial que satisfacen plenamente los requisitos estipulados por la OACI en relación con los sistemas que se utilizan como “medio único” de navegación. La precisión y la integridad de estos sistemas son tales que pueden desempeñar todas las funciones de navegación, proporcionando oportunamente avisos de falla para vuelos en ruta oceánicos y continentales y para operaciones efectuadas en área terminal, también los GNSS suministran información adecuada en apoyo de las aproximaciones que no son de precisión y posteriormente podrán proporcionar apoyo a las aproximaciones de precisión; recurriendo a la utilización de técnicas diferenciales, a fin de incrementar todavía más la precisión y la fiabilidad de la navegación, cuando sea necesaria.

6.4 Los sistemas RNAV que actualmente están en uso, tienen diferentes características. Estos van desde un simple sensor de navegación básico hasta sistemas con múltiples tipos de sensores de navegación.

6.5 Un sistema RNAV, también puede ser conectado con otros sistemas, tales como, aceleradores automáticos y A/P/FD, a fin de permitir una operación de vuelo más automatizada y la gestión de performance de la aeronave. Sin embargo, a pesar de las diferencias en la arquitectura y equipo, los tipos básicos de funciones contenidas en el equipo RNAV son comunes. La descripción que se hace en este párrafo se refiere a un sistema capaz de realizar tanto la navegación lateral como la vertical. La capacidad de navegación vertical puede no existir en algunos sistemas, dependiendo ésta de la tripulación de vuelo, a través del control de los instrumentos y manual de este aspecto de la operación de vuelo.

Sección 5 – Procesos de datos

1. Definiciones

1.1 Base de datos de navegación.- Datos (tales como información de navegación, puntos de recorrido (WPT) de planeamiento de vuelo, aerovías/rutas, instalaciones de navegación, SID, STAR) que son almacenados electrónicamente en un sistema que apoya una aplicación de navegación de a bordo.

1.2 Proveedor de datos de navegación.- Una organización (que no incluye al proveedor AIP del Estado) que colecta, origina y procesa datos aeronáuticos y provee una base de datos en un formato genérico (tal como ARINC 424). Esta organización es admisible para una carta de aceptación (LOA) Tipo 1 (p. ej., Jeppesen, LIDO).

1.3 Proveedor de aplicaciones de datos.- Una organización que incorpora, ya sea, datos del AIP del Estado o una base de datos genérica dentro de un formato compatible con un equipo de navegación de a bordo específico que tiene una función prevista definida.

Estas organizaciones requieren un interfaz con la organización de diseño del equipo y son admisibles para una LOA Tipo 2.

Esta organización provee una lista de modelos y números de partes de equipos cuya compatibilidad ha sido demostrada a la AAC, lo que le permite emitir bases de datos de navegación directamente a los explotadores/usuarios finales (p. ej., Thales).

2. Datos aeronáuticos

2.1 Todas las aplicaciones RNAV y RNP usan datos aeronáuticos para definir, entre otras cosas, ayudas para la navegación basadas en tierra, pistas, entradas, puntos de recorrido y la ruta por la que se ha de volar o el procedimiento que se ha de realizar. La seguridad operacional de la aplicación depende de la precisión, resolución e integridad de los datos. La precisión de los datos depende de los procesos aplicados durante el origen de los datos. La resolución depende de los procesos aplicados en el punto de origen y durante el procesamiento subsiguiente de los datos, incluida la publicación por el Estado. La integridad de los datos depende de toda la cadena de datos aeronáuticos, desde el punto de origen hasta el de uso.

2.2 Una cadena de datos aeronáuticos es una representación conceptual del camino que recorre un conjunto, o elemento, de datos aeronáuticos desde el origen hasta el uso final. Varias cadenas de datos aeronáuticos pueden contribuir para formar una colección de datos que se usa en una aplicación RNAV. Los componentes principales de la cadena se ilustran seguidamente e incluyen el origen de los datos, a quienes se ocupan de la compilación y la publicación de los datos, los proveedores de bases de datos, los proveedores de aplicaciones de datos FMS y los usuarios de datos (véase la Figura 3-7 – *Cadena de datos*).

3. Precisión e integridad de los datos

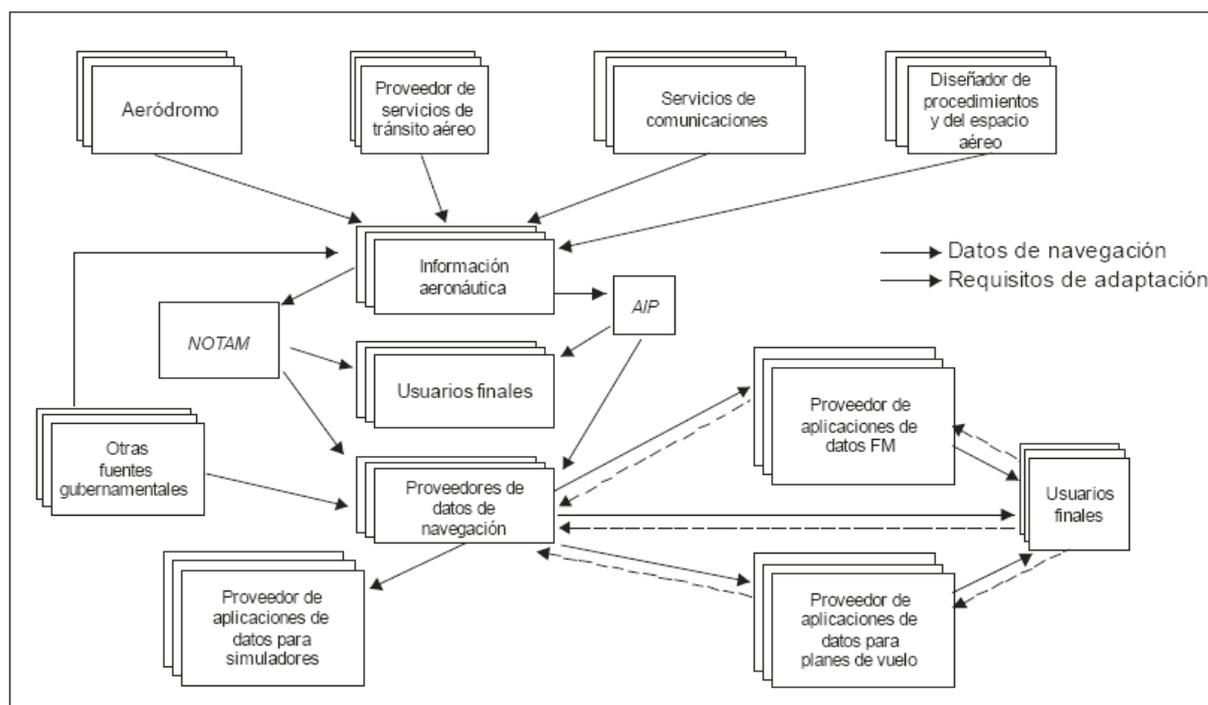
3.1 Los requisitos de precisión, resolución e integridad de cada elemento procesado por la cadena de datos aeronáuticos están detallados en el Anexo 15 - *Servicios de información aeronáutica*, que requiere que cada Estado contratante adopte las medidas necesarias para asegurar que la información/los datos aeronáuticos que suministren respecto a su territorio son adecuados, de la calidad requerida (precisión, resolución e integridad) y oportunos.

3.2 El Anexo 15 - *Servicios de información aeronáutica* requiere que cada Estado contratante introduzca un sistema de calidad adecuadamente organizado de conformidad con los requisitos de calidad de las Normas ISO 9000.

3.3 El Anexo 6 - *Operación de aeronaves* requiere que el explotador no emplee productos electrónicos de datos de navegación, a menos que el Estado del explotador haya aprobado los procedimientos del explotador para garantizar que el proceso aplicado y los productos entregados respetan las normas de integridad aceptables y que los productos son compatibles con la función prevista para el equipo. En los documentos DO-200A de RTCA y ED76 de EUROCAE, ambos titulados “Standards for Processing Aeronautical Data”, figura orientación adicional.

3.4 Si bien en la práctica deben aplicarse procedimientos para garantizar la calidad de los procesos de datos, la validez de los datos *originales* no está garantizada de ningún modo. Esta precisión debería verificarse mediante una validación en tierra y/o en vuelo.

Figura 3-7 – Cadena de datos



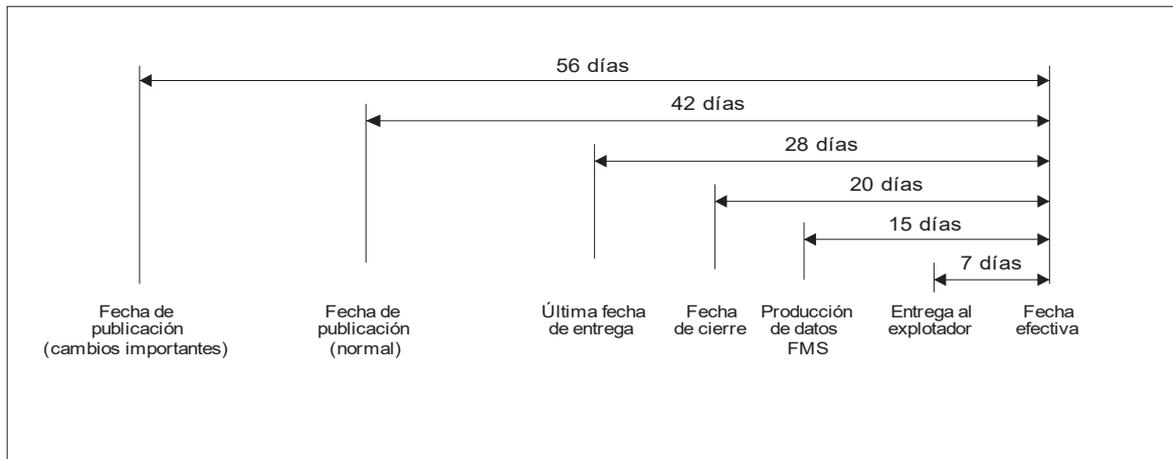
4. Provisión de datos aeronáuticos

4.1 Compete a la administración nacional de aviación de cada Estado tomar disposiciones para la provisión oportuna de la información aeronáutica requerida al servicio de información aeronáutica (AIS) relacionado con las operaciones de aeronaves. La información proporcionada en el marco del proceso de Reglamentación y control de información aeronáutica (AIRAC) debe distribuirse por lo menos 42 días antes de la fecha en que será efectiva y los cambios importantes deberían publicarse por lo menos 56 días antes de la fecha en que serán efectivos.

4.2 El ciclo de procesamiento de las bases de datos de navegación de a bordo requiere que la base de datos sea entregada al usuario final por lo menos siete días antes de la fecha efectiva. El integrador del sistema RNAV y RNP necesita por lo menos ocho días para empaquetar los datos antes de entregarlos al usuario final, y los proveedores de datos de navegación generalmente aplican un cierre de 20 días antes de la fecha efectiva a fin de asegurarse de que se respetan las etapas subsiguientes. Los datos proporcionados después del cierre de 20 días generalmente no se incluirán en la base de datos para el ciclo siguiente. Los plazos se ilustran en la Figura 3-8 – *Plazos del procesamiento de datos*.

4.3 La calidad de los datos provenientes de otro eslabón de la cadena de datos aeronáuticos debe ser validada en el nivel requerido o bien tener una garantía de calidad dada por quien proporciona los datos. En muchos casos, no hay una referencia para validar la calidad de esos datos y la necesidad de obtener la garantía de la calidad de los datos generalmente remontará el sistema hasta llegar al originador de cada elemento de los datos. Por consiguiente, es muy importante cerciorarse de que se usan procedimientos apropiados en cada eslabón a lo largo de la cadena de datos aeronáuticos.

Figura 3-8 – Plazos del procesamiento de datos



4.4 Los datos de navegación pueden tener origen en observaciones de levantamiento topográfico, en especificaciones/reglajes del equipo o en los procesos de diseño del espacio aéreo y los procedimientos. Cualquiera sea la fuente, la generación y el procesamiento subsiguiente de los datos deben tener en cuenta lo siguiente:

- a) todos los datos coordinados deben tener como referencia el Sistema Geodésico Mundial - 1984 (WGS-84);
- b) todos los levantamientos topográficos deben basarse en el marco de referencia terrestre internacional;
- c) todos los datos deben poder ser relacionados con su fuente;
- d) el equipo empleado para los levantamientos topográficos debe estar adecuadamente calibrado;
- e) las herramientas de soporte lógico empleadas para levantamiento topográfico, diseño de procedimientos o diseño del espacio aéreo deben tener las calificaciones adecuadas;
- f) en todos los diseños deben usarse criterios y algoritmos estándar;
- g) los topógrafos y diseñadores deben estar adecuadamente capacitados;
- h) todos los originadores de datos deben emplear rutinas de verificación y validación completas;
- i) los procedimientos deben estar sujetos a validación en tierra y, cuando sea necesario, validación en vuelo e inspección en vuelo antes de la publicación;
- j) los datos de navegación deben ser publicados en formato estándar, con un nivel de detalle adecuado y la resolución requerida; y
- k) todos los originadores de datos y procesadores de datos deben usar un proceso de gestión de la calidad que incluya:
 - 1) el requisito de mantener la calidad de los registros;
 - 2) un procedimiento para la gestión de la información y comunicación de errores proveniente de los usuarios y otros procesadores en la cadena de datos.

5. Alteraciones de datos aeronáuticos

5.1 Un procesador o usuario de datos no alterará ningún dato sin informar al originador de la alteración y de quiénes recibirán los datos. Los datos alterados no se transmitirán a un usuario si el originador rechaza la alteración. Se mantendrán registros de todas las alteraciones y se pondrán a disposición de quien los solicite.

5.2 Siempre que sea posible, los procesos de tratamiento de datos serán automatizados y la intervención humana se mantendrá al mínimo. Los dispositivos de verificación de la integridad, tales como algoritmos de verificación cíclica de redundancia (CRC), deberían usarse en toda la cadena de datos de navegación, toda vez que sea posible.

INTENCIONALMENTE EN BLANCO

PARTE II – EXPLOTADORES DE SERVICIOS AÉREOS**VOLUMEN III – AUTORIZACIONES OPERACIONALES Y EQUIPOS DE LAS AERONAVES****Capítulo 4 – Performance de navegación RNAV/RNP****Índice****Sección 1 – Visión general**

1. Introducción	PII-VIII-C4-02
2. Transición de la navegación convencional a la navegación basada en la performance (PBN)	PII-VIII-C4-02
3. Navegación basada en la performance	PII-VIII-C4-02
4. Comparación entre la RNAV y RNP	PII-VIII-C4-03

Sección 2 – Navegación de área

1. Principios de la navegación de área	PII-VIII-C4-03
2. Referencia geodésica	PII-VIII-C4-04
3. Terminaciones de trayectoria	PII-VIII-C4-04
4. Tramos con radio fijo o tramos con arco de radio constante hasta un punto de referencia (Tramos RF)	PII-VIII-C4-07
5. Sistemas de navegación de área	PII-VIII-C4-09
6. Gestión de datos de navegación	PII-VIII-C4-10

Sección 3 – Performance de navegación

1. Generalidades	PII-VIII-C4-11
2. Evaluación de la performance	PII-VIII-C4-11
3. Componentes de la performance	PII-VIII-C4-12
4. Performance de navegación requerida	PII-VIII-C4-14
5. Limitaciones de performance	PII-VIII-C4-15
6. Gestión del error técnico de vuelo (FTE)	PII-VIII-C4-16
7. Monitoreo de la desviación lateral	PII-VIII-C4-18
8. Monitoreo de la desviación vertical	PII-VIII-C4-21
9. Evaluación de las presentaciones de desviación	PII-VIII-C4-21

Sección 4 - GNSS

1. Generalidades	PII-VIII-C4-22
2. Control (vigilancia) y alerta	PII-VIII-C4-22
3. Precisión GNSS	PII-VIII-C4-23
4. Control (vigilancia) de la integridad	PII-VIII-C4-23
5. Detección de falla	PII-VIII-C4-23
6. Nivel de protección horizontal	PII-VIII-C4-24
7. Alerta de la integridad	PII-VIII-C4-25
8. Pérdida de la función de vigilancia de la integridad	PII-VIII-C4-27
9. Predicción de la disponibilidad	PII-VIII-C4-27
10. Sistemas de aumentación	PII-VIII-C4-28

Sección 5 – Diseño de ruta

1. Área protegida	PII-VIII-C4-29
2. RNP APCH	PII-VIII-C4-29
3. RNP AR APCH	PII-VIII-C4-29
4. En ruta y área terminal	PII-VIII-C4-30

Sección 6 – Navegación vertical barométrica

1. Generalidades	PII-VIII-C4-31
------------------------	----------------

2. Principios baro-VNAV	PII-VIII-C4-31
3. Limitaciones del sistema baro-VNAV	PII-VIII-C4-33
4. Capacidad de la aeronave	PII-VIII-C4-35
5. Diseño de los procedimientos de vuelo	PII-VIII-C4-35
6. Operaciones baro-VNAV	PII-VIII-C4-37

Sección 7 – Calificación de la aeronave

1. Admisibilidad	PII-VIII-C4-38
2. Evaluación de las aeronaves	PII-VIII-C4-39
3. Funcionalidad	PII-VIII-C4-39

Sección 8 – Instrucción de la tripulación de vuelo

1. Generalidades	PII-VIII-C4-40
2. Requisitos de conocimiento	PII-VIII-C4-41
3. Requisitos de instrucción de vuelo	PII-VIII-C4-41

Sección 1 – Visión general

1. Introducción

Este capítulo amplía los conceptos operacionales de los Capítulos 2 y 3 de este volumen y provee a los inspectores de operaciones (IO) información técnica necesaria para gestionar las solicitudes de aprobación operacional de conformidad con las especificaciones para la navegación RNAV y RNP desarrolladas en los Capítulos 5 y 6 subsiguientes.

2. Transición de la navegación convencional a la navegación basada en la performance (PBN)

2.1 La navegación convencional que depende de las ayudas para la navegación basadas en tierra, por largo tiempo ha sido el sostén de la aviación. Los explotadores, pilotos, fabricantes de aeronaves y proveedores de servicios de navegación aérea (ANSP) están familiarizados con esta tecnología hasta el punto que las operaciones, equipos de aviónica, instrumentos, programas de instrucción y la performance son estándar a través del mundo, por consiguiente, aparte de algunas operaciones más restrictivas tales como CAT II y III, las operaciones de navegación convencional no requieren aprobación específica.

2.2 Por su parte, la navegación basada en la performance (PBN) depende de la navegación de área (RNAV). A pesar que varios métodos RNAV han existido por muchos años, su utilización todavía no ha alcanzado el mismo nivel de normalización de la navegación convencional. El concepto PBN trata de definir la mejor utilización de los sistemas RNAV y provee un medio para que eventualmente la PBN alcance un nivel de uso común similar al nivel alcanzado por la navegación convencional. Sin embargo, hasta que no haya una normalización general en las aeronaves, procedimientos de operación, instrucción y aplicación ATS, existe la necesidad de llevar a cabo un proceso de aprobación operacional por cada solicitud de cualquier especificación para la navegación RNAV/RNP.

2.3 La transición a la nueva tecnología, a los nuevos conceptos de navegación y operacionales y la dependencia en operaciones realizadas en base a datos de navegación, requieren de una planificación cuidadosa. El propósito del proceso de aprobación operacional es asegurar que el explotador realice operaciones seguras y de conformidad con los requisitos establecidos.

2.4 La clave de una implantación PBN exitosa es el conocimiento y la experiencia. Este capítulo tiene la intención de proveer los métodos para mejorar el nivel de conocimiento de los inspectores a cargo de las aprobaciones PBN. La experiencia sólo puede ser obtenida ejecutando los procesos de aprobación respectivos.

3. Navegación basada en la performance

3.1 La PBN engloba una gama de operaciones que están basadas en la navegación de área.

La RNAV ha estado disponible por alrededor de 30 años utilizando una variedad de tecnologías, no obstante han surgido ciertas dificultades por la aplicación doble del término RNAV, ya sea como un método fundamental de navegación (navegación de área) o como un tipo particular de operación (p.ej., RNAV 5, RNAV 2, RNAV 1). Posteriores complicaciones han surgido con la implantación de las operaciones de performance de navegación requerida (RNP) que por definición también son operaciones de navegación de área.

3.2 Ha existido cierta dificultad en identificar las diferencias entre las operaciones RNAV y RNP y alguna carencia en la definición de los requisitos para ambas operaciones. Algunas regiones establecieron requisitos locales RNAV y RNP que condujeron a la complejidad de las operaciones internacionales y aprobaciones operacionales. Para solucionar estas complicaciones, la OACI estableció el Grupo de estudio sobre performance de navegación requerida (RNP) y requisitos operacionales especiales (RNPSORSG) actualmente nombrado como grupo de estudio PBN, este grupo desarrolló el concepto de la PBN para abarcar las operaciones RNAV y RNP.

4. Comparación entre la RNAV y RNP

4.1 Una de las cuestiones que el RNPSORSG tuvo que resolver fue establecer la diferencia entre las operaciones de navegación de área que se describen ya sea como RNAV o como RNP. Se reconoció que, si bien tanto las operaciones RNAV y RNP podrían describirse en términos de performance de navegación (p. ej., la precisión), las operaciones RNP pueden ser identificadas por la capacidad del sistema de navegación de a bordo para monitorear en tiempo real la performance de navegación lograda y alertar a la tripulación de vuelo cuando no se puede satisfacer la performance mínima especificada para una operación particular. Esta funcionalidad adicional provista por la RNP permite a la tripulación de vuelo intervenir y tomar las medidas adecuadas de mitigación (p. ej., realizar una maniobra de motor y al aire), de ese modo, las operaciones RNP proporcionan un nivel adicional de seguridad y capacidad sobre las operaciones RNAV.

4.2 Las especificaciones para la navegación RNAV han sido desarrolladas para apoyar la capacidad existente en las aeronaves equipadas con sistemas que no fueron diseñados para proporcionar control y alerta de la performance de a bordo.

4.3 Las especificaciones para la navegación RNP han sido desarrolladas a partir de la necesidad de apoyar las operaciones que dependen en el GNSS para proveer la performance requerida.

Sección 2 – Navegación de área

1. Principios de la navegación de área

1.1 La RNAV por definición es un método de navegación que permite la operación de aeronaves en cualquier trayectoria de vuelo deseada, dentro de la cobertura de las ayudas para la navegación basadas en tierra o en el espacio, o dentro de los límites de capacidad de las ayudas autónomas, o una combinación de ambas. La RNAV se aplica a la navegación entre dos puntos seleccionados en la superficie de la tierra.

1.2 Los primeros equipos de aviónica utilizaron mediciones de triangulación de navegación desde las ayudas para la navegación basadas en tierra para calcular una trayectoria de vuelo RNAV entre puntos de recorrido (WPT).

1.3 Para contribuir a la evolución de la RNAV, la industria ha desarrollado una serie de sistemas de navegación que son independientes de cualquier sistema de navegación basado en tierra, incluyendo los siguientes: Sistema mundial de determinación de la posición (GPS), Sistema orbital mundial de navegación por satélite (GLONASS), Sistema de navegación inercial (INS), Sistema de referencia inercial (IRS) y LORAN C.

1.4 Tal vez, el sistema RNAV más utilizado actualmente en la aviación comercial involucra la actualización de posicionamiento del IRS mediante ayudas para la navegación basadas en tierra (DME y VOR) o a través del GPS. La actualización por referencia a las ayudas basadas en tierra está limitada por la disponibilidad de suficientes ayudas para la navegación y en muchas partes del

mundo, incluyendo áreas oceánicas y remotas, no se dispone de esta actualización de la posición.

1.5 Comúnmente denominado con el término genérico de sistema mundial de navegación por satélite (GNSS), la navegación por satélite ha revolucionado la navegación de área y provee un posicionamiento de alta precisión y fiabilidad. Para las operaciones de transporte aéreo moderno, la navegación de área se realiza mediante un sistema de gestión de vuelo (FMS) que utiliza la posición del IRS actualizada por el GNSS.

1.6 Sin embargo, como hay muchos y variados sistemas de navegación de área en uso en todo el mundo, el Doc 9613 - Manual de navegación basada en la performance (PBN) provee una variedad de especificaciones para la navegación para acomodar una gama de niveles de performance RNAV y RNP. Una de las tareas del inspector a cargo de las aprobaciones operacionales es garantizar que los equipos disponibles satisfagan los requisitos de las operaciones PBN pertinentes.

2. Referencia geodésica

2.1 La posición calculada por un sistema de navegación de área debe ser traducida para proporcionar posición relativa a la posición real sobre la superficie de la tierra. Para describir un punto sobre la superficie de la tierra se utilizan referencias horizontales en latitud y longitud u otro sistema de coordenadas.

2.2 Un punto específico de la tierra puede tener diferentes coordenadas en función de los datos utilizados para hacer la medición. Hay cientos de referencias horizontales desarrolladas a nivel local en todo el mundo, por lo general están basados en algún punto de referencia local conveniente. El sistema geodésico mundial – 1984 (WGS 84) es la referencia estándar común que al momento se utiliza en la aviación.

3. Terminaciones de trayectoria

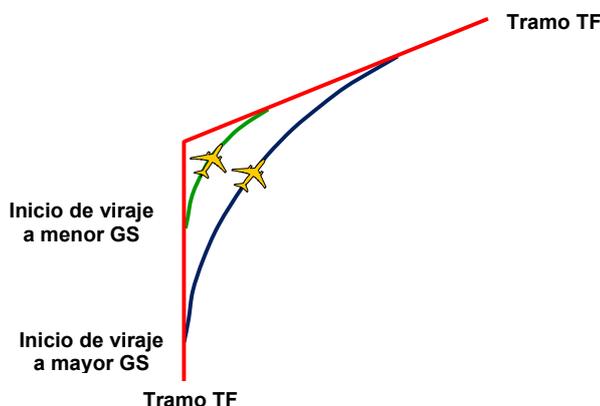
3.1 En su forma más simple, el sistema de navegación de área calcula una derrota entre dos WPT seleccionados. Sin embargo, las exigencias de la navegación actual requieren la definición de trayectorias de vuelo complejas, tanto lateral como vertical. La norma internacional que define las terminaciones de trayectoria es ARINC 424. Una trayectoria de vuelo se describe en el lenguaje codificado de ARINC 424 que es interpretado por el sistema RNAV para proveer las funciones de navegación deseadas y las entradas a los sistemas de guía de vuelo.

3.2 Se puede especificar una *trayectoria* entre dos WPT, dependiendo de la codificación. Cada tramo también se define por una *terminación* que proporciona información al sistema de navegación sobre el método previsto de conexión de un tramo con el siguiente tramo.

3.3 Por ejemplo, dos WPT podrían ser conectados mediante una derrota ortodrómica o geodésica (tramo TF/*derrota hasta un punto de referencia*) o mediante un arco de radio fijo (tramo RF). Otras opciones incluyen una trayectoria definida desde la posición actual de la aeronave hasta un WPT (tramo DF) o una trayectoria que define un circuito de espera (tramo HF). Por uso general la trayectoria y terminación (path and terminator) son comúnmente abreviadas como terminación de trayectoria (path terminator) o a veces como tipo de tramo (leg type). Una serie compleja o reglas ARINC 424 se aplican a las definiciones de los tipos de tramos y a su interacción entre ellos.

3.4 Un ejemplo de una secuencia común de tipos de tramos es desde un tramo TF a otro tramo TF (TF a TF). En efecto, esto es una serie de dos líneas rectas como se representa en la Figura 4-1. En una condición normal, la aviónica de las aeronaves interpreta la codificación ARINC 424 para exigir que los dos tramos se junten mediante una trayectoria de vuelo curva, por lo tanto la aeronave hará un viraje de paso (fly-by turn) en relación al WPT intermedio.

Figura 4-1 – Transición de TF a TF



3.5 El sistema de navegación de la aeronave está programado para proporcionar anticipación de viraje en base a la velocidad con respecto al suelo (GS) y al ángulo de inclinación lateral programado que normalmente permitirán un viraje con radio suficiente para que el tramo siguiente sea interceptado. Debido a que cada aeronave calculará un inicio diferente del punto del viraje, el resultado es una dispersión de virajes entre las derrotas de las aeronaves con mayor velocidad que utilizan ángulos menores de inclinación lateral y las aeronaves con menor velocidad que utilizan ángulos mayores de inclinación lateral.

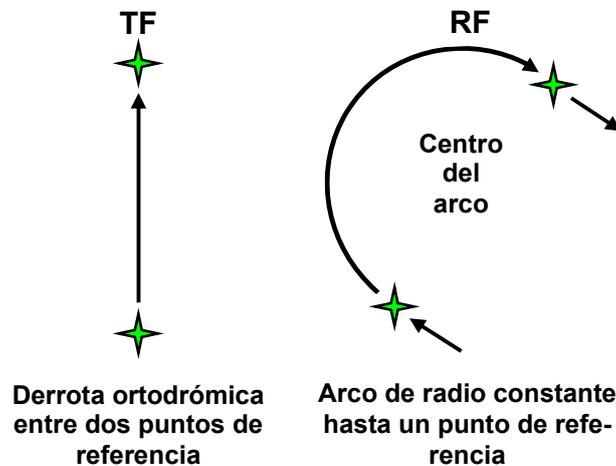
3.6 La anticipación del viraje no provee guía de derrota durante el viraje, y hasta que la aeronave no se encuentre establecida en el tramo subsiguiente, no se podrá monitorear el error lateral. La efectividad del algoritmo de anticipación del viraje está limitada por la variación de la GS (p.ej., viento de frente a viento de cola) y por el ángulo de inclinación lateral logrado. Es posible que la aeronave se quede corta o que sobrepase la trayectoria del viraje y por lo tanto puede ser necesaria la intervención de la tripulación.

3.7 Se puede diseñar trayectorias de vuelo complejas utilizando una variedad de tramos disponibles codificados según la norma ARINC 424, sin embargo se debe tener en cuenta que no todos los sistemas de navegación tienen la capacidad de acomodar todos los tipos de tramos o terminaciones de trayectoria. Dos ejemplos comunes de tipos de tramos que no pueden ser apoyados por algunos sistemas de navegación son los tramos RF y CA (Curso hasta una altitud).

3.8 Un tramo RF define un círculo con radio fijo que permite a una aeronave volar una trayectoria de vuelo curva precisa con respecto a la superficie de la tierra, en lugar de una trayectoria no definida como es el caso del ejemplo anterior (TF a TF).

3.9 Para mayor información sobre las terminaciones de trayectoria véase el Doc 8168, Volumen II, Parte III, Sección 2, Capítulo 5 – Codificación de la base de datos de navegación.

Figura 4-2 – Terminaciones de trayectoria comunes

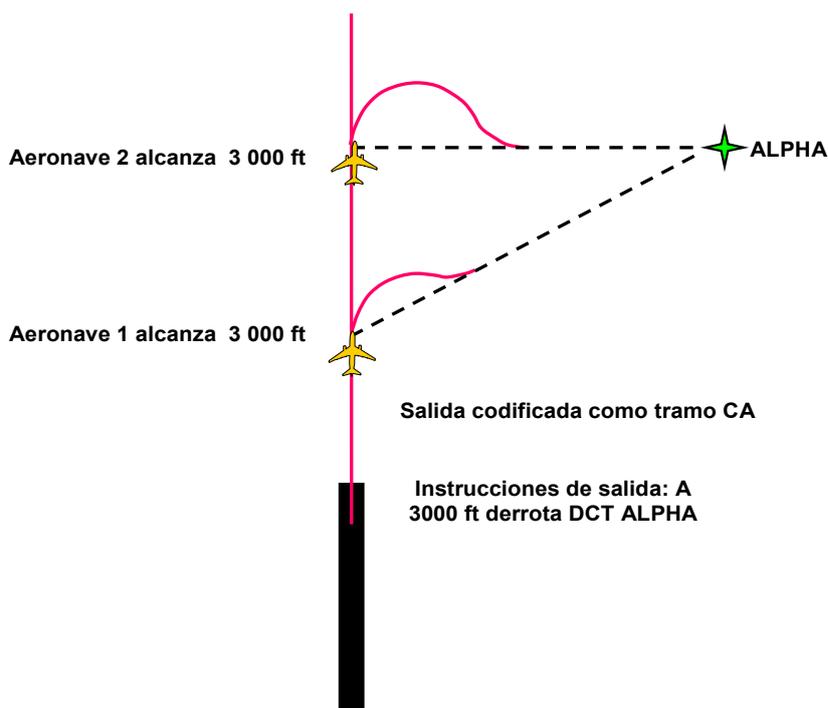


3.10 El tramo CA define un curso designado hasta que se alcance una altitud especificada. Una vez que se alcanza la altitud, se termina la trayectoria y el equipo de aviónica seguirá la trayectoria definida por el próximo tramo o terminación de trayectoria. El tramo CA, que se utiliza para especificar el tramo inicial de una salida, normalmente no es apoyado por los receptores GPS de aviación general, los cuales usualmente no están integrados con el sistema de navegación vertical de la aeronave. Por consiguiente, la ruta de vuelo de una salida planificada puede no ser seguida por la aeronave y por lo tanto se requiere intervención por parte del piloto (selección manual del próximo tramo).

3.11 En el ejemplo de la Figura 4-3 – *Ejemplo de una terminación de trayectoria CA*, dos aeronaves han sido autorizadas a una salida con las mismas instrucciones. Dependiendo de la performance de ascenso, las posiciones de las aeronaves variarán cuando las aeronaves alcancen 3 000 ft y terminen el tramo CA. Si las aeronaves estuvieran equipadas con un sistema de navegación vertical integrado, la terminación sería automática y la ruta activa pasaría hacia el próximo tramo que puede ser un tramo DF.

3.12 Si no existe la capacidad de navegación vertical en una aeronave, la terminación debe ser realizada por la tripulación de vuelo. Para los sistemas de navegación con secuencia manual, la derrota hacia el próximo punto de referencia dependerá del punto en el cual se seleccione la función "directo a". En el ejemplo de la Figura 4-3, el piloto ha seleccionado la función "directo a" en el momento en que alcanza 3 000 ft, por lo tanto la derrota será generada desde esa posición. Si el piloto selecciona la función "directo a" después del viraje, entonces se generará una derrota diferente. En este ejemplo y en ejemplos similares, la trayectoria de vuelo real es variable y puede no satisfacer los requisitos operacionales. Se puede necesitar una secuencia diferente de terminaciones de trayectoria para definir de mejor manera la trayectoria de vuelo, sin embargo esto puede resultar en la incapacidad para ubicar un requerimiento de altitud mínima en la iniciación del viraje.

Figura 4-3 – Ejemplo de terminación de trayectoria



3.13 Es necesario que los inspectores a cargo de la aprobación tengan conocimientos sobre las terminaciones de trayectoria, los fundamentos del diseño de la trayectoria de vuelo y la funcionalidad del equipo de aviónica de la aeronave y de los sistemas de control de vuelo para que puedan llevar a cabo de manera apropiada las aprobaciones operacionales. Por ejemplo, mientras una operación podría satisfacer los requisitos de una especificación para la navegación específica, la aprobación operacional puede requerir que los procedimientos de la tripulación de vuelo sean definidos para volar un cierto tipo de procedimiento, como en el caso del ejemplo del tramo CA descrito anteriormente.

4. Tramos con radio fijo o tramos con arco de radio constante hasta un punto de referencia (Tramos RF)

4.1 La utilización de un tramo RF o de múltiples tramos que incluyen tramos TF y RF, proveen gran flexibilidad al diseño de una ruta permitiendo que las trayectorias de vuelo sean desarrolladas para evitar obstáculos y el terreno, gestionar el ruido, mejorar la utilización del espacio aéreo y otros beneficios.

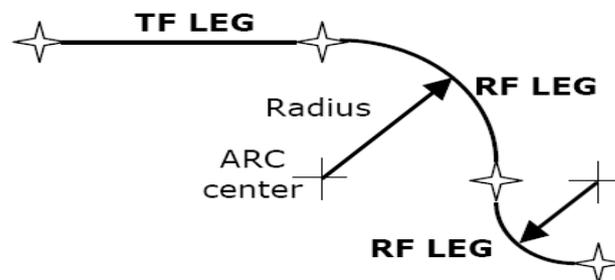
4.2 La capacidad del tramo RF está disponible en los últimos modelos de los equipos FMS de las aeronaves, no obstante la falta de esta capacidad puede limitar su uso global. Actualmente, sólo la especificación para la navegación RNP AR APCH apoya la utilización de tramos RF pero se espera que la aplicación de esta terminación de trayectoria se extienda en el futuro.

4.3 Los tramos RF son extremadamente útiles y no tienen limitaciones. Es importante que se comprenda apropiadamente la funcionalidad del FMS, la lógica del control de vuelo de la aeronave y la aplicación de los tramos RF a los procedimientos de vuelo.

4.4 Un tramo codificado como tramo RF crea una trayectoria de vuelo circular sobre la superficie de la tierra que se define por un punto de inicio, un punto de finalización, un radio de viraje y un centro de viraje. Los tramos ARINC 424 codificados antes y después de los tramos RF deben ser tangentes al círculo definido por el tramo RF, por lo tanto el ordenamiento de los tramos utilizados pueden ser TF/RF o RF/TF y RF/RF. Es aceptable unir tramos RF con otros tramos RF y pueden

ocurrir reversión del viraje y cambios en el radio de viraje (Véase Figura 4-4). Esta capacidad permite gran flexibilidad en el diseño de los procedimientos.

Figura 4-4 – Tramo RF a Tramo RF



4.5 Dado que actualmente las trayectorias de vuelo pueden ser diseñadas y mostradas en la ruta activa de vuelo de las presentaciones de navegación, la aeronave debe tener la capacidad de seguir con precisión la trayectoria de vuelo definida. Los pilotos están familiarizados con los virajes en vuelo a velocidades y ángulos de inclinación lateral constantes que permiten una trayectoria de vuelo circular, asimismo los pilotos están capacitados para compensar manualmente la aeronave por presencia de viento si es necesario. En la actualidad los pilotos deben comprender que el FMS permitirá que las aeronaves vuelen una trayectoria de vuelo circular exacta sobre la tierra y que el ángulo de inclinación lateral será ajustado por el sistema de control de vuelo para mantener esa trayectoria de vuelo circular.

4.6 La física del vuelo es tal que el radio del círculo (sobre la tierra) está limitado por la velocidad con respecto al suelo (GS) y por el ángulo de inclinación lateral. El radio mínimo que puede volar una aeronave está limitado por el ángulo máximo de inclinación lateral disponible y por la GS.

4.7 Los límites del ángulo de inclinación lateral son determinados por el fabricante de la aeronave, la tripulación de vuelo, la configuración de la aeronave y por la fase de vuelo. El ángulo de inclinación lateral típico para aeronaves turbo reactores modernas de transporte aéreo comercial en configuración normal de aproximación/salida es de 30° pero puede ser de 20°. El límite del ángulo de inclinación lateral puede ser de 8° o menor a baja altitud. Para gran altitud se aplican límites similares de ángulo de inclinación lateral. La especificación para la navegación RNP AR APCH requiere que una aeronave sea capaz de ejecutar un ángulo de inclinación lateral de 25° en circunstancias normales y de 8° por debajo de 400 ft. El diseñador de procedimientos utiliza estos límites en el diseño de los virajes RF y los pilotos deben conocer la capacidad de las aeronaves en todas las fases de vuelo. Durante el proceso de aprobación, los inspectores deben familiarizarse con la documentación que demuestre la capacidad de las aeronaves para operar con tramos RF.

4.8 La GS está en función de la velocidad verdadera (TAS) y por consiguiente en función de la velocidad indicada (IAS). La GS es la velocidad verdadera (TAS) corregida por viento. Con viento de frente la GS es igual a la TAS menos la componente (velocidad) del viento y por lo tanto $GS < TAS$. Con viento de cola la GS es igual a la TAS más la componente (velocidad) del viento y por lo tanto $GS > TAS$. Con viento en calma la GS es igual a la TAS. Para asegurar que la trayectoria de vuelo puede ser mantenida bajo todas las condiciones meteorológicas normales durante un viraje RF, el diseñador del procedimiento permite una componente de viento de cola máxima o una condición de viento "rara-normal". La componente de viento de cola máxima se selecciona de un modelo de viento que intenta representar los vientos máximos similares a los que se pueden encontrar en varias altitudes, generalmente aumentan con la altitud. Una componente de viento de cola de hasta 100 kt se puede aplicar en algunos casos.

4.9 En virtud que la GS es afectada por la TAS y por consiguiente por las IAS, la tripulación de vuelo debe administrar las IAS dentro de los límites aceptables para asegurar que los límites del ángulo de inclinación lateral y por ende la habilidad para mantener la trayectoria de vuelo no sean excedidos cuando exista viento fuerte o de mucha velocidad. En operaciones de rutina normal, don-

de los vientos son generalmente moderados, pequeños ángulos de inclinación lateral son suficientes para mantener los virajes RF de radios promedios. Sin embargo, si se permite que las IAS excedan los límites normales, el ángulo limitante de inclinación lateral puede ser alcanzado a un valor menor que la componente máxima de viento de cola de diseño, causando una pérdida potencial de mantenimiento de la derrota.

4.10 Normalmente las IAS máximas aplicables son definidas en la especificación para la navegación RNP AR APCH, no obstante el diseñador puede imponer velocidades limitantes específicas en algunos casos.

4.11 Las tripulaciones de vuelo deben estar completamente familiarizadas con los principios y práctica de los virajes RF, límites de velocidades, ángulo de inclinación lateral/configuración de la aeronave, efecto de vientos fuertes, y los procedimientos de contingencia para una intervención manual que, aunque muy rara, puede ser requerida.

5. Sistemas de navegación de área

5.1 A pesar que existen diferentes tipos de sistemas de navegación de área, los sistemas más comunes son:

- Sistemas antiguos.- Sistemas de navegación autónomos DME/DME y VOR/DME.
- Sistemas GNSS autónomos.- Compuestos por el receptor y por la interfaz del piloto que puede estar combinada con la unidad del receptor o instalada como una unidad de control y presentación separada.

Figura 4-5 – Receptor típico GNSS autónomo (Garmin 400W-Series – WAAS GPS – TSO 146a)



Este tipo de instalación GNSS debería proveer comandos de guía a las presentaciones de un indicador de situación horizontal (HSI) o de un indicador de desviación de curso (CDI) en el campo de visión primario del piloto. Muchas unidades GNSS proveen una presentación de navegación integrada y/o una presentación de mapa como parte de una unidad del receptor, sin embargo en muchos casos el tamaño, resolución y ubicación de la presentación puede no estar disponible en el campo de visión primario del piloto.

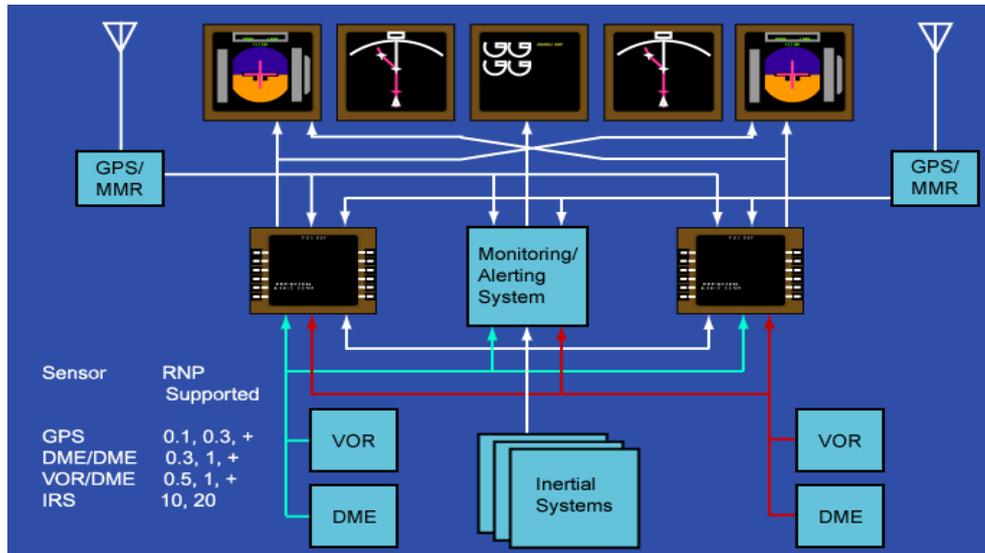
- Sistemas de gestión de vuelo (FMS).- Existen muchos tipos de FMS de complejidad variable que requieren de atención para determinar la capacidad de cada instalación particular. En las operaciones de transporte aéreo comercial actual, el FMS normalmente incorpora dos computadoras de gestión de vuelo que son provistas con actualizaciones de posición desde varios sensores. Estos sensores son usualmente el inercial, radio y GNSS. La información inercial es normalmente proporcionada por dos o más sistemas de referencia inercial (INS) con información de radio y GNSS provistas por dos o más receptores de modo múltiple/multi mode receivers (MMR). Antes de aceptar una actualización de posición de los sensores, el FMS realiza una verificación de error para garantizar que la posición del sensor está dentro del valor de la performance de navegación real (ANP) o del error estimado de precisión (EPE).

La posición calculada de la aeronave es normalmente una posición compuesta que se basa en la posición del IRS, corregida por entradas de información de navegación recibidas desde el

MMR.

Las aeronaves recién fabricadas normalmente están equipadas con GNSS y la posición calculada en este caso estará basada en el IRS con actualización del GNSS, excluyendo las entradas menos precisas de las ayudas para la navegación de tierra (p. ej., VOR, DME).

Figura 4-6 – Sistema de gestión de vuelo avanzado



6. Gestión de datos de navegación

6.1 En la mayoría de los sistemas de navegación de área, los datos de navegación están contenidos en una base de datos de a bordo. Desde el punto de vista del factor humano, los datos de navegación sólo deben ser extraídos desde una base de datos válida, aunque algunas especificaciones para la navegación PBN permiten entradas del piloto en la información de los puntos de recorrido (WPT). Cuando se permite el ingreso de coordenadas por parte del piloto, se deberá limitar esta acción únicamente a las operaciones en ruta y por encima de la altitud de franqueamiento de obstáculos. Para todas las otras operaciones se deberá prohibir las entradas o modificación de los WPT por parte del piloto.

6.2 Los procedimientos de llegada, aproximación y salida deberán ser recuperados por su nombre desde la base de datos. Se deberá prohibir la construcción de procedimientos por parte del usuario aún si los WPT son recuperados desde una base de datos de a bordo.

6.3 Las operaciones PBN dependen de datos de navegación válidos. A diferencia de la navegación convencional donde la guía de navegación básica se origina desde un punto físico (p. ej., un transmisor VOR), la navegación de área es totalmente dependiente de datos electrónicos, por lo tanto pueden ocurrir errores crasos debido a datos erróneos o a una mala interpretación de los datos válidos. En general las especificaciones para la navegación PBN recomiendan o requieren que los datos sean obtenidos de un proveedor aprobado quien ha implementado procedimientos de control de calidad apropiados. A pesar de que un proveedor puede satisfacer tales procedimientos de control de calidad, aún existe el riesgo de que la base de datos de navegación de a bordo contenga datos no válidos y por lo tanto se debe proceder con precaución. En el caso de operaciones que se realizan cuando existe el riesgo de colisión con el terreno (aproximación/salida), se recomienda verificaciones adicionales en cada ciclo de actualización de los datos de navegación. Es preferible realizar una comparación electrónica de los datos con una fuente de control, sin embargo, una verificación manual o en el simulador puede ser utilizada cuando este método no está disponible.

6.4 También hay que destacar que si bien se pueden tomar todas las precauciones para

asegurar la validez de la base de datos de a bordo, en algunas circunstancias los datos válidos pueden ser interpretados y gestionados por el sistema de navegación de manera errónea. Es muy difícil proveer protección contra este tipo de problema, sin embargo, en la evaluación de los procedimientos de operación PBN, se debería prestar la atención debida para garantizar que los procedimientos de operación de la tripulación de vuelo son adecuados y suficientes de tal manera que constituyan una última línea de defensa.

Sección 3 – Performance de navegación

1. Generalidades

1.1 Todos los sistemas de navegación pueden ser descritos en términos de performance. Por ejemplo, una ayuda para la navegación basada en tierra tal como el VOR provee un nivel medible de performance que se aplica en términos de tolerancias de navegación aceptadas.

1.2 Las operaciones PBN son similares sobre la base de la performance de navegación, no obstante, el concepto de performance es diferente. Donde una operación basada en ayudas para la navegación emplazadas en tierra depende de la performance de las señales radiadas y de la habilidad de una aeronave para utilizar con precisión dichas señales, en la PBN, se especifica la performance por sí misma y se requiere que el sistema de navegación satisfaga un nivel mínimo de performance. En principio es aceptable cualquier método de navegación que logre la performance del nivel de navegación especificado, sin embargo, en la práctica se requiere un sistema de navegación particular en algunos casos para satisfacer los requisitos de una especificación para la navegación particular. Por ejemplo, la RNP 4 requiere obligatoriamente llevar a bordo equipo GNSS en virtud que no hay otro sistema de navegación disponible vigente para satisfacer los requisitos de la especificación para la navegación. Al menos en teoría, si otro medio de navegación llega a estar disponible y satisface los requisitos de performance de RNP 4 sin GNSS, entonces los requisitos del GNSS podrían ser removidos de la especificación para la navegación.

2. Evaluación de la performance

2.1 Una especificación para la navegación requiere de la performance que se define por un número que representa la precisión del sistema de navegación en millas marinas (NM). En el Doc 9613 se especifica a la precisión como la *probabilidad de que la posición calculada estará dentro del radio especificado de la posición real el 95 % del tiempo*. Si bien esta es la base del requisito de la precisión de una especificación, la precisión que se alcanza puede ser muchas veces mejor y esto de alguna forma puede ser engañoso.

2.2 Los sistemas de navegación que utilizan GNSS son capaces de proveer niveles muy altos de precisión con una probabilidad alta de exceder el 95 % de la precisión de navegación. Por consiguiente, puede ser confuso y aún engañoso citar una probabilidad del 95% de precisión para la navegación GNSS, aún cuando el posicionamiento real puede medirse en metros, con independencia de cualquier requisito de performance de una especificación de navegación particular. En general, se debe evitar considerar la performance para las aplicaciones basadas en GNSS en referencia a una probabilidad del 95%, ya que sugiere un nivel de precisión muy inferior al nivel que se observa en las operaciones reales. En algunos casos se ha observado una precisión 15 veces mejor que la precisión mínima.

2.3 La precisión es sólo una de varias consideraciones cuando se evalúa la performance y la capacidad general del sistema de navegación, incluyendo las presentaciones de la cabina de mando, los sistemas de control de vuelo y otros factores que se consideran en la determinación de la capacidad de la performance de navegación de la aeronave.

2.4 El cálculo de la performance de navegación es realizado normalmente por el fabricante de aeronaves, y en muchos casos el fabricante suministrará una declaración en el AFM dando la capacidad calculada. Sin embargo, la base sobre la cual se calcula la performance varía entre fabricantes y en algunos casos la metodología difiere entre tipos de aeronaves de un mismo fabricante.

2.5 En la mayoría de los casos, la performance de navegación publicada por el fabricante fue

calculada algunos años antes de la publicación del Manual PBN y de otros criterios relevantes RNAV/RNP de los Estados. Por consiguiente, la aprobación operacional debe tener en cuenta las circunstancias en que el fabricante calculó la performance de navegación, y el rol (si existe) de la autoridad reguladora al aceptar las declaraciones del fabricante. En muchos casos, la autoridad reguladora aceptó los cálculos del fabricante en lugar de aprobar la declaración de performance, en virtud que no habían estándares disponibles en el momento de la certificación inicial.

2.6 Tras la publicación del manual PBN y de documentación similar de los Estados, algunos fabricantes han demostrado la capacidad de navegación de las aeronaves en base a esos requisitos publicados. Tales aeronaves pueden ser aceptadas por cumplir con la performance especificada sin ninguna evaluación posterior. Se espera que en su momento muchos fabricantes demostrarán cumplimiento con los requisitos PBN, y esto reducirá la carga de trabajo asociada con la aprobación operacional.

2.7 Otras aeronaves requerirán de evaluación para determinar que el nivel exigido de performance es coherente con la aprobación operacional. Al solicitante se le pedirá que provea justificación de la performance de navegación de las aeronaves apoyada por documentación del fabricante.

3. Componentes de la performance

3.1 La performance de navegación se calcula considerando los siguientes componentes:

- a) Error de definición de la trayectoria (PDE).- Una ruta de navegación de área se define mediante tramos entre WPT, por lo tanto la definición de la trayectoria depende de la resolución de los WPT y de la capacidad del sistema de navegación para gestionar los datos de dichos WPT. Sin embargo, como los WPT pueden ser definidos con mucha precisión y la mayoría de los sistemas de navegación son capaces de gestionar un alto nivel de precisión, este error es mínimo y normalmente se considera cero.
- b) Error técnico de vuelo (FTE).- Algunas veces mencionado como *error de control de la trayectoria (PSE)*, este valor representa la capacidad del sistema de guía de la aeronave para seguir la trayectoria de vuelo calculada. El FTE es normalmente evaluado por los fabricantes de las aeronaves en base a vuelos de prueba, no obstante, en los casos en que los fabricantes no son capaces de proveer datos adecuados, el explotador puede ser requerido a recopilar datos en servicio. Los valores FTE usualmente varían para una aeronave en particular dependiendo del método de control de vuelo, por ejemplo, se puede aplicar un FTE menor a las operaciones donde el piloto automático (AP) se encuentre acoplado en comparación con el FTE para vuelo manual que utilice un director de vuelo (FD).
- c) Error del sistema de navegación (NSE).- Algunas veces mencionado como *error de estimación de la posición (PEE)*, este valor representa la capacidad del sistema de aviónica para determinar la posición, relativa a la posición real de la aeronave. El NSE depende de la precisión de las entradas para la solución de la posición, tales como la precisión aceptada de las mediciones del DME o GNSS.
- d) Error del sistema total (TSE).- Se calcula como una suma estadística de los errores de los componentes. Un método aceptable de calcular la suma de un número de medidas estadísticas independientes es computar la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las desviaciones estándar de los tres errores (PDE, FTE y NSE) o método de la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados (RSS).

3.2 El cálculo para la precisión es:

$$TSE = \sqrt{(PDE)^2 + (FTE)^2 + (NSE)^2}$$

3.3 Como se discutió previamente, el PDE es normalmente considerado cero y puede ser ignorado:

$$TSE = \sqrt{(FTE)^2 + (NSE)^2}$$

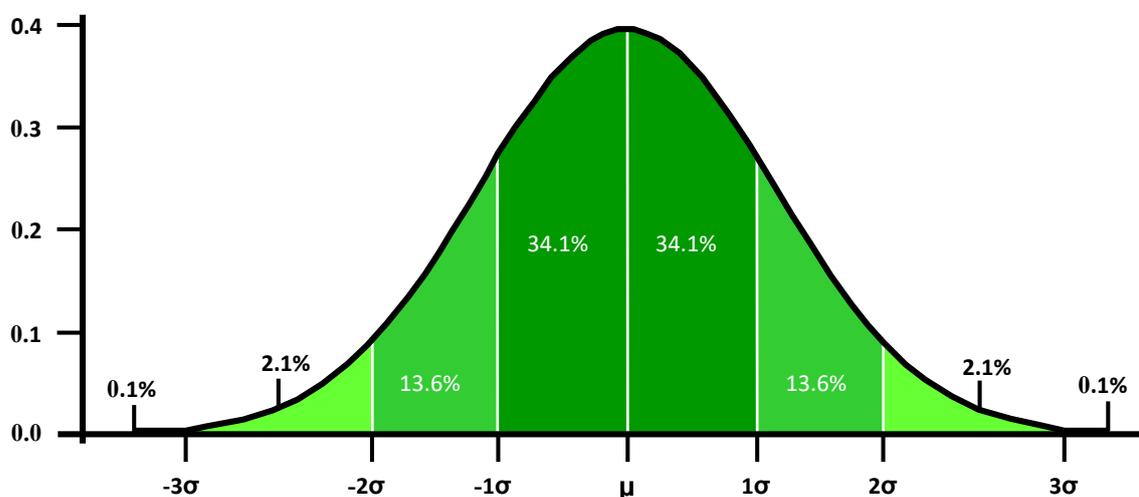
3.4 Ninguna medida puede ser absoluta y siempre ocurrirá algún error o variación, por lo tanto los errores son normalmente expresados en términos de probabilidad de que se alcanza la precisión especificada. Por ejemplo, el FTE podría ser descrito como $\pm (X)$ NM/95%.

3.5 En el caso de la PBN en general donde la precisión se especifica como el valor de 95%, entonces el 95% del TSE se calcula para el 95% de los valores del FTE y NSE.

3.6 El riesgo de que una aeronave exceda la tolerancia de navegación especificada, puede ser estimado para cualquier probabilidad deseada. Es conveniente y razonablemente confiable considerar que los errores de navegación tienen una “distribución normal” y están representados por una distribución Gaussiana. Una distribución Gaussiana o normal es una representación de los errores probables que puede esperarse para muchos eventos aleatorios comunes. Si la probabilidad de un evento en particular es conocida (por ejemplo, 95% TSE), entonces se puede calcular también, utilizando una distribución Gaussiana, el error estimado para otra probabilidad.

3.7 La desviación estándar es una medida ampliamente utilizada de la variabilidad o dispersión. En términos simples, muestra cuánta variación existe desde el “promedio” (media). Puede considerarse como la diferencia promedio de las puntuaciones desde la media de la distribución, es decir hasta qué punto están lejos desde la media. Una desviación estándar menor indica que los puntos de los datos tienden a estar muy cerca del promedio, mientras que una desviación estándar mayor indica que la información está muy dispersa a lo largo de una amplia gama de valores.

Figura 4-7 – Curva de distribución normal o curva de Gauss



3.8 En la Figura 4-7 cada banda de color tiene una anchura de una desviación estándar. El porcentaje de los resultados dentro de dos desviaciones estándar de la media es: $2 \times (34.1\% + 13.6\%) = 95.4\%$ (Una probabilidad del 95% es equivalente a 1.96 desviaciones estándar).

En la tabla siguiente se presenta las probabilidades para varias desviaciones estándar.

Figura 4-8 – Probabilidades para varias desviaciones estándar

Desviación estándar	Probabilidad
1 σ	68.2689492%
1.960 σ	95%
2 σ	95.4499736%
3 σ	99.7300204%
4 σ	99.993666%

Por ejemplo, si la performance demostrada (TSE) es de 0.3 NM/95%, entonces se puede computar la probabilidad de que la aeronave estará dentro de 0.6 NM de la posición calculada.

Por simplicidad asumiremos que el valor del 95% es igual a 2 desviaciones estándar en lugar del valor real de 1,96. Por lo tanto 0,6 NM es igual a dos veces el valor del 95% o 4 desviaciones estándar que equivale a 99,993666%. Esto a su vez se puede aproximar a 99,99% lo que indica que sólo 0,01% de todas las posiciones calculadas serán mayores que 0,6 NM. Por conveniencia, .01% puede ser descrito como 1 de cada 10.000 o 1×10^{-4} .

4. Performance de navegación requerida

4.1 La RNP es un medio de especificar la performance para un tipo particular de operación. Para satisfacer un nivel de performance particular se debe cumplir una serie de requisitos.

- Precisión.**- La precisión de la posición puede ser definida como *la capacidad del sistema de navegación para mantener la posición de la aeronave dentro del TSE con una probabilidad del 95% o la probabilidad de que la posición real estará dentro de una distancia especificada desde la posición calculada*. Esta medida de la performance asume la fiabilidad del cálculo (es decir, el sistema está operando dentro de su especificación sin falla). La manera de calcular ha sido tratada en la sección anterior.
- Integridad.**- Para los propósitos de la aviación en que la seguridad es crítica, debemos asegurarnos que se puede confiar en el sistema de navegación. Aún cuando podemos estar satisfechos de la precisión con la que se determina la posición, también debemos asegurarnos que el cálculo esté basado en información válida o confiable. Existen diversos métodos (por ejemplo, la RAIM) que se utilizan para proteger la solución de la posición contra la posibilidad de medidas de posición no válidas.
- Disponibilidad.**- Significa que el sistema se puede utilizar cuando sea necesario. Para las operaciones GNSS, salvo que tengan aumentación, la disponibilidad es alta pero por lo general es menor al 100%. Se requiere de medidas operacionales para solventar esta limitación.
- Continuidad.**- La continuidad se refiere a la probabilidad de que ocurra una pérdida de servicio mientras el equipo está operando. Para las operaciones RNP, el sistema de navegación debe satisfacer los requisitos de precisión e integridad, pero se puede utilizar procedimientos operacionales para superar las limitaciones de la disponibilidad y continuidad. Además de los cuatro parámetros de performance RNP también se requiere de control y alerta de la performance de a bordo.

4.2 En la práctica, la capacidad RNP se determina por las características más limitantes listadas en el Párrafo 4.1.

4.3 Como se discutió anteriormente, en términos generales la RNP se basa en el GNSS. La precisión de la posición para el GNSS es excelente y puede apoyar operaciones con RNP menores. El RNP más bajo actualmente en uso es RNP 0.10, aunque se tenga en cuenta sólo la precisión de

la posición. En el futuro el GNSS será capaz de apoyar RNP inferiores a 0.10.

4.4 Sin embargo cabe recordar que la precisión depende también del FTE y este componente es, por mucho, el factor dominante. En consecuencia, la capacidad RNP de las aeronaves equipadas con GNSS no depende de la precisión del sistema de navegación, sino de la capacidad de la aeronave para seguir la trayectoria definida. El FTE se determina normalmente por la habilidad del sistema de control de vuelo de la aeronave para seguir una trayectoria de vuelo calculada y los valores FTE más bajos suelen lograrse con el piloto automático acoplado.

4.5 Otra consideración es el requisito de control (vigilancia) y alerta de la performance de a bordo. Para los sistemas GNSS, el control y alerta de la performance del sistema de navegación es automática. Salvo en algunas instalaciones específicas, el control y alerta del FTE es responsabilidad de la tripulación de vuelo, y la capacidad de la tripulación de vuelo para realizar esta función depende de la calidad de la información que se presente a la tripulación de vuelo.

4.6 Mientras que una aeronave puede ser capaz de una precisión de navegación particular de RNP, no siempre es necesario o deseable que se aplique la capacidad total. Además de la consideración de la precisión y el control de la performance, la operación debe estar siempre protegida contra la información de posición no válida, es decir, se requiere de integridad.

4.7 Para apoyar las operaciones con RNP menores, se necesita un nivel adecuado de protección de la integridad. Cuanto menor sea el tipo de RNP, mayor será el nivel de protección de la integridad que se requiere, lo cual a su vez reduce la disponibilidad y continuidad del servicio. Por consiguiente, es necesario realizar una compensación entre el RNP seleccionado y la disponibilidad.

4.8 Las especificaciones para la navegación PBN se basan en un nivel de performance de navegación adecuado a la finalidad prevista, en lugar de la capacidad inherente del sistema de navegación. Por ejemplo, una aeronave equipada con GNSS tiene una precisión de navegación muy alta y, si utiliza AP, ésta exhibirá un FTE bajo, sin embargo para operaciones SID/STAR en áreas terminales, la RNP 1 es adecuada para los fines previstos, lo que resulta en casi el 100% de disponibilidad reduciendo de esta manera la carga de trabajo en la vigilancia de la performance del FTE.

5. Limitaciones de performance

5.1 La performance global del sistema está limitada por el caso más restrictivo. Por ejemplo, para los sistemas DME/DME, la condición más limitante es probable que sea la precisión. En este caso, el posicionamiento depende de las mediciones, las cuales están limitadas por la precisión del DME.

5.2 Los sistemas que utilizan el GNSS como medio primario en la determinación de la posición son esencialmente de una precisión absoluta. La precisión del sistema de navegación es independiente de la aplicación de navegación, es decir, la precisión de posicionamiento subyacente es la misma para RNP 10 como lo es para RNP 0.1.

5.3 La performance del sistema GNSS normalmente depende del FTE y en particular de la capacidad de monitoreo y alerta del FTE. En la fórmula de performance del TSE, el NSE es pequeño, el PDE se considera insignificante y el FTE se convierte en el contribuidor dominante.

5.4 El FTE normalmente depende de la capacidad del sistema de control de vuelo (AP o FD) para mantener la trayectoria de vuelo deseada, y comúnmente varía con la fase de vuelo. En ascenso, descenso y crucero, la sensibilidad de los sistemas de control de vuelo es normalmente menor que en la fase de aproximación por razones obvias.

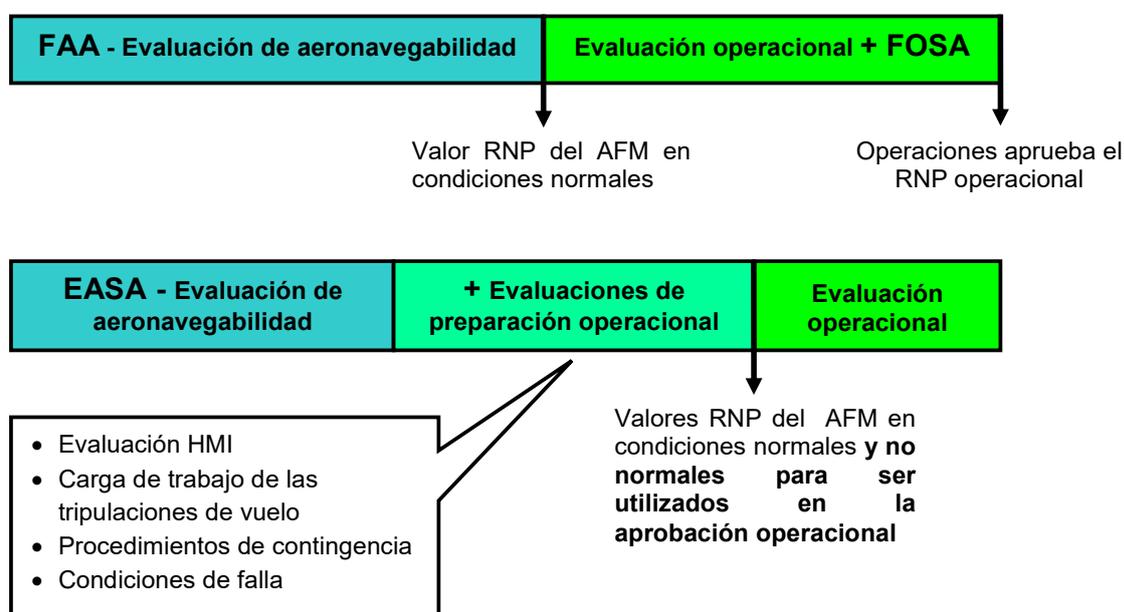
5.5 A pesar de la capacidad del sistema de control de vuelo para lograr valores bajos de FTE, la RNP también requiere que la tripulación de vuelo sea capaz de controlar el error lateral y proveer una alerta si se exceden los límites de desviación (normalmente esto se logra mediante los procedimientos de la tripulación de vuelo). En muchos casos, la presentación del error lateral en cabina de mando, limita la capacidad de la tripulación de vuelo para controlar el error lateral, independientemente del FTE demostrado, esto puede limitar el rendimiento RNP. Algunos manuales de vuelo de las aeronaves (AFM) contienen declaraciones de performance RNP que son válidas cuando

sólo se considera la precisión del sistema de control de vuelo, sin embargo puede ser difícil justificar una performance igual cuando se toma en consideración la presentación de desviación lateral.

5.6 Normalmente se provee la vigilancia de la integridad del GNSS de manera coherente con la declaración de performance RNP del fabricante y rara vez es una limitación de la capacidad general de la RNP. En la práctica, sin embargo, la constelación de satélites no puede ser capaz de apoyar la plena capacidad RNP de la aeronave y la capacidad disponible RNP puede ser limitada por dicha constelación.

5.7 En Europa, para la RNP AR APCH, la performance RNP también considera el efecto de eventos no normales y puede ser declarada una performance RNP diferente en función de las circunstancias operacionales. Normalmente se publicarán valores diferentes de RNP cuando se opere con todos los motores y en los casos de un motor inoperativo. El diseño de procedimientos de aproximación de OACI no considera las condiciones no normales y se aplican las condiciones para todos los motores en funcionamiento, no obstante las limitaciones establecidas por el fabricante deben ser consideradas durante la evaluación de la seguridad operacional de vuelo (FOSA).

Figura 4-9 – Diferencia en la filosofía de aprobación operacional: FAA - EASA



FOSA: Evaluación de la seguridad operacional de vuelo
 HMI: Interfaz del usuario/Human machine interface

6. Gestión del error técnico de vuelo (FTE)

6.1 El FTE es un término que generalmente no es familiar para pilotos y explotadores, aunque se ha establecido apropiadamente el concepto de estándares requeridos para el mantenimiento de la trayectoria. Sin embargo, los pilotos han asociado tradicionalmente la gestión de las tolerancias laterales con los niveles de habilidad del piloto y con la competencia de la tripulación de vuelo. Al momento, este concepto limitado ya no es adecuado, en virtud que en las operaciones PBN, el error lateral es gestionado normalmente por el sistema de la aeronave en lugar de que el piloto manipule los controles.

6.2 En el contexto de la PBN es necesario ampliar el concepto del FTE. Al respecto existe una serie de medidas que se deben aplicar.

- a) *Demostración del FTE:* Como se ha señalado anteriormente, la performance de la aeronave pueda determinarse sobre la base de ensayos de vuelo, dependiendo del método de control. La habilidad del piloto cada día tiene menor importancia y con mayor frecuencia el FTE es una medida de la performance del piloto automático.
- b) *Tolerancia del FTE PBN:* El límite lateral normal del FTE para cada especificación de navegación ($\frac{1}{2}$ de la precisión de navegación para la mayoría de las aplicaciones PBN).
- c) *Valor FTE de diseño de procedimientos:* El diseñador de procedimientos utiliza un valor FTE en la evaluación del cálculo de la tolerancia del vuelo lateral.
- d) *Limitación del FTE:* Una limitación operacional se pone en el valor del FTE aceptable en vuelo. Si se excede este valor el procedimiento debe ser descontinuado.

6.3 Como requisito general de la PBN se espera que todos los pilotos mantengan el eje de ruta en las operaciones de vuelo. Para todas las operaciones normales se considera aceptable una desviación de hasta $\pm \frac{1}{2}$ de la precisión de navegación correspondiente a la ruta o procedimiento, sin embargo se asume que cualquier desviación será corregida y restablecida con precisión. Se permite desviaciones breves de hasta 1 x la precisión de navegación durante e inmediatamente después de los virajes pero en la práctica tales desviaciones se deben considerar como una mala técnica, asimismo se deben considerar las acciones adoptadas para limitar dichas excursiones.

6.4 Sin embargo, en la mayoría de las aplicaciones PBN, no se observa en operaciones normales una exactitud de $\pm \frac{1}{2}$ de la precisión de navegación y un error lateral en este orden sería considerado excesivo por la mayoría de pilotos y explotadores.

6.5 Aunque la performance de navegación está determinada por un cálculo estadístico, en la práctica se pone un límite en las desviaciones laterales. Esto efectivamente corta los extremos de la distribución de la probabilidad y evita estadísticas poco probables y la posibilidad real de grandes errores laterales. La selección de un punto en el que se limite el FTE y se proceda con las intervenciones de la tripulación de vuelo (por ejemplo, un maniobra de motor y al aire), es arbitraria y una cuestión de criterio en lugar del cálculo de las matemáticas.

Figura 4-10 – Valores típicos FTE (NM)

Especificación para la navegación	Precisión de navegación	FTE de diseño 95%	FTE máximo PBN	Protección lateral (a cada lado de la derrota)
RNAV 5 > 30 NM ARP	5	2.5	2.5	5.77
RNP 4	4	2	2	8
RNAV 1 (< 15 NM ARP)	1	0.5	0.5	2
RNP 1 (< 15 NM ARP)	1	0.5	0.5	2
RNP APCH (MAPt)	0.30	0.25	0.15	0.95
RNP AR APCH (min)	0.10	N/A ¹	0.05 ²	0.20

¹ El FTE para RNP AR APCH debe ser coherente con la capacidad RNP. El diseño está basado en una evaluación de obstáculos de 2 x RNP a cada lado de la derrota.

² Se debe realizar una aproximación frustrada si el FTE excede 1 x RNP.

6.6 Para RNP AR APCH se requiere obligatoriamente interrumpir la aproximación si la tolerancia lateral excede 1xRNP.

Nota.- Se puede demostrar matemáticamente que para el RNP más bajo disponible (0.10), la performance RNP se mantiene

para desviaciones laterales de hasta $1 \times RNP$. En virtud que la precisión del GNSS no disminuye con el aumento del RNP, la aplicación de un límite del FTE de $1 \times RNP$ para los valores de RNP en exceso de 0.10 es conservadora.

6.7 Para RNP APCH se requiere iniciar una aproximación frustrada cuando la tolerancia lateral excede $\frac{1}{2}$ de la precisión de navegación, es decir 0.15 en el tramo final. A pesar que existen algunas interpretaciones de este requisito se recomienda seguir los lineamientos del Doc 9613 de OACI.

6.8 La capacitación debe enfatizar que se requiere mantener el eje de ruta para todas las operaciones PBN. Existe una idea falsa de que para las operaciones en ruta, donde la precisión de la navegación es relativamente grande (RNP 10, RNP 4, RNAV 5), es aceptable desviaciones no autorizadas por el ATC fuera de la derrota hasta la precisión de navegación. Los pilotos deben entender que las normas de separación de las aeronaves se basan en la probabilidad estadística del FTE asumiendo que el avión sigue la derrota definida lo más cerca posible. Los inspectores deben asegurarse que los programas de instrucción proporcionen una orientación adecuada sobre la gestión del FTE.

7. Monitoreo de la desviación lateral

7.1 La vigilancia del FTE requiere que se presente a la tripulación de vuelo información disponible que indique cualquier cambio en la trayectoria lateral (LNAV) o trayectoria vertical (VNAV). El manual PBN incluye algunas orientaciones sobre el uso de un indicador de desviación lateral u otros medios tales como el FD o AP para gestionar el FTE pero en la práctica se requiere de juicio por parte de los inspectores para evaluar que la información que se muestra a la tripulación de vuelo es adecuada para una aplicación particular.

7.2 No se debería experimentar dificultad con aeronaves equipadas con receptores GNSS autónomos que deberían ser instalados para proveer una presentación de información lateral en un CDI o HSI. Las funciones normales de las TSO C129a y TSO C146a proveen deflexión máxima automática en escala, apropiada para la fase de vuelo, siempre que la tripulación de vuelo esté debidamente capacitada en la operación del receptor y estén disponibles las indicaciones apropiadas de las desviaciones laterales. En las Figuras 4-11 se presenta un equipo GPS con su indicador de desviación de curso (CDI) que proveen información sobre la desviación lateral de la aeronave.

Figura 4-11 – CDI del GPS GARMIN Series 400



7.3 Desafortunadamente las aeronaves equipadas con FMS no están normalmente equipadas con un indicador de desviación de curso (CDI) cuando operan en un modo RNAV. Este tipo de instalación requiere de evaluación durante el proceso de aprobación. Aunque no es posible generalizar y existen algunas variaciones entre los fabricantes, en este tipo de aeronaves se utiliza comúnmente la presentación de navegación (ND) para indicar la posición de la aeronave en relación con la trayectoria de vuelo prevista. Como es práctica común operar con el piloto automático conectado, el mantenimiento de la derrota es generalmente bueno y por esta razón los fabricantes históricamente no han considerado la importancia de presentar la indicación del error lateral, ya sea utilizando un indicador gráfico tipo CDI o una indicación numérica en el ND.

7.4 Con el desarrollo de las operaciones de aproximación RNP, donde el mantenimiento pre-

ciso de la derrota es de importancia, la idoneidad de las presentaciones se ha convertido en un tema de interés. Las fuentes comunes de información lateral de los aviones en producción incluyen:

- a) Presentación de navegación (MAP display) – Indicaciones gráficas.- Indicación gráfica de desviación relativa a la derrota de vuelo prevista. Dependiendo de la escala de la presentación seleccionada, el tamaño del símbolo de la aeronave puede ser utilizado para estimar la desviación lateral. Este tipo de indicación es suficiente para permitir una estimación razonable de desviaciones tan pequeñas como de 0,1 NM, en función de la escala de la presentación seleccionada y del símbolo de la aeronave. Para operaciones en las que la tolerancia lateral es relativamente grande, (RNAV 10 (RNP 10), RNAV 5, RNP 4 y RNAV 1 o RNP 1) esto puede considerarse adecuado. Este tipo de indicación, aunque limitada, está disponible hacia delante en el campo de visión del piloto y en este sentido contribuye a satisfacer algunos de los requisitos básicos de la vigilancia de la derrota.
- b) Presentación de navegación (MAP display) – Indicaciones numéricas.- Además de una presentación gráfica de la posición relacionada con la derrota de vuelo prevista, muchos fabricantes también proveen una indicación digital de desviación lateral en una ND. Comúnmente esto se limita a un decimal por ejemplo, 4.5, 2.0, 1.0, 0.3, 0.2, 0.1 NM (Véase Figura 4-12).

Figura 4-12 – Desviación lateral con un decimal en el ND



En algunos aviones se aplican un redondeo a la presentación digital de desviación lateral, por ejemplo, en al menos un caso, la presentación de desviación no se indica hasta que la desviación alcance 0.15 NM, entonces se muestra un valor redondeado de 0.2 NM. En este caso, la primera indicación digital para la tripulación es de 0.2 NM que se muestra cuando la desviación real es de 0.15 NM.

Del mismo modo, a medida que la desviación lateral se reduce, la última indicación digital que se presenta es de 0.10 NM que ocurre cuando la desviación real es de 0.15 NM.

Cada vez más los fabricantes de aeronaves están ofreciendo como estándar o como opción del cliente, indicaciones digitales de 2 decimales después del punto, por ejemplo de .01, .02, .03 MN (Véase Figura 4-13).

Las desviaciones laterales de dos decimales después del punto se están convirtiendo en el estándar de la industria y los explotadores deben ser alentados a seleccionar esta opción si está disponible. Desafortunadamente, en los aviones más antiguos a menudo esto no está disponible debido al software o a las limitaciones de las presentaciones.

Figura 4-13 – Desviación lateral con dos decimales en el ND



- c) Unidad de control y de visualización (CDU) – Presentaciones numéricas.- Muchos sistemas presentan una indicación de desviación lateral y/o una indicación de desviación vertical numérica en la CDU (MCDU).

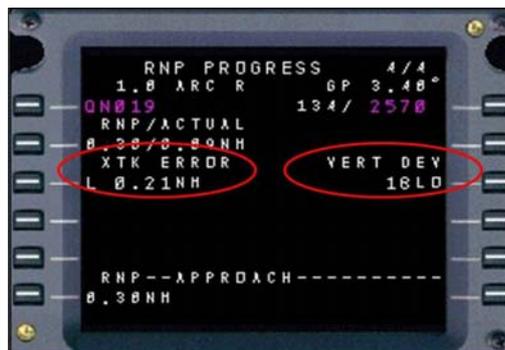
En los casos en que la ND no provee una presentación numérica, la tripulación de vuelo puede obtener esta presentación numérica complementando una indicación de desviación gráfica inicial con una referencia cruzada de la página apropiada de la CDU.

Las indicaciones numéricas pueden ser de uno o dos decimales después del punto. La desventaja de esta indicación es que no está en el campo de visión primario del piloto.

Cuando las indicaciones de la CDU son consideradas en la evaluación de la adecuación del control de la derrota, los procedimientos de la tripulación también deben ser evaluados.

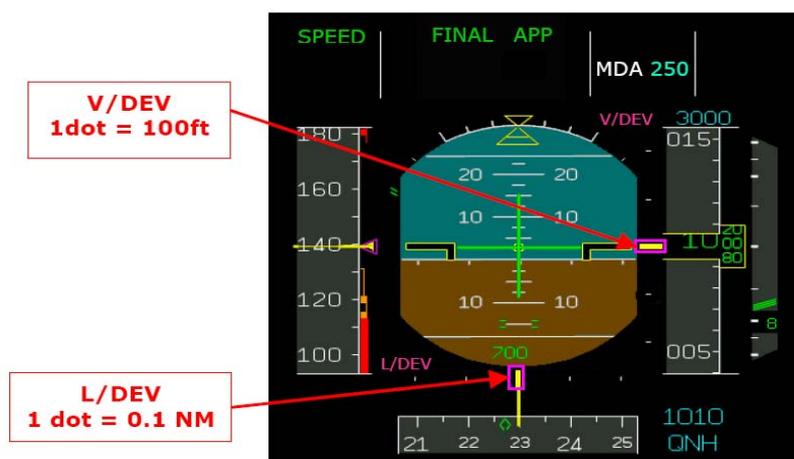
Los explotadores deben implementar un procedimiento de tal manera que al menos un miembro de la tripulación de vuelo [normalmente el piloto que no vuela la aeronave (PNF) o piloto de monitoreo (PM)] disponga de la página apropiada de la CDU durante la operación y exista un sistema de verificación cruzada junto con llamadas y respuestas de la tripulación. En la Figura 4-14 se presenta una página de la CDU con indicaciones de desviación lateral y vertical.

Figura 4-14 – Indicaciones de desviación lateral y vertical en la CDU



- d) Pantalla de vuelo primaria (PFD) – Presentaciones CDI.- En los actuales momentos algunos fabricantes están ofreciendo, ya sea, como una opción estándar o como una opción del cliente, la presentación de desviación lateral en el PDF de manera similar a la presentación utilizada para el sistema de aterrizaje por instrumentos (ILS). Un símbolo diferente se utiliza para identificar que la información es RNAV en lugar del localizador (LOC) (Véase Figura 4-15). Las implementaciones varían desde presentaciones simples con escalas fijas a presentaciones más sofisticadas que proveen un estimado de la disponibilidad de la tolerancia lateral basada en la estimación vigente de la performance de navegación.

Figura 4-15 – Indicaciones de desviación vertical y lateral en el PFD



8. Monitoreo de la desviación vertical

Muchos sistemas VNAV han sido instalados en las aeronaves para proveer indicaciones de la trayectoria vertical, destinados a proveer vigilancia adecuada para las operaciones en ruta, ascenso/descenso y crucero. Comúnmente este tipo de presentación no estuvo prevista para ser utilizada en operaciones de aproximación donde se esperaba tener una resolución tan baja como de 10 pies. El tamaño de la presentación puede ser muy pequeño y la indicación de deflexión máxima puede ser tan grande como de ± 400 ft. Con mayor frecuencia se provee en el PFD un indicador de desviación vertical, similar a un indicador de pendiente de planeo ILS (Véase la Figura 4-15). Indicaciones numéricas de la desviación vertical también pueden estar disponibles en la CDU (Véase la Figura 4-14).

9. Evaluación de las presentaciones de desviación

9.1 A pesar que cada caso debe ser evaluado de manera particular, se pueden aplicar directrices generales para las aprobaciones PBN.

9.2 Se debe prestar atención a los dispositivos de control de vuelo. Cuando el AP o FD es el medio de control de vuelo, se espera que las desviaciones laterales y verticales sean pequeñas, por lo tanto se requieren suficientes presentaciones sólo para el monitoreo adecuado de la performance.

- La presentación de la información debería estar relacionada con la tolerancia de navegación requerida. Para operaciones en ruta y área terminal, un estándar menor, tal como una indicación lateral gráfica o básica numérica es normalmente adecuado.
- Para las operaciones RNP APCH se ha establecido una tolerancia de aproximación final de $\frac{1}{2}$ de la precisión de navegación, es decir 0.15 NM. Por consiguiente se necesita una indicación de desviación lateral pequeña. La utilización de una presentación gráfica (MAP) y de una indicación lateral digital, ya sea, en el ND o en la CDU es generalmente suficiente, siempre que el método de control de vuelo (AP o FD) y los procedimientos de vigilancia de la tripulación de vuelo sean apropiados.
- Un indicador PFD es normalmente el requisito mínimo para las operaciones de aproximación VNAV. Un medio alternativo podría ser evaluado como adecuado siempre que la tripulación de vuelo pueda rápidamente identificar las desviaciones de derrota vertical para limitar la trayectoria de vuelo dentro de las tolerancias requeridas (+ 100 ft/- 50 fr o 75 ft).
- Para las operaciones RNP AR APCH con un RNP igual o mayor que 0.3, se aplica la misma precisión de mantenimiento de la derrota de RNP APCH y normalmente es adecuado un es-

tándar similar en las presentaciones de navegación. A pesar que se prefiere una indicación CDI en el PFD, ésta no es esencial como lo es la presentación de dígitos numéricos de desviación lateral en el ND. Se debería utilizar el AP o FD para el control de vuelo y establecer procedimientos adecuados para que la tripulación de vuelo pueda gestionar el error lateral.

- e) El estándar aceptable para las operaciones RNP AR APCH con RNP menor a 0.3 es una presentación gráfica de desviación lateral en el PFD y una presentación numérica de dos decimales después del punto en el ND.

9.3 En la evaluación de las presentaciones y procedimientos para el monitoreo del error lateral se debería considerar las funciones tales como la predicción de la trayectoria de vuelo, las presentaciones de situación vertical, etc. También se debería tomar nota que la declaración del fabricante sobre la capacidad RNP depende del método de control de vuelo que determina el valor estadístico del FTE utilizado en la demostración de la capacidad RNP. Algunos fabricantes y/o autoridades reguladoras requieren un estándar mínimo de presentaciones en cabina para las operaciones RNP AR APCH.

Sección 4 - GNSS

1. Generalidades

1.1 El advenimiento de la navegación basada en satélite provee mejoras significativas en la performance de navegación. A pesar que la navegación basada en la performance en general no depende de la navegación satelital, los beneficios disponibles dentro del concepto PBN se han multiplicado por el uso del GNSS.

1.2 Este manual no cubre los fundamentos de la navegación GNSS y se asume que los usuarios tienen o adquirirán el conocimiento y la instrucción necesaria en los principios y prácticas de la navegación basada en satélite.

1.3 La discusión de la navegación basada en satélite estará relacionada con los elementos específicos que son relevantes para las aprobaciones operacionales PBN.

1.4 Los sistemas GNSS van desde receptores autónomos, al momento en uso en la aviación general y regional (commuter) hasta los sistemas de gestión de vuelo (FMS) que incorporan sistemas IRS actualizados por GNSS. Cualquiera que sea la instalación, la capacidad de navegación del GNSS es excelente. Existe una variación pequeña en la precisión del posicionamiento entre los varios tipos de instalación. No obstante existen diferencias considerables en la funcionalidad, presentaciones en cabina, monitoreo de la integridad, alerta y otras características que deben ser consideradas en la aprobación operacional, dependiendo de la especificación de navegación particular.

2. Control (vigilancia) y alerta

2.1 Por diseño, un receptor de navegación GNSS IFR incorpora un sistema para vigilar la performance de posicionamiento y proveer una alerta a la tripulación de vuelo cuando los requisitos mínimos de la performance de navegación deseada no están disponibles. En consecuencia, un sistema de navegación GNSS califica como un sistema de navegación RNP ya que es capaz de proveer las funciones de control y alerta de la performance de a bordo. No obstante, la función de control y alerta de la performance de a bordo por si misma no es suficiente para las aplicaciones RNP y por lo tanto el FTE también debe ser monitoreado. Un número de aeronaves equipadas con GNSS no cumplen con los requisitos de control de la RNP debido a la falta de capacidad que tiene el equipo para que la tripulación de vuelo pueda monitorear la desviación lateral.

2.2 Antes de la PBN, muchas operaciones que utilizaban GNSS fueron clasificadas como operaciones RNAV, tales como los procedimientos de aproximación RNAV (GNSS). Para ser coherentes con la definición RNP de la PBN, los procedimientos RNAV (GNSS) se clasifican ahora como procedimientos RNP APCH, debido a que cumplen con los requisitos de control y alerta de la performance de a bordo asociados con los sistemas RNP.

3. Precisión GNSS

3.1 La precisión de posicionamiento de la señal del GNSS en el espacio depende de la constelación de satélites y es generalmente independiente del sistema de la aeronave. La precisión de posicionamiento es excelente y una cantidad significativa de datos ha sido acumulada lo que demuestra que el GNSS sin aumentación es capaz de proveer mediciones de precisión en metros con un alto grado de disponibilidad sobre gran parte de la superficie de la tierra.

3.2 Aunque las especificaciones para la navegación PBN pueden contener un requisito de precisión especificado como una probabilidad del 95% cuando se utiliza el GNSS, la precisión subyacente es independiente del requisito de la especificación para la navegación. Una aeronave equipada con GNSS y aprobada para operaciones con una determinada precisión de navegación, por ejemplo RNP 0.3, es capaz de una precisión de navegación menor cuando opera para otra especificación de navegación tal como RNP 1.

3.3 Hay que reconocer que cuando el GNSS está disponible, la precisión de la posición de navegación sigue siendo alta, con independencia de la operación en particular. Sin embargo, también hay que señalar que la precisión es sólo una consideración en lo que refiere a las operaciones PBN y que otros factores pueden limitar la capacidad operacional aprobada.

4. Control (vigilancia) de la integridad

4.1 Todos los sistemas de navegación lateral IFR, tanto convencionales como aquellos basados en la performance, deben satisfacer los requisitos de integridad. La integridad representa la confianza que ponemos en la capacidad del sistema para proporcionar información de navegación que no sea errónea. A pesar que un sistema de navegación puede proveer guía precisa, en aviación se requiere asegurar que dicha guía es válida en todas las circunstancias razonables por lo tanto se han implementado diversos medios para proporcionar esa seguridad.

4.2 La integridad en las ayudas para la navegación convencional está indicada por la ausencia de una banderola de advertencia en un indicador de radiofaro omnidireccional de muy alta frecuencia (VOR) o del ILS, o la presencia de un identificador Morse cuando se utiliza un equipo radio-goniómetro automático (ADF). Para los sistemas GNSS una pérdida de disponibilidad de la integridad se indica mediante un anuncio (en varias formas) que se presenta a la tripulación de vuelo.

4.3 Los sistemas GNSS emplean una variedad de métodos para vigilar o monitorear la integridad de la solución de navegación, siendo el más básico la vigilancia autónoma de la integridad en el receptor o RAIM. Este tipo de sistema de vigilancia o monitoreo se asocia generalmente con (pero no limitado a) receptores autónomos de la aviación general. Otros tipos de vigilancia o monitoreo de la integridad incluyen sistemas híbridos que integran la navegación inercial con el posicionamiento del GNSS para proveer altos niveles de disponibilidad de la navegación con integridad.

4.4 Desafortunadamente, el término RAIM se utiliza de manera errónea para describir los sistemas de integridad en general, y esto puede dar lugar a malas interpretaciones sobre el rol y aplicación de la vigilancia o monitoreo de la integridad en la navegación basada en la performance.

5. Detección de falla

5.1 La precisión y la integridad son necesarias para la navegación GNSS. Sin embargo estos requisitos de la performance, aunque en algunos aspectos relacionados, son parámetros totalmente diferentes y no deben confundirse.

5.2 El receptor GNSS, los satélites GNSS, la vigilancia en tierra y las estaciones de control, contribuyen a proporcionar un sistema de navegación válido y cada elemento incorpora la protección de detección de falla. Un receptor GNSS monitorea continuamente la posición calculada y detecta y anuncia una falla si la solución de la posición no está dentro de límites definidos.

5.3 Sin embargo, la capacidad de un receptor GNSS para detectar una falla está limitada por la potencia de la señal extremadamente baja del GNSS. Los satélites GNSS emiten una señal de baja potencia desde unos 20.000 kilómetros en el espacio que se reduce en proporción inversa al

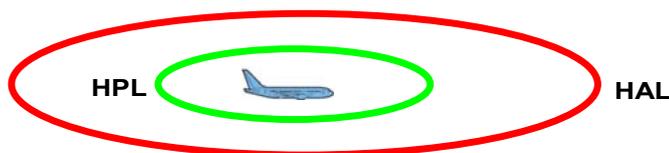
cuadrado de la distancia. La señal utilizable por lo tanto, es muy débil y por debajo del nivel general de ruido ambiental de la señal. Normalmente se detectará una falla a pesar de la baja intensidad de la señal, pero en raras circunstancias la capacidad de detectar una falla puede ser limitada por el nivel de ruido, la geometría de las constelaciones y otros factores. Para las aplicaciones de la aviación comercial se necesita de un medio para proteger al usuario contra la posibilidad real pero poco probable de que una falla podría no ser detectada.

5.4 La RAIM utiliza una solución matemática para proteger al equipo de esta condición rara. El receptor calcula en tiempo real un parámetro llamado nivel de protección horizontal (HPL), a fin de proteger a la solución de navegación en contra de un error potencial de navegación.

6. Nivel de protección horizontal

6.1 El nivel de protección horizontal (HPL) o límite de integridad horizontal (HIL) es una figura que representa el radio de un círculo en el plano horizontal que se centra en la solución de posición del GPS y que garantiza contener la posición verdadera del receptor dentro de las especificaciones del régimen RAIM, de tal manera que la probabilidad de que una posición indicada esté fuera del círculo sin ser detectada es menor que 1 en 1 000. El HPL se calcula como una función del umbral de la RAIM y de la geometría de los satélites en el momento de las mediciones. El HPL se compara con el límite horizontal de alarma (HAL) para determinar si se dispone de la RAIM. En virtud que la posición de los satélites visibles cambia continuamente, el HPL también cambia constantemente.

Figura 4-16 – Nivel de protección horizontal (HPL) y límite de alarma horizontal (HAL)



6.2 El HPL es un parámetro que está diseñado para proveer protección de la integridad en lugar de detectar errores. Desafortunadamente existe una idea errónea de que la posición real flota en cualquier lugar dentro del radio de HPL. La solución de navegación real, como se ha evidenciado en una proporción considerable de observaciones desde hace muchos años, sigue siendo muy precisa. La función del HPL es proteger a la solución de navegación en contra de la posibilidad de que en el evento improbable de que ocurra un error del satélite, el riesgo de pérdida de detección se reduzca a una probabilidad aceptable.

6.3 En circunstancias normales, si ocurre un error en un satélite que cause una solución fuera de tolerancia, el sistema GNSS detectará la falla y proveerá una alerta al usuario. El problema es que no podemos estar seguros que siempre funcionará el sistema de detección de falla (FD), y como se explicó anteriormente, debido al nivel de ruido en el ambiente, en determinadas circunstancias se puede perder un error. De tal manera que si no podemos estar 100% seguros del sistema de detección, algo más se puede hacer, y ahí es donde entran a funcionar la RAIM y el HPL (o un sistema de protección equivalente). La manera de hacer esto es programar el receptor para que calcule en tiempo real, basado en la geometría real de los satélites, un escenario crítico que provea un nivel aceptable de confianza para detectar una falla en caso que esta ocurriera. Hay que tener en cuenta que no estamos hablando acerca de cómo detectar una falla en ese momento, sino que estamos protegiendo a una región en torno a la posición indicada en caso de que una falla pudiera ocurrir en cualquier momento en el futuro. Ese error potencial casi nunca ocurre, pero podemos estar seguros de que si ocurriese dicha falla estaríamos protegidos.

6.4 El HPL se provee para los casos de las peores circunstancias. Como la posición del GPS es una triangulación de las mediciones de pseudo-distancia de los satélites, cualquier error de uno de estos satélites tiene el potencial de dar lugar a una solución no precisa. Una falla en el sistema de

satélites GPS de los Estados Unidos es un error mayor a 150 m, sin embargo, como cualquier solución de posición es un cálculo que depende de una serie de medidas, el error tendría que ser significativamente mayor para convertirse en un problema. Además, el cálculo del HPL asume que sólo los peores satélites fallan, cuando en realidad cualquiera de los satélites utilizados en la solución de posición tienen la misma probabilidad de fallar. El peor satélite sería aquel que se encuentra por debajo del horizonte en virtud que cualquier error inclinaría la posición lateral en mayor proporción que la de un satélite que se encuentra cerca de la parte superior.

6.5 Dependiendo de la fecha en que se fabricó el receptor GPS, el cálculo del HPL puede también asumir que la disponibilidad selectiva (SA) continúa activa. En consecuencia, cuando se realiza operaciones RNP, los pilotos pueden notar diferentes performances en las presentaciones de cabina de mando entre aeronaves que operan en la misma posición y hora, cuando se supone que la SA está activa en el HPL calculado por un avión y que no está en otro avión. Este efecto también tiene influencia en los resultados de la predicción de la disponibilidad RNP. Por lo tanto existe algo de conservadurismo incorporado en el cálculo del HPL.

6.6 Para cada fase de vuelo, el HPL máximo aceptable está restringido por el límite de alarma horizontal (HAL). Para los receptores GPS autónomos, el HAL es fijo para cada una de las fases de vuelo mencionadas (2.0 en ruta, 1.0 en área terminal y 0.3 en aproximación). Para otros sistemas de navegación, el límite se puede seleccionar desde la base de datos o por entrada de la tripulación. Por ejemplo, en una aeronave en la que se puede seleccionar el RNP, el cambio del RNP (en general) tiene el efecto de cambiar el límite del HPL, pero esta selección no tiene ningún efecto sobre la precisión de la posición.

6.7 Desde la perspectiva de la aprobación operacional, es importante comprender que la solución de la posición del GNSS es muy precisa, y que la posición de la aeronave se define formalmente por un NSE muy pequeño y por un FTE relativamente grande. Por consiguiente, las consideraciones operacionales deben estar basadas en el conocimiento preciso y en la guía fiable disponible, en lugar de la idea errónea de que la posición real de la aeronave está localizada al azar dentro del área que se define alrededor de la trayectoria de vuelo prevista y que nosotros protegemos.

6.8 Por ejemplo, cuando los procedimientos operacionales se basan en el alineamiento de un procedimiento RNP con la pista de aterrizaje, podemos estar seguros de que la aeronave de forma fiable estará en la derrota prevista.

6.9 Al mismo tiempo debemos comprender que, a pesar de observar la precisión, es necesario establecer un área de protección alrededor de la trayectoria de vuelo de la aeronave, de modo que, si en algún momento, ya sea en los próximos 30 segundos o 30 años falla un satélite con suficiente magnitud, esa aeronave estará dentro del área protegida o se anunciará una falla.

6.10 La integridad es como una póliza de seguro y no debemos operar sin ella en operaciones IFR. Pero como en la vida real, aunque nos aseguremos que nuestra póliza está vigente, nosotros no podemos vivir únicamente en base de nuestros seguros.

7. Alerta de la integridad

7.1 Para las aplicaciones de aviación, la integridad es esencial y por lo tanto las operaciones se basan en la disponibilidad de un sistema de vigilancia de la integridad y la ausencia de una alerta. Sin embargo, como se discutió anteriormente, el HPL calculado variará dependiendo de la geometría de la constelación y el valor máximo del HPL será determinado por el HAL apropiado a la operación en particular. Si el número de satélites visibles es muy reducido, o la posición de los satélites es pobre entonces la capacidad de detectar una falla potencial disminuye y en consecuencia el HPL computado aumenta. Si, por ejemplo, para la fase particular de vuelo, el HPL calculado excede el HAL, entonces se determina que el nivel requerido de integridad no está disponible y por lo tanto se generará una alerta.

Nota.- La condición $HPL < HAL$ es sólo un ejemplo de una condición que limita la integridad. Hay una serie de sistemas que proporcionan igual o mejor vigilancia de la integridad que no dependen del HPL.

7.2 Las alertas varían dependiendo del tipo de sistema, las aeronaves y el fabricante de

aviónica, pero las descripciones típicas y más relevantes son:

- ✓ RAIM NOT AVBL
- ✓ LOSS OF INTEGRITY
- ✓ RAIM WARNING
- ✓ UNABLE REQD NAV PERFORMANCE RNP (B-737NG)
- ✓ NAV UNABLE RNP (B-777)
- ✓ UNABLE RNP (B-757/767/747-400)
- ✓ GPS PRIMARY LOST (A-320)
- ✓ NAV ACCUR DOWNGRAD (A-320)

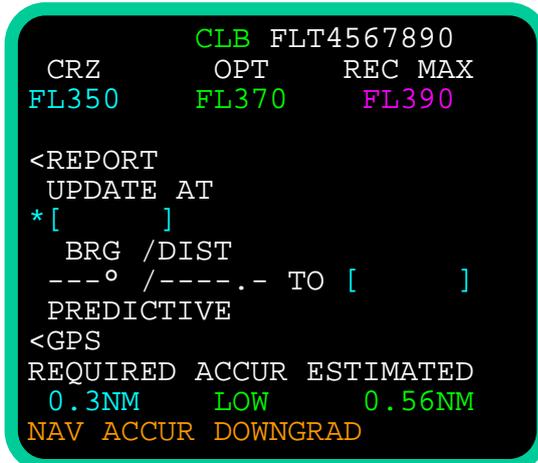
Figura 4- 17A – Anuncio de alerta en el ND de un avión B-737NG



Figura 4-17B – Anuncios de alerta en el MCDU y ND de un avión A-320



- El anuncio GPS PRIMARY LOST ocurre cuando la actualización GPS/IRS no puede ser mantenida por pérdida de integridad del GPS.



- El anuncio NAV ACCUR DOWNGRAD ocurre cuando la precisión estimada de la posición del GPS/IRS no satisface el criterio de precisión requerida.

8. Pérdida de la función de vigilancia de la integridad

8.1 Aunque se acepta que la integridad es fundamental para la seguridad de las operaciones aéreas, la falta de disponibilidad de la función de vigilancia de la integridad no es de por sí una indicación de una degradación de la precisión de navegación. Aunque ambos el HPL y la precisión de la posición calculada son a la vez una función de la geometría de los satélites, una pérdida de vigilancia de la integridad no es normalmente acompañada de un deterioro observado de la precisión. La vigilancia de la integridad provee protección contra una posible falla y la pérdida de la función de integridad significa que dicha protección ya no está disponible y no necesariamente significa que se ha producido una falla. El número de fallas reales en el sistema GPS de los Estados Unidos es pequeño dado el número de años transcurridos desde la puesta en servicio.

8.2 En operaciones normales, cuando se ve afectada la seguridad de vuelo (p. ej., en operaciones de aproximación), una pérdida de la protección de la integridad es causa para interrumpir la operación del GNSS. Sin embargo, en una situación de emergencia, una pérdida de la vigilancia de la integridad es poco probable que vaya acompañada de una pérdida de la precisión de la navegación, por lo tanto, las tripulaciones de vuelo deben ejercer buen juicio en la selección del mejor curso de acción, dadas las circunstancias de emergencia.

9. Predicción de la disponibilidad

9.1 Los receptores GNSS normalmente incluyen una función de predicción, pero su uso está limitado puesto que no se incluyen las interrupciones conocidas o previstas de los satélites. En la actualidad están disponibles predicciones más precisas desde algunos Estados o fuentes comerciales que incluyen información actualizada sobre la salud de las constelaciones.

9.2 Cualquier predicción de disponibilidad debe proporcionar a la tripulación y despachadores de vuelo una indicación precisa de que la aeronave puede realizar una operación particular sin que se genere una alerta. Independientemente del método utilizado para predecir la disponibilidad existe la generación de una advertencia en la cabina de pilotaje que impide la finalización exitosa de una operación. Por lo tanto, es conveniente asegurarse en la mayor medida posible de que el método de predicción representa al sistema de alerta de la aeronave.

9.3 El cálculo de la disponibilidad se complica por las variaciones en los métodos utilizados para proveer la protección de la integridad. Para receptores GNSS básicos autónomos, los límites de alerta son fijos (p. ej., HPL < 0,3 en el modo de aproximación), sin embargo para otras instalaciones la alerta de la integridad se basa en un análisis más complejo y/o en sistemas más sofisticados de monitoreo o vigilancia de la integridad. En consecuencia, para la predicción precisa de la disponibili-

dad de la protección de la integridad se debe utilizar la técnica real aplicable a la aeronave en particular y al equipo de navegación. Para las operaciones RNP AR APCH, donde pueden estar disponibles una serie de líneas de mínimos RNP, la predicción de la disponibilidad debe estar relacionada con los diferentes niveles de RNP.

9.4 La predicción de la disponibilidad de un servicio de navegación con integridad es útil ya que permite a la tripulación o despachadores de vuelo tener en cuenta la probabilidad de una pérdida de servicio y planificar un curso de acción alternativo tal como una demora, la reprogramación de la ruta o la selección de un medio alternativo de navegación.

9.5 Algunos sistemas RNP son capaces de mantener el nivel requerido de performance durante algún tiempo después de la pérdida de la señal GNSS, (normalmente con utilización del IRS) y no se anunciará una alerta hasta que no se haya alcanzado el límite establecido por el cálculo de la performance. Sistemas híbridos avanzados de monitoreo de la integridad (IRS/GNSS) son capaces de proporcionar la posición del GNSS por períodos prolongados de tiempo (p. ej., 45 minutos) después de una pérdida de la señal GNSS.

10. Sistemas de aumentación

10.1 La mayoría de las operaciones de la navegación basada en la performance son capaces de llevarse a cabo utilizando una señal GNSS aumentada. El general, la señal GNSS es a veces referida como un sistema de aumentación basado en la aeronave (ABAS) aunque esto puede conducir a la idea falsa de que alguna corrección se realiza a la señal GNSS básica.

10.2 Los sistemas de aumentación disponibles actualmente se basan en el sistema de aumentación basado en tierra (GBAS) o en el sistema de aumentación basado en satélites (SBAS).

10.3 El GBAS se fundamenta en una serie de receptores situados cerca de la zona de operación y apoya las operaciones tales como aquellas que utilizan el sistema de aterrizaje GBAS (GLS). En los Estados Unidos, el GBAS se conoce como el sistema de aumentación de área local (LAAS). Ninguna de las operaciones PBN actualmente dependen del GBAS.

10.4 El SBAS aumenta las constelaciones de satélites básicas proporcionando información telemétrica, de integridad y de corrección mediante satélites geoestacionarios. El sistema está compuesto por una red de estaciones terrestres de referencia que observan las señales de los satélites, y por estaciones principales que procesan los datos observados y generan mensajes SBAS para su enlace ascendente hacia los satélites geoestacionarios, que radiodifunden el mensaje SBAS a los usuarios.

10.5 Al proporcionar señales telemétricas adicionales mediante los satélites geoestacionarios e información mejorada sobre la integridad para cada satélite, el SBAS ofrece una disponibilidad de servicio considerablemente superior a la de las constelaciones básicas de satélites.

10.6 El SBAS, que en los Estados Unidos está representado por el sistema de aumentación de área amplia (WAAS), emplea satélites geoestacionarios adicionales y una red de estaciones de referencia terrestres localizadas en América del Norte y Hawai para medir las pequeñas variaciones en las señales de los satélites GPS en el hemisferio occidental. Las mediciones de las estaciones de referencia son dirigidas a las estaciones maestras, que procesan las correcciones de desviación recibidas y envían los mensajes de corrección WAAS a los satélites geoestacionarios en el momento oportuno (cada 5 segundos o en menor tiempo). Dichos satélites transmiten los mensajes de corrección de regreso a la tierra, donde los receptores GPS habilitados con WAAS utilizan las correcciones mientras calculan sus posiciones para mejorar la precisión e integridad.

10.7 Un sistema SBAS es capaz de apoyar todas las especificaciones para la navegación que requieren de GNSS. Además, un sistema SBAS provee la capacidad para los procedimientos de aproximación con guía vertical (APV). Este tipo de operación de aproximación con SBAS se denomina como actuación del localizador con guía vertical (LPV) que provee guía parecida al ILS hasta una altitud de decisión no menor a 200 ft.

10.8 Las operaciones LPV están diseñadas para ser compatibles con las instalaciones de guía

de vuelo existentes y proporcionan guía de curso lateral y vertical que varía en sensibilidad con la distancia desde la pista, muy parecida a un procedimiento basado en ILS.

10.9 Las líneas de mínimos que corresponden a la actuación APV I o APV II con SBAS definidas en el Anexo 10, se representan en las cartas como LPV. Esta denominación es compatible con los actuales anuncios normalizados de la aviónica SBAS e indica que la actuación lateral es equivalente a la actuación lateral del localizador ILS.

Sección 5 – Diseño de ruta

1. Área protegida

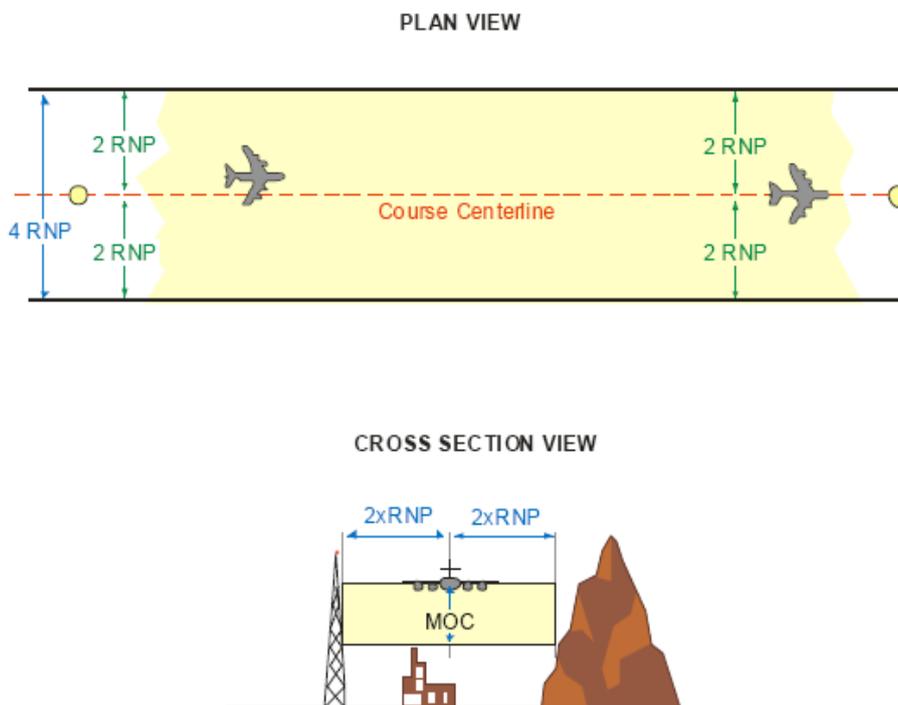
1.1 Las trayectorias de vuelo PBN están protegidas por un área que rodea a la trayectoria de vuelo prevista y que está fundamentada en la performance del sistema de navegación y en otros factores.

1.2 El área protegida se utiliza para evaluar el franqueamiento de obstáculos y del terreno, y también puede ser utilizada para establecer la separación lateral entre rutas.

2. RNP AR APCH

2.1 Los tramos de ruta RNP AR APCH están protegidos por un volumen rectangular definido por un margen mínimo de franqueamiento de obstáculos (MOC) aplicado a una distancia de $2 \times \text{RNP}$ a cada lado de la derrota (Véase Figura 4-18). Los detalles sobre el cálculo de las áreas protegidas para RNP AR APCH están contenidos en el Doc 9905 - Manual de diseño de procedimientos RNP AR de la OACI

Figura 4-18 – Franqueamiento de obstáculos - RNP AR APCH



3. RNP APCH

3.1 Los tramos de ruta RNP APCH están protegidos por áreas laterales variables y por un margen mínimo de franqueamiento de obstáculos (MOC) aplicado a las áreas primarias y secunda-

rias. Las dimensiones laterales del área protegida se basan en 1.5 x la tolerancia de navegación asociada con el tramo más un valor de amortiguamiento o protección.

3.2 Los detalles sobre el cálculo de las áreas protegidas para RNP APCH están contenidos en el Doc 8168 - PANS OPS - Volumen II de la OACI.

Figura 4-19 – Áreas primarias y secundarias – RNP APCH

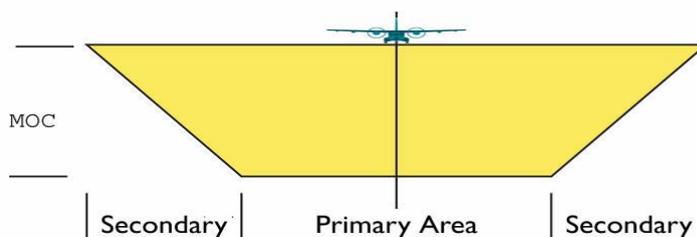


Figura 4-20 – Valores típicos de protección lateral para RNP AR APCH (NM)

Tramo	Tolerancia de navegación	Valor de protección (amortiguamiento)	Protección lateral (a cada lado de la derrota)
Inicial/Intermedio	1.0	1.0	2.5
FAF	0.3	1.0	1.45
Final (MAPt)	0.3	0.5	0.95
Aproximación frustrada	1.0	0.5	2.0

4. En ruta y área terminal

Los tramos en ruta y área terminal RNAV y RNP están protegidos de una manera similar a los tramos RNP APCH. La protección lateral de las áreas está definida por 1.5 x la precisión de navegación más un valor de amortiguamiento o protección. No se incluye en el PANS-OPS la protección de franqueamiento de obstáculos para RNAV 10 (RNP10).

Figura 4-21 – Valores típicos de protección lateral para ruta y área terminal (NM)

Especificaciones para la navegación	Tolerancia de navegación	Valor de protección (amortiguamiento)	Protección lateral (a cada lado de la derrota)
RNAV 5 ¹ > 30 NM ARP	2.51	2	5.77
RNP 4	4	2	8
RNAV 1 (< 15 NM ARP)	1.0	1.0	2
RNP 1 (< 15 NM ARP)	1.0	1.0	2

¹ RNAV 5 basada en GNSS. Para rutas DME/DME se aplican valores diferentes

Sección 6 – Navegación vertical barométrica

1. Generalidades

1.1 El Manual PBN no incluye una especificación para la navegación vertical barométrica (baro-VNAV), sin embargo la baro-VNAV es parte integral de una serie de operaciones PBN y por lo tanto es necesario su discusión en este manual. El manual PBN incluye un adjunto que contiene orientación sobre la aplicación de la Baro-VNAV. Asimismo, el SRVSOP ha desarrollado la CA 91-010 – Aprobación de aeronaves y explotadores para operaciones de aproximación con guía vertical /Navegación vertical barométrica (APV/baro-VNAV).

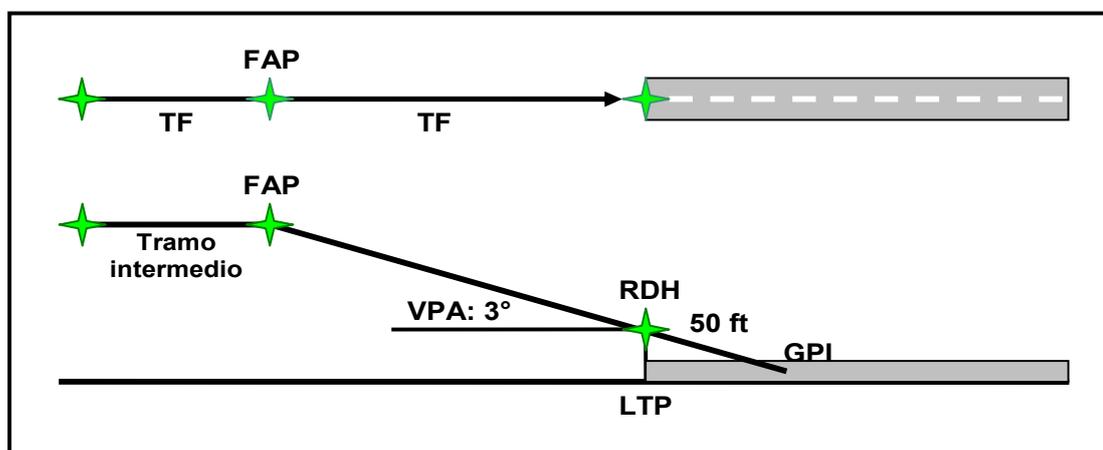
1.2 La baro-VNAV tiene aplicación en las operaciones RNP AR APCH y RNP APCH. Para las operaciones RNP AR APCH la guía vertical depende de la baro-VNAV y es parte integral de este tipo de operación 3D o APV. Para las operaciones RNP APCH la guía vertical no es obligatoria pero se puede lograr mediante el uso de la baro-VNAV. Al momento ya están disponibles otras formas de guía vertical como por ejemplo las operaciones con SBAS.

2. Principios baro-VNAV

2.1 La VNAV barométrica ha estado disponible por muchos años en una amplia gama de aeronaves y se ha desarrollado esencialmente para permitir la gestión del ascenso, crucero y descenso en las fases de vuelo en ruta, llegada y salida. Más recientemente los sistemas baro-VNAV han sido adaptados para proveer guía vertical en la fase de aproximación y específicamente en el tramo de aproximación final, permitiendo procedimientos de aproximación con guía vertical, típicamente hasta una altitud de decisión de 75 m (250 ft).

2.2 Existen una serie de sistemas de navegación vertical en uso que proveen algunos medios de gestión de la trayectoria de vuelo en el plano vertical. Sin embargo, muchos de estos sistemas son capaces de proveer guía a lo largo de una trayectoria de vuelo vertical específica hasta un punto fijo, por ejemplo hasta el umbral de la pista.

Figura 4-22 – Construcción de una trayectoria de vuelo vertical



FAP: Punto de aproximación final
TF: Derrota hasta punto de referencia
VPA: Ángulo de trayectoria vertical

RDH: Altura del punto de referencia
LTP: Punto del umbral de aterrizaje
GPI: Punto de interceptación en tierra

2.3 Para las operaciones de aproximación baro-VNAV, se requieren los siguientes elementos:

- un sistema de navegación de área para determinar la distancia hasta un punto de recorrido (WPT) que es el origen de la trayectoria de vuelo vertical;

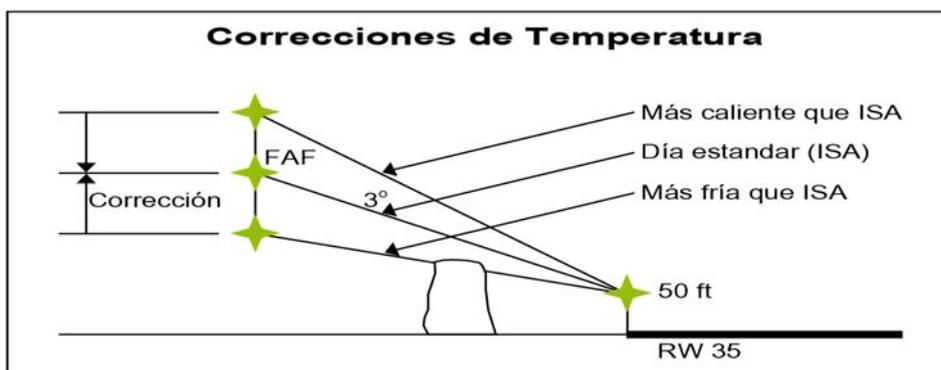
- b) el ángulo de trayectoria vertical (VPA) desde el WPT de origen (normalmente en el umbral de la pista) codificado en la base de datos de navegación;
- c) un sistema de datos de aire barométrico con suficiente precisión;
- d) un sistema de guía de vuelo capaz de proveer comandos de guía vertical; y
- e) presentaciones de control y vigilancia de la cabina.

2.4 Basado en la distancia al punto de origen de la trayectoria de vuelo vertical y en el VPA especificado, el FMS calcula la altura requerida por encima del umbral de la pista o por encima del punto de toma de contacto, proporcionando datos al sistema de guía de vuelo y a las presentaciones en la cabina de pilotaje.

2.5 Aunque en algunos aspectos un procedimiento de aproximación baro-VNAV es similar a un procedimiento ILS, la diferencia fundamental entre ambos procedimientos es la trayectoria real de vuelo vertical que, en baro-VNAV depende de la medición de la densidad del aire que cambia con las condiciones ambientales. Por consiguiente, la trayectoria real de vuelo vertical variará en función de las condiciones que rodean a la masa de aire y el VPA especificado sólo es relevante para las condiciones de atmósfera tipo internacional (ISA). En cualesquiera otras condiciones que no sean ISA, el VPA real será mayor o menor que el ángulo de diseño del procedimiento.

2.6 La temperatura es un factor importante en las aproximaciones con baro-VNAV. Para temperaturas superiores a ISA, la trayectoria de vuelo real será más pronunciada que la trayectoria codificada, por el contrario, en temperaturas por debajo de ISA, la trayectoria de vuelo será menos pronunciada, por lo tanto se debe tener precaución con las temperaturas por debajo de ISA porque hacen que la altitud verdadera de la aeronave sea inferior a la altitud barométrica indicada, reduciendo el espacio de franqueamiento de obstáculos entre la aeronave y el terreno. Las temperaturas por encima de ISA dan lugar a una trayectoria de vuelo más pronunciada que pueden ocasionar problemas de gestión de energía. Las variaciones de temperatura también producen falta de correlación entre la trayectoria vertical barométrica y la guía de trayectoria vertical fija provista por el Sistema indicador visual de la pendiente de aproximación (VASIS) y por el ILS. Los programas de instrucción de los explotadores deben incluir el estudio de los principios de la baro-VNAV y los efectos de la temperatura, de tal manera que las tripulaciones de vuelo comprendan la naturaleza variable de la baro-VNAV generada por la trayectoria de vuelo.

Figura 4-23 – Efectos de la temperatura en la trayectoria vertical barométrica



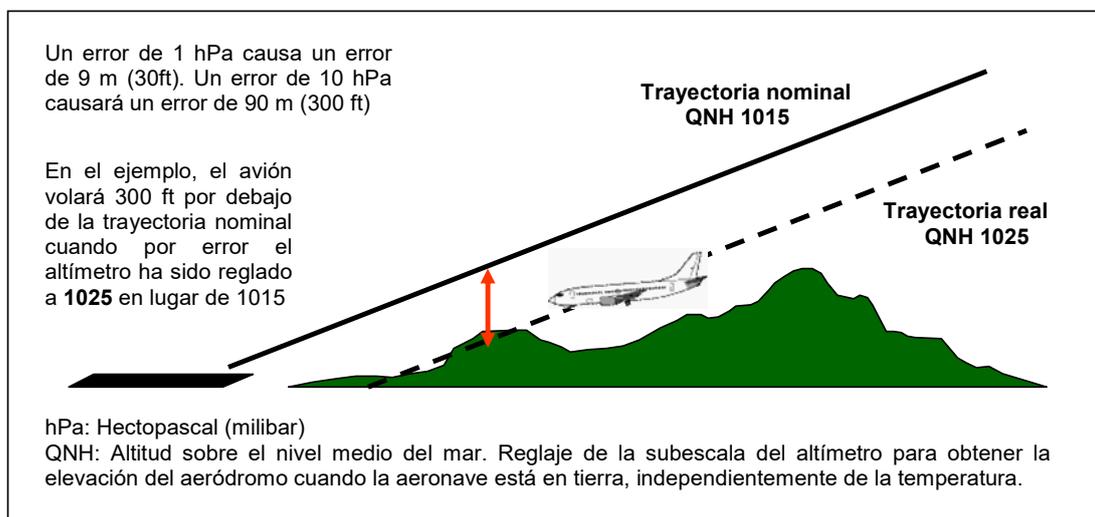
2.7 El diseño de procedimiento para aproximaciones con baro-VNAV toma en cuenta los efectos de la temperatura. Los límites máximos y mínimos de temperatura deben ser publicados en las cartas de aproximación para garantizar que se mantenga el franqueamiento de obstáculos y evitar pendientes pronunciadas de aproximación. Algunos sistemas baro-VNAV incorporan compensación de temperatura que permite volar el VPA codificado sin variaciones debido a la temperatura. Para estos sistemas, los límites de temperatura pueden no ser aplicables.

2.8 Una serie de instalaciones baro-VNAV están limitadas por las indicaciones de cabina de

pilotaje y pueden no ser adecuadas para las operaciones de aproximación. Muchos de estos sistemas, a pesar que son capaces de proveer capacidad de navegación vertical adecuada, no fueron diseñados para las operaciones de aproximación con guía vertical. Las presentaciones de la cabina de pilotaje proveen indicaciones de desviación de la trayectoria de vuelo vertical que pueden ser adecuadas para el ascenso, crucero y descenso pero que son insuficientes para el monitoreo de la trayectoria de vuelo en la fase de aproximación.

2.9 Como la trayectoria de vuelo vertical depende de la medición de la densidad del aire y la trayectoria de vuelo vertical se genera en relación a una referencia barométrica, cualquier error en el reglaje de la presión barométrica resulta en un error directo en la trayectoria de vuelo vertical. Un error en el reglaje de la subescala barométrica resulta en un desplazamiento vertical de la trayectoria de vuelo de 9 m (30 ft) por cada hectopascal (hPa) o milibar. Un error de 10 hPa por lo tanto puede causar un error vertical de 90 m (300 ft) en toda la aproximación. Por lo tanto, es necesario que la aprobación operacional incluya una evaluación sobre los procedimientos de reglaje del altímetro de la cabina de pilotaje y de la utilización de otros sistemas de mitigación tales como el radio altímetro (RADALT) y el sistema de advertencia de la proximidad del terreno que tenga una función de predicción de riesgos del terreno (EGPWS) o TAWS.

Figura 4-24 – Efecto de un error de 10 hPa en el reglaje del altímetro



3. Limitaciones del sistema baro-VNAV

Durante las operaciones con baro-VNAV se deberán tener en cuenta las siguientes limitaciones: Efecto de la temperatura no estándar, redondeo del reglaje del altímetro y reglaje incorrecto del altímetro.

3.1 Efecto de la temperatura no estándar (no normalizada)

3.3.1 Durante condiciones ISA, el altímetro indicará la altitud correcta por lo tanto la aeronave volará a lo largo del perfil de diseño o nominal. Si la temperatura está por encima de ISA, la aeronave volará un perfil real que estará por encima del perfil nominal. El error del altímetro está en el orden del 4% por cada 10 grados de desviación ISA x la altura sobre la referencia del aeródromo. Como el error del altímetro se relaciona con la altura sobre la referencia del aeródromo, el desplazamiento vertical se reduce cuando la aeronave se acerca al umbral. Típicamente en un día ISA + 20, la aeronave estará desplazada 20 ft sobre el perfil nominal a 250 ft ($8 \times 250 \div 100 = 20$ ft), este desplazamiento se reducirá a sólo 4 ft pies en el umbral de la pista ($8 \times 50 \div 100 = 4$ ft).

3.3.2 Del mismo modo, por cada 15° de diferencia de ISA, el VPA puede variar en aproximadamente 0,2°. Es decir, en un día ISA + 15, el ángulo de trayectoria de vuelo real para un VPA nominal de 3° será 3.2°. Por consiguiente, puesto que las condiciones de operación promedio difieren sig-

nificativamente de las condiciones de ISA, es práctico utilizar un VPA que se traducirá en una VPA real en las condiciones más comunes. En el caso anterior, un VPA de diseño de 2,8° se traduciría en un VPA real muy próximo a 3° en condiciones de operación normal.

3.3.3 Si la temperatura está por debajo de ISA, el efecto se invierte, por lo que la aeronave volará por debajo del perfil nominal por las mismas cantidades. Cabe señalar que este efecto de la temperatura es evidente en todas las aproximaciones que utilizan altimetría barométrica para obtener un perfil. Los inspectores deben considerar que, aunque este efecto no es nuevo, se debe considerar una mayor visibilidad de este efecto durante el adiestramiento del explotador cuando se prevé realizar operaciones con baro-VNAV.

3.3.4 Las tripulaciones deben comprender este efecto y ser conscientes de que puede ocurrir falta de correlación con los sistemas de indicadores visuales de pendientes de aproximación y de hecho deberían anticiparse en temperaturas que no son estándar.

3.2 Redondeo del reglaje del altímetro

3.3.1 Los proveedores de servicios de navegación aérea normalmente redondean hacia abajo el reglaje de la sub-escala del altímetro. Esto causa que los altímetros se lean a menos causando que la aeronave vuele por encima y en paralelo al perfil nominal. El efecto es pequeño, pero más pronunciado cuando se opera en hPa. Si la torre de control tiene una lectura de 1017.9 hPa, el QNH del aeródromo será reportado como 1017. Esto causará un desplazamiento de 27 ft por encima de la trayectoria nominal. Los inspectores deben considerar que, aunque este efecto es poco probable y pequeño, se debe considerar una mayor visibilidad de este efecto durante el adiestramiento del explotador cuando se prevé realizar operaciones con baro-VNAV.

3.3 Reglaje incorrecto del altímetro

3.3.1 Las subescalas del altímetro puede ser incorrectamente regladas por una variedad de razones. El efecto ha sido discutido previamente. Es importante recordar que este problema no es exclusivo de las operaciones baro-VNAV. Cualquier aproximación instrumental que se fundamente en información barométrica se verá afectada por un reglaje incorrecto de la subescala de altímetro. Los inspectores deben considerar que, aunque este efecto es poco probable y pequeño, se debe considerar una mayor visibilidad de este efecto durante el adiestramiento del explotador cuando se prevé realizar operaciones con baro-VNAV.

3.3.2 Dependiendo del equipo de la aeronave, existe una serie de mitigadores que contribuyen a reducir los riesgos asociados con el reglaje incorrecto de la subescala del altímetro. Los inspectores deben considerar los siguientes mitigadores a la hora de evaluar las operaciones baro-VNAV y la capacitación de la tripulación de vuelo.

3.3.3 Mitigadores de la navegación vertical barométrica

- a) Mitigadores basados en procedimientos
 - 1) Verificación individual de cada miembro de la tripulación de vuelo cuando se registre el reglaje de la subescala del altímetro para el aeródromo de destino.
 - 2) Procedimientos efectivos de la tripulación de vuelo para el reglaje de la subescala del altímetro local en el nivel de transición.
- b) Mitigadores electrónicos
 - 1) Alerta electrónica si el reglaje de la subescala del altímetro no es reajustado en el nivel de transición.
 - 2) Alerta electrónica de las diferencias del altímetro.
 - 3) EGPWS o TAWS, que incorporan pisos de franqueamiento del terreno junto con un modelo preciso del mismo para el aeródromo de destino previsto.
 - 4) Procedimientos efectivos de la tripulación de vuelo en apoyo de las alertas del EGPWS o TAWS.

4. Capacidad de la aeronave

4.1 Los sistemas de uso común baro-VNAV han sido normalmente aprobados según los requisitos de aeronavegabilidad que se desarrollaron antes de la aplicación de estos sistemas en las operaciones de aproximación. Por ejemplo, la *AC 20-129 de la FAA – Airworthiness approval of vertical navigation (VNAV) systems for use in the U.S. national airspace system (NAS) and Alaska*, se utiliza normalmente como la base para las aprobaciones de las operaciones baro-VNAV. Los valores de precisión de la navegación vertical para el sistema VNAV y el error técnico de vuelo y de altimetría contenidos en dicho documento pueden no ser considerados suficientes para demostrar adecuadamente el nivel requerido de capacidad, y puede ser necesario que la aprobación operacional tome en cuenta otros datos, procedimientos de operación u otras mitigaciones.

4.2 Pese a cualquier limitación percibida en la documentación de aeronavegabilidad, las operaciones baro-VNAV, apropiadamente gestionadas en aeronaves de transporte aéreo moderno, han demostrado proveer un alto nivel de guía de vuelo. La disponibilidad de guía vertical positiva ofrece una mejora significativa en la seguridad y eficiencia en relación a los procedimientos de aproximación que no son de precisión (NPA).

4.3 Cuando la documentación de performance baro-VNAV se considera insuficiente, los datos operacionales de los ensayos en servicio (p. ej., en condiciones visuales) pueden ser útiles para determinar la performance real en vuelo de algunas aeronaves.

5. Diseño de los procedimientos de vuelo

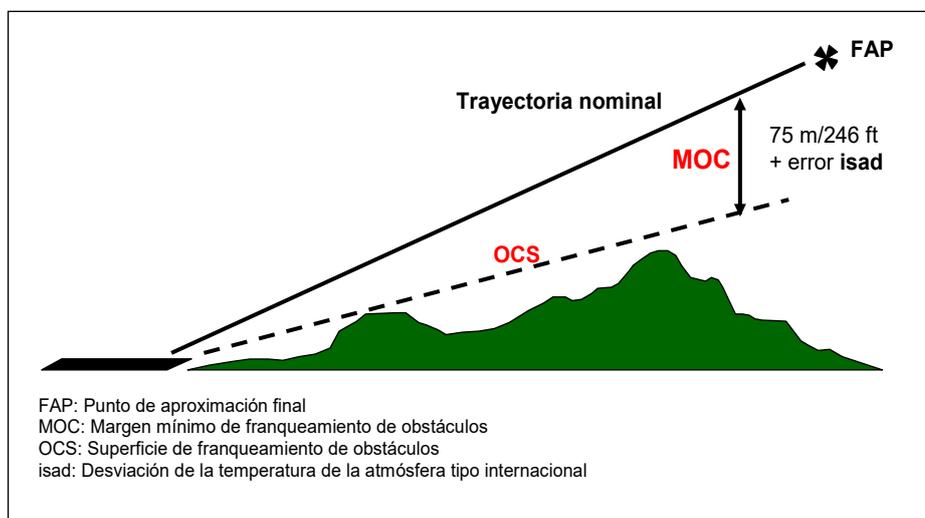
5.1 Si bien los capítulos de la PBN de este manual tratan sobre la aprobación operacional, es necesario proveer algún conocimiento básico sobre el diseño de los procedimientos baro-VNAV para que las operaciones sean coherentes con las hipótesis formuladas en el diseño de los procedimientos de aproximación.

5.2 El Doc 8168 PANS-OPS, Volumen II y el Doc 9905 - Manual de diseño de procedimientos RNP AR establecen los criterios para el diseño de las aproximaciones que utilizan navegación vertical barométrica. Los criterios baro-VNAV del PANS-OPS se aplican al diseño de procedimientos RNP APCH y los criterios del Doc 9905 se aplican al diseño de procedimientos RNP AR APCH.

5.3 La base para el diseño de los procedimientos VNAV difiere entre los PANS-OPS y el Manual de diseño de procedimientos RNP AR.

5.4 Según los PANS-OPS del Volumen II se aplica un margen mínimo de franqueamiento de obstáculos (MOC) fijo de 75 m (246 ft) a la trayectoria de vuelo VNAV. Se asume que este MOC provee suficiente franqueamiento de obstáculos para acomodar todos los errores asociados con la capacidad de la aeronave para ajustarse a la trayectoria de vuelo diseñada. También se aplican ajustes a la superficie de franqueamiento de obstáculos (OCS) para permitir condiciones de temperaturas bajas. No se realiza ningún análisis de los errores individuales que contribuyen, incluyendo el FTE. Sin embargo se provee orientación a los pilotos en el Volumen I del Doc 8168, que exige que el FTE se limite a 50 ft por debajo del perfil VNAV. Este valor no está directamente relacionado con el diseño de procedimientos MOC o con la capacidad de las aeronaves.

Figura 4-25 – Franqueamiento de obstáculos en el tramo final RNP APCH



5.5 Los procedimientos RNP AR APCH que están diseñados de acuerdo con los criterios del Manual de diseño de procedimientos RNP AR utilizan un franqueamiento de obstáculos variable por debajo de la trayectoria de vuelo VNAV, llamado *balance (o ponderación) de error vertical (VEB)*. El VEB se calcula como la suma estadística de los errores individuales que contribuyen, incluyendo el FTE, el error del sistema altimétrico (ASE), y el error del ángulo vertical (vae). El MOC se calcula como 4 veces la distribución estándar de la combinación de todos los errores. Excepto por algunos valores fijos, los errores se combinan por el método de la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados (RSS).

Figura 4-26 – Navegación vertical RNP AR-APCH

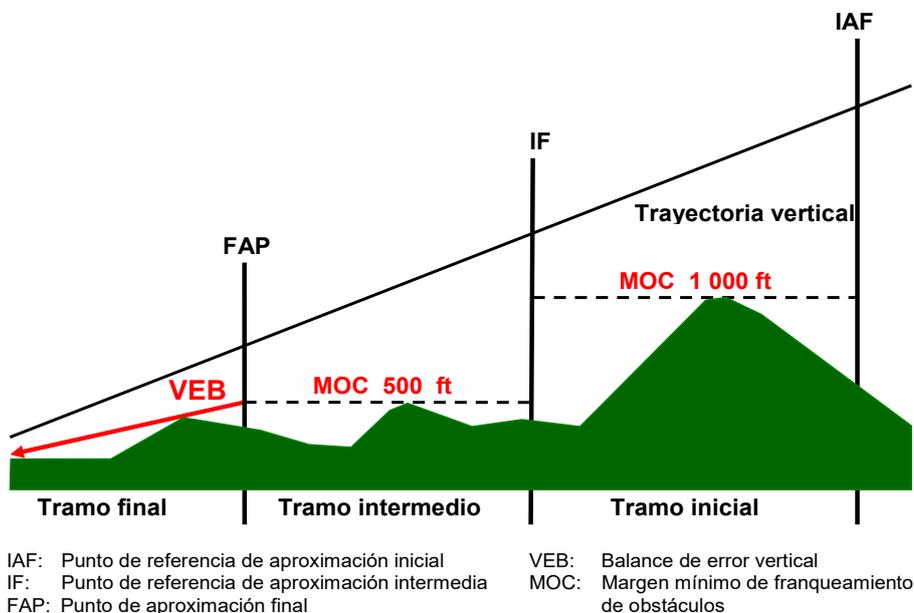
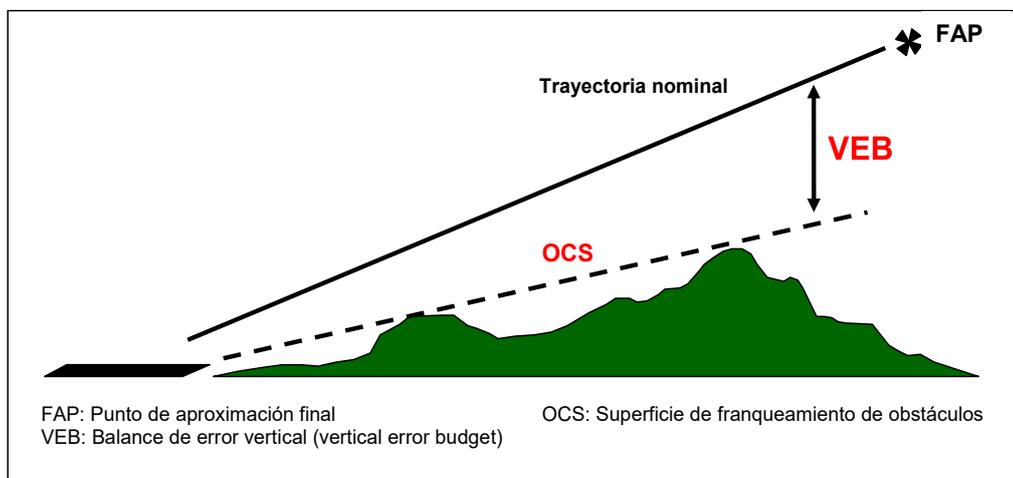


Figura 4-27 – Balance de error vertical (VEB) del tramo final RNP AR APCH



5.6 El valor utilizado para una probabilidad FTE del 95% es de 23 m (75 ft). Es decir, se espera que una aeronave sea capaz de seguir la trayectoria VNAV definida +/- 23 m por el 95% del tiempo. Para la mayoría de las aeronaves, el fabricante es capaz de proveer datos que muestran que este valor se puede cumplir, y en muchos casos, dicha capacidad es mucho mejor. En algunos casos el solicitante de la aprobación operacional podría tener la necesidad de proveer información adicional, análisis o datos que sustenten que la capacidad satisface el nivel requerido del FTE. A pesar de los cálculos estadísticos del VEB, la especificación para la navegación RNP AR APCH también requiere que las tripulaciones de vuelo monitoreen el FTE vertical y limiten las desviaciones a menos de 23 m (75 ft) por debajo del perfil VNAV. (Nota: Se ha propuesto que el límite del FTE vertical para las operaciones RNP APCH se enmiende a 23 m/75 ft para que exista coherencia con las operaciones RNP AR APCH).

6. Operaciones baro-VNAV

6.1 Los procedimientos de operación baro-VNAV para operaciones RNP APCH y RNP AR APCH son básicamente los mismos a pesar de las diferencias en el diseño de los procedimientos, por consiguiente los explotadores deben ser alentados a adoptar procedimientos comunes en la cabina de pilotaje.

6.2 El diseño de procedimientos de aproximación baro-VNAV se aplica al segmento de aproximación final (FAS), y fuera del FAS dicho diseño se basa en altitudes mínimas. En consecuencia, mientras el sistema baro-VNAV de la aeronave está normalmente disponible para su uso en todas las fases del vuelo para una aproximación que utilice baro-VNAV y para todos los procedimientos RNP AR APCH, la aeronave deberá estar establecida en el perfil de vuelo vertical con el modo de navegación vertical adecuado conectado antes de pasar el punto de aproximación final (FAP) (p. ej., VNAV PATH o el modo FINAL APP). Las operaciones de aproximación no deben llevarse a cabo utilizando modos que no se acoplen a la trayectoria de vuelo VNAV (p. ej., VNAV SPD).

6.3 En general es preferible que la aeronave se encuentre establecida en el perfil vertical en algún punto antes del FAP. Con mayor frecuencia se designa en las cartas de aproximación un punto conocido como punto de interceptación vertical (VIP). La ubicación del VIP se determina caso por caso mediante acuerdo entre el diseñador de procedimientos, los explotadores y el control de tránsito aéreo (ATC). El VIP es útil para que el ATC pueda identificar el último punto en que la aeronave debe estar establecida, este concepto es similar a la práctica que utiliza el ATC para establecer una aeronave en el ILS antes del punto de interceptación de la pendiente de planeo. Las reglas de asignación de vectores ATC deberían exigir que si una aeronave es sacada fuera de la derrota o se le asigna un rumbo para incorporarse a la aproximación dentro del punto de referencia de aproximación inicial (IAF), entonces las derrotas lateral y vertical deberán ser establecidas a cierta distancia antes del

VIP (normalmente a 2 NM).

6.4 Como se señaló anteriormente, los procedimientos de operación baro-VNAV deben garantizar que se utilice el reglaje correcto de la subescala del altímetro.

6.5 Si bien las operaciones baro-VNAV aportan beneficios significativos de seguridad con respecto a las aproximaciones NPA, una mala gestión de la función VNAV puede introducir un riesgo significativo. Durante el proceso de aprobación operacional se debe tener cuidado y prestar atención para examinar la gestión del sistema VNAV, el modo de control, los anuncios y la lógica. Las tripulaciones de vuelo deben estar capacitadas para reconocer las situaciones que pueden conducir a dificultades tales como la captura de la trayectoria VNAV (desde arriba o desde abajo), modificación de la velocidad y altitud en la lógica de la aproximación y otras características. En algunas instalaciones, puede no ser evidente para la tripulación de vuelo que, a fin de proteger la velocidad mínima, el modo de reversión hará que el avión cabecee por velocidad en lugar de mantener la trayectoria de vuelo y el descenso por debajo de la trayectoria de vuelo vertical.

6.6 Se recomienda que el tramo de aproximación final de una aproximación baro-VNAV se vuele con piloto automático acoplado. También debe tenerse en cuenta la política del fabricante y el funcionamiento de la aeronave en la DA. En algunos casos, la guía de vuelo lateral y vertical permanece disponible así como el vuelo automático por debajo de la DA. Esto puede ser de gran ventaja, sobre todo en terreno complejo, difícil o limitado y en ambientes de pista. Por debajo de la DA se mantiene disponible guía de trayectoria de vuelo precisa y continua, reduciendo las desviaciones potenciales en el tramo visual. Otros fabricantes y Estados adoptan políticas diferentes para que la guía lateral y vertical no esté disponible por debajo de la DA. La evaluación de los procedimientos de la tripulación de vuelo y la instrucción deben incluir una evaluación del efecto que la pérdida de la guía de vuelo tiene en la seguridad de las operaciones, en particular cuando el procedimiento de aproximación no se ajustan a las reglas de diseño normal (p. ej., aproximación final desplazada o pendientes de aproximación no estándar).

Sección 7 – Calificación de la aeronave

1. Admisibilidad

1.1 En el proceso de emisión de una autorización operacional PBN, es necesario establecer que la aeronave y su sistema de navegación y otros sistemas son apropiados para la operación específica. Para la navegación convencional, existen normas y procesos para el diseño, la fabricación, la certificación y operación de los sistemas de navegación de acuerdo con normas y prácticas bien establecidas. Para las operaciones PBN es menos probable de que una aeronave sea aprobada en el Estado de fabricación según los requisitos de una especificación de navegación particular, debido al reciente desarrollo de la PBN y de la documentación reglamentaria de los Estados,

1.2 Por lo expuesto, a menudo es necesario autorizar las operaciones PBN sin el beneficio de la documentación completa de aprobación de aeronavegabilidad, y este es un paso importante en el proceso de aprobación operacional. Es necesario comprender que la falta de certificación de aeronavegabilidad específica no implica falta de capacidad alguna. Todos los aviones operativos normalmente son aeronavegables en el sentido general, sin embargo, la aeronavegabilidad específica con respecto a una operación PBN particular puede no haber sido finalizada. En tales casos es necesario demostrar que la aeronave está debidamente equipada y es capaz de llevar a cabo operaciones PBN. Los términos certificación y aprobación deben ser utilizados apropiadamente y no deben ser confundidos.

1.3 El proceso de aprobación operacional debe tener en cuenta la capacidad, funcionalidad, performance y otras características de la navegación y de otros sistemas de vuelo relevantes correspondientes a los requisitos de la operación PBN en cuestión. En algunos casos será necesario examinar y aprobar las mitigaciones operacionales y los medios alternativos de cumplimiento de los requisitos PBN.

1.4 El término admisibilidad se utiliza para describir la capacidad de las aeronaves, sin embargo puede ser necesario realizar una evaluación adicional considerable antes de determinar que

una aeronave admisible es adecuada para la emisión de una aprobación operacional.

1.5 Tras el desarrollo de la PBN y del material pertinente reglamentario de los Estados, algunos fabricantes tienen o están en proceso de obtener la aprobación de aeronavegabilidad para las operaciones PBN. En estos casos el proceso de aprobación operacional se puede simplificar considerablemente. Se espera que en su momento los fabricantes obtengan las aprobaciones de aeronavegabilidad PBN tanto para las aeronaves nuevas como para aquellas previamente certificadas.

1.6 Un número considerable de aeronaves no serán capaces de obtener la aprobación de aeronavegabilidad según las especificaciones para la navegación PBN por motivos de ingeniería, económicos o prácticos. A pesar de ello, se puede lograr con frecuencia la aprobación operacional mediante la implementación de limitaciones operacionales, procedimientos específicos de operación, recopilación de datos y evaluación de los sistemas.

2. Evaluación de las aeronaves

2.1 El AFM normalmente incluirá una declaración de la capacidad RNAV o RNP que a menudo conduce a la suposición de que la aeronave está aprobada para una operación PBN en particular. Desafortunadamente la base sobre la cual se incluye una declaración en el AFM, a menudo no es coherente con el Manual PBN, puesto que muchos de los términos, requisitos, prácticas operacionales y otras características están diferidas o no existían en el momento en que fue emitido el AFM.

2.2 Por lo tanto, salvo que el AFM de una aeronave específicamente establezca las referencias pertinentes de los documentos de aeronavegabilidad de los Estados en coherencia con la PBN, se deberá obtener información adicional para evaluar la pertinencia de la declaración del AFM.

2.3 Para apoyar el proceso de aprobación operacional PBN, un número de fabricantes proporcionan información adicional sobre el cumplimiento y capacidad PBN de las aeronaves. Dicha documentación de soporte puede ser o no aprobada por el Estado de fabricación y por lo tanto puede ser necesario contactar con la autoridad pertinente para validar las afirmaciones del fabricante.

2.4 También hay que señalar que las filosofías operativas difieren particularmente en el manejo de eventos no-normales, y que una aprobación operacional o de aeronavegabilidad otorgada por un Estado puede no ser consecuente con la práctica en otra región. Por ejemplo, en los EE.UU. se pone mayor énfasis en los procedimientos de la tripulación de vuelo relacionados con la gestión de eventos no-normales, mientras que en Europa se tiende a poner énfasis en soluciones de ingeniería.

3. Funcionalidad

3.1 Los aspectos de la capacidad de las aeronaves que generalmente involucran cierta atención durante el proceso de aprobación operacional son la evaluación de la funcionalidad de navegación, el control de la cabina de pilotaje, las presentaciones y las funciones de alerta. Muchos sistemas de navegación de área fueron diseñados e instalados en el momento en que algunas de las aplicaciones PBN no estuvieron previstas y por lo tanto no se consideró la necesidad de cierta funcionalidad. Estas circunstancias no significan que el equipo instalado no es capaz de realizar operaciones PBN, pero en algunos casos, el diseño es tal que los requisitos mínimos de la PBN podrían no estar disponibles. Por ejemplo, en el momento de la certificación no se consideró necesaria una indicación lateral en forma de indicador de desviación de curso (CDI) o indicador de situación horizontal (HSI) que permitiera una vigilancia precisa de la desviación del curso. En la actualidad existen actualizaciones de aviónica disponibles para satisfacer las necesidades posteriores de la PBN, pero en algunas aeronaves no son posibles por una variedad de razones técnicas o económicas.

3.2 La evaluación de las aeronaves tiene que considerar las opciones disponibles para satisfacer el propósito de las especificaciones para la navegación PBN, en circunstancias en que la funcionalidad especificada, simplemente no pueda estar disponible. En el ejemplo anterior (CDI), el objetivo es garantizar que un determinado nivel de precisión lateral se puede controlar y que en caso de disponer de medios alternos, tales como los procedimientos de la tripulación de vuelo para contro-

lar otra fuente de desviación lateral, entonces la aprobación operacional no debería ser negada sin un motivo justo.

Figura 4-28 - Ejemplo de desviación lateral presentadas en el ND



3.3 Al determinar que los medios alternativos son aceptables, el explotador demostrará (p. ej., en un simulador) que el procedimiento es satisfactorio, teniendo en cuenta los demás factores pertinentes. Como alternativa se puede aplicar alguna limitación funcional (por ejemplo limitando el RNP) con el fin de demostrar un nivel de seguridad equivalente. Para mayor información acerca de la funcionalidad asociada con las especificaciones para la navegación consulte los Capítulos 5 y 6 del Volumen III Parte II de este manual.

Sección 8 – Instrucción de la tripulación de vuelo

1. Generalidades

1.1 La cantidad y el tipo de instrucción necesaria para las tripulaciones de vuelo varía significativamente dependiendo de una serie de factores que incluyen:

- a) instrucción y experiencia previa;
- b) complejidad de las operaciones; y
- c) equipo de las aeronaves

1.2 El Manual PBN y las Circulares de asesoramiento (CA) del Sistema Regional de Cooperación para la Vigilancia de la Seguridad Operacional (SRVSOP) de Latinoamérica cubren todas las especificaciones para la navegación RNAV y RNP y el adiestramiento que debe ser impartido en cada una de ellas.

1.3 Cada especificación para la navegación incluye orientación sobre la instrucción de la tripulación de vuelo y del personal de despachadores de vuelo, al respecto hay que señalar que el adiestramiento que se especifica para cada operación se considera de forma independiente. Hay que reconocer que el Manual PBN y las CA del SRVSOP son una compilación de textos de orientación, algunos de los cuales han estado en existencia por un cierto número de años.

1.4 Para las operaciones en ruta, la instrucción en tierra es normalmente suficiente para proveer a la tripulación y despachadores de vuelo los conocimientos necesarios. Los métodos de instrucción pueden variar, pero la instrucción en aula de clases, el adiestramiento basado en computadora o en algunos casos, la capacitación en dispositivos de instrucción de vuelo suelen ser suficientes.

1.5 Las operaciones de salida (SID) y llegada (STAR) y particularmente las operaciones de aproximación normalmente requerirán instrucción en simulador de vuelo, además del adiestramiento en tierra y sesiones informativas o aleccionamientos.

1.6 También se deberá considerar la necesidad de que la tripulación de vuelo demuestre que ha alcanzado los requisitos de competencia y los medios para documentar la calificación.

2. Requisitos de conocimiento

2.1 Para todas las operaciones PBN las siguientes áreas de conocimiento deben ser incluidas, con diferentes contenidos y complejidad en función de cada operación en particular.

- a) *Principios de navegación de área.*- La navegación de área es la base para todas las operaciones PBN y el mismo conocimiento general se aplica para todas las especificaciones para la navegación. Hay que considerar que los pilotos con experiencia previa pueden no estar familiarizados con algunas funciones avanzadas de las operaciones RNAV y RNP, como son los tramos con arco de radio constante hasta un punto de referencia (tramos RF) y la aplicación de la navegación vertical barométrica (baro-VNAV).
- b) *Principios del sistema de navegación.*- Las tripulaciones de vuelo deben tener un conocimiento apropiado del sistema de navegación que se ha de utilizar. Se debe establecer claramente la importancia del sistema de navegación para determinadas especificaciones para la navegación PBN. Por ejemplo, el conocimiento de la navegación inercial y de actualización es importante para las necesidades de algunas especificaciones oceánicas y remotas, así como, el conocimiento del GNSS es necesario para las operaciones RNP AR APCH y para el resto de especificaciones para la navegación.
- c) *Operación del equipo y funcionalidad.*- Existe una considerable variación en la operación de los equipos de navegación, controles de cabina de pilotaje, presentaciones (pantallas) y funcionalidad. Las tripulaciones de vuelo con experiencia en un tipo de instalación o en una aeronave pueden requerir formación adicional en otro tipo de equipo o aeronave. Se debe prestar especial atención a las diferencias entre los equipos GNSS autónomos y sistemas de gestión de vuelo (FMS) con actualización GNSS.
- d) *Planificación de vuelo.*- Se requiere conocimiento de planificación de vuelo sobre los aspectos relevantes de cada una de las especificaciones para la navegación.
- e) *Procedimientos operacionales.*- La complejidad de los procedimientos de operación varía considerablemente entre las operaciones PBN. Las operaciones RNP APCH y RNP AR APCH requieren un conocimiento detallado de los procedimientos operacionales normalizados (SOP) para las operaciones normales y no normales.
- f) *Control (vigilancia) y alerta.*- Se debe comprender las responsabilidades de la tripulación de vuelo para el control y alerta de la performance de a bordo provista por el sistema de navegación o por otros medios.
- g) *Limitaciones.*- Las limitaciones operacionales (p. ej., límites de tiempo, de equipo mínimo) varían entre y dentro de las especificaciones para la navegación PBN. Las tripulaciones de vuelo deben ser capaces de reconocer las limitaciones operacionales y de planificar adecuadamente.
- h) *Contingencias.*- Se debe incluir los medios alternos de navegación y otros procedimientos de contingencia.
- i) *Procedimientos del control de tránsito aéreo.*- Las tripulaciones de vuelo deben estar conscientes de los procedimientos ATC que pueden ser aplicables a las operaciones PBN.

3. Requisitos de instrucción de vuelo

3.1 Las operaciones de aproximación y salida y en algunos casos las operaciones de llegada requieren de instrucción de vuelo y la demostración de la competencia de la tripulación de vuelo.

3.2 La cantidad de instrucción requerida varía por las siguientes razones: la operación de la PBN, instrucción previa, experiencia de la tripulación de vuelo y otros factores. Durante la aprobación operacional se debe considerar todas las circunstancias pertinentes y evaluar la instrucción por plenitud y eficiencia. También se debe considerar la instrucción en curso y periódica.

3.3 A pesar de la variación en los requisitos de instrucción, algunas guías generales pueden ser útiles para evaluar la extensión de la instrucción que podría ser necesaria. Algunos ejemplos de

casos promedios se incluyen a continuación. Estos ejemplos asumen que las tripulaciones de vuelo tienen experiencia anterior y han completado el currículo de instrucción correspondiente.

3.4 *En ruta.*- En general instrucción de vuelo no es necesaria para la fase en ruta.

3.5 *Llegada y salida.*- Puesto que las operaciones de salida y llegada requieren una estricta adherencia a la derrota durante períodos de alta carga de trabajo y están asociadas con el franqueamiento reducido del terreno y un incremento en el tránsito, las tripulaciones de vuelo deben estar plenamente familiarizadas con la operación del sistema de navegación. Por consiguiente, se deberá proveer instrucción de vuelo, salvo que las tripulaciones de vuelo tengan experiencia operacional apropiada significativa. Se debe tener especial cuidado en la evaluación de este tipo de operación cuando se utilice equipo GNSS autónomo debido a que las limitaciones funcionales requieren intervención de la tripulación de vuelo.

3.6 *RNP APCH.*- La instrucción para operaciones RNP APCH con equipo GNSS autónomo, particularmente en aeronaves de un solo piloto, requieren múltiples ejercicios en vuelo, cada uno de ellos con aleccionamientos antes y después del vuelo. Se debe proveer atención particular a la programación y gestión del sistema de navegación, incluyendo la reprogramación en vuelo, circuito de espera, aproximaciones múltiples, selección de modos y reconocimiento, factores humanos y la funcionalidad del sistema de navegación.

Las aproximaciones efectuadas en aeronaves equipadas con FMS, son generalmente mucho más fáciles de gestionar puesto que las aeronaves están normalmente equipadas con presentaciones de mapa que apoyan en la toma de decisiones con respecto a la conciencia situacional de las tripulaciones de vuelo. Las operaciones normales son muy simples y la competencia se puede lograr con una o dos aproximaciones. Se debe proveer adiestramiento adicional para lograr familiaridad y competencia en las operaciones que involucren cambios en la aproximación planificada, aproximación frustrada y alerta. También se debe prestar atención en el método de navegación vertical, utilizando procedimientos estándar de aproximaciones que no son de precisión (LNAV) o baro-VNAV (LNAV/VNAV). Como una guía, las tripulaciones de vuelo con experiencia previa en GNSS/RNAV, pueden lograr su competencia durante la instrucción inicial a través de una sesión de instrucción en simulador de vuelo junto con los aleccionamientos antes y después del vuelo.

3.7 *RNP AR APCH.*- Las operaciones RNP AR APCH ofrecen importantes ventajas operacionales y de seguridad operacional en comparación con otros procedimientos RNAV al incorporar capacidad adicional en la navegación con respecto a la precisión, integridad y funcionalidad que permiten operaciones con tolerancias reducidas de franqueamiento de obstáculos y que hacen posible la ejecución de procedimientos de aproximación y salida en circunstancias en que otros procedimientos de aproximación y salida no son posibles ni satisfactorios desde el punto de vista operacional.

Las operaciones RNP AR APCH permiten un alto nivel de performance de navegación y requieren que el explotador satisfaga requisitos adicionales respecto a las aeronaves y tripulación de vuelo para obtener una autorización operacional de parte de una autoridad. Por consiguiente, la instrucción de RNP AR APCH debe ser completa y garantizar que las tripulaciones de vuelo son capaces de gestionar las operaciones con seguridad dentro de las demandas adicionales que imponen el diseño de procedimientos, las aeronaves y los procedimientos de la tripulación de vuelo en las operaciones RNP AR APCH.

Como guía, las tripulaciones de vuelo sin experiencia previa (p. ej., operaciones RNP APCH con baro-VNAV), pueden requerir un curso de instrucción en tierra (de 1 a 2 días) más la instrucción en simulador de vuelo (4 horas o más) a fin de lograr la competencia en este tipo de operaciones. Para mayor información sobre el programa de instrucción para RNP AR APCH, véase la CA 91-009 del SRVSOP – Aprobación de aeronaves y explotadores para operaciones de aproximación RNP con autorización obligatoria (RNP AR APCH).

PARTE II – EXPLOTADORES DE SERVICIOS AÉREOS**VOLUMEN III – AUTORIZACIONES OPERACIONALES Y EQUIPOS DE LAS AERONAVES****Capítulo 5 – Proceso genérico para aprobaciones RNAV/RNP****Índice**

1. Objetivo	PII-VIII-C5-01
2. Fases del proceso genérico para aprobaciones RNAV/RNP	PII-VIII-C5-01
3. Fase uno – Pre-solicitud	PII-VIII-C5-01
4. Fase dos – Solicitud formal	PII-VIII-C5-03
5. Fase tres – Análisis de la documentación	PII-VIII-C5-04
6. Fase cuatro – Inspección y demostración	PII-VIII-C5-04
7. Fase cinco – Aprobación	PII-VIII-C5-05
8. Ayuda de trabajo	PII-VIII-C5-05

1. Objetivo

Esta sección establece los lineamientos genéricos para que el equipo de la AAC pueda llevar a cabo el proceso de aprobación de cualquier especificación RNAV/RNP. Los requisitos específicos de cada especificación RNV/RNP son desarrollados en las secciones de los Capítulos 6 y 7 de este volumen. Los criterios de esta sección junto con los criterios establecidos para cada una de las operaciones RNAV/RNP, permitirán a los IOs, planificar, evaluar y aprobar en forma individual o en conjunto tales operaciones.

2. Fases del proceso genérico para aprobaciones RNAV/RNP

2.1 El proceso genérico para aprobaciones RNAV/RNP sigue las siguientes fases del proceso general para aprobación/aceptación de la Parte I Volumen I Capítulo 3 de éste manual:

- Fase uno: Pre-solicitud;
- Fase dos: Solicitud formal;
- Fase tres: Análisis de la documentación;
- Fase cuatro: Inspección y demostración; y
- Fase cinco: Aprobación.

3. Fase uno – Pre-solicitud

3.1 La Fase uno puede ser iniciada ya sea por el explotador cuando éste determina y manifiesta a la AAC la intención de realizar operaciones en espacio aéreo RNAV/RNP o por la AAC, cuando ésta requiere que los explotadores obtengan una autorización RNAV/RNP.

3.2 El Jefe del organismo de inspección y certificación al conocer la intención del explotador o de la AAC, designará al equipo a cargo de la aprobación, donde uno de sus miembros será nombrado como Jefe de equipo. En este caso el POI podrá ser nombrado como tal.

Nota.- Durante el proceso de certificación inicial de un solicitante, el equipo nombrado para tal efecto llevará a cabo el proceso de aprobación RNAV/RNP, el cual permitirá otorgar las autorizaciones respectivas al nuevo explotador. Para el caso en que la AAC tenga la necesidad de realizar un proceso de aprobación RNAV/RNP de un explotador previamente certificado, el jefe del organismo de certificación e inspección designará un equipo de la AAC a cargo del proceso de aprobación RNAV/RNP mencionado.

3.3 El equipo de la AAC designado para conducir la aprobación del solicitante, debe familiarizarse con todos los aspectos de la operación propuesta o requerida, a fin de poder brindar orientación y asesoramiento al explotador durante la reunión de pre-solicitud y a través de todo el proceso. Para esto los inspectores deben:

- a) familiarizarse con la política existente de la AAC y con los requisitos establecidos para las aprobaciones RNAV/RNP;
- b) familiarizarse con el material técnico apropiado RNAV/RNP y baro-VNAV;
- c) familiarizarse con los requisitos de las aeronaves para cada especificación de navegación RNAV/RNP;
- d) familiarizarse con los métodos para determinar la admisibilidad de las aeronaves;
- e) evaluar con precisión el carácter y alcance de la propuesta;
- f) determinar si se requiere pruebas o vuelos de validación;
- g) determinar la necesidad de requerimientos de coordinación;
- h) asegurarse que el explotador o solicitante tiene un claro entendimiento de los requisitos mínimos que constituye una solicitud aceptable; y
- i) determinar la fecha en la cual el explotador pretende iniciar operaciones RNAV/RNP.

3.4 El Jefe del equipo de la AAC a cargo de la aprobación, convocará al explotador a una reunión de pre-solicitud.

3.5 Durante el desarrollo de la reunión de pre-solicitud, el equipo de la AAC tratará los siguientes temas:

- a) fases del proceso de aprobación, señalando las responsabilidades que cada una de las partes debe cumplir en dichas fases;
- b) requisitos reglamentarios y documentos de aprobación RNAV/RNP y baro-VNAV vigentes;
- c) documentos de referencia (por ejemplo: Doc 9613 - Manual de navegación basada en la performance (PBN) de la OACI y los Capítulos 2, 3, 4, 5, 6 y 7 de este volumen;
- d) elementos del paquete de datos de aeronavegabilidad;
- e) documentos, manuales y programas de aeronavegabilidad y operaciones que el explotador deberá presentar junto con la solicitud de aprobación RNAV/RNP y baro-VNAV en la Fase dos;
- f) procedimientos de operación y de mantenimiento a ser desarrollados por el explotador;
- g) requisitos de las aeronaves para cada especificación de navegación RNAV/RNP incluyendo los requisitos baro-VNAV si son aplicables;
- h) métodos para determinar la admisibilidad de las aeronaves;
- i) procedimientos de coordinación entre la AAC y el explotador;
- j) necesidad de que el solicitante conforme un equipo de trabajo para llevar a cabo la aprobación;
- k) cronograma de eventos;
- l) causas para rechazar la documentación;
- m) requerimientos de vuelos o pruebas de validación;
- n) plan de pruebas o vuelos de validación (si son requeridos);
- o) estándares o normas aceptables para la presentación de los documentos;
- p) programas de instrucción para las tripulaciones, EOV/DV y personal de mantenimiento;
- q) Especificaciones relativas a las operaciones (OpSpecs) a ser desarrollados; y
- r) causas para la suspensión o revocación de la aprobación RNAV/RNP.

3.6 Durante esta fase, la AAC y el explotador desarrollan un entendimiento común con

respecto a la aprobación RNAV/RNP.

3.7 Esta fase concluye cuando la AAC se asegura que el explotador ha adquirido un conocimiento cabal de todos los aspectos a desarrollar durante el proceso para la aprobación de cualquier especificación para la navegación RNAV/RNP.

4. Fase dos – Solicitud formal

4.1 La Fase dos inicia cuando el explotador remite la solicitud formal junto con la siguiente documentación. En la Figura 5-1 – *Ejemplo de solicitud formal*, se describe un ejemplo del contenido de la misma:

- a) documentos de aeronavegabilidad, que permitan determinar la admisibilidad de las aeronaves tales como:
 - 1) para aeronaves que hayan demostrado su capacidad en producción (en su proceso de fabricación o nuevas): el AFM, suplemento al AFM y/o la TCDS; y
 - 2) para aeronaves que hayan alcanzado su capacidad en servicio: como sea aplicable, el SB, el STC y los datos que sustenten dicho STC, agrupados en un paquete de datos de certificación y los documentos que avalen el cumplimiento de la modificación e/o inspección (p. ej., el Formulario FAA 337);
- b) documentos de mantenimiento, según el caso;
 - 1) manuales técnicos de mantenimiento aplicables (por ejemplo: MM, SRM, IPC, WDM, etc.);
 - 2) manual de control de mantenimiento del explotador que incluya las políticas y procedimientos para la operación RNAV/RNP de que se trate;
 - 3) programa de mantenimiento; y
 - 4) programas de instrucción para el personal de mantenimiento.
- c) descripción del equipo de la aeronave, detallando todos los equipos y componentes relevantes para realizar la operación RNAV/RNP solicitada;
- d) descripción de la integración del equipo de navegación;
- e) en caso de operaciones RNP 10 y RNP 4, los límites de tiempo cuando se solicita operar con INS o con IRU en áreas oceánicas o remotas. Debe indicarse el límite de tiempo propuesto por el solicitante para operaciones RNP 10 y RNP 4 en relación con los INS o IRU especificados. El solicitante debe tener en cuenta el efecto de vientos de frente en la zona en la que desea realizar operaciones RNP 10 y RNP 4.
- f) descripción de los procedimientos de actualización, de ser utilizados;
- g) programas de instrucción RNAV/RNP (inicial y periódico) que incluya baro-VNAV cuando corresponda, para:
 - 1) tripulación de vuelo; y
 - 2) EOVDV.
- h) Manual de operaciones (OM) revisado: Políticas, prácticas y procedimientos operacionales y listas de verificación. El OM contendrá como mínimo:
 - 1) planificación de vuelo;
 - 2) procedimientos de pre-vuelo;
 - 3) procedimientos en área terminal, aproximaciones, ruta y en espacio aéreo RNAV/RNP según corresponda;
 - 4) procedimientos de actualización y repercusiones de la actualización en la solución de la

- navegación (si se proyecta la actualización y solo para aeronaves con sistemas inerciales); y
- 5) procedimientos de contingencia en vuelo de acuerdo con el Doc 7030 *Procedimientos suplementarios regionales* de la OACI.
- i) MEL;
- j) Programa o procedimiento para la validación de los datos de navegación (si es aplicable) y cartas de autorización (LOAs) de los proveedores de dichos datos;
- k) manual de operación de la aeronave (AOM/FCOM) y listas de verificación, que incluyan las instrucciones de operación del equipo de navegación y cualquier procedimiento establecido para operar en un área específica de operación;
- l) historial de performance (performance anterior);
- m) plan de pruebas o vuelos de validación;
- n) programa de monitoreo (RNP AR APCH); y
- o) evaluación de la seguridad operacional de vuelo (RNP AR APCH).

4.2 Esta fase no incluye una evaluación minuciosa ni el análisis del contenido de la documentación presentada, sin embargo, ésta debe ser examinada para determinar que se encuentren incluidos la totalidad de los requerimientos solicitados.

4.3 En caso que la propuesta sea insatisfactoria, esta debe ser devuelta al explotador con una explicación escrita de las razones de su rechazo.

4.4 Si la propuesta es satisfactoria, el Jefe de equipo de la AAC decidirá continuar con la siguiente fase del proceso.

5. Fase tres – Análisis de la documentación

5.1 En la Fase tres, el equipo de la AAC debe llevar a cabo un análisis detallado de toda la documentación presentada junto con la solicitud formal.

5.2 El equipo de la AAC determinará la admisibilidad de las aeronaves o grupo de aeronaves para cada operación RNAV/RNP y baro/VNAV solicitada, de acuerdo a las guías descritas en este capítulo.

5.3 Existen dos posibilidades como resultado de la Fase tres:

- a) cuando los resultados del análisis detallado de la documentación son satisfactorios, el proceso pasa a la Fase cuatro. Caso contrario, la solicitud junto con la documentación será devuelta al explotador con una explicación escrita de las razones para su rechazo.

6. Fase cuatro – Inspección y demostración

6.1 Una vez que la documentación ha sido aprobada, en la Fase cuatro se llevará a cabo las siguientes actividades:

- a) instrucción de RNAV/RNP y baro-VNAV (si aplica) para tripulantes de vuelo, EOV/DV y personal de mantenimiento, la cual será verificada por la AAC;
- b) inspección de la aeronave o aeronaves; y
- c) pruebas o vuelos de validación, los mismos que seguirán los lineamientos del Capítulo 11 – *Pruebas de validación* del Volumen II, Parte II de este manual.

6.2 El RAB 121 no prohíbe el transporte comercial de pasajeros en pruebas de validación. El equipo de la AAC puede autorizar que el solicitante transporte pasajeros a bordo de un vuelo de validación cuando la operación propuesta es similar a aquellas que constan en la experiencia previa del solicitante. Refiérase al Párrafo 8 de la Sección 3 del Capítulo 11, Volumen II, Parte II de este manual, para determinar las situaciones en las cuales el transporte de pasajeros puede no ser

permitido.

6.3 Esta fase termina cuando los requisitos de instrucción y de pruebas de validación han sido concluidos con éxito. En caso que un solicitante haya fallado las pruebas o vuelos de validación, dicho solicitante deberá reprogramar dichas pruebas o vuelos, debiendo enviar un nuevo plan de pruebas o vuelos de validación a la AAC.

7. Fase cinco – Aprobación

Una vez que el solicitante ha completado los requerimientos de aeronavegabilidad, aeronavegabilidad continuada y de operaciones, la AAC emitirá la aprobación RNAV/RNP, a través de los Casilleros 15 y 16 del formato de las OpSpecs según corresponda.

8. Ayuda de trabajo

La Figura 5-1 – *Ayuda de trabajo del proceso genérico para aprobaciones RNAV/RNP* describe de manera específica los pasos a seguir durante el proceso de aprobación de cualquier operación RNAV/RNP.

Figura 5-1 – Ejemplo de solicitud formal

Señor
Jorge Medrano
Jefe del organismo de certificación e inspección
Chiclayo 857
Miraflores

De mi consideración:

Por medio de la presente nos dirigimos a usted, Sr. Jefe del organismo de certificación e inspección de la AAC, para solicitarle que se emita la aprobación de las OpSpecs a la Compañía ORION para realizar operaciones RNP 10, con *6,2 horas entre actualizaciones en las rutas designadas*. Las siguientes aeronaves de ORION reúnen los requisitos y capacidades de acuerdo a lo especificado en la CA 91-001 del SRVSOP – Aprobación de aeronaves y explotadores para operaciones RNAV 10 (designada y autorizada como RNP 10).

Especificación de navegación	Tipo y serie de aeronave	Equipos de navegación	Equipos de comunicación	Tiempo límite
RNP 10	B 747-400	Liste los equipos de navegación por nombre, tipo, modelo y fabricante	Liste los equipos de comunicación por nombre, tipo, modelo y fabricante	Número de horas o ilimitado para RNP 10
RNP 10	B 737-500	Liste los equipos de navegación por nombre, tipo, modelo y fabricante	Liste los equipos de comunicación por nombre, tipo, modelo y fabricante	Número de horas o ilimitado para RNP 10

Atentamente,

César Martínez Zerpa
Presidente Ejecutivo de ORION

INTENCIONALMENTE EN BLANCO

Figura 5-2 – Ayuda de trabajo del proceso genérico para aprobaciones RNAV/RNP

		
Solicitante:		
Precisión de navegación RNAV:		Precisión de navegación RNP:
Actividades	Inspectores	Fecha
1. Fase uno - Pre-solicitud		
a) Declaración de intención del solicitante		
b) Designación del equipo de la AAC para conducir la aprobación RNAV/RNP del solicitante		
c) Familiarización del equipo de la AAC con: <ol style="list-style-type: none"> 1) La política existente de la AAC y con los requisitos establecidos para la aprobación RNAV/RNP; 2) El material técnico apropiado RNAV/RNP; 3) Los requisitos de las aeronaves para cada tipo RNAV/RNP; 4) Los métodos para determinar la admisibilidad de las aeronaves; 5) Evaluar con precisión el carácter y alcance de la propuesta; 6) Determinar si se requiere pruebas o vuelos de validación; 7) Determinar la necesidad de requerimientos de coordinación; 8) Asegurarse que el explotador o solicitante tiene un claro entendimiento de los requisitos mínimos que constituye una solicitud aceptable; y 9) Determinar la fecha en la cual el explotador pretende iniciar operaciones RNAV/RNP. 		
d) Convocatoria del solicitante a la reunión de pre-solicitud		
e) Reunión de pre-solicitud (temas que deberán ser		

<p>cubiertos)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Fases del proceso de aprobación 2) Requisitos reglamentarios y documentos de aprobación 3) Documentos de referencia 4) Paquete de datos de aeronavegabilidad 5) Documentos de aeronavegabilidad y operaciones que serán presentados con la solicitud formal 6) Procedimientos de operación y de mantenimiento que deben ser desarrollados por el solicitante 7) Requisitos de las aeronaves 8) Métodos para determinar la admisibilidad de las aeronaves 9) Procedimientos de coordinación 10) Conformación de un equipo de trabajo por parte del solicitante 11) Cronograma de eventos 12) Causas para rechazar la documentación 13) Requerimientos de pruebas o vuelos de validación 14) Plan de pruebas o vuelos de validación (si son requeridos) 15) Estándares aceptables para la presentación de la documentación 16) Programas de instrucción para las tripulaciones de vuelo, EO/DV y personal de mantenimiento. 17) Párrafo o párrafos de las OpSpecs a ser desarrollados 18) Causas para la suspensión o revocación de la aprobación RNAV/RNP 		
<p>f) Apertura del registro de aprobación</p>		
<p>2. Fase dos – Solicitud formal</p>		
<p>a) Carta de solicitud formal, adjuntando la siguiente documentación:</p>		
<ol style="list-style-type: none"> 1) Documentos de aeronavegabilidad <ul style="list-style-type: none"> - para aeronaves que hayan demostrado su capacidad en su proceso de fabricación: el AFM, suplemento al AFM y/o la TCDS; y 		

<ul style="list-style-type: none"> - para aeronaves que hayan alcanzado su capacidad en servicio: como sea aplicable, el SB, el STC y los datos que sustenten dicho STC, agrupados en un paquete de datos de certificación y los documentos que avalen el cumplimiento de la modificación e/o inspección (p. ej., el Formulario FAA 337). 		
<p>2) Documentos de mantenimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> - Manuales técnicos de mantenimiento aplicables según el caso. - Manual de control de mantenimiento del explotador que incluya las políticas y procedimientos para la operación RNAV/RNP - Programa de mantenimiento - Programa de instrucción 		
<p>3) Descripción e integración del equipo de navegación</p>		
<p>4) Para operaciones RNP 10 y RNP 4, los límites de tiempo de los INS/IRU</p>		
<p>5) Descripción de los procedimientos de actualización, de ser utilizados</p>		
<p>6) Programas de instrucción para tripulantes de vuelo y EOVDV</p>		
<p>7) Manual de operaciones revisado: políticas, prácticas operacionales y procedimientos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Planificación de vuelo - Procedimientos de pre-vuelo - Procedimientos en ruta - Procedimientos de actualización y repercusiones de la actualización en la solución de la navegación - Conocimiento de la tripulación de vuelo - Procedimientos de contingencia 		
<p>8) MEL</p>		
<p>9) Procedimientos para la validación de la base de datos de navegación y cartas de aceptación (LOAs) de los proveedores de dichos datos</p>		

10) Manual de operación de la aeronave (AOM) y listas de verificación		
11) Historial de performance		
12) Plan de pruebas o vuelos de validación		
13) Programa de monitoreo (RNP AR APCH)		
14) Evaluación de la seguridad operacional de vuelo (FOSA) (RNP AR APCH)		
3. Fase tres – Análisis de la documentación		
a) Análisis de la documentación presentada junto con la solicitud formal		
1) Documentos de aeronavegabilidad <ul style="list-style-type: none"> - para aeronaves que hayan demostrado su capacidad en su proceso de fabricación: el AFM, suplemento al AFM y/o la TCDS; y - para aeronaves que hayan alcanzado su capacidad en servicio: como sea aplicable, el SB, el STC y los datos que sustenten dicho STC, agrupados en un paquete de datos de certificación y los documentos que avalen el cumplimiento de la modificación e/o inspección (p. ej., el Formulario FAA 337). 		
2) Documentos de mantenimiento <ul style="list-style-type: none"> - Manuales técnicos de mantenimiento - Manual de control de mantenimiento del explotador que incluya las políticas y procedimientos para la operación RNAV/RNP - Programa de mantenimiento - Programa de instrucción 		
3) Descripción e integración del equipo de navegación		
4) Para operaciones RNP 10 y RNP 4, los límites de tiempo de los INS/IRU		
5) Descripción de los procedimientos de actualización, de ser utilizados		
6) Programas de instrucción para tripulantes de		

vuelo y EOVDV		
7) Manual de operaciones revisado: políticas, prácticas operacionales y procedimientos: <ul style="list-style-type: none"> - Planificación de vuelo - Procedimientos de pre-vuelo - Procedimientos en ruta - Procedimientos de actualización y repercusiones de la actualización en la solución de la navegación - Conocimiento de la tripulación de vuelo - Procedimientos de contingencia 		
8) MEL		
9) Procedimientos para la validación de la base de datos de navegación y cartas de autorización de los proveedores de dichos datos		
10) Manual de operación de la aeronave (AOM) y listas de verificación		
11) Historial de performance		
12) Plan de pruebas o vuelos de validación		
13) Programa de monitoreo (RNP AR APCH)		
14) Evaluación de la seguridad operacional de vuelo (RNP AR APCH)		
b) Evaluación del sistema de navegación para determinar su admisibilidad:		
4. Fase cuatro – Inspección y demostración		
a) Evaluación de la instrucción a: <ol style="list-style-type: none"> 1) Tripulantes de vuelo 2) EOVDV 3) Personal de mantenimiento 		
b) Inspección de la aeronave		
c) Evaluación de las pruebas o vuelos de validación según los lineamientos del Capítulo 13 – <i>Pruebas de validación</i> del Volumen II, Parte II de este manual		

5. Fase cinco – Aprobación		
a) Aprobación de los párrafos de las OpSpecs b) Presentación de los párrafos de las OpSpecs al solicitante c) Complete y cierre registros d) Complete y cierre registro de aprobación		

PARTE II – EXPLOTADORES DE SERVICIOS AÉREOS**VOLUMEN III – AUTORIZACIONES OPERACIONALES Y EQUIPOS DE LAS AERONAVES****Capítulo 6 – Aprobaciones RNAV****Índice****Sección 1 – Aprobación de operaciones RNAV 10 (Designada y autorizada como RNP 10)**

1. Introducción	PII-VIII-C6-002
2. Objetivo	PII-VIII-C6-002
3. Consideraciones del proveedor de servicios de navegación aérea (ANSP)	PII-VIII-C6-003
4. Proceso de aprobación	PII-VIII-C6-003
5. Aprobación de aeronavegabilidad	PII-VIII-C6-003
6. Aprobación operacional	PII-VIII-C6-011
7. Prácticas y procedimientos de operación	PII-VIII-C6-016
8. Programas de instrucción para la tripulación de vuelo y despachadores de vuelo ..	PII-VIII-C6-017
9. Vigilancia de los explotadores	PII-VIII-C6-018
10. Ayuda de trabajo	PII-VIII-C6-018

Sección 2 - Aprobación de operaciones RNAV 5

1. Introducción	PII-VIII-C6-043
2. Objetivo	PII-VIII-C6-044
3. Consideraciones del proveedor de servicios de navegación aérea (ANSP)	PII-VIII-C6-044
4. Proceso de aprobación	PII-VIII-C6-045
5. Migración a la RNAV 5	PII-VIII-C6-046
6. Aprobación de aeronavegabilidad	PII-VIII-C6-046
7. Aprobación operacional	PII-VIII-C6-049
8. Procedimientos de operación	PII-VIII-C6-050
9. Programa de instrucción	PII-VIII-C6-052
10. Base de datos de navegación	PII-VIII-C6-053
11. Vigilancia de los explotadores	PII-VIII-C6-053
12. Ayuda de trabajo	PII-VIII-C6-053

Sección 3 – Aprobación de operaciones RNAV 1 y RNAV 2

1. Introducción	PII-VIII-C6-081
2. Objetivo	PII-VIII-C6-081
3. Alcance	PII-VIII-C6-081
4. Consideraciones del proveedor de servicios de navegación aérea (ANSP)	PII-VIII-C6-082
5. Proceso de aprobación	PII-VIII-C6-084
6. Migración a la RNAV 1 y RNAV 2	PII-VIII-C6-084
7. Aprobación de aeronavegabilidad	PII-VIII-C6-086
8. Aprobación operacional	PII-VIII-C6-097
9. Procedimientos de operación	PII-VIII-C6-099
10. Programa de instrucción	PII-VIII-C6-103
11. Base de datos de navegación	PII-VIII-C6-104
12. Vigilancia de los explotadores	PII-VIII-C6-105
13. Ayuda de trabajo	PII-VIII-C6-105

Apéndice A -Resumen de las diferencias insignificantes entre RNAV 1

de OACI, AC 90-100 de la FAA y TGL-10 de las JAA	PII-VIII-C6-133
--	-----------------

Sección 1 – Aprobación de operaciones RNAV 10 (Designada y autorizada como RNP 10)

1. Introducción

1.1 Esta sección trata sobre la aprobación de las operaciones RNP 10 con distancias mínimas de separación lateral y longitudinal de 50 NM en espacio aéreo sobre áreas oceánicas o remotas.

1.2 Esta especificación para la navegación se ha denominado RNAV 10 para mantener coherencia con los criterios del Doc 9613 – Manual de navegación basada en la performance (PBN) de OACI y con los capítulos sobre la PBN de este manual. Esta designación y versión del texto no cambia ningún requisito y no afecta a los explotadores que han obtenido una autorización RNP 10 de sus respectivas autoridades de reglamentación estatales.

1.3 La RNAV 10 no requiere vigilancia y alerta de la performance de a bordo. Sin embargo, la designación de la aprobación de aeronavegabilidad y operacional así como la designación del espacio aéreo/ruta sigue siendo “RNP 10” a fin de mantener las publicaciones actuales y las aprobaciones realizadas. Se espera que, reconociendo la amplitud de las designaciones de los espacios aéreos existentes y las aprobaciones operacionales emitidas en el marco de la designación RNP 10, las nuevas designaciones de espacio aéreo y las aprobaciones de aeronaves continúen usando el término “RNP 10” mientras que la aplicación PBN requerida se llamará “RNAV 10”.

1.4 Si bien la aprobación operacional de la RNP 10 está relacionada primordialmente con los requisitos de navegación del espacio aéreo, los explotadores y las tripulaciones de vuelo de todos modos deben tener en cuenta todos los documentos operacionales relacionados con el espacio aéreo que exige la autoridad competente del Estado, antes de realizar vuelos en ese espacio aéreo.

1.5 Las primeras zonas en las que se aplicaron la RNP 10 fueron en el Pacífico septentrional (NOPAC) y en el mar de Tasmania.

1.6 Los criterios de aprobación descritos en esta sección se fundamentan en el Capítulo 1 – Implantación de la RNAV 10 (designada y autorizada como RNP 10) de la Parte B del Volumen II del Doc 9613 de OACI.

1.7 Según se establece en los acuerdos regionales de navegación aérea coordinados por OACI, los explotadores comerciales deben obtener la autorización RNP 10 emitida por el Estado del explotador para poder sobrevolar espacios aéreos oceánicos designados RNP 10. En el caso de explotadores de aviación general, la autorización será emitida por el Estado de matrícula.

1.8 La implantación de la separación mínima lateral y longitudinal de 93 km (50 NM) con RNP 10 proporciona beneficios a los explotadores en términos de mayor número de rutas óptimas, reducción de demoras, incremento de la flexibilidad y reducción de costos, sin disminuir la seguridad. Los proveedores ATS obtendrán beneficios derivados del uso más eficiente del espacio aéreo y del aumento del flujo de tránsito.

1.9 Las operaciones RNP 10 pueden ser conducidas en rutas específicas ATS o en espacios aéreos designados, por ejemplo, en el corredor EUR/SAM, en el NOPAC y en las áreas del mar de Tasmania, de acuerdo con procedimientos específicos ATS.

2. Objetivo

Esta sección junto con el MIO, Parte II, Volumen III, Capítulo 5 - Proceso genérico para aprobaciones RNAV/RNP, proporcionan orientación y guía específica a los IOs, respecto a la planificación, conducción y evaluación del proceso de aprobación RNP 10. Se incluye orientación sobre las consideraciones del proveedor de servicios de navegación aérea (ANSP) y en los aspectos de aeronavegabilidad, operaciones e instrucción.

3. Consideraciones del proveedor de servicios de navegación aérea (ANSP)

3.1 Infraestructura de ayudas para la navegación (NAVAIDS).-

3.1.1 La RNP 10 fue desarrollada para las operaciones en áreas oceánicas o remotas y no requiere ninguna infraestructura de NAVAIDS en tierra ni evaluación.

3.2 Comunicaciones y vigilancia ATS.-

3.2.1 En este texto de orientación no se incluye los requisitos sobre comunicaciones o vigilancia ATS que se puedan especificar para algunas operaciones en particular. Esos requisitos están especificados en otros documentos, tales como las publicaciones de información aeronáutica (AIP) y los *Procedimientos suplementarios regionales* (Doc 7030) de OACI.

3.3 Margen de franqueamiento de obstáculos y espaciamiento entre rutas.-

3.3.1 En los *Procedimientos para los servicios de navegación aérea — Operación de aeronaves* (PANS-OPS) (Doc 8168), Volumen II, se proporciona orientación detallada sobre el margen de franqueamiento de obstáculos; se aplican también los criterios generales de las Partes I y III.

3.3.2 La razón de haber elegido el valor RNP 10 es dar apoyo a las mínimas de separación lateral y longitudinal reducidas para su aplicación en áreas oceánicas y remotas, donde las ayudas para la navegación, comunicaciones y vigilancia disponibles son limitadas.

3.3.3 El espaciamiento mínimo entre rutas cuando se utiliza la RNP 10 es de 50 NM.

Nota.- La orientación dada en esta sección no reemplaza los requisitos de operación del Estado aplicables al equipamiento

3.4 Publicaciones.-

3.4.1 La AIP debería indicar claramente que la aplicación de navegación es RNP 10, cuando se refiera a rutas existentes. La ruta debería identificar los requisitos de altitud mínima de los segmentos.

3.4.2 Los datos de navegación publicados en la AIP del Estado para las rutas y las correspondientes ayudas para la navegación deben satisfacer los requisitos del Anexo 15 — *Servicios de información aeronáutica*. Todas las rutas deben estar basadas en las coordenadas GWS-84.

4. Proceso de aprobación

4.1 Las RAB 121.995 (b) y 135.565 (c) exigen que las aeronaves estén autorizadas por el Estado de matrícula y que los explotadores estén autorizados por sus respectivos Estados (Estado del explotador) para llevar a cabo operaciones en las que se ha prescrito una especificación para la navegación RNP 10.

4.2 Durante el proceso de aprobación para operaciones RNP 10, los IOs deben seguir las cinco fases establecidas en el MIO, Parte II, Volumen III, Capítulo 5 - Proceso genérico para aprobaciones RNAV/RNP y considerar los requerimientos específicos de esta sección.

5. Aprobación de aeronavegabilidad

5.1 Requisitos de las aeronaves

5.1.1 Sistemas de navegación.- La especificación de navegación RNP 10 requiere que las aeronaves que operan en áreas oceánicas o remotas estén equipadas con al menos *dos sistemas de navegación de largo alcance (LRNS)* independientes y en servicio, conformados por un sistema de navegación inercial (INS), un sistema de referencia inercial/sistema de gestión de vuelo (IRS/FMS) o un sistema mundial de navegación por satélite (GNSS) (p. ej., el sistema mundial de determinación de la posición (GPS)), con una integridad tal que no exista una probabilidad inaceptable de que el sistema de navegación presente información errónea.

5.1.2 Performance, control y alerta del sistema.-

- a) Precisión.- Durante operaciones en espacio aéreo o en rutas designadas como RNP 10, el error total lateral del sistema no debe exceder ± 10 NM por al menos el 95% del tiempo total de vuelo. Esto incluye el error de determinación de la posición, el error técnico de vuelo (FTE), el error de definición de la trayectoria (PDE) y el error de presentación en pantalla.

El error a lo largo de la derrota también no debe exceder de ± 10 NM por al menos el 95% del tiempo total de vuelo.

Nota 1.- Para la aprobación operacional RNP 10 de aeronaves con capacidades de acoplar el sistema RNAV al director de vuelo (FD) o al piloto automático (AP), se considera que el error de posición de navegación es el factor contribuyente dominante del error transversal y longitudinal. El FTE, el error de definición de la trayectoria y los errores de presentación en pantalla se consideran como insignificantes para los propósitos de la aprobación RNP 10.

Nota 2.- Cuando se utiliza el método de colección de datos descrito en la FAA Orden 8400.12A Apéndice 1 como base para la aprobación operacional RNP 10, estos tipos de errores son incluidos en el análisis. Sin embargo, cuando se utiliza el método de colección descrito en la FAA Orden 8400.12A Apéndice 6, estos errores no son incluidos debido a que este método es más conservador. El método del Apéndice 6 utiliza el error radial en lugar del error lateral y el error a lo largo de la derrota.

- b) Integridad.- El malfuncionamiento del equipo de navegación de la aeronave es clasificado como una condición de falla mayor según las reglamentaciones de aeronavegabilidad (p. ej., 10^{-5} por hora).
- c) Continuidad.- La pérdida de la función se clasifica como una condición de falla mayor para la navegación oceánica y remota. El requisito de continuidad es satisfecho llevando a bordo dos sistemas LRNS independientes (excluyendo la señal en el espacio).
- d) Señal en el espacio.- Si se utiliza un GNSS, el equipo de navegación de la aeronave debe proveer una alerta si la probabilidad de los errores de la señal en el espacio causan que un error de posición lateral mayor que 20 NM exceda 10^{-7} por hora (Anexo 10, Volumen I, Tabla 3.7.2.4-1).

5.2 Grupos de aeronaves (flotas de aeronaves)

5.2.1 Aeronaves de grupo.- Para que una aeronave pueda ser considerada como parte de un grupo para los fines de aprobación de aeronavegabilidad RNP 10, ésta debe satisfacer las condiciones siguientes:

- a) la aeronave debe haber sido construida según un diseño nominalmente idéntico y ser aprobada para el mismo certificado de tipo (TC), una enmienda del TC, o un certificado de tipo suplementario (STC), según corresponda;

Nota.- Para las aeronaves derivadas, podrían utilizarse los datos de la configuración original para reducir al mínimo la cantidad de datos adicionales necesarios para indicar la conformidad. En la medida en que se necesiten datos adicionales dependerá de la categoría de diferencias entre la aeronave original y la derivada cuando un INS/IRU es utilizado para satisfacer los requisitos RNP 10.

- b) Para que el sistema de navegación instalado en cada aeronave satisfaga la aprobación de aeronavegabilidad mínima RNP 10, deberá ser construido con las mismas especificaciones del fabricante y tener los mismos números de partes.
- c) Cuando se solicita la aprobación para un grupo de aeronaves, el paquete de datos debe contener la siguiente información:
- 1) una lista del grupo de aeronaves a las que aplica el paquete de datos;
 - 2) una lista de las rutas a ser operadas y el tiempo máximo estimado en navegación desde la alineación del sistema hasta el tiempo en que el vuelo saldrá de espacio aéreo Clase II;
 - 3) los procedimientos de cumplimiento a ser utilizados para asegurar que todas las aeronaves enviadas para aprobación satisfacen las capacidades de navegación para el tiempo de duración RNP 10 aprobado; y
 - 4) los datos de ingeniería a ser utilizados para asegurar continuidad en el servicio RNP 10

para el tiempo de duración RNP 10 aprobado.

Nota.- Las aeronaves que tienen sistemas INS/IRU que son de diferente fabricante o número de parte pueden ser consideradas como parte del grupo si se demuestra que el equipo de navegación provee una performance de navegación equivalente.

5.2.3 Aeronaves sin grupo.- Son aquellas aeronaves para las cuales se solicita una aprobación en base a las características únicas del sistema de navegación y estructura que van a ser utilizados en lugar de las características propias de las aeronaves de grupo.

Nota.- La información recopilada por uno o más explotadores según el Apéndice 6 de la Orden 8400.12A de la FAA puede ser utilizada como base para la aprobación de otro explotador y puede reducir el número de pruebas requeridas para la aprobación. El Apéndice 6 de la Orden 8400.12A de la FAA describe un ejemplo del procedimiento para recopilar datos y provee ejemplos de formularios para ser utilizados en la recopilación de los mismos.

5.3 Determinación de la admisibilidad de las aeronaves para operaciones RNP 10.-

5.3.1 Admisibilidad de las aeronaves.- Muchas de las aeronaves y sistemas de navegación que actualmente se utilizan para operaciones en áreas oceánicas y remotas, califican para RNP 10, en base a una o más disposiciones de los criterios de certificación existentes. Por lo tanto, una certificación adicional de las aeronaves puede no ser necesaria para la mayoría de aprobaciones operacionales RNP 10. En estos casos, solamente será necesaria una nueva certificación de la aeronave si el solicitante elige solicitar performance adicional, más allá de la certificación original o de la certificación declarada en el AFM y cuando no se puede demostrar la performance deseada a través de los métodos de recopilación de datos. Los siguientes tres métodos han sido definidos para determinar la admisibilidad de las aeronaves:

a) Método 1 - Admisibilidad de aeronaves mediante certificación RNP (Aeronaves que cuentan con declaración de aeronavegabilidad RNP en el AFM).-

- 1) Este método puede ser utilizado para aprobar aeronaves que ya han sido oficialmente certificadas y aprobadas para operaciones RNP.
- 2) El cumplimiento (la conformidad o capacidad) RNP estará documentada en el AFM o en el suplemento aprobado del mismo y normalmente no se limitan a RNP 10. El AFM indicará los niveles RNP que han sido demostrados y cualquier disposición relacionada aplicable a su uso (por ejemplo, requisitos de los sensores de las ayudas para la navegación (NAVAIDS)). La aprobación operacional de estas aeronaves se realizará en base a la performance declarada en el AFM.
- 3) Puede obtenerse una aprobación de aeronavegabilidad que específicamente indique la performance RNP 10. El siguiente ejemplo de redacción puede ser utilizado en el AFM, cuando se concede la aprobación RNP 10 por parte de las oficinas de certificación de aeronaves de la AAC, cuando se otorga una aprobación RNP 10 por una modificación en la performance certificada en el INS/IRU:

“Se ha demostrado que el sistema de navegación XXXX satisface los criterios del (documento o documentos con textos de orientación del Estado) como medio primario de navegación para vuelos de hasta XXXX horas sin ninguna actualización. La determinación de la duración del vuelo comienza cuando el sistema se pone en modo de navegación. Para los vuelos en los que se incluye la actualización de a bordo de la posición de navegación, el explotador debe atender el efecto que la actualización tiene en la exactitud de la posición y de cualesquiera límites de tiempo asociados a las operaciones RNP, pertinentes a la actualización de las instalaciones de las NAVAIDS utilizadas y al área, rutas y procedimientos por los que se ha de efectuar el vuelo”.

La demostración de la performance según las disposiciones del (documento o documentos con textos de orientación del Estado) no constituye una aprobación para realizar operaciones RNP”.

Nota.- La redacción en el AFM, descrita anteriormente, está basada en la aprobación de performance por parte de la AAC y solamente constituye uno de los elementos del proceso de aprobación. Las aeronaves en cuyos AFM se ha incorporado esta redacción serán admisibles para aprobación mediante la expedición de las

OpSpecs o una carta de autorización (LOA) si se han satisfecho todos los demás criterios. En las horas XXXX especificadas en el AFM no se incluyen la actualización. Cuando el explotador proponga un crédito para la actualización, en la propuesta debe indicarse el efecto que la actualización tiene en la exactitud de la posición y en cualesquiera límites de tiempo asociados para operaciones RNP pertinentes a la actualización de las instalaciones de las NAVAIDS utilizadas y al área, rutas o procedimientos por los que se ha de efectuar el vuelo.

b) Método 2 – Admisibilidad de aeronaves mediante certificación previa del sistema de navegación (Aeronave que no cuenta con declaración RNP en el AFM).- El Método 2 puede utilizarse para conceder la aprobación a aeronaves cuyo nivel de performance, en virtud de otras normas o de normas anteriores, puede considerarse como equivalentes a los criterios RNP 10. Las normas indicadas en los Párrafos 1) hasta 6) pueden ser utilizadas para calificar a una aeronave. También pueden utilizarse otras normas si éstas son suficientes para asegurar que se satisfacen los requisitos RNP 10. En caso de utilizarse otras normas, el solicitante debe proponer medios aceptables de cumplimiento:

1) Aeronaves equipadas con doble GNSS (GPS) aprobado como medio primario de navegación en zonas oceánicas y remotas.-

- (a) las aeronaves aprobadas para utilizar GPS como medio primario de navegación para operaciones en zonas oceánicas y remotas, de conformidad con los requisitos apropiados de la AAC, satisfacen los requisitos RNP 10 sin limitaciones de tiempo;
- (b) la AC 20-138A de la FAA de los EE. UU o los documentos equivalentes de los Estados, proveen un medio aceptable de cumplimiento de los requisitos de instalación para aeronaves que utilizan el GPS, pero que no integran tal sistema con otros sensores.
- (c) los explotadores que tienen la intención de utilizar el GPS como el único sistema de navegación (sin INS o IRS) en rutas o en espacios aéreos RNP 10, también deben cumplir con las reglamentaciones y documentaciones de asesoramiento relacionadas de la AAC. El solicitante o explotador deberá cumplir además con los requisitos específicos descritos en esta CA. Esto incluye la utilización de un GPS aprobado como medio primario de navegación para áreas oceánicas y remotas.
- (d) en el AFM debe indicarse que una instalación GPS particular satisface los requisitos apropiados de la AAC. El equipo doble GPS autorizado debe estar instalado en virtud de una TSO y se debe utilizar un programa aprobado de predicción de disponibilidad del FDE. El tiempo máximo admisible en el que se proyecte que no se dispondrá de la capacidad FDE es de 34 minutos. Debe incluirse el tiempo máximo de interrupción del servicio como condición para la aprobación RNP.

Nota.- Si las predicciones indican que se excederá el tiempo máximo de interrupción del servicio FDE para la operación RNP 10 prevista, entonces debe programarse nuevamente la operación para el tiempo en que se disponga de FDE o llevarse a cabo la operación RNP 10 en base a un medio de navegación de alternativa.

2) Sistemas multisensores a los que se integra el GPS con la RAIM o FDE.-

- (a) los sistemas multisensores a los que se integran el GPS con la RAIM o FDE que hayan sido aprobados en virtud de la orientación que figura en la AC 20-130A de la FAA de los Estados Unidos (EE.UU) - *Aprobación de la aeronavegabilidad de navegación o de los sistemas de gestión de vuelo en los que están integrados múltiples sensores de navegación* o sus equivalentes, satisfacen los requisitos RNP 10 sin limitaciones de tiempo. En este caso el INS o IRU deben estar aprobados de conformidad con el RAB 121 Apéndice G.

3) Aeronaves equipadas con INS o IRU que han sido aprobadas de conformidad con el RAB 121 Apéndice G o con documentos equivalentes de los Estados.-

- (a) los sistemas inerciales aprobados de conformidad con el RAB 121 Apéndice G o con documentos equivalentes de los Estados, satisfacen los requisitos RNP 10

hasta un tiempo de vuelo de 6,2 horas. La cuenta del tiempo se inicia cuando los sistemas se colocan en el modo de navegación o en el último punto en el que se actualizaron los sistemas. Si los sistemas se actualizan en ruta, el explotador debe mostrar el efecto que la exactitud de la actualización tiene en el tiempo límite. La exactitud, fiabilidad y mantenimiento del INS, así como la instrucción de la tripulación de vuelo requerida en función del RAB 121 Apéndice G, son aplicables a la autorización de RNP 10.

- 4) Aeronaves equipadas con doble INS o IRU.-
 - (a) cuando se proporcionan doble INS o IRU como único medio de navegación de largo alcance, los sistemas deben ser instalados de conformidad con las normas de la AAC. Es aplicable un límite de tiempo básico de 6,2 horas para RNP 10 después de que los sistemas se coloquen en el modo de navegación (NAV). Puede prolongarse el límite de tiempo básico de 6,2 horas en base a los métodos descritos en el Párrafo 5.1.4.
 - 5) Aeronaves equipadas con doble INS o IRU aprobadas para especificaciones mínimas de performance de navegación (MNPS).-
 - (a) las aeronaves equipadas con doble INS o IRU que hayan sido aprobadas para las operaciones MNPS satisfacen los requisitos RNP 10 hasta 6,2 horas después de que los sistemas se hayan colocado en el modo de navegación o después de una actualización en ruta. Si los sistemas se actualizan en ruta el explotador debe demostrar el efecto que la exactitud tiene en tiempo límite.
 - 6) Aeronaves equipadas con un solo INS/IRU y un solo GPS aprobado como medio primario de navegación en zonas oceánicas y remotas.-
 - (a) se considera que las aeronaves equipadas con un solo INS o IRU y con un solo GPS satisfacen los requisitos RNP 10 sin limitaciones de tiempo. El INS o IRU debe estar aprobado en función del LAR 121 Apéndice G. El GPS debe estar autorizado en función de la TSO-C129 y debe tener un programa aprobado de predicción de disponibilidad de detección y exclusión de fallas (FDE). El tiempo máximo admisible en el que se proyecte que no se dispondrá de la capacidad FDE es de 34 minutos. Debe incluirse el tiempo máximo de interrupción del servicio como condición para la aprobación RNP 10. En el AFM debe indicarse que la instalación INS/GPS particular satisfacen los requisitos adecuados de la AAC.
- c) Método 3 - Admisibilidad de las aeronaves mediante recopilación de datos.- Este método requiere que los explotadores recopilen datos para obtener la aprobación RNP 10 durante un período de tiempo especificado. El programa de recopilación de datos debe indicar los requisitos de exactitud de navegación adecuados para RNP 10. La recopilación de datos debe garantizar que el solicitante demuestre a la AAC que la aeronave y el sistema de navegación proporcionan a la tripulación de vuelo un conocimiento de la situación de navegación relativa a la ruta prevista RNP 10. La recopilación de datos debe también asegurar que existe una comprensión clara de la condición del sistema de navegación y que las indicaciones y procedimientos en caso de falla son consistentes con el mantenimiento de la performance de navegación requerida. Existen dos métodos de recopilación de datos:
- 1) El método secuencial.- Este método es un programa de recopilación de datos que satisface las disposiciones del Apéndice 1 de la Orden 8400.12A de la FAA. El método secuencial permite que el explotador recopile los datos y los trace en gráficos de “pasar-fallar” para determinar si el sistema de la aeronave del explotador satisfará los requisitos RNP 10 durante todo el tiempo que el explotador necesite; y
 - 2) El método periódico.- Este método de recopilación de datos hace uso de un receptor manual GPS como base para recopilar los datos del INS, lo cual se describe en el Apéndice 6 de la Orden 8400.12A de la FAA. Los datos recopilados se analizan inmediatamente para determinar si el sistema es capaz de mantener RNP 10 durante

todo el tiempo que el explotador necesite.

5.3.2 El explotador debe presentar documentación relevante para el método de calificación seleccionado, a fin de que la AAC pueda establecer que la aeronave está equipada con LRNSs que satisfacen los requisitos de RNP 10 (por ejemplo, el AFM). El solicitante debe proveer una lista de configuración que detalle los componentes y equipos pertinentes a ser utilizados para la navegación de largo alcance y para las operaciones RNP 10 y describirá la relación entre tales componentes y equipos. El solicitante debe proveer el límite de tiempo propuesto de los INS o IRU para las operaciones RNP 10 y considerar el efecto de los vientos de frente en el área en la cual se llevarán a cabo las operaciones RNP 10 para determinar la factibilidad de la operación propuesta.

5.3.3 Obtención de la aprobación con tiempo límite extendido para aeronaves equipadas con sistemas INS o IRU.- El tiempo límite base RNP 10 para aeronaves equipadas con sistemas INS/IRU después de que los sistemas se coloquen en el modo de navegación es de 6, 2 horas, según los detalles indicados en los Párrafos 5.1.1 b), 3), 4) y 5), relacionados con los sistemas INS/IRU. El límite de tiempo puede ser extendido mediante uno de los siguientes métodos:

- a) se puede establecer un tiempo límite extendido cuando la RNP está integrada dentro del sistema de navegación de la aeronave mediante la declaración de aeronavegabilidad documentada en el AFM o en el suplemento del mismo, según se describe en el Párrafo 5.1.1. a) 3). El solicitante debe presentar a la oficina de certificación de aeronaves o equivalente datos de certificación de las aeronaves que demuestren que está justificada la extensión del límite de tiempo para RNP 10;
- b) cuando un INS o IRU han sido aprobados utilizando una norma de aprobación existente, tal como está detallado en los Párrafos 5.1.1 b), 3), 4) y 5), un límite de tiempo ampliado puede ser establecido por un solicitante que presente datos de justificación a la oficina de certificación de aeronaves de la AAC. Las aprobaciones de grupos de aeronaves serán otorgadas con restricciones apropiadas durante la certificación de las aeronaves, si los datos recopilados indican que la aprobación es meritoria; y
- c) Puede establecerse un tiempo límite extendido, mediante el empleo de múltiples sensores de navegación, demostrando que el error mixto o medio de navegación justifica tal extensión (por ejemplo, INS de mezcla-triple). Si el solicitante utiliza un tiempo límite mixto, entonces la disponibilidad de capacidad mixta debe encontrarse operativa desde el instante del despegue (despacho del vuelo) para vuelos en espacio aéreo o rutas RNP 10. Si no se dispone de la función mixta o media desde el instante del despegue, entonces el solicitante debe utilizar un tiempo límite que no sea mixto. Debe convalidarse el tiempo límite extendido mediante un programa y análisis de recopilación de datos tal como se especifica en el párrafo siguiente;
- d) cuando un INS o IRU ha sido aprobado utilizando una norma de aprobación existente, los explotadores pueden establecer un tiempo límite extendido llevando a cabo un programa de recopilación de datos de acuerdo con la guía provista en los Apéndices 1 y 6 de la Orden 8400.12A de la FAA.

5.3.4 Efecto de las actualizaciones en ruta.- Los explotadores pueden aumentar la duración de la capacidad de navegación RNP 10 mediante procedimientos de actualización de la posición. Los incrementos de tiempo límite obtenidos por las diferentes técnicas de actualización se obtienen restando al tiempo límite aprobado los factores de tiempo indicados a continuación:

- a) actualización automática utilizando doble equipo telemétrico DME/DME = tiempo base menos 0,3 horas (por ejemplo, una aeronave que ha sido aprobada para 6,2 horas, puede ganar otras 5,9 horas después de una actualización DME/DME automática);
- b) actualización automática utilizando equipo telemétrico y radiofaro omnidireccional de muy alta frecuencia (DME/VOR) = tiempo base menos 0,5 horas; y
- c) actualización manual utilizando un método aprobado por la AAC = tiempo base menos 1 hora. Se puede utilizar un método similar al contenido en el Apéndice 7 de la Orden 8400.12A de la FAA.

5.3.5 Condiciones según las cuales la actualización automática de la posición de radio es considerada como aceptable para el vuelo en espacio aéreo donde se requiere RNP 10.- La actualización automática es cualquier procedimiento de actualización que no requiere que la tripulación de vuelo inserte coordenadas manualmente. La actualización automática se considera aceptable para operaciones en espacio aéreo donde se aplica RNP 10, siempre que:

- a) se incluyan los procedimientos de actualización automática en el programa de instrucción del explotador;
- b) las tripulaciones de vuelo conozcan los procedimientos de actualización y el efecto de la actualización en la solución de navegación; y
- c) un procedimiento aceptable para la actualización automática puede ser utilizado como base para una aprobación RNP 10 con tiempo extendido, como sea indicado en los datos presentados al jefe del equipo de la AAC encargado de la aprobación o al POI. Estos datos deben presentar una indicación clara de la exactitud de la actualización y del efecto de la actualización sobre las capacidades de navegación por el resto del tiempo de vuelo.

5.3.6 Condiciones según las cuales la actualización manual de la posición de radio es considerada como aceptable para el vuelo en espacio aéreo donde se requiere RNP 10.- Si la actualización manual no está aprobada específicamente, no se permiten actualizaciones manuales de la posición en operaciones RNP 10. La actualización manual de la posición de radio puede considerarse aceptable para operaciones en espacio aéreo en el que se aplique RNP 10, a condición de que:

- a) la AAC examine los procedimientos de actualización manual caso por caso. En el Apéndice 7 de la Orden 8400.12A de la FAA, se describe un procedimiento aceptable de actualización manual y puede ser utilizado como base para la aprobación RNP 10 para un tiempo extendido cuando la actualización esté apoyada por datos aceptables;
- b) los explotadores demuestren que en sus procedimientos de actualización y de instrucción se incluyen medidas para la verificación cruzada, a fin de impedir errores de factores humanos y que la AAC determine que el segmento de calificación de la tripulación de vuelo provea instrucción eficaz a la misma; y
- c) el explotador proporcione datos que establezcan la exactitud con la que el sistema de navegación de la aeronave puede ser actualizado mediante procedimientos manuales y ayudas representativas para la navegación. Deben proporcionarse datos que demuestren la exactitud lograda en las operaciones en servicio. Este factor debe tenerse en cuenta al establecerse el tiempo límite RNP 10, con INS o IRU.

5.4 Aeronavegabilidad continuada.-

5.4.1 Los explotadores de aeronaves aprobadas para realizar operaciones RNP 10, deben asegurar la continuidad de la capacidad técnica de ellas para satisfacer los requisitos técnicos establecidos en esta CA.

5.4.2 Cada explotador que solicite una aprobación operacional RNP 10, deberá presentar a la AAC del Estado de matrícula un programa de mantenimiento e inspección que incluya todos aquellos requisitos de mantenimiento necesarios para asegurar que los sistemas de navegación sigan cumpliendo el criterio de aprobación RNP 10.

5.4.3 Los siguientes documentos de mantenimiento deben ser revisados, según corresponda, para incorporar los aspectos RNP 10:

- a) Manual de control de mantenimiento (MCM);
- b) Catálogos ilustrados de partes (IPC); y
- c) Programa de mantenimiento.

5.4.4 El programa de mantenimiento aprobado para las aeronaves afectadas debe incluir las prácticas de mantenimiento que se indican en los correspondientes manuales de mantenimiento del

fabricante de la aeronave y de sus componentes y debe considerar:

- a) que los equipos involucrados en la operación RNP 10 deben mantenerse de acuerdo con las instrucciones del fabricante de los componentes;
- b) que cualquier modificación o cambio del sistema de navegación que afecte de cualquier forma a la aprobación RNP 10 inicial, debe ser objeto de comunicación y revisión por la AAC para su aceptación o aprobación de dichos cambios previo a su aplicación; y
- c) que cualquier reparación que no se incluya en la documentación aprobada/aceptada de mantenimiento y que pueda afectar a la integridad de la performance de navegación, debe ser objeto de comunicación a la AAC para su aceptación o aprobación de las mismas.

5.4.5 Dentro de la documentación relativa al mantenimiento RNP, se debe presentar el programa de instrucción del personal de mantenimiento, que entre otros aspectos, debe contemplar:

- a) concepto PBN;
- b) aplicación de la RNP 10;
- c) equipos involucrados en una operación RNP 10; y
- d) utilización de la MEL.

5.5 Medidas de certificación relacionadas con RNP 10.-

5.5.1 El explotador puede optar por certificar la performance de navegación de la aeronave según una nueva norma para aprovechar las funciones de la aeronave. Puede darse crédito a una mejora de la performance de la aeronave mediante la recopilación de datos operacionales, en cuyo caso no sería necesaria la certificación.

5.5.2 En los párrafos siguientes se presenta orientación respecto a distintos tipos de sistemas de navegación. El explotador propondrá un medio aceptable de cumplimiento respecto a cualquiera de los sistemas que no se indiquen a continuación.

- a) Aeronaves a las que se incorpora INS.- Para aeronaves con equipo INS certificado de acuerdo con el RAB 121 Apéndice G o documento equivalente, solamente es necesaria una nueva certificación de los explotadores que optan por certificar la exactitud del INS como mejor que un error radial de 3,7 km (2 NM) por hora. Sin embargo, han de aplicarse las siguientes condiciones:
 - 1) la certificación de la performance INS debe responder a todos los asuntos asociados con el mantenimiento de la exactitud requerida, incluidas la precisión y fiabilidad, los procedimientos de ensayo para aceptación, los procedimientos de mantenimiento y los programas de instrucción; y
 - 2) el solicitante debe determinar el requisito respecto al cual ha de demostrarse la performance del INS. Esta puede ser reglamentaria (es decir RAB 121 Apéndice G o documento equivalente) o una especificación exclusiva de la industria o del explotador. Debe añadirse una declaración al AFM indicando el estándar de precisión utilizado para la certificación.
- b) Aeronaves a las que se incorpora GPS.- La AC 20-138 de la FAA de Estados Unidos y la CAAP 35-1 de Australia proporcionan medios aceptables de cumplimiento sobre los requisitos de instalación en aeronaves que utilizan GPS, pero a las que no se integran otros sensores. En la AC 20-130^a de la FAA se describen medios aceptables de cumplimiento para sistemas de navegación multisensores a los que se incorpora el GPS. Los explotadores que deseen utilizar en sus aeronaves GPS como único sistema de navegación (por ejemplo, sin INS o IRS) a lo largo de las rutas o espacio aéreo RNP 10 deben también cumplir con la reglamentación y con el material correspondiente de asesoramiento de la AAC, salvo determinados requisitos GPS descritos en esta CA.

5.5.3 Configuración del equipo.-

- a) La configuración del equipo utilizado para demostrar la exactitud requerida debe ser idéntica a la configuración que se especifica en la MEL.
- b) La configuración del equipo utilizado para demostrar la exactitud requerida debe ser compatible con el espacio aéreo oceánico y remoto RNP 10. Por ejemplo, no se tendrá en cuenta el beneficio estadístico de estimar la posición utilizando datos de posición INS filtrados con datos DME.
- c) En el diseño de la instalación deben cumplirse las normas de diseño aplicables a las aeronaves que están siendo modificadas.

6. Aprobación operacional

6.1 Requisitos reglamentarios.-

6.1.1 La aprobación de aeronavegabilidad por sí sola no autoriza a un solicitante o explotador a realizar operaciones RNP 10. Además de la aprobación de aeronavegabilidad, el solicitante o explotador debe obtener una aprobación operacional para confirmar la adecuación de los procedimientos normales y de contingencia respecto a la instalación del equipo particular.

6.1.2 En transporte aéreo comercial, la evaluación de una solicitud para una aprobación operacional RNP 10 es realizada por el Estado del explotador según las reglas de operación vigentes (p. ej., RAB 121.995 (b) y RAB 135.565 (c) o equivalentes) apoyadas por los criterios descritos en esta CA.

6.1.3 Para la aviación general, la evaluación de una solicitud para una aprobación operacional RNP 10 es realizada por el Estado de matrícula según las reglas de operación vigentes. (p. ej., RAB 91.1015 y RAB 91.1640 o equivalentes) apoyadas por los criterios establecidos en esta sección.

6.2 Requisitos para obtener la aprobación operacional.-

6.2.1 Para obtener la autorización RNP 10, el solicitante o explotador cumplirá los siguientes pasos considerando los criterios establecidos en este párrafo y en los Párrafos 5, 6, 7 y 8:

- a) *Aprobación de aeronavegabilidad.*- las aeronaves deberán contar con las correspondientes aprobaciones de aeronavegabilidad según lo establecido en el Párrafo 5 de esta sección.
- b) *Documentación.*- El explotador presentará a la AAC la siguiente documentación:
 - 1) *la solicitud para la aprobación operacional RNP 10;*
 - 2) *documentos de aeronavegabilidad relativos a la admisibilidad de las aeronaves.*- El explotador presentará documentación relevante, aceptable para la AAC, que permita establecer que la aeronave está dotada de sistemas de navegación de largo alcance (LRNS) que satisfacen los requisitos RNP 10, según lo descrito en el Párrafo 5 de esta sección. Por ejemplo, el explotador presentará las partes del AFM o del suplemento del AFM donde se incluya la declaración de aeronavegabilidad.
 - 3) *descripción del equipo de la aeronave.*- El explotador proveerá una lista de configuración que detalle los componentes pertinentes y el equipo que va a ser utilizado en las operaciones RNP 10. La lista deberá incluir cada fabricante, modelo y versión del equipo GNSS, INS/IRU y del software del FMS instalado.
 - 4) *tiempo límite para RNP 10 con INS/IRU (de ser aplicable).*- El explotador debe presentar la documentación que justifique el tiempo límite RNP 10 propuesto en relación con los INS o IRU especificados. El solicitante tendrá en cuenta el efecto de vientos de frente en la zona en la que desea realizar las operaciones RNP 10 para determinar si tales operaciones propuestas son viables.
 - 5) *Programa de instrucción para la tripulación de vuelo y despachadores de vuelo (DV).*-
 - (a) Los explotadores comerciales deben presentar los currículos de instrucción y otro material apropiado a la AAC para demostrar que los procedimientos y prácticas

operacionales y los aspectos de instrucción identificados en el Párrafo 8, relacionados con las operaciones RNP 10, han sido incorporados en los programas de instrucción, donde sean aplicables (por ejemplo, en los currículos de instrucción inicial, de promoción o periódicos para la tripulación de vuelo y DV).

Nota.- No se requiere establecer un programa de instrucción separado si la instrucción sobre RNP 10, identificada en el Párrafo 8, ya ha sido integrada en el programa de instrucción del explotador. Sin embargo, debe ser posible identificar cuales aspectos RNP 10 son cubiertos dentro de un programa de instrucción.

- (b) Los explotadores no comerciales deben estar familiarizados y demostrar que realizarán sus operaciones aplicando las prácticas y procedimientos indicados en el Párrafo 8.
- 6) *Manual de operaciones y listas de verificación.*
- (a) Explotadores RAB 121 y 135.- El explotador desarrollará y normalizará procedimientos y prácticas según las directrices del Párrafo 7, en las siguientes áreas: planificación de vuelo, procedimientos de pre-vuelo de la aeronave para cada vuelo, procedimientos antes de ingresar a una ruta o espacio aéreo RNP 10 y procedimientos en vuelo, de contingencia y de calificación de la tripulación de vuelo. Los explotadores comerciales deben revisar el manual de operaciones (OM) y las listas de verificación para incluir la información y guía sobre los procedimientos operacionales normalizados (SOP) detallados en el Párrafo 7 de esta sección. Los manuales apropiados deben contener las instrucciones de operación de los equipos de navegación y cualquier procedimiento establecido para operar en un área específica de operación (p. ej., procedimientos de contingencia). Los manuales y las listas de verificación deben ser presentadas para revisión como adjuntos de la solicitud formal en la Fase dos del proceso de aprobación.
 - (b) Explotadores RAB 91.- Los explotadores de aviación general deben establecer instrucciones de operación sobre el equipo de navegación y procedimientos de contingencia. Esta información debe estar disponible para las tripulaciones en el OM o en el manual de operación del piloto (POH). Estos manuales y las instrucciones del fabricante para la operación del equipo de navegación de la aeronave, como sea apropiado, deben ser presentadas como adjuntos de la solicitud formal para revisión de la AAC.
- 7) *Lista de equipo mínimo (MEL).*- El explotador remitirá cualquier revisión a la MEL, necesaria para la realización de las operaciones RNP 10 (p. ej., si la aprobación se basa en “mezcla triple”, en la MEL debe incluirse las tres unidades de navegación que han de estar en condiciones de funcionamiento).
- 8) *Mantenimiento.*- Todos los explotadores deben establecer, mantener y presentar a la AAC el programa de mantenimiento para cada sistema de navegación. Para otras instalaciones, el explotador debe remitir cualquier cambio a su manual de mantenimiento para revisión y aceptación. El explotador proveerá un procedimiento para remover y luego retornar una aeronave a la capacidad operacional RNP 10.
- 9) *Programa de instrucción para el personal de mantenimiento.*- Los explotadores remitirán los currículos de instrucción correspondientes al personal de mantenimiento de conformidad con el Párrafo 5.4.5.
- 10) *Antecedentes de performance.*- En la solicitud se incluirá los antecedentes de operación del explotador. El solicitante incluirá los acontecimientos o incidentes relacionados con errores de navegación en espacio aéreo Clase II, los cuales han sido corregidos mediante cambios en los programas de instrucción, procedimientos, mantenimiento o en los sistemas de navegación de la aeronave que han sido utilizados.
- 11) *Programa de validación de los datos de navegación.*- En caso de utilizar una base de

datos, el explotador presentará los detalles del programa de validación de los datos de navegación según lo descrito en el Apéndice 1 de la CA 91-001 del SRVSOP - Aprobación de aeronaves y explotadores para operaciones RNAV 10 (Designada y autorizada como RNP 10).

- c) *Programación de la instrucción.*- Una vez aceptadas o aprobadas las enmiendas a los manuales, programas y documentos remitidos, el explotador impartirá la instrucción requerida a su personal.
- d) *Vuelo de validación.*- La AAC podrá estimar conveniente la realización de un vuelo de validación antes de conceder la aprobación operacional. La validación se realizará de acuerdo con los criterios y procedimientos establecidos en el Capítulo 11 - Pruebas de validación del Volumen II, Parte II de este manual.
- e) *Emisión de la autorización para realizar operaciones RNP 10.*- Una vez que el explotador ha finalizado con éxito el proceso de aprobación operacional, la AAC emitirá al explotador la autorización para que realice operaciones RNP 10.
 - 1) Explotadores RAB 121 y/o 135.- Para explotadores RAB 121 y/o RAB 135, la AAC emitirá las correspondientes especificaciones relativas a las operaciones (OpSpecs) que reflejarán la autorización RNP 10.
 - 2) Explotadores RAB 91.- Para explotadores RAB 91, la AAC emitirá una carta de autorización (LOA).

6.3 Performance de navegación.-

6.3.1 Para todas las aeronaves que operan en espacio aéreo RNP 10, el error lateral del sistema total no debe exceder de $\pm 18,5$ km (± 10 NM) para, por lo menos, el 95% del tiempo total de vuelo. En este error se incluye el error de determinación de la posición, el error técnico de vuelo (FTE), el error de definición de la trayectoria y el error de presentación en pantalla. El error a lo largo de la derrota tampoco excederá de $\pm 18,5$ km (± 10 NM) para, por lo menos, el 95% del tiempo total de vuelo.

Nota.- Para la aprobación operacional RNP 10 de aeronaves con capacidades de acoplar el sistema RNAV al director de vuelo (FD) o al piloto automático (A/P), se considera que el error de posición de navegación es el factor contribuyente dominante del error transversal y longitudinal. El FTE, el error de definición de la trayectoria y los errores de presentación en pantalla se consideran como insignificantes para los propósitos de la aprobación RNP 10.

Por otra parte, para aeronaves sin capacidad de acoplar el sistema RNP al FD o A/P, debe considerarse un FTE de 2 NM en la determinación de algunas limitaciones para las operaciones oceánicas o remotas.

6.3.2 Se debe tener en cuenta que cuando el método de recopilación de datos descrito en el Apéndice 1 de la Orden 8400.12A de la FAA es utilizado como base para una aprobación operacional RNP 10, los tipos de errores descritos en el párrafo anterior son incluidos en el análisis. Sin embargo, cuando el método de recopilación de datos descrito en el Apéndice 6 de la Orden 8400.12A de la FAA es usado, estos errores no son incluidos debido a que el método es más conservativo. El método del Apéndice 6 utiliza error radial en lugar de los errores en sentido perpendicular a la derrota y a lo largo de la derrota.

6.4 Equipo de navegación.-

6.4.1 Todas las aeronaves que realicen operaciones RNP 10 en espacio aéreo oceánico y remoto deben estar equipadas con por lo menos dos LRNSs independientes y en servicio, conformados por un INS, un IRS/FMS o un GPS, con integridad tal que el sistema de navegación no proporcione información que conduzca a error.

6.5 Designación del plan de vuelo.-

6.5.1 Los explotadores deben indicar su capacidad para satisfacer la RNP 10 para la ruta o espacio aéreo, de conformidad con los *Procedimientos para los servicios de navegación aérea – Reglamento del aire y Servicios de tránsito aéreo (PANS-RAC Doc 4444)*, Apéndice 2, Casilla 10: equipo. Debe anotarse la letra “R” en la Casilla 10 del plan de vuelo OACI para indicar que el piloto

ha:

- a) examinado la ruta de vuelo prevista incluidas las rutas hacia aeródromos de alternativa para determinar los tipos de RNP involucrados;
- b) confirmado que el explotador y la aeronave han sido aprobados por la AAC para operaciones RNP; y
- c) confirmado que la aeronave puede funcionar de conformidad con los requisitos RNAV en la ruta de vuelo prevista, incluidas las rutas hacia los aeródromos de alternativa.

6.6 Disponibilidad de las ayudas para la navegación (NAVAIDS).-

En el momento del despacho o durante la planificación del vuelo, el explotador debe asegurarse de que se dispone de las ayudas adecuadas para la navegación en ruta que permitan a la aeronave realizar la navegación RNP 10.

6.7 Evaluación en ruta de los tiempos límites RNP 10, para aeronaves equipadas solamente con INS o IRU.-

6.7.1 Un tiempo límite RNP 10 debe ser establecido para aeronaves equipadas únicamente con INS o IRU. Cuando se planifique operaciones en áreas donde se aplica RNP 10, el explotador debe establecer que la aeronave cumplirá con los tiempos límites a lo largo de las rutas por las que intenta volar.

6.7.2 Al realizar esta evaluación, el explotador debe considerar el efecto del viento de frente y, en el caso de aeronaves que no tengan la función de acoplar el sistema de navegación o el FD al A/P, el explotador puede optar por hacer esta evaluación cada vez o para cada vuelo. Al hacer la evaluación, el explotador debe tener en cuenta los puntos indicados en los subpárrafos siguientes:

- a) Evaluación de ruta.- El explotador debe establecer que la aeronave tiene la capacidad de satisfacer el tiempo límite RNP establecido para el despacho o para la salida hacia espacio aéreo RNP 10.
- b) Punto inicial del cálculo.- El cálculo debe iniciarse en el punto en el que el sistema se coloque en el modo de navegación o en el último punto en el que se prevé que el sistema será actualizado.
- c) Punto final del cálculo.- El punto final del cálculo puede ser uno de los siguientes:
 - 1) el punto en el que la aeronave empezará a navegar por referencia a las ayudas para la navegación normalizadas de la OACI (VOR, DME, radio faro no direccional (NDB)) o entrará en la vigilancia radar del ATC; o
 - 2) el primer punto en el que se prevé que el sistema de navegación será actualizado.

6.7.3 Fuentes de datos para la componente de viento.-

La componente de viento de frente que haya de considerarse para la ruta puede obtenerse a partir de cualquier fuente que se considere aceptable por parte de la AAC. Las siguientes fuentes de datos de viento se consideran aceptables: la Oficina de meteorología de cada Estado, el Servicio meteorológico nacional, fuente de la industria tales como Boeing winds on world air routes (vientos a lo largo de rutas y áreas mundiales de Boeing) y datos de antecedentes proporcionados por el explotador.

6.7.4 Cálculo cada vez en base a componentes del viento con probabilidad del 75%.-

Algunas fuentes de datos del viento indican la probabilidad anual de que exista una determinada componente del viento a lo largo de rutas entre pares de ciudades. Si un explotador opta por hacer cada vez un cálculo del cumplimiento del límite de tiempo para RNP 10, tal explotador puede aplicar el nivel de probabilidad anual del 75% para calcular el efecto de vientos de frente (se ha comprobado que este nivel es una estimación razonable de la intensidad de las componentes de viento).

6.7.5 Cálculo del tiempo límite para cada vuelo específico.-

El explotador puede optar por evaluar cada vuelo particular, aplicando los vientos del plan de vuelo para determinar si la aeronave cumplirá con el tiempo límite especificado. Si se determina que se excederá de este tiempo límite, entonces la aeronave debe volar por una ruta de alternativa o demorar el vuelo hasta que pueda satisfacer el tiempo límite establecido. Esta evaluación es una tarea de planificación o del centro de despacho de los vuelos

6.8 Efecto de las actualizaciones en ruta.-

6.8.1 Los explotadores pueden ampliar el tiempo de capacidad de navegación RNP 10 mediante la actualización. Las aprobaciones de los diversos procedimientos de actualización se basan en el tiempo básico aprobado menos los factores de tiempo indicados a continuación:

- a) actualización automática utilizando DME/DME = tiempo básico menos 0,3 horas (por ejemplo, una aeronave que ha recibido aprobación para 6,2 horas puede ganar 5,9 horas después de una actualización DME/DME automática);
- b) actualización automática utilizando radiofaro omnidireccional de muy alta frecuencia DME/DME/VHF (VOR) = tiempo básico menos 0,5 horas; y
- c) actualización manual utilizando un método similar al que figura en la Order 8400.12A de la FAA (con sus enmiendas), Appendix 7, o el aprobado por la administración de aviación = tiempo básico menos 1 hora.

6.9 Actualización automática de la posición por radio.-

6.9.1 La actualización automática es cualquier procedimiento de actualización que no requiera que la tripulación de vuelo inserte coordenadas manualmente. La actualización automática es aceptable a condición de que:

- a) los procedimientos de actualización automática estén incluidos en el programa de instrucción del explotador; y
- b) las tripulaciones de vuelo conozcan los procedimientos de actualización y el efecto de la actualización en la solución de navegación.

6.9.2 Un procedimiento aceptable para la actualización automática puede usarse como base para una aprobación RNP 10 por un tiempo prolongado, según los datos presentados a la administración de aviación. Estos datos deben demostrar claramente la precisión de la actualización y el efecto de la actualización en las funciones de navegación durante el resto del vuelo.

6.10 Actualización manual de la posición por radio.-

6.10.1 Si la actualización manual no está específicamente aprobada, no se permiten actualizaciones manuales de la posición en las operaciones RNP 10. La actualización manual de la posición por radio puede considerarse aceptable para operaciones en el espacio aéreo en que se aplique la RNP 10, a condición de que:

- c) la administración de aviación examine los procedimientos de actualización manual caso por caso. En la Order 8400.12A de la FAA (con sus enmiendas), Appendix 7, se describe un procedimiento aceptable de actualización manual que puede ser utilizado como base para la aprobación RNP 10 por un tiempo prolongado cuando esté apoyada por datos aceptables;
- d) los explotadores demuestren que en sus procedimientos de actualización y de instrucción incluyen medidas/verificación cruzada para impedir errores de factores humanos y un programa de estudio para la tripulación de vuelo que proporciona instrucción eficaz para los pilotos; y
- e) el explotador proporcione datos que demuestran la precisión con que se puede actualizar el sistema de navegación de la aeronave mediante procedimientos manuales y ayudas para la navegación representativas. Los datos deben demostrar la precisión de la actualización

lograda en las operaciones en servicio. Este factor debe tenerse en cuenta al establecer el límite de tiempo RNP 10, con INS o IRU.

7. Prácticas y procedimientos de operación

7.1 Planificación de vuelo.- Durante la planificación del vuelo, las tripulaciones de vuelo y los DV deben prestar particular atención a las condiciones que pueden influir en las operaciones en espacio aéreo o rutas RNP 10. Entre estas condiciones pueden incluirse las siguientes:

- a) verificar si la aeronave ha sido aprobada para operaciones RNP 10;
- b) verificar si se ha tenido en cuenta el tiempo límite RNP 10 (sólo para aeronaves equipadas con INS o IRU);
- c) verificar los requisitos del GNSS (GPS), tales como el FDE, si corresponden a la operación;
- d) verificar que se ha anotado la letra “R” en la Casilla 10 del plan de vuelo de OACI;
- e) si se requiere para un determinado sistema de navegación, tener en cuenta cualquier restricción operativa relacionada con la aprobación de RNP 10; y
- f) verificar la ruta de vuelo planificada, incluyendo el desvío a cualquier aeródromo de alternativa, a fin de identificar los tipos de RNP existentes.

7.2 Procedimientos de pre-vuelo.- Durante la etapa previa al vuelo deben llevarse a cabo las siguientes actividades:

- a) revisar los registros técnicos de vuelo (bitácoras de mantenimiento) para asegurarse de que se satisfacen las condiciones del equipo requerido para el vuelo en espacio aéreo RNP 10 o a lo largo de una ruta RNP 10. Asegurarse de que se han adoptado medidas de mantenimiento para corregir defectos del equipo requerido;
- b) durante la inspección externa de la aeronave, se debe verificar la condición de las antenas de navegación y la condición del revestimiento del fuselaje cerca de cada una de estas antenas (esta verificación puede realizarla una persona competente y autorizada que no sea el piloto, por ejemplo, un mecánico de a bordo o una persona de mantenimiento); y
- c) revisar los procedimientos de emergencia para operaciones en espacio aéreo RNP 10 o a lo largo de rutas RNP 10. Estos no son distintos a los procedimientos normales de emergencia oceánicos con una excepción, las tripulaciones deben tener la capacidad de reconocer y el ATC debe ser notificado cuando la aeronave ya no esté en condiciones de navegar al nivel de su capacidad, según la aprobación de RNP 10.

7.3 Procedimientos en ruta.- Se deberá observar lo siguiente:

- a) En el punto de entrada oceánico deben estar en condiciones de funcionamiento por lo menos dos LRNS capaces de navegar en RNP 10, caso contrario, la tripulación considerará la utilización de una ruta alterna o iniciar un desvío para reparar los sistemas;
- b) antes de entrar en el espacio aéreo oceánico, debe verificarse con la mayor exactitud posible la posición de la aeronave mediante ayudas externas para la navegación. Esto puede requerir verificaciones DME/DME o VOR para determinar los errores del sistema de navegación por comparación de las posiciones presentadas en pantalla y las reales. Si es necesario actualizar el sistema, deben seguirse los procedimientos adecuados con la ayuda de una lista de verificación preparada;
- c) los procedimientos de operación deben incluir procedimientos obligatorios de verificación cruzada para identificar los errores de navegación con suficiente anticipación, a fin de impedir que la aeronave se desvíe inadvertidamente de las rutas autorizadas por el ATC;
- d) las tripulaciones deben notificar al ATC de cualquier deterioro o falla del equipo de navegación por debajo de los requisitos de performance de navegación o de cualquier desviación requerida por un procedimiento de contingencia; y

- e) Los pilotos deben utilizar un indicador de desviación lateral, un FD o un AP en el modo de navegación lateral en las operaciones RNP 10. Se espera que todos los pilotos mantengan los ejes de ruta, como lo representan los indicadores de desviación lateral y/o guía de vuelo de a bordo, durante todas las operaciones RNP 10, a menos que estén autorizados a desviarse por el ATC o en condiciones de emergencia. Para operaciones normales, el error/desviación lateral respecto a la derrota (la diferencia entre la trayectoria calculada por el sistema RNP y la posición estimada de la aeronave con relación a esa trayectoria), es decir el FTE, deberá limitarse a $\pm \frac{1}{2}$ de la precisión de navegación correspondiente a la ruta de vuelo (es decir, 5 NM). Se permite desviaciones laterales pequeñas de este requisito (p. ej., pasarse del límite o quedarse corto del límite) durante o inmediatamente después de un viraje en ruta, hasta un máximo de 1 vez la precisión de navegación (es decir, 10 NM).

Nota.- Algunas aeronaves no presentan en pantalla o calculan una trayectoria durante los virajes. Los pilotos de estas aeronaves quizá no puedan cumplir el requisito de precisión de $\pm \frac{1}{2}$ durante los virajes en ruta, no obstante se espera que satisfagan el requisito durante las interceptación después de los virajes o en los segmentos en línea recta.

7.4 Procedimientos de contingencia.- Las tripulaciones de vuelo y los DV deberán familiarizarse con las siguientes disposiciones generales:

- a) una aeronave no debe ingresar o continuar las operaciones en espacio aéreo designado como RNP 10, de conformidad con la autorización vigente del ATC, si debido a una falla o degradación, el sistema de navegación cae por debajo de los requisitos de RNP 10, en este caso, el piloto obtendrá en cuanto sea posible una autorización enmendada;
- b) de acuerdo con las instrucciones del ATC, podrán continuarse las operaciones de conformidad con la autorización ATC vigente o, cuando no sea posible, podrá solicitarse una autorización revisada; y
- c) en todos los casos, la tripulación de vuelo deberá seguir los procedimientos de contingencia establecidos para cada región de operación y obtener una autorización del ATC tan pronto como sea posible.

8. Programas de instrucción para la tripulación de vuelo y despachadores de vuelo

8.1 Los siguientes aspectos deberán ser normalizados e incorporados en los programas de instrucción de las tripulaciones de vuelo y DV. Ciertos aspectos pueden estar ya normalizados adecuadamente en los programas de instrucción existentes. Las nuevas tecnologías también pueden eliminar la necesidad de ciertas acciones de la tripulación de vuelo. Si éste es caso, la intención de este párrafo se puede considerar que se ha cumplido.

- a) Explotadores comerciales.- Los explotadores comerciales deben asegurarse que las tripulaciones de vuelo y DV sean instruidos en los siguientes aspectos:
 - 1) Generalidades
 - (a) Definición de RNP en lo relativo a los requisitos RNP 10.
 - (b) Conocimientos del espacio aéreo donde se requiere RNP 10.
 - (c) Cartas aeronáuticas y documentos que reflejen las operaciones RNP 10.
 - (d) Equipos requeridos y su operación para poder operar en espacios aéreos RNP 10.
 - (e) Limitaciones asociadas con los equipos de navegación.
 - (f) Los efectos de actualizar los sistemas de navegación.
 - (g) Utilización de la MEL.
 - 2) Procedimientos operacionales
 - 3) Planificación del vuelo.
 - 4) Procedimientos pre-vuelo.

- 5) Operaciones en ruta.
 - 6) Procedimientos de contingencias.
 - 7) Aspectos contenidos en la CA 91-001 – Aprobación de aeronaves y explotadores para operaciones RNP 10 (designada y autorizada como RNP 10) del SRVSOP.
- b) Explotadores privados.- Los explotadores privados deben demostrar a la AAC que los pilotos tienen conocimientos acerca de las operaciones RNP 10. La AAC al determinar si la instrucción de un explotador privado es adecuada puede:
- 1) aceptar un certificado de un centro de instrucción sin ninguna evaluación posterior;
 - 2) evaluar un curso de instrucción antes de aceptar un certificado de determinado centro de instrucción;
 - 3) aceptar una declaración en la solicitud del explotador en el sentido de que el explotador garantiza y continuará garantizando que las tripulaciones de vuelo tienen conocimientos en las prácticas y procedimientos operacionales RNP 10; y
 - 4) aceptar una declaración del explotador en el sentido de que ya ha realizado o realizará un programa específico de instrucción RNP 10.

9. Vigilancia de los explotadores

9.1 Una AAC puede considerar cualquier reporte de error de navegación para determinar una acción correctiva. Ocurrencias de errores de navegación repetitivos atribuibles a una pieza específica del equipo de navegación, pueden ser causas para la cancelación de la autorización para el uso de tal equipo.

9.2 Información que indique el potencial de errores repetitivos, puede requerir la modificación de un programa de instrucción. Información de errores múltiples que se atribuye a un piloto de la tripulación de vuelo puede requerir entrenamiento correctivo o la revisión de la licencia otorgada.

10. Ayuda de trabajo

Al final de este capítulo se presenta la Ayuda de trabajo relativa a la aprobación de aeronaves y explotadores para operaciones RNP 10.

AYUDA DE TRABAJO RNAV 10 (DESIGNADA Y AUTORIZADA COMO RNP 10)**SOLICITUD PARA REALIZAR OPERACIONES RNP 10****1. Introducción**

Esta Ayuda de Trabajo fue desarrollada por la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC), para proveer orientación y guía a los Estados, explotadores e inspectores respecto al proceso que debe seguir un explotador para obtener una autorización RNP 10. La RNAV 10 mantiene la designación RNP 10, según se especifica en el Doc 9613 de OACI – Manual sobre la navegación basada en la performance (PBN).

2. Propósitos de la Ayuda de Trabajo

- 2.1 Proporcionar información a explotadores e inspectores sobre los principales documentos de referencia RNP 10.
- 2.2 Provee tablas que muestran el contenido de la aplicación, los párrafos de referencia relacionados, la ubicación en la aplicación del explotar donde los elementos RNP 10 son mencionados y columnas para que el inspector haga comentarios y realice el seguimiento del estatus de varios elementos RNP 10.

3. Acciones recomendadas para el inspector y explotador

A continuación se detalla varias recomendaciones de cómo puede ser utilizada la ayuda de trabajo

- 3.1 En la reunión de pre-solicitud con el explotador, el inspector revisa los “eventos básicos del proceso de aprobación RNP 10” descritos en la Pare 1 de esta ayuda de trabajo, para proporcionar una visión general sobre los eventos del proceso de aprobación.
- 3.2 El inspector revisa esta ayuda de trabajo con el explotador para establecer la forma y el contenido de la solicitud para obtener una autorización RNP 10.
- 3.3 El explotador utiliza esta ayuda de trabajo como guía para recopilar los documentos/anexos de la solicitud RNP 10.
- 3.4 El explotador anota en la ayuda de trabajo las referencias que indican donde están ubicados en sus documentos, los elementos del programa RNP 10.
- 3.5 El explotador envía al inspector la ayuda de trabajo y la solicitud (documentos /anexos).
- 3.6 El inspector anota en la ayuda de trabajo el cumplimiento satisfactorio de un ítem o que dicho ítem requiere acción correctiva.
- 3.7 El inspector informa al explotador tan pronto como sea posible cuando se requiere una acción correctiva por parte del explotador.
- 3.8 El explotador provee al inspector el material revisado cuando éste es solicitado.
- 3.9 La AAC emite al explotador las especificaciones relativas a las operaciones (OpSpecs) o una carta de autorización (LOA), como sea aplicable, cuando las tareas y documentos han sido completados.

4. Estructura de la Ayuda de Trabajo

Partes	Temas	Página
Parte 1	Información general	3
Parte 2	Información sobre la identificación de las aeronaves y explotadores	5
Parte 3	Solicitud del explotador (Anexos y documentos)	7
Parte 4	Contenido de la solicitud del explotador para RNP 10	11
Parte 5	Guía para determinar la admisibilidad de las aeronaves RNP 10	15
Parte 6	Procedimientos básicos de los pilotos para operaciones RNP 10	17
Parte 7	Procedimientos para las contingencias en vuelo, desviaciones por condiciones meteorológicas y desplazamiento lateral estratégico	23

5. Fuentes principales de documentos, información y contactos

Para acceder a la Circular de Asesoramiento CA 91-001, ingrese a la página Web de la oficina regional DGAC (www.dgac.gob.bo) e ingresar a Reglamentación Aeronáutica Boliviana.

6. Documentos principales de referencia

Documentos de referencia	Títulos
Annex 6	Aircraft operations
ICAO Doc 9613	Performance based navigation manual
FAA Order 8400.12A	Required navigation performance 10 (RNP 10) operational approval
AMC 20-12	Recognition of FAA Order 8400.12A for RNP 10 operations
España DGAC CO 01/01	Aprobación operacional y criterios de utilización de sistemas para la navegación en espacio aéreo designado RNP 10
AMC 20-5	Acceptable means of compliance for airworthiness approval and operational criteria for the use of the NAVSTAR Global positioning system (GPS)
AC 20-130()	Airworthiness approval of multi-sensor navigational system for use in the U.S. National Airspace System
AC 20-138 ^a	Airworthiness approval of Global navigation satellite system (GNSS) equipment
AC 25-4	Inertial navigation system (INS)
AC 25-15	Approval of FMS in transport category airplanes
AC 90-45 ^a	Approval of areas navigation systems for use in the U.S. National Airspace System

PARTE 1: INFORMACIÓN GENERAL**Eventos básicos del proceso de aprobación RNP 10**

	Acciones del explotador	Acciones de la AAC
1	Establece la necesidad de obtener la autorización RNP 10.	
2	Revisa el AFM, suplemento al AFM o la Hoja de datos del certificado de tipo (TCDS) u otros documentos apropiados (p. ej., Boletines de servicio (SB), Cartas de servicio (SL), etc.) para determinar la admisibilidad de la aeronave para RNP 10. El explotador contacta al fabricante de la aeronave o del equipo de aviónica, si es necesario, para confirmar la admisibilidad RNP 10 o mejor de la aeronave.	
3	Contacta a la AAC para programar una reunión de pre-solicitud para discutir los requerimientos de la aprobación operacional.	
4		Durante la reunión de pre-solicitud, establece: <ul style="list-style-type: none"> • la forma y contenido de la solicitud; • los documentos que sustentan la autorización RNP 10 • la fecha en que será enviada la solicitud para evaluación • si es necesario realizar un vuelo de validación observado por la AAC
5	Envía la solicitud por lo menos 60 días antes de iniciar operaciones RNP 10	Revisa la solicitud del explotador
6	Una vez aprobados o aceptados las enmiendas a los manuales, programas y documentos imparte instrucción a la tripulación de vuelo, despachadores de vuelo y personal de mantenimiento y realiza un vuelo de validación, si es requerido por la AAC	Solamente si es requerido, participa en el vuelo de validación
7		Cuando los requisitos de operaciones y de aeronavegabilidad son completados, emite la aprobación operacional en forma de OpSpecs para explotadores RAB 121 o 135 o equivalentes o una LOA para exploradores RAB 91 o equivalentes, como sea apropiado.

Notas relacionadas con el proceso de aprobación

1. **Autoridad responsable.**

- a. **Transporte aéreo comercial (RAB 121 y/o 135 o reglamentos equivalentes).**- El **Estado de matrícula** determina que la aeronave cumple con los requisitos de aeronavegabilidad. El **Estado del explotador** emite la autorización RNP 10 (p. ej., OpSpecs).
- b. **Aviación general (RAB 91 o reglamento equivalente).**- El **Estado de matrícula** determina que la aeronave cumple con los requisitos de aeronavegabilidad y emite la autorización operacional (p. ej., una LOA).

2. La AAC no requiere emitir una LOA para cada área individual de operación en caso de explotadores RAB 91 o documento equivalente.

3. Los explotadores RAB 121 y/o 135 con autorización RNP 10, deben listar en las OpSpecs las áreas individuales de operación.

4. Secciones relacionadas de los Reglamentos Aeronáuticos Latinoamericanos (LAR) o de reglamentos equivalentes

- a. RAB 91 Secciones 91.1015 y 91.1640 o equivalentes
- b. RAB 121 Sección 121.995 (b) o equivalente
- c. RAB 135 Sección 135.565 (c) o equivalente

5. Documentos de OACI relacionados

- a. Anexo 2 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional – Reglamento del aire
- b. Anexo 6 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional – Operación de aeronaves
- c. OACI Doc 9613 – Manual sobre navegación basada en la performance (PBN)
- d. OACI Doc 4444 – Procedimientos para los servicios de navegación aérea – Gestión de tránsito aéreo.
- e. OACI Doc 7030 – Procedimientos regionales suplementarios

PARTE 2: INFORMACIÓN SOBRE LA IDENTIFICACIÓN DE LAS AERONAVES Y EXPLOTADORES**NOMBRE DEL EXPLOTADOR:** _____

Fabricante, modelo y series de la aeronave	Números de matrícula	Números de serie	Sistemas de navegación de largo alcance (LRNS) Número, fabricante y modelo	Especificación de navegación RNP requerida

FECHA DE LA REUNIÓN DE PRE-SOLICITUD _____

FECHA EN QUE FUE RECIBIDA LA SOLICITUD _____

FECHA EN QUE EL EXPLOTADOR PROPONE INICIAR OPERACIONES RNP 10 _____

¿ES ADECUADA LA FECHA DE NOTIFICACIÓN A LA AAC? SI _____ NO _____

INTENCIONALMENTE EN BLANCO

PARTE 3 – SOLICITUD DEL EXPLOTADOR (ANEXOS Y DOCUMENTOS)

Anexo	Título del Anexo/documento	Indicación de inclusión por parte del explotador	Comentarios del Inspector
A	Carta del explotador solicitando la autorización RNP 10		
B	Grupo de aeronaves. Declaración del explotador que indique si las aeronaves y las combinaciones de los LRNS pertenecen a un grupo de aeronaves o son sin grupo.		
C	Documentos de aeronavegabilidad que demuestren la admisibilidad RNP 10 de las aeronaves. AFM, Revisión del AFM, Suplemento del AFM u Hoja de datos del certificado de tipo (TCDS) que demuestren que los LRNS son admisibles para RNP 10.		
D	Aeronaves modificadas para satisfacer estándares RNP 10. Documentación de inspección y/o modificación de las aeronaves, si es aplicable. Registros de mantenimiento que documenten la instalación o modificación de los LRNS y de las aeronaves (p. ej., FAA Form 337 – reparaciones y alteraciones mayores)		
E	Para aeronaves equipadas solamente con INS o IRU: Tiempo límite RNP 10 y área de operaciones. Documentación que establezca el tiempo límite RNP 10 y el área de operación o rutas para las que el sistema navegación/aeronave es admisible. (No aplicable para aeronaves equipadas con GNSS).		
F	Programa de mantenimiento • Para aeronaves con prácticas de mantenimiento LRNS		

Anexo	Título del Anexo/documento	Indicación de inclusión por parte del explotador	Comentarios del Inspector
	establecidas, la lista de referencias del documento o programa. • Para LRNS recién instalados, las prácticas de mantenimiento para revisión.		
G	Lista de Equipo Mínimo (MEL) (únicamente para explotadores que operan con sujeción a una MEL): MEL que muestre las disposiciones para el LRNS.		
H	Instrucción 1. Explotadores RAB 91 o equivalentes: Métodos de instrucción: Instrucción en domicilio, centros de instrucción RAB 142 u otros cursos de instrucción, registros de cumplimiento del curso. 2. Explotadores RAB 121 y/o 135 o equivalentes: Programas de instrucción (currículos de instrucción) para las tripulaciones de vuelo, despachadores de vuelo y personal de mantenimiento.		
I	Políticas y procedimientos de operación 1. Explotadores RAB 91 o equivalentes: Manual de operaciones (OM) o secciones que se adjunten a la solicitud, correspondientes a los procedimientos y políticas de operación RNP 10. 2. Explotadores RAB 121 y/o 135 o equivalentes: Manual de operaciones y listas de verificación.		
J	Historial de performance. Si existe, se incluirán problemas anteriores, incidentes, errores de mantenimiento de la trayectoria, acciones correctivas.		
K	Retiro de la aprobación RNP 10		

Anexo	Título del Anexo/documento	Indicación de inclusión por parte del explotador	Comentarios del Inspector
	Indicación de la necesidad de realizar acciones de seguimiento después de los reportes de errores de navegación presentados y el potencial de que la autorización RNP 10 sea retirada.		
L	Plan para el vuelo de validación: Solo si es requerido por la AAC		

CONTENIDO DE LA APLICACIÓN A SER REMITIDA POR EL EXPLOTADOR

- _____ DOCUMENTACIÓN DE CUMPLIMIENTO RNP 10 DE LAS AERONAVES/SISTEMAS DE NAVEGACIÓN
- _____ PROCEDIMIENTOS Y POLÍTICAS DE OPERACIÓN
- _____ SECCIONES DEL MANUAL DE MANTENIMIENTO RELACIONADAS CON LOS LRNS (si no han sido previamente revisadas)

Nota 1: Los documentos pueden ser agrupados en una sola carpeta o pueden ser remitidos como documentos individuales

INTENCIONALMENTE EN BLANCO

PARTE 4: CONTENIDO DE LA SOLICITUD DEL EXPLOTADOR PARA RNP 10

#	Contenido de la solicitud del explotador para RNP 10	Párrafos de referencia CA 91-001	En que Anexos/Documentos del explotador están ubicados los contenidos de la solicitud	Comentarios y/o recomendaciones del Inspector	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
1	Carta de solicitud del explotador Declaración de intención para obtener la autorización RNP 10.	Párrafo 9.1.1 b) 1) Apéndice 2, Párrafo e)			
2	Método de admisibilidad RNP 10 del sistema navegación/aeronave. Documentos de aeronavegabilidad que establezcan el método de admisibilidad del sistema de navegación/aeronave, su estatus de aprobación y, en un formato aceptable para el inspector, una lista de de las aeronaves que se incluyen en ese método.	Párrafo 8.3			
2a	Requisito de contar con doble LRNS Se requiere al menos dos LRNS con presentación y funciones adecuadas para operaciones oceánicas.	Párrafo 8.1.1 Párrafo 10.2			
3	Tiempo límite sólo para aeronaves equipadas con INS o IRU Tiempo límite RNP 10 propuesto o aprobado para aeronaves equipadas con INS o IRU como única fuente de navegación de largo alcance (LRN). (No aplicable para aeronaves	Párrafo 8.4			

#	Contenido de la solicitud del explotador para RNP 10	Párrafos de referencia CA 91-001	En que Anexos/Documentos del explotador están ubicados los contenidos de la solicitud	Comentarios y/o recomendaciones del Inspector	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
	equipadas con GNSS).				
4	Área de operación RNP 10 para aeronaves equipadas sólo con INS e IRU. Documentación que establezca el área de operación o las rutas RNP 10 para las cuales el sistema de navegación/aeronave es admisible. (No aplicable para aeronaves equipadas con GNSS).	Párrafo 10.5			
5	Instrucción 1. Explotadores RAB 91 o equivalentes: Métodos de instrucción: Los siguientes métodos son aceptables para estos explotadores: Instrucción en domicilio, centros de instrucción RAB 142 u otros cursos de instrucción. 2. Explotadores RAB 121 o 135 o equivalentes: Programas de instrucción: Los explotadores desarrollarán un programa de instrucción inicial y periódico para las tripulaciones de vuelo, despachadores de vuelo, si corresponde y personal de mantenimiento.	Párrafos: 9.1.1 b) 5) (b) y 12 b) Párrafos: 9.1.1 b) 5) (a); 9.1.1 b) 9) y 12 a)			

#	Contenido de la solicitud del explotador para RNP 10	Párrafos de referencia CA 91-001	En que Anexos/Documentos del explotador están ubicados los contenidos de la solicitud	Comentarios y/o recomendaciones del Inspector	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
6	<p>Políticas y procedimientos de operación</p> <p>1. Explotadores RAB 91 o equivalentes: Manual de operaciones o sección de la solicitud del explotador, que documenten las políticas y procedimientos de operación RNP 10.</p> <p>2. Explotadores RAB 121 y/o 135 o equivalentes: Manual de operaciones y listas de verificación.</p>	<p>Párrafo 9.1.1 b) 6) (b)</p> <p>Párrafo 9.1.1 b) 6) (a)</p>			
7	<p>Prácticas de mantenimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para aeronaves con prácticas de mantenimiento LRNS establecidas, el explotador proveerá referencias de los documentos. • Para sistemas nuevos LRNS instalados, el explotador proveerá prácticas de mantenimiento para revisión. 	<p>Párrafos: 8.5 a) hasta d) y 9.1.1 b) 8)</p>			
8	<p>Actualización de la Lista de equipo mínimo (MEL)</p> <p>Aplicable para explotadores que conducen operaciones según una MEL</p>	<p>Párrafo 9.1.1 b) 7)</p>			

#	Contenido de la solicitud del explotador para RNP 10	Párrafos de referencia CA 91-001	En que Anexos/Documentos del explotador están ubicados los contenidos de la solicitud	Comentarios y/o recomendaciones del Inspector	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
9	Historial de performance. Historial de performance que identifique problemas anteriores, incidentes, errores de mantenimiento de la trayectoria y acciones correctivas.	Párrafo 9.1.1 b) 10)			
10	Retiro de la autorización de operación RNP 10 Indicación de la necesidad de realizar acciones de seguimiento después de los reportes de errores de navegación presentados y el potencial de que la autorización RNP 10 sea retirada.	Párrafo 14			
11	Plan para el vuelo de validación, solamente si es requerido El plan del vuelo de validación será presentado únicamente si es requerido.	Párrafo 9.1.1 d)			

PARTE 5 – GUÍA PARA DETERMINAR LA ADMISIBILIDAD DE LAS AERONAVES RNP 10

#	Temas	Párrafos de referencia CA 91-001	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones del Inspector	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
1	Definición de aeronaves de grupo	Párrafo 8.2.1			
2	Doble sistema de navegación de largo alcance (LRNS)	Párrafos: 8.1.1 y 10.2			
3	Método 1 de admisibilidad.- Admisibilidad de aeronaves mediante certificación RNP (Cumplimiento RNP documentado en el AFM).	Párrafo 8.3.1 a)			
4	Método 2 de admisibilidad.- Admisibilidad de aeronaves mediante certificación previa del sistema de navegación.	Párrafo 8.3.1 b)			
4a	Aeronaves equipadas con doble GNSS aprobado como medio primario de navegación en zonas oceánicas o remotas (Referencia AC 20-138 o equivalente)	Párrafo 8.3.1 b) 1)			
4b	Sistemas multisensores a los que se integra GNSS con función RAIM, FDE o sistema equivalente (Referencia AC 20-130 o equivalente)	Párrafo 8.3.1 b) 2)			
4c	INSS o IRUs aprobados de acuerdo con el RAB 121 Apéndice G o	Párrafo 8.3.1 b) 4)			

#	Temas	Párrafos de referencia CA 91-001	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones del Inspector	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
	documento equivalente (Tiempo límite 6.2 horas)				
4d	Aeronaves equipadas con doble INS o IRU (Tiempo límite 6.2 horas). Puede prolongarse el tiempo límite básico de 6,2 horas en base a los métodos descritos en el Párrafo 8.4	Párrafo 8.3.1 b) 5)			
4e	Aeronaves equipadas con doble INS o IRU aprobadas para operaciones con especificaciones de performance de navegación (MNPS) en el Atlántico Norte (Tiempo límite 6.2 horas)	Párrafo 8.3.1 b) 6)			
4f	Aeronaves equipadas con un solo INS/IRU y un solo GNSS aprobado como medio primario de navegación en zonas oceánicas y remotas	Párrafo 8.3.1 b) 7)			
4g	Obtención de la aprobación con tiempo límite extendido para aeronaves equipadas con sistemas INS o IRU	Párrafo 8.4			
5	Método 3 – Admisibilidad mediante recopilación de datos	Párrafo 8.3.1 c)			
5a	Método secuencial	Párrafo 8.3.1 c) 2) (a)			
5b	Método periódico	Párrafo 8.3.1 c) 2) (b)			

PARTE 6 - PROCEDIMIENTOS BÁSICOS DE LOS PILOTOS PARA OPERACIONES RNP 10

Temas		Párrafos de referencia CA 91-001	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
Procedimientos de operación		Párrafo 11			
1	Planificación de vuelo	Párrafo 11.1 a)			
	Verificar si la aeronave ha sido aprobada para operaciones RNP 10.	Párrafo 11.1 a) 1)			
	Verificar que dos LRNS estén operacionales.	Párrafo 11.1 a) 2)			
	Verificar si se ha tenido en cuenta el tiempo límite RNP 10 (sólo para aeronaves equipadas con INS o IRU).	Párrafo 11.1 a) 3)			
	Verificar los requisitos del GNSS (GPS), tales como el FDE, si corresponden a la operación.	Párrafo 11.1 a) 4)			
	Verificar que se ha anotado la letra "R" en la Casilla 10 del plan de vuelo de OACI (Anote además en la Casilla 10 la letra Z y en la Casilla 18: NAV/RNP10 para utilizar el espacio WATRS plus).	Párrafo 11.1 a) 5)			
	Si se requiere para un determinado sistema de navegación, tener en cuenta cualquier restricción operativa relacionada con la aprobación de RNP 10.	Párrafo 11.1 a) 6)			
	Verificar la ruta de vuelo planificada, incluyendo el desvío a cualquier aeródromo de alternativa, a fin de identificar los tipos de RNP existentes.	Párrafo 11.1 a) 7)			

Temas		Párrafos de referencia CA 91-001	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
2	Procedimientos de pre-vuelo	Párrafo 11.1 b)			
	Revisar los registros técnicos de vuelo (bitácoras de mantenimiento) para asegurarse de que se satisfacen las condiciones del equipo requerido para el vuelo en espacio aéreo RNP 10 o a lo largo de una ruta RNP 10. Asegurarse de que se han adoptado medidas de mantenimiento para corregir defectos del equipo requerido.	Párrafo 11.1 b) 1)			
	Durante la inspección externa de la aeronave, se debe verificar la condición de las antenas de navegación y la condición del revestimiento del fuselaje cerca de cada una de estas antenas (esta verificación puede realizarla una persona competente y autorizada que no sea el piloto, por ejemplo, un mecánico de a bordo o una persona de mantenimiento).	Párrafo 11.1 b) 2)			
	Revisar los procedimientos de emergencia para operaciones en espacio aéreo RNP 10 o a lo largo de rutas RNP 10. Estos no son distintos a los procedimientos normales de emergencia oceánicos con una excepción, las tripulaciones deben tener la capacidad de reconocer y el ATC debe ser notificado cuando la aeronave ya no esté en condiciones de navegar al nivel de su capacidad, según la aprobación de RNP 10.	Párrafo 11.1 b) 3)			
3	Procedimientos en ruta	Párrafo 11.1 c)			
	En el punto de entrada oceánico deben estar en condiciones de funcionamiento por lo menos dos LRNS capaces de navegar en RNP 10, caso contrario, la tripulación considerará la utilización de una ruta alterna o iniciar un desvío para reparar los	Párrafo 11.1 c) 1)			

	Temas	Párrafos de referencia CA 91-001	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
	sistemas.				
	Antes de entrar en el espacio aéreo oceánico, debe verificarse con la mayor exactitud posible la posición de la aeronave mediante ayudas externas para la navegación. Esto puede requerir verificaciones DME/DME o VOR para determinar los errores del sistema de navegación por comparación de las posiciones presentadas en pantalla y las reales. Si es necesario actualizar el sistema, deben seguirse los procedimientos adecuados con la ayuda de una lista de verificación preparada.	Párrafo 11.1 c) 2)			
	Los procedimientos de operación deben incluir procedimientos obligatorios de verificación cruzada para identificar los errores de navegación con suficiente anticipación, a fin de impedir que la aeronave se desvíe inadvertidamente de las rutas autorizadas por el ATC.	Párrafo 11.1 c) 3)			
	Las tripulaciones deben notificar al ATC de cualquier deterioro o falla del equipo de navegación por debajo de los requisitos de performance de navegación o de cualquier desviación requerida por un procedimiento de contingencia.	Párrafo 11.1 c) 4)			
	Durante las operaciones RNP 10, los pilotos deben utilizar un indicador de desviación lateral, un FD o un AP en el modo de navegación lateral (LNAV). Se espera que todos los pilotos mantengan los ejes de ruta, como lo representan los indicadores de desviación lateral y/o guía de vuelo de a bordo, durante todas las operaciones RNP 10, a menos que estén autorizados a desviarse por el ATC o en	Párrafo 11.1 c) 5)			

	Temas	Párrafos de referencia CA 91-001	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
	<p>condiciones de emergencia. Para operaciones normales, el error/desviación lateral respecto a la derrota (la diferencia entre la trayectoria calculada por el sistema RNP y la posición estimada de la aeronave con relación a dicha trayectoria, es decir el FTE) debe ser limitado a $\pm \frac{1}{2}$ de la precisión de navegación asociada con la ruta de vuelo (es decir, 5 NM). Es permitido desviaciones laterales pequeñas de este requisito (p. ej., pasarse de la trayectoria o quedarse corto de la trayectoria) durante o inmediatamente después de un viraje en ruta, hasta un máximo de 1 vez (1xRNP) la precisión de navegación (es decir, 10 NM).</p> <p><i>Nota.- Algunas aeronaves no presentan en pantalla ni calculan la trayectoria durante virajes. Los pilotos de estas aeronaves quizá no puedan ser capaces de adherirse al requisito de precisión de $\pm \frac{1}{2}$ durante los virajes en ruta, no obstante se espera que cumplan el requisito durante las interceptaciones después de los virajes y en los segmentos en línea recta.</i></p>				
4	Actualización de posición LRNS				
	Efecto de las actualizaciones en ruta.	Párrafo 10.6			
	Actualización de la posición automática (como sea aplicable).	Párrafo 10.7			

PARTE 7 - PROCEDIMIENTOS PARA LAS CONTINGENCIAS EN VUELO, DESVIACIONES POR CONDICIONES METEOROLÓGICAS Y DESPLAZAMIENTO LATERAL ESTRATÉGICO

Temas		Párrafos de referencia CA 91-001 Doc 4444, Párrafo 15.2	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
Procedimientos					
1	Procedimientos especiales para las contingencias en vuelo en el espacio aéreo oceánico	CA 91-001, Párrafo 11.1 d) 2) (a) Doc 4444, Párrafo 15.2			
	Introducción.	CA 91-001, Párrafo 11.1 d) 2) (a) (1) Doc 4444, Párrafo 15.2.1			
	Procedimientos generales.	CA 91-001, Párrafo 11.1 d) 2) (a) (2) Doc 4444, Párrafo 15.2.2			
	Vuelos a grandes distancias de aviones con dos motores de turbina (ETOPS).	CA 91-001, Párrafo 11.1 d) 2) (a) (3) Doc 4444, Párrafo 15.2.2.4			
2	Procedimientos para desviarse por condiciones meteorológicas	CA 91-001, Párrafo 11.1 d) 2) (b) Doc 4444, Párrafo 15.2.3			
	Generalidades.	CA 91-001, Párrafo 11.1 d) 2) (b) (1) Doc 4444, Párrafo 15.2.3.1			
	Medidas que deben adoptarse cuando se establecen comunicaciones controlador-piloto.	CA 91-001, Párrafo 11.1 d) 2) (b) (2) Doc 4444, Párrafo 15.2.3.2			

	Temas	Párrafos de referencia CA 91-001 Doc 4444, Párrafo 15.2	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
	Medidas que deben adoptarse si no se puede obtener una autorización revisada del ATC.	CA 91-001, Párrafo 11.1 d) 2) (b) (3) Doc 4444, Párrafo 15.2.3.3			
3	Procedimiento de desplazamiento lateral estratégicos en espacios aéreos oceánicos y áreas continentales remotas.	CA 91-001, Párrafo 11.1 d) 2) (c) Doc 4444, Párrafo 15.2.4			

Contactos

Marcelo Ureña Logroño: Oficial Regional de Seguridad Operacional – Oficina Sudamericana de la OACI e-mail: murena@icao.int

Ayuda de trabajo RNAV 10 (designada y autorizada como RNP 10)

Sección 2 - Aprobación de operaciones RNAV 5

1. Introducción

1.1 En julio de 1996 las Autoridades Conjuntas de Aviación (JAA) Europeas publicaron por primera vez el material guía transitorio No. 2 [Temporary Guidance Leaflet No. 2 (TGL No. 2)] que contenía textos de asesoramiento para la aprobación de aeronavegabilidad de los sistemas de navegación que se utilizarían en el espacio aéreo europeo designado para operaciones de navegación de área básica (RNAV Básica o B-RNAV). Tras la adopción de los métodos aceptables de cumplimiento (AMC) por la JAA y de la posterior asignación de responsabilidades a la Agencia Europea de Seguridad Aérea (EASA), este documento ha sido nuevamente publicado como AMC 20-4.

1.2 Por su parte la FAA desarrolló un documento similar que fue publicado como AC 90-96 en marzo de 1998. Estos dos documentos contienen requisitos funcionales y operacionales idénticos.

1.3 En el contexto de la terminología adoptada en el Manual PBN de la OACI, los requisitos B-RNAV se denominan RNAV 5.

1.4 Las bases de las especificaciones desarrolladas por la JAA (actualmente EASA) y por la FAA, están fundamentadas en las capacidades de los equipos RNAV desarrollados en los inicios de los años 1970. Este nivel de performance fue adoptado por los Estados miembros de la CEAC en la implementación RNAV de 1998, que permitió cambios en el espacio aéreo, los cuales proveen un aumento significativo en la capacidad y eficiencia de las operaciones aéreas.

1.5 El nivel de performance seleccionado para las operaciones RNAV 5, permite que un amplio rango de sistemas RNAV sean aceptados para estas operaciones, incluyendo los INS hasta dos horas después de su última actualización de radio.

1.6 El establecimiento de RNAV 5 en rutas continentales, permitirá a los Estados de las regiones CAR/SAM proyectar y planificar rutas sin que estas estén basadas necesariamente en las NAVAIDS normalizadas de la OACI, lo que redundará en una mayor flexibilidad del diseño del espacio aéreo y en un mayor beneficio al usuario (ahorro de combustible, trayectorias directas, etc.).

1.7 La implantación de las operaciones RNAV 5 permitirá una mayor flexibilización del espacio aéreo, debido a que este tipo de operación no requiere de la función de control y alerta de la performance de a bordo, sin embargo requiere que el equipo de a bordo mantenga una precisión de la navegación lateral y longitudinal en ruta de ± 5 NM o superior por el 95% del tiempo de vuelo.

1.8 Si bien la RNAV 5 satisface fundamentalmente los requisitos de las operaciones RNAV en un entorno de vigilancia ATS, su implantación ha ocurrido en áreas en que no hay vigilancia. Esto ha exigido el aumento del espaciamiento entre rutas necesario para asegurar que se logre el nivel deseado de seguridad operacional.

1.9 La especificación RNAV 5 no requiere de una alerta al piloto en caso de errores de navegación excesivos. Puesto que la especificación no requiere que la aeronave esté dotada de sistemas RNAV dobles, la posibilidad de pérdida de la capacidad RNAV requiere una fuente de navegación alternativa.

1.10 Esta sección no trata todos los requisitos que pueden especificarse para una operación en particular. Estos requisitos se especifican en otros documentos tales como en las reglas de operación, las AIPs y, cuando corresponde, en los procedimientos suplementarios regionales (Doc 7030 de la OACI). Si bien la aprobación operacional está relacionada primordialmente con los requisitos de navegación del espacio aéreo, los explotadores y las tripulaciones de vuelo de todos modos deben tener en cuenta todos los documentos operacionales relacionados a un determinado espacio aéreo que exige la autoridad competente del Estado, antes de realizar operaciones dentro de ese espacio aéreo.

2. Objetivo

Esta sección junto con el MIO, Parte II, Volumen III, Capítulo 5 - Proceso genérico para aprobaciones RNAV/RNP, proporcionan orientación y guía específica a los IOs, respecto a la planificación, conducción y evaluación del proceso de aprobación RNAV 5. Se incluye orientación sobre las consideraciones del proveedor de servicios de navegación aérea (ANSP) y en los aspectos de aeronavegabilidad, operaciones e instrucción.

3. Consideraciones del proveedor de servicios de navegación aérea (ANSP)

3.1 Infraestructura de ayudas para la navegación.-

3.1.1 Los Estados pueden prescribir que las aeronaves estén dotadas de RNAV 5 para rutas específicas o para áreas o niveles de vuelo específicos de sus respectivos espacios aéreos.

3.1.2 Los sistemas RNAV 5 permiten que las aeronaves naveguen en cualquier trayectoria de vuelo deseada, dentro de la cobertura de las ayudas para la navegación referidas a la estación (basadas en tierra o en el espacio) o dentro de los límites de la capacidad de las ayudas autónomas, o de una combinación de ambos métodos.

3.1.3 Las operaciones RNAV 5 se basan en el uso de equipo RNAV que determina automáticamente la posición de la aeronave en el plano horizontal utilizando información de uno de los siguientes tipos de sensores de posición o de una combinación de los mismos, junto con los medios para establecer y mantener una trayectoria deseada:

- a) VOR/DME;
- b) DME/DME;
- c) INS o IRS; y
- d) GNSS.

3.1.4 El ANSP debe evaluar la infraestructura de ayudas para la navegación a fin de asegurar que es suficiente para las operaciones propuestas, incluidos los modos de reversión. Es aceptable que haya espacios que no están bajo la cobertura de las ayudas para la navegación; cuando esto ocurre, el espaciamiento entre rutas y las superficies de franqueamiento de obstáculos deben tener en cuenta el aumento que cabe esperar de errores laterales en el mantenimiento de la derrota durante la fase del vuelo a estima.

3.2 Comunicaciones y vigilancia ATS.-

3.2.1 Las comunicaciones directas entre el piloto y el ATC (verbales) son obligatorias.

3.2.2 Cuando se confía en el uso de la vigilancia ATS para prestar asistencia en procedimientos de contingencia, su performance debería ser adecuada para tal fin.

3.2.3 La vigilancia radar por el ATS puede usarse para mitigar el riesgo de errores crasos de navegación, siempre que la ruta esté dentro de la vigilancia ATS y el volumen del servicio de comunicaciones y de los recursos ATS sean suficientes para la tarea.

3.3 Margen de franqueamiento de obstáculos y espaciamiento entre rutas.-

3.3.1 En los PANS-OPS (Doc 8168, Volumen II) se proporciona orientación detallada sobre el franqueamiento de obstáculos; se aplican los criterios generales que figuran en las Partes I y III.

3.3.2 El Estado es responsable del espaciamiento entre rutas y debería tener herramientas de vigilancia y seguimiento ATS para dar apoyo a la detección y corrección de errores de navegación. El Estado debería remitirse a los textos de orientación de la OACI aplicables respecto al espaciamiento entre rutas RNAV 5 o entre rutas RNAV 5 y rutas convencionales. Un Estado demostró un espaciamiento entre rutas de 30 NM para cumplir los objetivos de seguridad operacional de 5×10^{-9} accidentes fatales por hora de vuelo sin vigilancia ATS y en un entorno de densidad elevada.

3.4 Distancia a lo largo de la derrota entre los cambios de tramo.-

3.4.1 El viraje puede comenzar tan pronto como 20 NM antes del punto de recorrido (WPT) en el caso de un cambio con gran ángulo de derrota con un viraje “de paso”; los virajes iniciados manualmente pueden sobrepasar la derrota que sigue.

3.4.2 El diseño de la estructura de derrotas debe asegurar que los cambios de tramo no ocurran demasiado cerca uno de otro. La longitud requerida de la derrota entre virajes depende del ángulo de viraje requerido.

3.5 Consideraciones adicionales.-

3.5.1 Muchas aeronaves tienen la capacidad de volar por una trayectoria paralela pero desplazada a la izquierda o a la derecha de la ruta activa original. El objetivo de esta función es hacer que los desplazamientos sean posibles para las operaciones tácticas autorizadas por el ATC.

3.5.2 Muchas aeronaves tienen capacidad para ejecutar una maniobra de circuito de espera utilizando su sistema RNAV, lo que puede dar flexibilidad al ATC para el diseño de operaciones RNAV.

3.5.3 La orientación de este capítulo no reemplaza los requisitos de operación del Estado aplicables al equipamiento.

3.6 Publicaciones.-

3.6.1 La AIP debería indicar claramente que la aplicación de navegación es RNAV 5. El requisito de que la aeronave tenga instalado equipo RNAV 5 en un espacio aéreo específico o en las rutas identificadas debería publicarse en la AIP. La ruta debería tener perfiles de descenso normales e identificar los requisitos de altitud mínima de los segmentos. Los datos de navegación publicados en la AIP del Estado para las rutas y las correspondientes ayudas para la navegación deben satisfacer los requisitos del Anexo 15 - *Servicios de información aeronáutica*. Todas las rutas deben estar basadas en las coordenadas WGS-84.

3.6.2 La infraestructura de ayudas para la navegación disponible debería estar claramente designada en todas las cartas pertinentes (por ejemplo, GNSS, DME/DME, VOR/DME). Toda instalación para la navegación que sea crítica para las operaciones RNAV 5 debería estar identificada en las publicaciones pertinentes.

3.6.3 Una base de datos de navegación no forma parte de la funcionalidad requerida de la RNAV 5. La falta de tal base de datos hace que sea necesaria la entrada manual de los puntos de recorrido, lo que aumenta considerablemente la posibilidad de errores al respecto. Las cartas en ruta deberían servir para que la tripulación de vuelo verifique los errores crasos, por lo que deberían contener los datos de los puntos de referencia para los puntos de recorrido seleccionados en las rutas RNAV 5.

4. Proceso de aprobación

4.1 Para que un explotador de transporte aéreo comercial reciba una autorización RNAV 5, éste deberá cumplir con dos tipos de aprobaciones:

- a) la aprobación de aeronavegabilidad que le incumbe al Estado de matrícula; y
- b) la aprobación operacional a cargo del Estado del explotador.

4.2 Las RAB 121.995 (b) y 135.565 (c) exigen que las aeronaves estén autorizadas por el Estado de matrícula y que los explotadores estén autorizados por sus respectivos Estados para llevar a cabo operaciones en las que se ha prescrito una especificación para la navegación RNAV 5.

4.3 Durante el proceso de aprobación para operaciones RNAV 5, los IOs deben seguir las cinco fases establecidas en el MIO, Parte II, Volumen III, Capítulo 5 - Proceso genérico para aprobaciones RNAV/RNP y considerar los requerimientos específicos de esta sección.

5. Migración a la RNAV 5

Los requisitos B-RNAV son idénticos a los de la RNAV 5. Se espera que los textos de las reglamentaciones nacionales de los Estados tomen esta equivalencia en cuenta. Ninguna otra medida adicional es obligatoria para la migración. Esto no exime al explotador de la responsabilidad, con respecto a todas las operaciones, de consultar y cumplir los procedimientos o reglamentos regionales y nacionales específicos.

6. Aprobación de aeronavegabilidad

6.1 Admisibilidad de las aeronaves.-

La admisibilidad de las aeronaves debe determinarse demostrando el cumplimiento de conformidad con los criterios de aeronavegabilidad pertinentes, por ejemplo, CA 91-002 del SRVSOP, AMC 20-4 de EASA o AC 90-96 de la FAA o documentos equivalentes. El fabricante del equipo original (OEM) o el titular de la aprobación de la instalación para la aeronave, por ejemplo, el titular del certificado de tipo suplementario (STC), demostrarán el cumplimiento a su respectiva autoridad nacional de aeronavegabilidad (NAA) (por ejemplo, EASA, FAA) y la aprobación puede documentarse con la documentación del fabricante (por ejemplo, cartas de servicio). Las secciones del manual de vuelo de la aeronave (AFM) no son obligatorias si el Estado acepta la documentación del fabricante.

6.2 Requisitos de las aeronaves.-

6.2.1 Las operaciones RNAV 5 se basan en el uso de equipo RNAV que determina automáticamente la posición de la aeronave en el plano horizontal utilizando información de uno de los siguientes tipos de sensores de posición o de una combinación de los mismos, junto con los medios para establecer y mantener una trayectoria deseada:

- a) VOR/DME;
- b) DME/DME;
- c) INS o IRS; y
- d) GNSS.

6.3 Performance, vigilancia y alerta del sistema.-

- a) *Precisión:* Durante las operaciones en el espacio aéreo o en rutas designadas como RNAV 5, el error lateral del sistema total no excederá de ± 5 NM para, por lo menos, el 95% del tiempo total de vuelo. El error a lo largo de la derrota tampoco excederá de ± 5 NM para, por lo menos, el 95% del tiempo total de vuelo.
- b) *Integridad:* El mal funcionamiento del equipo de navegación de la aeronave se clasifica como una condición de falla importante en virtud de los reglamentos de aeronavegabilidad (es decir, 10^{-5} por hora).
- c) *Continuidad:* La pérdida de función se clasifica como una condición de falla de menor importancia si el explotador puede revertir a un sistema de navegación diferente y dirigirse a un aeropuerto adecuado.
- d) *Señal en el espacio:* Si se usa GNSS, el equipo de navegación de la aeronave dará la alerta si la probabilidad de que los errores de señal en el espacio que causan un error de posición lateral superior a 10 NM excede de 10^{-7} por hora (Anexo 10, Volumen I, Tabla 3.7.2.4-1).

Nota.- El nivel mínimo de integridad y continuidad requerido de los sistemas RNAV 5 para usarlos en el espacio aéreo designado para RNAV 5 normalmente se alcanzaría mediante un solo sistema instalado que comprenda uno o más sensores, una computadora RNAV, una unidad de control y visualización y presentaciones de navegación (por ejemplo, ND, HSI o CDI), a condición de que el sistema esté vigilado por la tripulación de vuelo y que en caso de una falla del sistema la aeronave mantenga la capacidad de navegar con relación a las ayudas para la navegación basadas en tierra (por ejemplo, VOR/DME o NDB).

6.4 Limitaciones de utilización de los sistemas RNAV 5.-

6.4.1 Sistema de navegación inercial (INS)/Sistema de referencia inercial (IRS).-

6.4.1.1 Los sistemas inerciales pueden usarse como un sistema de navegación inercial (INS) autónomo o como un sistema de referencia inercial (IRS) que actúa como parte de un sistema RNAV multisensor, en el que los sensores inerciales proporcionan aumentación a los sensores de posición básicos, así como una fuente de datos de posición de reversión cuando la aeronave no está bajo la cobertura de las fuentes de radionavegación.

6.4.1.2 El INS *sin* actualización automática por radio de la posición de la aeronave, pero aprobado de conformidad con la AC 25-4, y cuando cumpla los criterios funcionales de este capítulo, puede usarse durante un máximo de dos horas a partir de la última actualización de alineación/posición llevada a cabo en tierra. Deben tenerse en cuenta las configuraciones INS específicas (por ejemplo, mezcla triple) cuando el equipo o los datos del fabricante de la aeronave justifican prolongar el uso de la última actualización de la posición.

6.4.1.3 El INS *con* actualización automática por radio de la posición de la aeronave, que incluye los sistemas en que la selección manual de los canales de radio se lleva a cabo de conformidad con los procedimientos de la tripulación de vuelo, debería ser aprobado de conformidad con la AC-90-45A, AC 20-130A o textos equivalentes.

6.4.2 Radiofaro omnidireccional VHF (VOR).-

Generalmente, la precisión del VOR puede satisfacer los requisitos de precisión para la RNAV 5 a una distancia de hasta 60 NM (75 NM para VOR Doppler) de la ayuda para la navegación. Algunas regiones específicas dentro de la cobertura del VOR pueden experimentar errores más grandes debido a los efectos de propagación (por ejemplo, trayectos múltiples). Cuando existan tales errores, pueden resolverse prescribiendo áreas en que el VOR afectado no se puede usar. Como alternativa, también se podría tener en cuenta la performance más baja del VOR al establecer las rutas RNAV propuestas, por ejemplo, aumentando el espaciado adicional entre rutas. Se debe tener en cuenta la disponibilidad de otras ayudas para la navegación que pueden proporcionar cobertura en el área afectada y que quizás no todas las aeronaves estén usando el VOR en cuestión y que, por lo tanto, no demuestren la misma performance en el mantenimiento de la derrota.

6.4.3 Equipo radiotelemétrico (DME).

6.4.3.1 Las señales DME se consideran suficientes para cumplir los requisitos RNAV 5 cuando se reciben las señales y no hay ningún DME más cerca en el mismo canal, independientemente del volumen de cobertura publicado. Cuando el sistema RNAV 5 no tiene en cuenta la “cobertura operacional designada” del DME publicada, el sistema RNAV debe ejecutar verificaciones de la integridad de los datos para confirmar que se está recibiendo la señal DME correcta.

6.4.3.2 Cada componente de la infraestructura de ayudas para la navegación debe cumplir los requisitos de performance detallados en el Anexo 10, Volumen I. Las ayudas para la navegación que no cumplen las disposiciones del Anexo 10 no deberían publicarse en la AIP del Estado.

6.4.4 Sistema mundial de navegación por satélite (GNSS).-

6.4.4.1 La utilización del GNSS para realizar operaciones RNAV 5 se limita al equipo aprobado por la ETSO-C129(), ETSO-C145(), ETSO-C146(), FAA TSO-C145(), TSO-C146(), y TSO-C129() o equivalente, e incluye las funciones mínimas del sistema especificadas en el Párrafo 5.5.

6.4.4.2 La integridad deberían ser proporcionada por los sistemas GNSS SBAS o de vigilancia autónoma de la integridad en el receptor (RAIM) o por medios equivalentes dentro de un sistema de navegación multisensor. Además, el equipo GPS autónomo debería incluir las siguientes funciones:

- a) detección de saltos de la pseudodistancia; y
- b) comprobación del código de estado de salud del mensaje.

Nota.- Estas dos funciones adicionales deben implantarse de conformidad con TSO-C129a/ESTO-C129a o criterios equivalentes.

6.4.4.3 Cuando la aprobación para las operaciones RNAV 5 requiera el uso de equipo de navegación tradicional como reserva en caso de pérdida del GNSS, las ayudas para la navegación requeridas definidas en la aprobación (es decir, VOR, DME y/o ADF) deberán estar instaladas y en servicio.

6.4.4.4 Los datos de determinación de la posición provenientes de otros tipos de sensores de navegación se pueden integrar con los datos del GNSS con la condición de que otros datos de determinación de la posición no causen errores de posición que excedan los requisitos de mantenimiento de la precisión de la derrota.

6.5 Requisitos funcionales.-

6.5.1 Las siguientes funciones del sistema son las mínimas requeridas para realizar operaciones RNAV 5:

- a) indicación continua de la posición de la aeronave con relación a la derrota presentada al piloto que vuela la aeronave en una pantalla de navegación situada en su campo de visión principal;
- b) cuando la tripulación mínima de vuelo sea de dos pilotos, indicación de la posición de la aeronave con relación a la derrota presentada al piloto que no vuela la aeronave o piloto de monitoreo en una pantalla de navegación situada en su campo de visión principal;
- c) presentación de distancia y rumbo al punto de recorrido activo (To);
- d) presentación de velocidad respecto al suelo o tiempo al punto de recorrido activo (To);
- e) almacenamiento de puntos de recorrido; mínimo cuatro; e
- f) indicación adecuada de las fallas del sistema RNAV, incluidos los sensores.

6.5.2 Presentaciones de navegación RNAV 5.-

6.5.2.1 Los datos de navegación deben estar disponibles para presentarlos en una pantalla que forme parte del equipo RNAV o en una pantalla de presentación de desviación lateral (por ejemplo, CDI, (E)HSI, o en una presentación cartográfica).

6.5.2.2 Estas presentaciones deben usarse como instrumentos de vuelo primarios para la navegación, la anticipación de maniobras y la indicación de fallas/situación/integridad, y deberían satisfacer los requisitos siguientes:

- a) las presentaciones deberían ser visibles para el piloto cuando éste mire hacia delante a lo largo de la trayectoria de vuelo;
- b) la escala de la presentación de desviación lateral debería ser compatible con los límites de alerta e indicación, cuando se apliquen; y
- c) la presentación de la desviación lateral debe tener una escala y una deflexión máxima apropiadas para las operaciones RNAV 5.

6.6 Aeronavegabilidad continuada.-

6.6.1 Los explotadores de aeronaves aprobadas para realizar operaciones RNAV 5, deben asegurar la continuidad de la capacidad técnica de ellas para satisfacer los requisitos técnicos establecidos en esta CA.

6.6.2 Cada explotador que solicite una aprobación operacional RNAV 5, deberá presentar a la AAC del Estado de matrícula un programa de mantenimiento e inspección que incluya todos aquellos requisitos de mantenimiento necesarios para asegurar que los sistemas de navegación sigan cumpliendo el criterio de aprobación RNAV 5.

6.6.3 Los siguientes documentos de mantenimiento deben ser revisados, según corresponda, para incorporar los aspectos RNAV 5:

- a) Manual de control de mantenimiento (MCM);
- b) Catálogos ilustrados de partes (IPC); y

c) Programa de mantenimiento.

6.6.4 El programa de mantenimiento aprobado para las aeronaves afectadas debe incluir las prácticas de mantenimiento que se indican en los correspondientes manuales de mantenimiento del fabricante de la aeronave y de sus componentes y debe considerar:

- a) que los equipos involucrados en la operación RNAV 5 deben mantenerse de acuerdo con las instrucciones del fabricante de los componentes;
- b) que cualquier modificación o cambio del sistema de navegación que afecte de cualquier forma a la aprobación RNAV 5 inicial, debe ser objeto de comunicación y revisión por la AAC para su aceptación o aprobación de dichos cambios previo a su aplicación; y
- c) que cualquier reparación que no se incluya en la documentación aprobada/aceptada de mantenimiento y que pueda afectar a la integridad de la performance de navegación, debe ser objeto de comunicación a la AAC para su aceptación o aprobación de las mismas.

6.6.5 Dentro de la documentación relativa al mantenimiento RNAV, se debe presentar el programa de instrucción del personal de mantenimiento, que entre otros aspectos, debe contemplar:

- a) concepto PBN;
- b) aplicación de la RNAV 5;
- c) equipos involucrados en una operación RNAV 5; y
- d) utilización de la MEL.

7. Aprobación operacional

7.1 La aprobación de aeronavegabilidad no autoriza por si misma los vuelos en el espacio aéreo o en rutas para las cuales se requiere la aprobación RNAV 5. También es obligatoria la aprobación operacional para confirmar que los procedimientos normales y de contingencia del explotador son adecuados para la instalación de un equipo en particular.

7.2 *Requisitos para obtener la aprobación operacional.-* Para obtener la aprobación operacional, el explotador cumplirá los siguientes pasos considerando los procedimientos de operación establecidos en el Párrafo 10 de esta CA.

- a) *Aprobación de aeronavegabilidad.-* las aeronaves deberán contar con las correspondientes aprobaciones de aeronavegabilidad según lo establecido en el Párrafo 6 de esta sección.
- b) *Documentación.-* El explotador presentará a la AAC la siguiente documentación:
 - 1) la solicitud para obtener la autorización RNAV 5;
 - 2) las enmiendas al manual de operaciones (OM) que deberán incluir los procedimientos de operación según lo descrito en el Párrafo 10 de esta CA, para las tripulaciones de vuelo y despachadores de vuelo, si corresponde;
 - 3) las enmiendas cuando correspondan de los manuales y programas de mantenimiento que deberán contener los procedimientos de mantenimiento de los nuevos equipos así como la instrucción del personal asociado de mantenimiento, de acuerdo con los Párrafos 6.6.3 a 6.6.5;
 - 4) una copia de las partes del AFM, o suplemento del AFM o TCDS o POH, donde se verifique la aprobación de aeronavegabilidad para RNAV 5 por cada una de las aeronaves afectadas;
 - 5) las enmiendas a la lista de equipo mínimo (MEL), que deberán identificar los equipos mínimos necesarios para cumplir con los criterios de RNAV 5; y
 - 6) los programas de instrucción o las enmiendas a los programa de instrucción del explotador para las tripulaciones, despachadores de vuelo, si corresponde, según lo

descrito en el Párrafo 8 de este documento;

- c) *Impartición de la instrucción.*- Una vez aceptadas o aprobadas las enmiendas a los manuales, programas y documentos remitidos y antes de realizar operaciones RNAV 5, el explotador impartirá la instrucción requerida a su personal.
- f) *Vuelos de validación.*- La AAC podrá realizar un vuelo de validación, si determina que es necesario en el interés de la seguridad operacional. La validación se realizará de acuerdo con los criterios y procedimientos establecidos en el Capítulo 11 - Pruebas de validación del Volumen II, Parte II de este manual.

7.3 *Emisión de la autorización para realizar operaciones RNAV 5.*- Una vez que el explotador ha finalizado con éxito el proceso de aprobación operacional, la AAC emitirá al explotador, cuando correspondan, la autorización para que realice operaciones RNAV 5.

- a) *Explotadores RAB 91.*- Para explotadores RAB 91, la AAC emitirá una carta de autorización (LOA).
- b) *Explotadores RAB 121 y/o 135.*- Para explotadores RAB 121 y/o RAB 135, la AAC emitirá las correspondientes OpSpecs que reflejarán la autorización RNAV 5.

8. Procedimientos de operación

8.1 Generalidades

Los explotadores, pilotos y despachadores de vuelo se familiarizarán con los procedimientos normales de operación y de contingencia asociados con las operaciones RNAV 5. Los siguientes procedimientos serán incluidos en el manual de operaciones y listas de verificación de los explotadores.

8.2 Planificación previa a los vuelos

8.2.1 Los explotadores y pilotos que prevean realizar operaciones en rutas RNAV 5 deberían presentar los sufijos pertinentes de los planes de vuelo que indican su aprobación para las operaciones en esas rutas.

8.2.2 Durante la fase de planificación previa, la disponibilidad de la infraestructura de ayudas para la navegación requerida para las rutas previstas, incluida cualquier contingencia no-RNAV, debe estar confirmada para el período de operaciones previsto. El piloto debe confirmar también la disponibilidad del equipo de navegación de a bordo necesario para la operación.

8.2.3 Cuando se use una base de datos de navegación, la misma debería estar vigente y ser apropiada para la región de las operaciones previstas y debe incluir las ayudas para la navegación y los puntos de recorrido obligatorios para la ruta.

8.2.4 La disponibilidad de la infraestructura de ayudas para la navegación requerida para las rutas previstas, incluida toda contingencia no RNAV, debe estar confirmada para el período de las operaciones previstas utilizando toda la información disponible. Puesto que el Anexo 10, Volumen I, requiere la integridad GNSS (RAIM o señal SBAS), la disponibilidad de éstas también debe determinarse como corresponde. Para las aeronaves que navegan con receptores SBAS (todos los TSO-C145/C146), los explotadores deberían verificar la disponibilidad de GPS RAIM en las zonas en que no se dispone de señal SBAS.

8.3 Disponibilidad de la RAIM (ABAS)

8.3.1 Los niveles RAIM en ruta son obligatorios para la RNAV 5 y pueden verificarse sea por medio de NOTAM (cuando se dispone de ellos) o por medio de servicios de predicción. La autoridad competente puede proporcionar orientación específica sobre cómo cumplir este requisito (por ejemplo, si hay suficientes satélites disponibles, quizá no sea necesaria una predicción). Los explotadores deberían estar familiarizados con la información de predicción disponible para la ruta prevista.

8.3.2 La predicción de disponibilidad RAIM debería tener en cuenta los últimos NOTAM de la

constelación GPS y el modelo de aviónica. El servicio pueden proporcionarlo el ANSP, el fabricante de aviónica u otras entidades o puede obtenerse por medio de la capacidad de predicción RAIM de un receptor de a bordo.

8.3.3 En el caso de una pérdida predicha y continua del nivel apropiado de detección de fallas de más de cinco minutos para cualquier parte de la operación RNAV 5, la planificación del vuelo debería revisarse (es decir, retardar la salida o planificar un procedimiento de salida diferente).

8.3.4 El programa de predicción de disponibilidad RAIM es una herramienta utilizada para evaluar la capacidad prevista de satisfacer la performance de navegación requerida. Debido a la falla no prevista de algunos elementos GNSS, los pilotos/ANSP deben darse cuenta que la función RAIM o la navegación GPS debe haberse perdido completamente mientras se estaba en el aire, lo que puede exigir la reversión a un medio de navegación alternativo. Por lo tanto, los pilotos deberían evaluar su capacidad para navegar (posiblemente a un destino de alternativa) en caso de falla de la navegación GPS.

8.4 Procedimientos de operación generales

8.4.1 Los explotadores y los pilotos no debería solicitar ni presentar rutas RNAV 5 a menos que satisfagan todos los criterios indicados en los documentos pertinentes. Si una aeronave que no satisface estos criterios recibe una autorización del ATC para realizar un procedimiento RNAV, el piloto debe avisar al ATC que no puede aceptar la autorización y debe solicitar otras instrucciones.

8.4.2 El piloto debería seguir las instrucciones o los procedimientos indicados por el fabricante como necesarios para cumplir los requisitos de performance de este manual.

8.4.3 Los pilotos de las aeronaves para RNAV 5 deben aceptar cualquier limitación o procedimiento de operación del AFM que sea obligatorio para mantener la precisión de navegación especificada para el procedimiento.

8.4.4 Cuando esté instalada, los pilotos deben confirmar que la base de datos de navegación está actualizada.

8.4.5 Las tripulaciones de vuelo deberían verificar el plan de vuelo autorizado comparando las cartas u otros recursos aplicables con la presentación textual del sistema de navegación y la presentación cartográfica de la aeronave, si es aplicable. Si es obligatorio, debería confirmarse la exclusión de ayudas para la navegación específicas.

8.4.6 Durante el vuelo, cuando sea factible, debería vigilarse el progreso del vuelo en cuanto a razonabilidad de la navegación, mediante verificaciones cruzadas con ayudas para la navegación convencionales utilizando las presentaciones primarias juntamente con la unidad de control y visualización (CDU) RNAV.

8.4.7 Para la RNAV 5, los pilotos deberían usar un indicador de desviación lateral, director de vuelo o piloto automático en modo de navegación lateral. Los pilotos pueden usar una presentación cartográfica como se describe en 6.5.2.1, sin un director de vuelo o piloto automático. Los pilotos de las aeronaves con presentación en pantalla de desviación lateral deberían asegurarse de que la escala de desviación lateral es adecuada para la precisión de navegación relacionada con la ruta o el procedimiento (por ejemplo, deflexión máxima: ± 5 NM).

8.4.8 Se espera que todos los pilotos mantengan el eje de la ruta, como lo representan los indicadores de desviación lateral y/o guía de vuelo de a bordo, durante todas las operaciones RNAV descritas en este manual, a menos que estén autorizados a desviarse por el ATC o en condiciones de emergencia. Para las operaciones normales, el error/desviación lateral (la diferencia entre la trayectoria calculada por el sistema RNAV y la posición estimada de la aeronave con relación a esa trayectoria, es decir el FTE) debería limitarse a $\pm \frac{1}{2}$ de la precisión de navegación correspondiente al procedimiento o la ruta (es decir, 2,5 NM). Las desviaciones breves de esta norma (por ejemplo, recorrer una distancia demasiado larga o demasiado corta) durante e inmediatamente después de un viraje en un procedimiento/ruta, están permitidas hasta un máximo igual a la precisión de navegación (es decir, 5 NM).

Nota.- Algunas aeronaves no presentan en pantalla ni calculan la trayectoria durante los virajes. Los pilotos de estas aeronaves quizá no puedan observar el requisito de precisión de $\pm 1/2$ durante los virajes en ruta, pero de todos modos se espera que cumplan el requisito durante las interceptaciones de la derrota final después de los virajes y en los segmentos en línea recta.

8.4.9 Si el ATC asigna un rumbo sacando a la aeronave de una ruta, el piloto no debería modificar el plan de vuelo en el sistema RNAV hasta que reciba la autorización de volver a la ruta o que el controlador confirme una nueva autorización. Cuando la aeronave no está en la ruta publicada, el requisito de precisión especificado no se aplica.

8.5 Procedimientos de contingencia

8.5.1 El piloto debe notificar al ATC cuando la performance RNAV deja de cumplir los requisitos RNAV 5. La comunicación al ATC debe ser de conformidad con los procedimientos autorizados (Doc 4444 o Doc 7030, según corresponda).

8.5.2 En caso de falla de las comunicaciones, la tripulación de vuelo debería continuar con el plan de vuelo según el procedimiento de “pérdida de comunicación” publicado.

8.5.3 Cuando se utilice equipo GNSS autónomo:

- a) En caso de que se pierda la función de detección RAIM, se puede continuar usando la posición GNSS para la navegación. La tripulación de vuelo debería procurar verificar la posición de la aeronave comparándola con otras fuentes de información sobre la posición (por ejemplo, información VOR, DME y/o NDB) para confirmar un nivel aceptable de performance de navegación. De otro modo, la tripulación de vuelo debería revertir a un medio alternativo de navegación y avisar al ATC.
- b) En caso de que la presentación de navegación se indique como inválida debido a una alerta RAIM, la tripulación de vuelo debería revertir a un medio alternativo de navegación y avisar al ATC.

9. Programa de instrucción

9.1 Los programas de instrucción para los pilotos y despachadores de vuelo (DV) deberían tratar los elementos de este párrafo y aquellos descritos en la en la CA 91-002 – Aprobación de aeronaves y explotadores para operaciones RNAV 5 del SRVSOP.

- a) capacidades y limitaciones del sistema RNAV instalado;
- b) operaciones y espacio aéreo para los cuales se ha aprobado la operación del sistema RNAV;
- c) limitaciones de las ayudas para la navegación con respecto al sistema RNAV que ha de usarse para la operación RNAV 5;
- d) procedimientos de contingencia para fallas RNAV;
- e) fraseología de radiotelefonía para el espacio aéreo, de conformidad con el Doc 4444 y el Doc 7030, según corresponda;
- f) requisitos de planificación de vuelos para las operaciones RNAV;
- g) requisitos RNAV determinados por la descripción cartográfica y la descripción textual;
- h) información específica del sistema RNAV, que incluya:
 - 1) niveles de automatización, indicaciones de modo, cambios, alertas, interacciones, reversiones y degradación;
 - 2) integración funcional con otros sistemas de la aeronave;
 - 3) procedimientos de vigilancia para cada fase del vuelo (por ejemplo, vigilancia de la página PROG o LEGS);
 - 4) tipos de sensores de navegación (por ejemplo, DME, IRU, GNSS) utilizados por el

- sistema RNAV y la correspondiente priorización/ponderación/lógica del sistema;
- 5) anticipación de virajes considerando los efectos de la velocidad y la altitud;
 - 6) interpretación de presentaciones y símbolos electrónicos;
- i) procedimientos de operación del equipo RNAV, según corresponda, incluida la forma de ejecutar las siguientes acciones:
- 1) cerciorarse de que los datos de navegación de la aeronave estén vigentes;
 - 2) cerciorarse de que el sistema RNAV llevó a cabo la verificación automática con éxito;
 - 3) inicializar la posición del sistema RNAV;
 - 4) volar directamente hasta un punto de recorrido;
 - 5) interceptar un rumbo/derrota;
 - 6) orden de dejar la trayectoria y volver a un procedimiento;
 - 7) determinar el error/desviación lateral a la derrota;
 - 8) remover o hacer una nueva selección del sensor de navegación;
 - 9) cuando sea obligatorio, confirmar la exclusión de una ayuda o un tipo de ayuda para la navegación específico; y
 - 10) realizar verificaciones de errores crasos de navegación empleando ayudas para la navegación convencionales.

10. Base de datos de navegación

Si la aeronave está dotada de una base de datos de navegación y se usa, debe contener datos actualizados y apropiados para la región en que se ha de realizar la operación prevista y debe incluir las ayudas para la navegación y los puntos de recorrido obligatorios para la ruta prevista.

Nota.- Las bases de datos de navegación deben estar vigentes durante todo el vuelo. Si el ciclo AIRAC debe cambiar durante el vuelo, los explotadores y los pilotos deberían establecer procedimientos para asegurar la precisión de los datos de navegación y que las instalaciones de navegación utilizadas sean adecuadas para definir las rutas previstas para el vuelo. Tradicionalmente, esto se ha logrado verificando los datos electrónicos comparándolos con material impreso.

11. Vigilancia de los explotadores

11.1 Es necesario establecer un proceso mediante el cual los informes de errores de navegación pueden comunicarse y analizarse a fin de determinar la necesidad de medidas correctivas. Los casos de errores de navegación repetidos atribuidos a una pieza de equipo de navegación específica deben ser observados y se deben adoptar medidas para eliminar los factores que causan dichos errores.

11.2 La naturaleza de la causa del error determinará la medida correctiva necesaria, que podría ser instrucción correctiva, restricciones en la aplicación del sistema o requisitos para efectuar cambios en el soporte lógico del sistema de navegación.

11.3 La naturaleza y gravedad del error pueden dar como resultado la cancelación temporal de la aprobación para usar el equipo hasta que se haya identificado y corregido la causa del problema.

12. Ayuda de trabajo

Al final de esta sección se presenta la Ayuda de trabajo relativa a la aprobación de aeronaves y explotadores para operaciones RNAV 5.

INTENCIONALMENTE EN BLANCO

AYUDA DE TRABAJO RNAV 5

SOLICITUD PARA REALIZAR OPERACIONES RNAV 5

1. Introducción

Esta Ayuda de Trabajo fue desarrollada por la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) para proveer orientación y guía a los Estados, explotadores e inspectores respecto al proceso que debe seguir un explotador para obtener una autorización RNAV 5.

2. Propósitos de la Ayuda de Trabajo

- 2.1 Proporcionar información a explotadores e inspectores sobre los principales documentos de referencia RNAV 5.
- 2.2 Provee tablas que muestran, el contenido de la aplicación, los párrafos de referencia relacionados, la ubicación en la aplicación del explotar donde los elementos RNAV 5 son mencionados y columnas para que el inspector haga comentarios y realice el seguimiento del estatus de varios elementos RNAV 5.

3. Acciones recomendadas para el inspector y explotador

A continuación se detalla varias recomendaciones de cómo puede ser utilizada la Ayuda de Trabajo

- 3.1 El inspector revisa en la reunión de pre-aplicación con el explotador, los “eventos básicos del proceso de aprobación RNAV 5” descritos en la Parte 1 de esta Ayuda de Trabajo, para proveerle una visión general sobre los eventos del proceso de aprobación.
- 3.2 El Inspector revisa ésta Ayuda de Trabajo con el explotador para establecer la forma y el contenido de la solicitud tendente a obtener una autorización RNAV 5.
- 3.3 El explotador utiliza esta Ayuda de Trabajo como guía para recopilar los documentos/anexos de la solicitud RNAV 5.
- 3.4 El explotador anota en la Ayuda de Trabajo las referencias que indican donde están ubicados en sus documentos los elementos del programa RNAV 5.
- 3.5 El explotador envía al inspector la Ayuda de Trabajo y la solicitud (documentos /anexos).
- 3.6 El inspector anota en la Ayuda de Trabajo el cumplimiento satisfactorio de un ítem o que dicho ítem requiere acción correctiva.
- 3.7 El inspector informa al explotador tan pronto como sea posible cuando se requiere una acción correctiva por parte del explotador.
- 3.8 El explotador provee al inspector el material revisado cuando éste es solicitado.
- 3.9 La AAC emite al explotador las especificaciones relativas a las operaciones o una carta de autorización (LOA), como sea aplicable, cuando las tareas y documentos han sido completados.

4. Estructura de la Ayuda de Trabajo

Partes	Temas	Página
Parte 1	Información general	4
Parte 2	Información sobre la identificación de las aeronaves y explotadores	6
Parte 3	Solicitud del explotador (Anexos y documentos)	7
Parte 4	Contenido de la solicitud del explotador para RNAV 5	10
Parte 5	Guía para determinar la admisibilidad de las aeronaves RNAV 5	13
Parte 6	Procedimientos básicos de la tripulación de vuelo para operaciones RNAV 5	16

5. Fuentes principales de documentos, información y contactos

Para acceder a la Circular de Asesoramiento CA 91-002, ingrese a la página Web de la oficina regional ICAO/SAM (www.dgac.gob.bo) e ingresar a Reglamentación Aeronáutica Boliviana.

6. Documentos principales de referencia

Documentos de referencia	Títulos
ICAO Doc 9613	Performance based navigation manual
AMC 25-11	Electronic display system
AMC 20-5	Acceptable means of compliance for airworthiness approval and operational criteria for the use of the NAVSTAR Global positioning system (GPS)
AC 20-121A	Airworthiness approval of LORAN C for use en the U.S National Airspace System
AC 20-130()	Airworthiness approval of multi-sensor navigational system for use in the U.S. National Airspace System
AC 20-138A	Airworthiness approval of Global navigation satellite system (GNSS) equipment
AC 25-4	Inertial navigation system (INS)
AC 25-15	Approval of FMS in transport category airplanes
AC 90-45A	Approval of areas navigation systems for use in the U.S. National Airspace System
ETSO-C115b	Airborne area navigation equipment using multi sensor input
ETSO-C129A	Airborne supplemental navigation equipment using the Global positioning system (GPS)
ETSO-C145	Airborne navigation sensors using the Global positioning system (GPS) augmented by wide area augmentation system (WAAS)
ETSO-C146	Stand-alone airborne navigation equipment using the Global positioning system (GPS) augmented

	by the wide area augmentation system (WAAS)
TSO-C115, any version	Airborne area navigation equipment using multi-sensor inputs
TSO-C129/C129A	Airborne supplemental navigation equipment using the global positioning system (GPS)
TSO-C145A	Airborne navigation sensors using the Global positioning system (GPS) augmented by the wide area augmentation system (WAAS)
TSO-C146A	Stand-alone airborne navigation equipment using the Global positioning system (GPS) augmented by the wide area augmentation system (WAAS)
RTCA/DO-200A	Standards for processing aeronautical data
RTCA/DO-201A	Standards for aeronautical information
RTCA/DO-208	Minimum operational performance standards for airborne supplemental navigation equipment using Global positioning system (GPS)
RTCA/DO-229C	Minimum operational standards for Global positioning system/Wide area augmentation system airborne equipment
RTCA/DO-236A	Minimum aviation system performance standards: Required navigation performance for area navigation
RTCA/DO-178B	Software consideration in airborne systems and equipment certification

INTENCIONALMENTE EN BLANCO

PARTE 1: INFORMACIÓN GENERAL

Eventos básicos en el proceso de aprobación RNAV 5

	Acciones del explotador	Acciones de la AAC
1	Establece la necesidad de obtener la autorización RNAV 5.	
2	Revisa el AFM, suplemento al AFM o la Hoja de datos del certificado de tipo (TCDS) u otros documentos apropiados (p. ej., Boletines de servicio (SB), Cartas de servicio, etc.) para determinar la admisibilidad de la aeronave para RNAV 5. El explotador contacta al fabricante de la aeronave o del equipo de aviónica, si es necesario, para confirmar la admisibilidad para RNAV 5.	
3	Contacta a la AAC para programar una reunión de pre-aplicación para discutir los requerimientos de la aprobación operacional.	
4		Durante la reunión de pre-aplicación establece: <ul style="list-style-type: none"> • la forma y contenido de la solicitud; • la fecha en que será enviada la solicitud para evaluación
5	Envía la solicitud por lo menos 60 días antes de iniciar operaciones RNAV 5	Revisa la solicitud del explotador
6	Una vez aprobados o aceptados las enmiendas a los manuales, programas y documentos imparte instrucción a la tripulación de vuelo, despachadores de vuelo y personal de mantenimiento y realiza un vuelo de validación, si es requerido por la AAC	
7		Emite la aprobación operacional en forma de OpSpecs para explotadores RAB 121 y/o 135 o una carta de autorización (LOA) para explotadores RAB 91.

Notas relacionadas con el proceso de aprobación

6. **Autoridad responsable.**

- a. **Transporte aéreo comercial - Explotadores RAB 121 y/o 135 o de reglamentos equivalentes.-** El Estado de matrícula determina que la aeronave cumple con los requisitos de aeronavegabilidad. El Estado del explotador emite la autorización RNAV 5 (p. ej., OpSpecs).
- b. **Aviación general - Explotadores RAB 91 o de reglamentos equivalentes.-** El Estado de matrícula determina que la aeronave cumple con los requisitos de aeronavegabilidad y emite una LOA.

7. Secciones relacionadas de los Reglamentos Aeronáuticos Latinoamericanos (RAB) o equivalentes

- a. RAB 91 Secciones 91.1015 y 91.1640 o equivalentes
- b. RAB 121 Sección 121.995 (b) o equivalente
- c. RAB 135 Sección 135.565 (c) o equivalente

8. Otros documentos de OACI relacionados

- a. Anexo 2 – Reglamento del aire
- b. Doc 4444 – Procedimientos para los servicios de navegación aérea – Gestión de tránsito aéreo.

PARTE 2: INFORMACIÓN SOBRE LA IDENTIFICACIÓN DE LAS AERONAVES Y EXPLOTADORES
NOMBRE DEL EXPLOTADOR: _____

Fabricante, modelo y series de la aeronave	Números de matrícula	Números de serie	Sistemas de navegación RNAV 5 Número, fabricante y modelo	Especificación de navegación RNAV

FECHA DE LA REUNIÓN DE PREAPLICACIÓN _____

FECHA EN QUE FUE RECIBIDA LA APLICACIÓN _____

FECHA EN QUE EL EXPLOTADOR PROPONE INICIAR OPERACIONES RNAV 5 _____

¿ES ADCUADA LA FECHA DE NOTIFICACIÓN A LA CAA? SI _____ NO _____

INTENCIONALMENTE EN BLANCO

PARTE 3 – SOLICITUD DEL EXPLOTADOR (ANEXOS Y DOCUMENTOS)

Anexo	Título del Anexo/documento	Indicación de inclusión por parte del explotador	Comentarios del Inspector
A	Carta del explotador solicitando la autorización RNAV 5		
B	<p>1. Para aeronaves fabricadas que cumplen requisitos RNAV 5: Documentos de aeronavegabilidad que demuestren aprobación RNAV 5:</p> <p>AFM, Revisión del AFM, suplemento al AFM, TCDS o POH.</p> <p>2. Para aeronaves en servicio cuya admisibilidad no puede ser determinada en base al AFM, suplemento al AFM, TCDS o POH:</p> <p>Carta del explotador solicitando evaluación del equipo de RNAV de la aeronave.</p>		
C	<p>Para aeronaves equipadas únicamente con INS o IRU: Límite de tiempo RNAV 5 y área de operación.</p> <p>Documentación que establezca el límite de tiempo RNAV y el área de operación o rutas para las cuales el sistema de navegación específico de la aeronave es apto (No aplicable para aeronave equipada con GPS).</p>		
D	<p>Programa de mantenimiento</p> <p>Documentos de referencia para aeronaves que disponen de prácticas de mantenimiento establecidas respecto al sistema RNAV o GPS autónomos y utilizados como medios primarios de navegación.</p>		
E	<p>Lista de Equipo Mínima (MEL) (únicamente para explotadores que operan con sujeción a una MEL):</p> <p>MEL que muestre los requerimientos del sistema RNAV o GPS</p>		

Anexo	Título del Anexo/documento	Indicación de inclusión por parte del explotador	Comentarios del Inspector
	autónomo.		
F	<p>3. Explotadores RAB 91: Métodos de instrucción: Instrucción en domicilio, centros de instrucción RAB 142 u otros cursos de instrucción, registros de cumplimiento del curso)</p> <p>4. Explotadores RAB 121 y/o 135: Programas de instrucción: Los explotadores proveerán a la AAC un programa de instrucción (inicial y periódico) para las tripulaciones de vuelo, despachadores y personal de mantenimiento.</p> <p>5. GPS autónomo: Cuando el explotador utilice un GPS autónomo para conducir operaciones RNAV 5, proveerá a la AAC un programa de instrucción inicial y periódico para las tripulaciones de vuelo, despachadores de vuelo, si corresponde y personal de mantenimiento.</p>		
G	<p>Políticas y procedimientos de operación</p> <p>3. Explotadores RAB 91: Manual de operaciones o secciones que se adjunten a la solicitud, correspondientes a los procedimientos y políticas de operación RNAV 5.</p> <p>4. Explotadores RAB 121 y/o 135: Manual de operaciones y listas de verificación.</p> <p>5. Utilización de GPS autónomo como medio primario de navegación: Manual de operaciones</p>		
H	<p>Retiro de la aprobación RNAV 5</p> <p>Indicación de la necesidad de realizar acciones de seguimiento después de los reportes de errores de navegación presentados y el potencial de que la autorización RNAV 5 sea retirada.</p>		
I	<p>Plan para el vuelo de validación: Solo si es requerido por la AAC</p>		

CONTENIDO DE LA APLICACIÓN A SER REMITIDA POR EL EXPLOTADOR

- _____ DOCUMENTACIÓN DE CUMPLIMIENTO RNAV 5 DE LAS AERONAVES/SISTEMAS DE NAVEGACIÓN
- _____ PROCEDIMIENTOS Y POLÍTICAS DE OPERACIÓN
- _____ SECCIONES DEL MANUAL DE MANTENIMIENTO RELACIONADAS AL SISTEMA RNAV O GPS AUTÓNOMO (si no ha sido previamente revisado)

Nota 1: Los documentos pueden ser agrupados en una sola carpeta o pueden ser remitidos como documentos individuales

INTENCIONALMENTE EN BLANCO

PARTE 4: CONTENIDO DE LA SOLICITUD DEL EXPLOTADOR PARA RNAV 5

#	Contenido de la solicitud del explotador para RNAV 5	Párrafos de referencia CA 91-002	En que Anexos/Documentos del explotador están ubicados los contenidos de la solicitud	Comentarios y/o recomendaciones del Inspector	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
1	Carta de solicitud del explotador Declaración de intención para obtener la autorización RNAV 5	Párrafo 9.1 b) 1) Apéndice 3, Párrafo e)			
2	Documentos de aeronavegabilidad para determinar la admisibilidad de las aeronaves Documentos de aeronavegabilidad que establezcan que la aeronave y el sistema de navegación han sido aprobados para RNAV 5.	Párrafos: 8.2 y 8.3			
3	Requisitos del sistema RNAV 5 Documentos que indiquen el equipo de la aeronave. 1. Un (1) sistema de navegación conformado por: <ul style="list-style-type: none"> • uno o varios de los siguientes sensores de navegación: VOR/DME, DME/DME, INS o IRS y GNSS; • un computador RNAV; • pantallas de control (CDU); y • pantalla(s) o instrumento(s) de 	Párrafo 8.5 b)			

#	Contenido de la solicitud del explotador para RNAV 5	Párrafos de referencia CA 91-002	En que Anexos/Documents del explotador están ubicados los contenidos de la solicitud	Comentarios y/o recomendaciones del Inspector	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
	navegación [p. ej., pantalla de navegación (ND), indicador de situación horizontal (HSI) o indicador de desviación con respecto al rumbo (CDI)].				
4	<p>Disponibilidad de los equipos convencionales de navegación a bordo de la aeronave cuando se utiliza el GPS autónomo</p> <p>Documentos que indiquen la disponibilidad de los equipos convencionales a bordo de la aeronave.</p> <p>Los equipos convencionales de navegación (p. ej., VOR, DME o el Radiogoniómetro automático (ADF)) deberán estar instalados y operativos para proporcionar un medio alternativo de navegación.</p>	Párrafos: 8.4 d) 1) (d) y 10.4 b) 2)			
5	<p>Instrucción</p> <p>3. Explotadores RAB 91: Métodos de instrucción: Los siguientes métodos son aceptables para estos explotadores: Instrucción en domicilio, centros de instrucción LAR 142 u otros cursos de instrucción.</p> <p>4. Explotadores RAB 121 o 135: Programas de instrucción: Los explotadores desarrollarán un programa de instrucción inicial y</p>	Párrafos: 8.7 e); 9.1 b) 6) y 12			

#	Contenido de la solicitud del explotador para RNAV 5	Párrafos de referencia CA 91-002	En que Anexos/Documentos del explotador están ubicados los contenidos de la solicitud	Comentarios y/o recomendaciones del Inspector	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
	<p>periódico para las tripulaciones de vuelo, despachadores de vuelo, si corresponde y personal de mantenimiento.</p> <p>5. GPS autónomo: Cuando el explotador utilice un GPS autónomo para conducir operaciones RNAV 5, desarrollará un programa de instrucción inicial y periódico para las tripulaciones de vuelo, despachadores de vuelo, si corresponde y personal de mantenimiento.</p>	Párrafo 8.4 d) 2)			
6	<p>Políticas y procedimientos de operación</p> <p>3. Explotadores RAB 91: Manual de operaciones o secciones que se adjunten a la solicitud, que documenten las políticas y procedimientos de operación RNAV 5.</p> <p>4. Explotadores RAB 121 y/o 135: Manual de operaciones y listas de verificación.</p> <p>5. Utilización de GPS autónomo como medio primario de navegación: Manual de operaciones</p>	<p>Párrafo 9.1 b) 2)</p> <p>Párrafo 10</p> <p>Párrafo 10. b)</p>			
7	<p>Prácticas de mantenimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> El explotador proveerá referencias de 	Párrafos: 8.7 d) y 9. b) 3)			

#	Contenido de la solicitud del explotador para RNAV 5	Párrafos de referencia CA 91-002	En que Anexos/Documents del explotador están ubicados los contenidos de la solicitud	Comentarios y/o recomendaciones del Inspector	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
	<p>los documentos de las aeronaves que disponen de prácticas de mantenimiento establecidas respecto al sistema RNAV o GPS autónomo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para nuevos sistemas RNAV o GPS autónomo instalado, el explotador proveerá prácticas de mantenimiento para revisión, si corresponden. 				
8	<p>Actualización de la Lista de equipo mínimo (MEL)</p> <p>Aplicable para explotadores que conducen operaciones según una MEL</p>	Párrafo 9. b) 5)			
9	<p>Aeronavegabilidad continuada</p>	Párrafo 8.7			
10	<p>Retiro de la autorización RNAV 5</p> <p>Indicación de la necesidad de realizar acciones de seguimiento después de los reportes de errores de navegación presentados y el potencial de que la autorización RNAV 5 sea retirada.</p>	Párrafo 11			

PARTE 5 – GUÍA PARA DETERMINAR LA ADMISIBILIDAD DE LAS AERONAVES RNAV 5

#	Temas	Párrafos de referencia CA 91-002	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones del Inspector	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
1	Requerimiento de un sistema RNAV	Párrafos: 6.1 c) y 8.5 b).			
2	Admisibilidad de las aeronaves a. Para aeronaves de fabricación que cumplen RNAV 5. b. Para aeronaves en servicio cuya admisibilidad no puede ser determinada en base al AFM o suplemento al AFM, TCDS o POH.	Párrafo 8.2 Párrafo 8.3			
3	Limitaciones de diseño y/o utilización de los sistemas de navegación	Párrafo 8.4			
3a	Sistemas de navegación inercial/Sistemas de referencia inercial (INS/IRS)	Párrafo 8.4 a)			
3b	Radiofaro omni-direccional VHF (VOR)	Párrafo 8.4 b)			
3c	Equipo radiotelemétrico (DME)	Párrafo 8.4 c)			
3d	Sistema mundial de navegación por satélite (GNSS) a. Sistema mundial de determinación de la posición (GPS) ➤ Sistema multisensor que incorpora GPS con integridad	Párrafo 8.4 d) Párrafo 8.4 d) 1)			

#	Temas	Párrafos de referencia CA 91-002	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones del Inspector	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
	provista por RAIM o por un medio equivalente ➤ GPS autónomo con RAIM que incluye las siguientes funciones adicionales: <ul style="list-style-type: none"> • Detección de saltos de la pseudodistancia; y • Comprobación del código de estado de salud del mensaje b. Equipos GPS autónomos	Párrafo 8.4 d) 2)			
4	Disponibilidad de los equipos convencionales de navegación cuando se utilice el GPS autónomo	Párrafo 10.4 b) 2)			
5	Requisitos del sistema RNAV 5 3.2 Precisión 3.3 Disponibilidad e integridad	Párrafo 8.5			
6	Requisitos funcionales del sistema RNAV 5 3.4 Funciones requeridas 3.5 Presentaciones de navegación RNAV 5	Párrafo 8.6			
7	Base de datos de navegación	Párrafos: 10.2 b) y 13			

PARTE 6 - PROCEDIMIENTOS BÁSICOS DE LOS PILOTOS PARA OPERACIONES RNAV 5

Temas	Párrafos de referencia CA 91-002	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
Procedimientos de operación	Párrafo 10			
Planificación del vuelo	Párrafo 10.1			
Verificar que la aeronave cuenta con aprobación para operaciones RNAV 5.	Párrafo 10.1 a) 1)			
Verificar que los equipos necesarios para operar RNAV 5 funcionan correctamente y no están degradados.	Párrafo 10.1 a) 2)			
Verificar que las ayudas de navegación basadas en el espacio o emplazadas en tierra necesarias para las operaciones RNAV 5, se encuentran disponibles.	Párrafo 10.1 a) 3)			
Revisar los procedimientos de contingencia.	Párrafo 10.1 a) 4)			
Indicar la aprobación para operaciones RNAV 5 anotando en la casilla 10 (equipo) del plan de vuelo de OACI, de acuerdo a lo definido en el Doc 7030 para estas operaciones.	Párrafo 10. c)			
Verificar la disponibilidad de la integridad RAIM del GPS para un vuelo previsto (ruta y duración), mediante el	Párrafo 10 b)			

Temas	Párrafos de referencia CA 91-002	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
uso de un programa de predicción basado en tierra o incorporado al sistema de a bordo de la aeronave, en los siguientes casos: <ul style="list-style-type: none"> • cuando cualquier satélite es programado para estar fuera de servicio; o • cuando más de un satélite es programado para estar fuera de servicio en caso de un equipo GPS que incorpora altitud barométrica. 				
El explotador no efectuará el despacho o la liberación de un vuelo en el caso de pérdida de predicción continua de la RAIM superior a 5 minutos para cualquier tramo de la ruta prevista. En este evento el vuelo puede ser demorado, cancelado o asignado a otra ruta en la cual pueden ser cumplidos los requerimientos RAIM.	Párrafo 10 b) 8)			
Procedimientos previos al vuelo en la aeronave				
Revisar registros y formularios, para asegurar que se han tomado las acciones de mantenimiento a fin de corregir defectos en el equipo.	Párrafo 10.2 a)			
Verificar la validez de la base de datos (Ciclo AIRAC vigente), si ésta se	Párrafo 10.2 b)			

Temas	Párrafos de referencia CA 91-002	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
encuentra instalada.				
<p>Verificar que la ruta corresponda con la autorización. Las tripulaciones de vuelo deberán verificar el plan de vuelo autorizado comparando las cartas u otros recursos aplicables con la presentación textual del sistema de navegación y la presentación en pantalla de la aeronave, considerando el nombre del WPT, secuencia, rumbo y distancia al próximo WPT y distancia total, si es aplicable. Si es requerido (NOTAM, AIP, cartas de navegación u otro recurso), la exclusión de las ayudas para la navegación específicas debería ser confirmada, con tal de evitar su inclusión en el cálculo de posición por parte del sistema de navegación de la aeronave.</p>	Párrafo 10.2 c)			
Procedimientos en ruta				
Verificar que los equipos requeridos para la operación RNAV 5 no se hayan degradado durante el vuelo	Párrafo 10.3 a) 1)			
Verificar que la ruta corresponda con la autorización.	Párrafo 10.3 a) 2)			
Comprobar que la precisión de la navegación de la aeronave sea la	Párrafo 10.3 a) 3)			

Temas	Párrafos de referencia CA 91-002	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
adecuada para operaciones RNAV 5, mediante verificaciones cruzadas pertinentes.				
Verificar que otras ayudas a la navegación (p. ej., VOR, DME y ADF) estén seleccionadas de tal manera que permitan una verificación cruzada o reversión inmediata en el evento de pérdida de la capacidad RNAV.	Párrafo 10.3 a) 4)			
Para la RNAV 5, los pilotos deben utilizar un indicador de desviación lateral, director de vuelo (FD) o piloto automático (AP) en modo de navegación lateral. Los pilotos pueden usar una presentación de pantalla como se describe en el Párrafo 8.6 b) sin un director de vuelo o piloto automático. Los pilotos de las aeronaves con presentación de pantalla de desviación lateral deben asegurarse de que la escala de desviación lateral es adecuada para la precisión de navegación relacionada con la ruta o el procedimiento (por ejemplo, deflexión máxima de ± 5 NM).	Párrafo 10.3 a) 5)			
Se espera que todos los pilotos mantengan el eje de la ruta, como lo representan los indicadores de desviación lateral y/o guía de vuelo de a bordo, durante todas las operaciones RNAV 5, a menos que estén	Párrafo 10.3 a) 6)			

Temas	Párrafos de referencia CA 91-002	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
<p>autorizados a desviarse por el ATC o en condiciones de emergencia. Para las operaciones normales el error/desviación lateral (la diferencia entre la trayectoria calculada por el sistema RNAV y la posición estimada de la aeronave con relación a aquella trayectoria, FTE) deberá limitarse a $\pm \frac{1}{2}$ de la precisión de navegación correspondiente al procedimiento o a la ruta (2.5 NM). Se permiten desviaciones pequeñas de este requisito (p. ej., pasarse o quedarse corto de la trayectoria) durante e inmediatamente después de un viraje en ruta hasta un máximo de una vez la navegación (5 NM).</p> <p>Nota.- Algunas aeronaves no presentan en pantalla ni calculan la trayectoria durante virajes. Los pilotos de estas aeronaves quizá no puedan observar el requisito de precisión de $\pm \frac{1}{2}$ durante los virajes en ruta, no obstante se espera que satisfagan los requisitos de interceptación después de los virajes y en los segmentos en línea recta.</p>				
Si el ATC emite una asignación de rumbo que ubica a la aeronave fuera de la ruta, el piloto no deberá modificar el plan de vuelo en el sistema RNAV,	Párrafo 10.3 a) 7)			

Temas	Párrafos de referencia CA 91-002	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
<p>hasta que se reciba una nueva autorización que permita a la aeronave retornar a la ruta o que el controlador confirme una nueva autorización. Cuando la aeronave no está en la ruta publicada, el requisito de precisión especificado no se aplica.</p>				
<p>Procedimientos de contingencia</p>	<p>Párrafo 10.4</p>			
<p>Una aeronave no debe ingresar o continuar las operaciones en espacio aéreo designado como RNAV 5, de conformidad con la autorización vigente del ATC, si debido a una falla o degradación, el sistema de navegación cae por debajo de los requisitos de RNAV 5, en este caso, el piloto obtendrá en cuanto sea posible una autorización enmendada.</p>	<p>Párrafo 10.4 a) 1)</p>			
<p>De acuerdo con las instrucciones del ATC, podrán continuarse las operaciones de conformidad con la autorización ATC vigente o, cuando no sea posible, podrá solicitarse una autorización revisada para volver a la navegación convencional VOR/DME</p>	<p>Párrafo 10.4 a) 2)</p>			
<p>En el evento de falla de comunicaciones, la tripulación de vuelo deberá continuar con el plan de vuelo, de acuerdo con los procedimientos de pérdida de comunicaciones publicados</p>	<p>Párrafo 10.4 a) 3)</p>			

Temas	Párrafos de referencia CA 91-002	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
En todos los casos, la tripulación de vuelo deberá seguir los procedimientos de contingencia establecidos para cada región de operación, y obtener una autorización del ATC tan pronto como sea posible.	Párrafo 10.4 a) 4)			
Procedimientos de contingencia en el evento de una pérdida de la capacidad de navegación con GPS autónomo	Párrafo 10.4 b)			
En caso de pérdida de la función RAIM.- La tripulación de vuelo podrá continuar la navegación con el equipo GPS. La tripulación debería intentar realizar verificaciones cruzadas de posición con la información suministrada por las ayudas a la navegación normalizadas de la OACI: VOR, DME y NDB, de tal manera que se confirme la existencia de un nivel de precisión requerido. En caso contrario, la tripulación deberá revertir a un medio alternativo de navegación	Párrafo 10.4 b) 1) (a)			
En el evento de una falla observada (incluyendo la falla de un satélite que impacte en la performance de los sistemas de navegación basados en el GPS), la tripulación de vuelo deberá revertir a un medio alternativo de	Párrafo 10.4 b) 1) (b)			

Temas	Párrafos de referencia CA 91-002	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
navegación				
En caso de excederse el límite de la alarma de la integridad.- La tripulación deberá revertir a un medio alternativo de navegación	Párrafo 10.4 b) 1) (c)			
Disponibilidad de los equipos de a bordo VOR, DME o ADF.- El explotador deberá tener instalada en la aeronave la capacidad de los equipos de a bordo VOR, DME o ADF de conformidad con las reglas de operación aplicables, tales como, los RAB 91, 121 y 135. Esta capacidad deberá estar disponible a lo largo de la ruta de vuelo prevista para asegurar la disponibilidad de medios alternos de navegación en el caso de falla del sistema GPS/RNAV	Párrafo 10.4 b) 2)			
Cualquier incidencia registrada en vuelo deberá ser notificada a la AAC en un plazo máximo de setenta y dos horas, salvo causa justificada.	Párrafo 10.4 c			

Sección 3 – Aprobación de operaciones RNAV 1 y RNAV 2

1. Introducción

1.1 El 1 de noviembre de 2000, las Autoridades Conjuntas de Aviación (JAA) Europeas publicaron el material guía transitorio No. 10 (TGL-10) - Aprobación de aeronavegabilidad y operacional para la navegación de área de precisión (P-RNAV).

1.2 Por su parte, el 7 de enero de 2005, la Administración Federal de Aviación (FAA) de los Estados Unidos publicó la AC 90-100 - Operaciones de navegación de área (RNAV) terminal y en ruta en los Estados Unidos. Esta AC fue cancelada y reemplazada por la AC 90-100A de fecha 01 de marzo de 2007.

1.3 Si bien estos dos documentos son similares en cuanto a requisitos funcionales, existen diferencias entre ellos.

1.4 Este capítulo es el resultado de la armonización de los criterios RNAV europeos y estadounidenses, en una sola especificación de OACI mencionada como RNAV 1 y 2.

2. Objetivo

Esta sección junto con el MIO, Parte II, Volumen III, Capítulo 5 - Proceso genérico para aprobaciones RNAV/RNP, proporcionan orientación y guía específica a los IOs, acerca de la planificación, conducción y evaluación del proceso de aprobación RNAV 1 y 2. Se incluye orientación sobre las consideraciones del proveedor de servicios de navegación aérea (ANSP) y sobre los aspectos de aeronavegabilidad, operaciones e instrucción.

3. Alcance

3.1 Para los sistemas actuales, el cumplimiento de la P-RNAV (TGL-10) y de la RNAV de los Estados Unidos (AC 90-100 de la FAA) asegura el cumplimiento automático de la especificación para la navegación de la OACI RNAV 1 y 2. Los explotadores que cumplen únicamente el TGL-10 o la AC 90-100 deberían remitirse al Párrafo 10 de esta sección para confirmar si sus sistemas cumplen automáticamente esta especificación. El cumplimiento de la RNAV 1 y 2 de la OACI mediante la utilización de cualquiera de los documentos indicados anteriormente hace que sean innecesarias más evaluaciones o documentación del AFM. Una aprobación operacional según la RNAV 1 y 2 de OACI permite que un explotador realice operaciones RNAV 1 y/o 2 en todo el mundo. Los requisitos de las aeronaves para la RNAV 1 y 2 son idénticos, mientras que algunos procedimientos de operación son diferentes.

3.2 La especificación para la navegación RNAV 1 y 2 se aplica a todas las rutas ATS, incluyendo las operaciones en ruta, salidas normalizadas por instrumentos (SID) y llegadas normalizadas por instrumentos (STAR). También se aplica a procedimientos de aproximación por instrumentos hasta el punto de referencia de aproximación final (FAP).

3.3 La especificación para la navegación RNAV 1 y 2 se ha elaborado fundamentalmente para operaciones RNAV en un entorno radar (para las SID, la cobertura radar se espera antes del primer cambio de rumbo RNAV). La especificación para la navegación RNP 1 básica está prevista para operaciones similares fuera de cobertura radar. Sin embargo, la RNAV 1 y RNAV 2 pueden utilizarse en un entorno no radar o por debajo de la altitud mínima de guía vectorial (MVA) si el Estado de implantación garantiza una seguridad operacional del sistema adecuada y responde por la falta de vigilancia y alerta de la performance.

3.4 Las rutas RNAV 1 y RNAV 2 se prevén para entornos de comunicaciones directas controlador-piloto.

3.5 Esta sección no trata de todos los requisitos que pueden especificarse para algunas operaciones en particular. Esos requisitos se especifican en otros documentos, tales como los reglamentos de operaciones, publicaciones de información aeronáutica (AIP) y los *Procedimientos*

suplementarios regionales (Doc 7030) de la OACI. Si bien la aprobación operacional está relacionada primordialmente con los requisitos de navegación del espacio aéreo, los explotadores y las tripulaciones de vuelo de todos modos están obligados a tener en cuenta todos los documentos operacionales relacionados con el espacio aéreo como lo requiere la autoridad competente del Estado, antes de realizar vuelos en ese espacio aéreo.

4. Consideraciones del proveedor de servicios de navegación aérea (ANSP)

4.1 Infraestructura de ayudas para la navegación

4.1.1 El diseño de las rutas debería tener en cuenta la performance de navegación, lo que puede lograrse con la infraestructura de ayudas para la navegación disponible y las capacidades funcionales requeridas en esta sección. Si bien los requisitos del equipo de navegación de la aeronave para RNAV 1 y RNAV 2 son idénticos, la infraestructura de ayudas para la navegación repercute en la performance que se puede lograr. La adaptación del equipo del usuario debería considerarse como un objetivo básico. La presente sección define los criterios de navegación de los siguientes sistemas: GNSS, DME/DME y DME/DME/IRU. El DME/DME/IRU permite que existan vacíos en la cobertura DME/DME debido a que una aeronave con un sistema de navegación IRU puede dar cobertura a la navegación a través de estos vacíos.

Nota.- Tomando como base la performance IRU evaluada, puede esperarse que el aumento del error de la posición después de la reversión a IRU sea inferior a 2 NM por 15 minutos.

4.1.2 Si la aeronave no está dotada de IRU, puede revertir a la navegación a estima. En esos casos será necesaria protección adicional de conformidad con los PANS-OPS (Doc 8168, Volumen II), para tener en cuenta el aumento de error. A la luz del *Plan mundial de navegación aérea* (Doc 9750), el GNSS debería ser autorizado toda vez que sea posible y deberían evitarse las limitaciones al uso de elementos específicos del sistema.

Nota 1.- Navegación a estima [Dead reckoning (DR) navigation].- Estimación o determinación de una posición futura a partir de una posición conocida, a base de dirección, tiempo y velocidad.

Nota2.- Los sistemas RNAV más modernos dan prioridad a la información del GNSS y después a la determinación de la posición DME/DME. Si bien la determinación de la posición VOR/DME generalmente se realiza en una computadora de gestión de vuelo cuando no existen criterios de determinación de la posición DME/DME, las variaciones de la aviónica y de la infraestructura plantean serios retos para la normalización. Por lo tanto, los criterios de este documento abarcan solamente GNSS, DME/DME y DME/DME/IRU. Esto no impide que se realicen operaciones con sistemas que utilizan también VOR, siempre que satisfagan los criterios indicados en los Párrafos 7 al 11 de esta sección

4.1.3 La infraestructura de ayudas para la navegación debería ser validada mediante modelos y la performance prevista debería ser evaluada y verificada adecuadamente mediante inspección en vuelo. En las evaluaciones se debería considerar la capacidad de las aeronaves descritas en esta sección. Por ejemplo, sólo se puede usar una señal DME si la aeronave está a una distancia de 3 NM y 160 NM de la instalación, a menos de 40 grados por encima del horizonte (vista desde la instalación) y si el ángulo de inclusión DME/DME está entre 30° y 150°. La evaluación de la infraestructura DME se simplifica cuando se usa una herramienta de selección que correlaciona con precisión la infraestructura de tierra y la performance de la aeronave, así como una representación precisa del terreno. El texto de orientación relativo a esta evaluación figura en los PANS-OPS (Doc 8168), Volumen II y en el *Manual sobre ensayo de radioayudas para la navegación* (Doc 8071).

4.1.4 Se considera que las señales DME satisfacen las tolerancias de precisión de señal en el espacio donde se reciben estas señales, independientemente del volumen de cobertura publicado. Se consideran como errores del receptor DME cuando la intensidad de campo está por debajo del mínimo requerido o cuando puede existir interferencia de canal común (co-channel) o adyacente (adjacent-channel). El ANSP debería identificar los errores que resultan de trayectos múltiples de la señal DME. Cuando existan esos errores y no sean aceptables para la operación, el ANSP podrá identificar esas ayudas para la navegación como no apropiadas para las aplicaciones RNAV 1 y RNAV 2 (para que la tripulación de vuelo inhiba estas ayudas para la navegación) o podrá no autorizar el uso de DME/DME o DME/DME/IRU. Cada componente de la infraestructura de ayudas para la navegación debe cumplir los requisitos de performance indicados en el Anexo 10 - *Comunicaciones aeronáuticas*. Las ayudas para la navegación que no cumplen los requisitos del Anexo 10 no deberían publicarse en las AIP del Estado. Si se miden diferencias de performance

importantes para una instalación DME publicada, podría ser necesario limitar al GNSS las operaciones RNAV 1 y RNAV 2 del espacio aéreo afectado.

4.1.5 Para una operación RNAV 1 ó 2, cuando se confía en el IRS, algunos sistemas de aeronave volverán a la navegación basada en VOR/DME antes de volver a la navegación inercial. El ANSP debe evaluar las repercusiones de la precisión radial del VOR cuando éste está a menos de 40 NM de la ruta y la infraestructura de ayudas para la navegación DME/DME es insuficiente, a fin de asegurar que esas repercusiones no afecten la precisión de la posición de la aeronave.

4.1.6 Los ANSP deberían asegurarse de que los explotadores de aeronaves equipadas con GNSS y, cuando corresponda, las aeronaves equipadas con un sistema de aumentación basado en satélites (SBAS), tengan acceso a medios para predecir la disponibilidad de la detección de fallas utilizando un sistema de aumentación basado en la aeronave (ABAS) [p. ej., la Vigilancia autónoma de la integridad en el receptor (RAIM)]. Este servicio de predicción pueden proveerlo el ANSP, los fabricantes de equipo de a bordo u otras entidades. Los servicios de predicción pueden ser para receptores que cumplen únicamente la performance mínima de la TSO o ser específicos del diseño del receptor. El servicio de predicción debería utilizar información sobre el estado de los satélites GNSS y debería usar un límite de alerta horizontal (HAL) apropiado para la operación (1 NM para RNAV 1 y 2 NM para RNAV 2). Las interrupciones del servicio deberían identificarse en el caso de una pérdida continua y predicha de detección de falla de ABAS de más de cinco minutos para cualquier parte de las operaciones RNAV 1 y RNAV 2. Si el servicio de predicción no está disponible temporalmente, los ANSP podrán permitir que se realicen operaciones RNAV 1 y RNAV 2, considerando las repercusiones operacionales de que las aeronaves notifiquen interrupciones en el servicio o el posible riesgo relacionado con una falla de satélite no detectada cuando la detección de fallas no está disponible.

4.1.7 Puesto que los sistemas RNAV DME/DME deben usar únicamente instalaciones DME indicadas en las AIP del Estado, el Estado debe indicar en la AIP las instalaciones que no son apropiadas para las operaciones RNAV 1 y RNAV 2, incluidas aquellas relacionadas con un ILS o MLS que utilizan una distancia desplazada.

Nota 1.- Los proveedores de bases de datos pueden excluir de la base de datos de navegación de la aeronave instalaciones DME específicas cuando las rutas RNAV estén dentro del alcance de recepción de estas instalaciones y cuando dichas instalaciones puedan tener efectos perjudiciales para la solución de navegación.

Nota 2.- Cuando ocurran restricciones temporarias, la publicación de las restricciones sobre el uso del DME debería hacerse utilizando un NOTAM para identificar la necesidad de excluir el DME.

4.2 Comunicaciones y vigilancia ATS

Cuando se confíe en el uso de radar para ayudar en los procedimientos de contingencia, su performance debería ser adecuada para ese fin, es decir, la cobertura radar, su precisión, continuidad y disponibilidad deberían ser adecuadas para asegurar la separación entre RNAV 1 y RNAV 2 en la estructura de rutas ATS y prever las posibilidades en los casos en que varias aeronaves no puedan lograr la performance de navegación prescrita en esta especificación para la navegación.

4.3 Margen de franqueamiento de obstáculos y espaciado entre rutas

4.3.1 En los PANS-OPS (Doc 8168, Volumen II), figura orientación sobre franqueamiento de obstáculos; se aplican los criterios generales de las Partes I y III.

4.3.2 Los Estados pueden prescribir una ruta ATS RNAV 1 o RNAV 2. El espaciado entre rutas para la RNAV 1 y RNAV 2 depende de la configuración de rutas, la densidad del tránsito y la capacidad de intervención. Hasta que se elaboren normas y procedimientos ATM específicos, las aplicaciones RNAV 1 y RNAV 2 pueden ponerse en práctica basándose en la vigilancia radar ATS.

4.4 Consideraciones adicionales

4.4.1 Para el diseño de procedimientos y la evaluación de infraestructura, se supone que los límites FTE normales de 0,5 NM (RNAV 1) y 1 NM (RNAV 2) definidos en los procedimientos de operación son valores de 95%.

4.4.2 Muchas aeronaves tienen la capacidad de volar por una trayectoria paralela, pero desplazada a la izquierda o a la derecha de la ruta activa original. El objetivo de esta función es habilitar desplazamientos para operaciones tácticas autorizadas por el ATC.

4.4.3 Muchas aeronaves tienen la capacidad de ejecutar una maniobra de circuito de espera utilizando su sistema RNAV. El objetivo de esta función es dar flexibilidad al ATC para diseñar operaciones RNAV.

4.4.4 La orientación de este capítulo no reemplaza los requisitos de operación del Estado aplicables al equipamiento.

4.5 Publicación

4.5.1 La AIP debería indicar claramente si la aplicación de navegación es RNAV 1 o RNAV 2. La ruta debería contar con perfiles de descenso normales e identificar los requisitos de altitud mínima de los segmentos. Los datos de navegación publicados en la AIP del Estado para las rutas y las correspondientes ayudas para la navegación deben cumplir los requisitos del Anexo 15 de la OACI. Todas las rutas deben estar basadas en las coordenadas WGS-84.

4.5.2 La infraestructura de ayudas para la navegación disponible debería estar claramente designada en todas las cartas pertinentes (por ejemplo, GNSS, DME/DME o DME/DME/IRU).

4.5.3 Toda instalación DME que sea crítica para operaciones RNAV 1 o RNAV 2 debería estar identificada en las publicaciones pertinentes.

5. Proceso de aprobación

5.1 Para que un explotador de transporte aéreo comercial reciba una autorización RNAV 1 y RNAV 2, éste deberá cumplir con dos tipos de aprobaciones:

- a) la aprobación de aeronavegabilidad que le incumbe al Estado de matrícula (Véase Artículo 31 al Convenio de Chicago y Párrafos 5.2.3 y 8.1.1 del Anexo 6 Parte I); y
- b) la aprobación operacional a cargo del Estado del explotador (Véase Párrafo 4.2.1 y Adjunto F del Anexo 6 Parte I).

5.2 Las RAB 121.995 (b) y 135.565 (c) exigen que las aeronaves estén autorizadas por el Estado de matrícula y que los explotadores estén autorizados por sus respectivos Estados (Estado del explotador) para llevar a cabo operaciones en las que se ha prescrito una especificación para la navegación RNAV 1 y RNAV 2.

5.3 Durante el proceso de aprobación para operaciones RNAV 1 y RNAV 2, los IOs deben seguir las cinco fases establecidas en el MIO, Parte II, Volumen III, Capítulo 5 - Proceso genérico para aprobaciones RNAV/RNP y considerar los requerimientos específicos de esta sección.

6. Migración a la RNAV 1 y RNAV 2

6.1 Las etapas que siguen identifican la vía de transición para la aprobación RNAV 1 y RNAV 2.

6.1.1 Explotador sin aprobación

Un explotador que desee volar en un espacio aéreo designado RNAV 1 o RNAV 2:

- a) Primero, demostrará la admisibilidad de la aeronave. Esto puede lograrse por medio de la documentación anterior que prueba el cumplimiento de los requisitos de esta especificación para la navegación (p. ej., cumplimiento de la AC 90-100A, TGL No. 10 o AC 90-100) y, segundo, demostrará las diferencias para lograr un medio aceptable de cumplimiento de RNAV 1 y RNAV 2. Una vez en posesión de las pruebas de admisibilidad de la aeronave, el explotador deberá obtener la aprobación operacional necesaria de la administración de su Estado que debería remitirse nuevamente a la documentación existente y a las adiciones que

satisfacen los criterios RNAV 1 o RNAV 2.

- b) Un explotador aprobado de conformidad con los criterios para las operaciones RNAV 1 y RNAV 2 es admisible para realizar operaciones en rutas RNAV 1 y RNAV 2 de los Estados Unidos de Norteamérica y en rutas P-RNAV europeas y no requiere ninguna otra aprobación.
- c) Un explotador que desea volar en un espacio aéreo designado para P-RNAV debería obtener una aprobación P-RNAV de conformidad con el TGL No. 10.

6.1.2 Explotador con aprobación P-RNAV

Un explotador que ya tiene una aprobación P-RNAV de conformidad con el TGL No. 10:

- a) es admisible para realizar operaciones en cualquier Estado en que las rutas estén basadas en TGL-10; y
- b) debe obtener una aprobación operacional, proporcionando pruebas de cumplimiento de conformidad con las adiciones respecto al TGL No. 10 sobre los criterios de la especificación para la navegación RNAV 1 y/o RNAV 2 a fin de volar en el espacio aéreo designado como RNAV 1 o RNAV 2. Esto debe realizarse mediante aprobación RNAV 1 y/o RNAV 2 utilizando la Tabla 3-1.

Tabla 3-1 - Requisitos adicionales para obtener una aprobación RNAV 1 y RNAV 2 basada en una aprobación TGL - 10

Explotador aprobado mediante el TGL-10	Necesita confirmar estas capacidades de performance para RNAV 1 y RNAV 2 de la OACI y CA 91-003 del SRVSOP	Nota
Si la aprobación incluye el uso de DME/VOR. (DME/VOR puede usarse como la única información para determinar la posición cuando esté explícitamente permitido)	RNAV 1 no acepta ninguna ruta basada en DME/VOR RNAV.	La performance del sistema RNAV debe basarse en GNSS, DME/DME, o DME/DME/IRU. Sin embargo, la información DME/VOR no debe estar inhibida ni se debe cancelar su selección.
Si la aprobación incluye el uso de DME/DME.	No se requiere ninguna medida si la performance del sistema RNAV satisface los criterios específicos del servicio de navegación indicados en el Párrafo 7.4.2 (DME/DME únicamente) ó en el Párrafo 7.4.3 (DME/DME/IRU).	El explotador puede pedir al fabricante o buscar en el sitio Web de la FAA la lista de sistemas que satisfacen los criterios (véase la nota de esta tabla).
Requisito específico SID RNAV para aeronaves con DME/DME	Guía RNAV disponible a más tardar a 500 ft por encima de la elevación del terreno (AFE) en procedimiento AC 90-100 Tipo B.	El explotador debería agregar estos procedimientos operacionales.
Si la aprobación incluye el uso de GNSS	No es necesaria ninguna medida.	
Nota. - http://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/avs/offices/afs/afs400/afs410/policy_guidance/		

6.1.3 Explotador con aprobación US-RNAV AC 90-100

Un explotador que ya tiene una aprobación de conformidad con la AC 90-100 de la FAA:

- a) es admisible para realizar operaciones en cualquier Estado en que las rutas estén basadas en la AC 90-100; y
- b) debe obtener una aprobación operacional, proporcionando pruebas de cumplimiento de conformidad con las adiciones respecto a la AC 90-100 sobre los criterios de la especificación para la navegación RNAV 1 y RNAV 2 a fin de volar en el espacio aéreo designado como RNAV 1 o RNAV 2. Esto debe realizarse mediante aprobación RNAV 1 y RNAV 2 utilizando la Tabla 3-2.

Nota.- En muchos casos, los fabricantes del equipo original (OEM) ya han evaluado la aeronavegabilidad de sus sistemas con respecto a las normas TGL No. 10 y AC 90-100 y pueden ofrecer pruebas de cumplimiento mediante cartas de servicio o declaraciones del AFM. Las diferencias operacionales se limitan a la base de datos de navegación que se obtiene de una fuente reconocida. De este modo, se reduce al mínimo la tarea reglamentaria de la migración de una aprobación a otra, evitándose invertir tiempo en una nueva investigación y en una evaluación costosa.

Tabla 3-2 - Requisitos adicionales para obtener una aprobación RNAV 1 y RNAV 2 basada en una aprobación AC 90-100

Explotador aprobado mediante AC 90-100	Necesita confirmar estas capacidades de performance para RNAV 1 y RNAV 2 de la OACI	Nota
Si la aprobación se basa en GNSS (TSO-C129).	De conformidad con TSO C129a/ETSO C129a se requiere de las funciones de detección de saltos de la pseudodistancia y comprobación del código de estado de salud del mensaje.	El explotador debería verificar si el receptor GPS instalado da apoyo a las funciones de detección de saltos de la pseudodistancia y a la comprobación del código de estado de salud del mensaje o cerciorarse si el receptor GPS está aprobado de conformidad con TSO C129a/ETSO C129a.
En el marco de la AC 90-100 no se requiere proceso de actualización de las bases de datos de navegación.	Los proveedores de datos y de datos de aviónica deben tener una carta de aceptación (LOA) de conformidad con el Párrafo 7.5 m).	El explotador debería preguntar al proveedor de datos acerca del estado del equipo RNAV.

6.1.4 Explotador con aprobación US-RNAV AC 90-100A

Un explotador que ya tiene una aprobación de conformidad con la AC 90-100A de la FAA no requiere ninguna otra aprobación.

6.2 Resumen de diferencias insignificantes entre RNAV 1, TGL-10 y AC 90-100

El Apéndice A de esta sección contiene una lista de diferencias insignificantes entre RNAV 1, TGL-10 y AC 90-100.

7. Aprobación de aeronavegabilidad

7.1 Admisibilidad de las aeronaves

La admisibilidad de las aeronaves debe determinarse demostrando el cumplimiento de conformidad con los criterios de aeronavegabilidad pertinentes, por ejemplo TGL No. 10 o AC 90-100 o AC 90-100A. El OEM o el titular de la aprobación de la instalación para la aeronave, por ejemplo el titular del STC, demostrarán el cumplimiento a su respectiva autoridad nacional de aeronavegabilidad (NAA) (p. ej., EASA, FAA) y la aprobación puede documentarse con la documentación del fabricante (p. ej., cartas de servicio). Las secciones del manual de vuelo de la

aeronave (AFM) no son obligatorias si el Estado acepta la documentación del fabricante.

7.2 Requisitos respecto a las aeronaves

7.2.1 Las operaciones RNAV 1 y RNAV 2 se basan en el uso de equipo RNAV que determina automáticamente la posición de la aeronave en el plano horizontal empleando información de los sensores de posición (sin prioridad específica) de los siguientes tipos:

- a) Sistema mundial de navegación por satélite (GNSS) de conformidad con TSO-C145 (), TSO-C146(), o TSO-C129() de la FAA. Los datos de determinación de la posición provenientes de otros tipos de sensores de navegación pueden integrarse con los datos GNSS siempre que los otros datos no causen errores de posición que excedan los requisitos de precisión del sistema total. El uso de equipo GNSS aprobado para TSO-C129() está limitado a aquellos sistemas que incluyen el mínimo de funciones especificadas en el Párrafo 7.5. Como mínimo, la integridad debería proveerla un sistema de aumentación basado en la aeronave. Además, el equipo TSO-C129 debería incluir las siguientes funciones adicionales:
 - 1) detección de saltos de la pseudodistancia;
 - 2) comprobación del código de estado de salud del mensaje;
- b) equipo RNAV DME/DME que cumple los criterios enumerados en el Párrafo 7.4.2; y
- c) equipo RNAV DME/DME/IRU que cumple los criterios enumerados en el Párrafo 7.4.3.

7.3 Performance, vigilancia y alerta del sistema

- a) *Precisión:* Durante las operaciones en el espacio aéreo o en rutas designadas como RNAV 1, el error lateral del sistema total no excederá de ± 1 NM para, por lo menos, el 95% del tiempo total de vuelo. El error a lo largo de la derrota tampoco excederá de ± 1 NM para, por lo menos, el 95% del tiempo total de vuelo. Durante las operaciones en el espacio aéreo o en rutas designadas como RNAV 2, el error lateral del sistema total no excederá de ± 2 NM para, por lo menos, el 95% del tiempo total de vuelo. El error a lo largo de la derrota tampoco excederá de ± 2 NM para, por lo menos, el 95% del tiempo total de vuelo.
- b) *Integridad:* El mal funcionamiento del equipo de navegación de la aeronave se clasifica como una condición de falla importante en virtud de los reglamentos de aeronavegabilidad (es decir, 10^{-5} por hora).
- c) *Continuidad:* La pérdida de función se clasifica como una condición de falla de menor importancia si el explotador puede revertir a un sistema de navegación diferente y dirigirse a un aeropuerto adecuado.
- d) *Señal en el espacio:* Durante las operaciones en el espacio aéreo o en rutas designadas como RNAV 1, si se usa GNSS, el equipo de navegación de la aeronave dará la alerta si la probabilidad de que los errores de señal en el espacio que causan un error de posición lateral superior a 2 NM excede de 10^{-7} por hora (Anexo 10, Volumen I, Tabla 3.7.2.4-1). Durante las operaciones en el espacio aéreo o en rutas designadas como RNAV 2, si se usa GNSS, el equipo de navegación de la aeronave dará la alerta si la probabilidad de que los errores de señal en el espacio que causan un error de posición lateral superior a 4 NM excede de 10^{-7} por hora (Anexo 10, Volumen I, Tabla 3.7.2.4-1).

7.4 Criterios para servicios de navegación específicos

7.4.1 Criterios para el GNSS

- a) Los sistemas que siguen cumplen los requisitos de precisión de estos criterios:
 - 1) aeronaves con sensor TSO-C129/C129a (Clase B o C) y los requisitos en un FMS TSO-C115b, instalado para uso IFR de conformidad con la AC 20-130A de la FAA;
 - 2) aeronaves con sensor TSO-C145() y los requisitos en un FMS TSO-C115B, instalado para uso IFR de conformidad con la AC 20-130A o AC 20-138A de la FAA;

- 3) aeronaves con TSO-C129/C129a Clase A1 (sin desviarse de la funcionalidad descrita en el Párrafo 7.5 de este documento), instalado para uso IFR de conformidad con la AC 20-138 o AC 20-138A de la FAA; y
 - 4) aeronaves con TSO-C146() (sin desviarse de la funcionalidad descrita en el Párrafo 7.5 de este documento), instalado para uso IFR de conformidad con la AC 20-138A.
- b) Para aprobaciones de rutas y/o aeronaves que requieren GNSS, si el sistema de navegación no alerta automáticamente a la tripulación de vuelo respecto a una pérdida de GNSS, el explotador debe elaborar procedimientos para verificar el funcionamiento correcto del GNSS.
- c) Los datos de posición provenientes de otros tipos de sensores de navegación pueden integrarse con los datos GNSS siempre que los otros datos no causen errores de posición que excedan la ponderación de errores del sistema total (TSE). De no ser así, debería preverse el medio de cancelar la selección de los otros tipos de sensor de navegación.

7.4.2 Criterios para el equipo radiotelemétrico (sistema RNAV DME/DME)

Párrafo	Criterios	Explicación
a)	La precisión se basa en las normas de performance de TSO-C66c	
b)	Sintonización y actualización de la posición de instalaciones DME	<p>El sistema RNAV DME/DME debe:</p> <ul style="list-style-type: none"> i) actualizar la posición a los 30 segundos, como mínimo, de sintonizar las instalaciones de navegación DME; ii) sintonizar automáticamente múltiples instalaciones DME; y iii) proporcionar actualización continua de la posición DME/DME. Si una tercera instalación DME o un segundo par estuvo disponible durante por lo menos los 30 segundos anteriores; no debe haber interrupción de la posición DME/DME cuando el sistema RNAV pasa de una estación/par DME a otra estación par DME.
c)	Utilización de instalaciones indicadas en las AIP de los Estados	<p>Los sistemas RNAV DME/DME deben usar únicamente instalaciones DME identificadas en las AIP del Estado. Los sistemas no deben usar instalaciones indicadas por el Estado como no apropiadas para operaciones RNAV 1 y/o RNAV 2 en la AIP ni instalaciones relacionadas con un ILS o MLS que usa un alcance desplazado. Esto puede lograrse:</p> <ul style="list-style-type: none"> i) excluyendo de la base de datos de navegación de la aeronave determinadas instalaciones DME que se sabe que tienen un efecto perjudicial en la solución de navegación, cuando las rutas RNAV están dentro de una distancia de recepción de estas instalaciones DME; ii) utilizando un sistema RNAV que efectúa verificaciones de razonabilidad para detectar errores de todas las instalaciones DME recibidas y excluya estas instalaciones de la solución respecto a la posición, cuando corresponda (por ejemplo, evitando sintonizar instalaciones DME de canal común cuando las señales en el espacio de las instalaciones DME se

Párrafo	Criterios	Explicación
		superponen). [Ver la orientación sobre ensayo de las verificaciones de razonabilidad que comienza en el Párrafo 7.4.2 I)].
d)	Ángulos relativos de las instalaciones DME	Cuando sea necesario generar una posición DME/DME, el sistema RNAV debe usar, como mínimo, instalaciones DME con un ángulo de inclusión relativo entre 30° y 150°.
e)	Sistema RNAV que usa instalaciones DME	<p>El sistema RNAV puede usar cualquier instalación DME válida que se pueda recibir (incluida en la AIP) independientemente de su emplazamiento. Una instalación DME válida:</p> <ul style="list-style-type: none"> i) difunde una señal precisa de identificación de la instalación; ii) satisface los requisitos mínimos de intensidad de campo; y iii) está protegida de la interferencia de otras señales DME, de conformidad con los requisitos de señales de canal común y de canal adyacente. <p>Cuando sea necesario generar una posición DME/DME, el sistema RNAV debe usar un DME de área terminal (poca altitud) y/o en ruta (gran altitud) disponible y válido en cualquier parte dentro de la siguiente región alrededor de la instalación DME:</p> <ul style="list-style-type: none"> i) a una distancia igual o superior a 3 NM de la instalación; y ii) a menos de 40° por encima del horizonte cuando se ve desde la instalación DME y hasta una distancia de 160 NM. <p>Nota.- Se acepta el uso de una figura de mérito en la aproximación de la cobertura operacional designada (DOC) de una instalación en particular, siempre que se tomen precauciones para asegurarse de que la figura de mérito esté codificada de manera que la aeronave use la instalación en cualquier lugar dentro de la DOC. No se requiere utilizar instalaciones DME relacionadas con el ILS o MLS.</p>
f)	No es requisito utilizar VOR, NDB, LOC, IRU o AHRS	No es requisito utilizar VOR (radiofaro omnidireccional VHF), LOC (localizador), NDB (radiofaro no direccional), IRU (unidad de referencia inercial) o AHRS (sistema de referencia de actitud y rumbo) durante el funcionamiento normal del sistema RNAV DME/DME.
g)	Error de estimación de la posición	<p>Cuando se emplee un mínimo de dos instalaciones DME que satisfacen los criterios del Párrafo 7.4.2 e) y ninguna otra instalación DME satisfaga esos criterios, el 95% del error de estimación de la posición debe ser mejor o igual a la siguiente ecuación:</p> $2\sigma_{DME/DME} \leq 2 \frac{\sqrt{(\sigma_{1,air}^2 + \sigma_{1,sis}^2) + (\sigma_{2,air}^2 + \sigma_{2,sis}^2)}}{\text{sen}(\alpha)}$ <p>Donde: $\sigma_{sis} = 0,05 \text{ NM}$ σ_{air} es MAX {0,085 NM, (0,125% de la distancia)} α ángulo de inclusión (30° a 150°)</p> <p>Nota.- Este requisito de performance lo satisface cualquier sistema de navegación</p>

Párrafo	Criterios	Explicación
		<p>que use dos estaciones DME simultáneamente, limite el ángulo de inclusión DME a entre 30° y 150° y use sensores DME que satisfacen los requisitos de precisión de TSO-C66c. Si el sistema RNAV usa instalaciones DME fuera de su cobertura operacional designada publicada, el error de señal en el espacio DME de instalaciones válidas puede suponerse que es $\sigma_{ground} = 0,05$ NM.</p>
h)	Prevenición de guía errónea de otras instalaciones	<p>El sistema RNAV debe asegurar que el uso de instalaciones fuera de su volumen de servicio (donde los requisitos mínimos de magnitud de campo, interferencia común o de canal adyacente quizá no se satisfacen) no produce guía errónea. Esto podría lograrse incluyendo una verificación de razonabilidad cuando se sintoniza al principio una instalación DME o excluyendo una instalación DME cuando hay un DME de canal común dentro del alcance óptico.</p>
i)	Prevenición de señales erróneas VOR en el espacio.	<p>El sistema RNAV puede usar VOR; sin embargo, el sistema RNAV debe asegurar que una señal en el espacio VOR errónea no afecte el error de posición cuando tiene cobertura DME/DME. Esto puede lograrse ponderando y/o vigilando la señal VOR con DME/DME para asegurar que los resultados de posición no son erróneos [por ejemplo, mediante verificaciones de razonabilidad (véase Párrafo 7.4.2 I)].</p>
j)	Seguridad de que los sistemas RNAV usan instalaciones en condiciones de servicio	<p>El sistema RNAV debe usar instalaciones DME en condiciones de servicio. Las instalaciones DME que los NOTAM mencionan como no disponibles (por ejemplo, mediante ensayos u otros tipos de mantenimiento) podrían responder a una interrogación de a bordo; por lo tanto, las instalaciones que no están en condiciones de funcionamiento no deben usarse. Un sistema RNAV puede excluir las instalaciones que no funcionan verificando la identificación o inhibiendo el uso de las instalaciones identificadas como tales.</p>
k)	Mitigaciones operacional	<p>Las medidas de mitigación operacional tales como la vigilancia de las fuentes de actualización de navegación del sistema RNAV por el piloto, la programación que requiere tiempo/cancelación de selección de varias estaciones DME, deberían realizarse antes de cualquier fase del vuelo que suponga una gran carga de trabajo o que sea crítica.</p> <p>Nota.- Cancelar la selección de las instalaciones indicadas como fuera de servicio en los NOTAM y/o la programación de DME definidos como "crítico" en la ruta es aceptable cuando esta medida de mitigación no requiere trabajo del piloto durante una fase crítica del vuelo. El requisito de programación no implica que el piloto deba completar manualmente la entrada de instalaciones DME que no están en la base de datos de navegación.</p>
l)	Verificaciones de razonabilidad	<p>Muchos sistemas RNAV realizan una verificación de razonabilidad de mediciones DME válidas. Las verificaciones de razonabilidad son muy eficaces para detectar los errores de bases de datos o la obtención errónea del sistema (tales como instalaciones DME de canales comunes) y típicamente son de dos clases:</p> <ul style="list-style-type: none"> i) las que usa el sistema RNAV después de obtener un nuevo DME, comparando la posición de la aeronave antes de usar el DME con la distancia de la aeronave a ese DME; y ii) las que usa continuamente el sistema RNAV, basadas en información redundante (por ejemplo, señales DME o datos

Párrafo	Criterios	Explicación
		<p>IRU adicionales).</p> <p>Requisitos generales. Las verificaciones de razonabilidad son para impedir que las ayudas para la navegación se usen para actualización de navegación en áreas en que los datos pueden crear errores respecto a los puntos de referencia de la posición obtenida por radio debido a interferencia de canales comunes, multicanales y verificación directa de señales. En lugar de usar el volumen de servicio publicado de la radioayuda para la navegación, el sistema de navegación debería hacer verificaciones que impidan el uso de ayudas para la navegación de frecuencia duplicada a distancia, ayudas para la navegación sobre el horizonte y ayudas para la navegación con geometría deficiente.</p> <p>Hipótesis. Las verificaciones de razonabilidad puede no ser válidas en las siguientes condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> i) una señal DME no sigue siendo válida debido a que era válida cuando se obtuvo; ii) puede no haber señales DME adicionales disponibles. El objetivo de esta especificación es dar apoyo a operaciones en que la infraestructura es mínima (por ejemplo, cuando en partes de la ruta hay únicamente dos DME disponibles). <p>Uso de condiciones extremas para probar la eficacia de la verificación. Cuando se usa una verificación de razonabilidad para satisfacer un requisito de estos criterios, la eficacia de la verificación debe someterse a prueba en condiciones de estrés o extrema. Por ejemplo, una señal DME que es válida cuando se obtiene y desaparece durante el ensayo (de modo similar a lo que ocurre cuando se somete a prueba una instalación) habiendo únicamente un DME de apoyo o dos señales de igual intensidad.</p>

7.4.3 Criterios para equipo radiotelemétrico (DME) y unidad de referencia inercial (IRU) (Sistema RNAV DME/DME/IRU)

Esta sección define la performance básica mínima del sistema RNAV DME/DME/IRU (o D/D/I). Los detalles de las normas de performance para la determinación de la posición DME/DME figuran en el Párrafo 7.4.2.

Párrafo	Criterios	Explicación
a)	La performance del sistema inercial debe satisfacer los criterios del Apéndice G del RAB 121 o equivalente (p. ej. US 14 CFR Part 121, Appendix G).	
b)	Se requiere capacidad de actualización automática de la posición desde la solución DME/DME.	<i>Nota.- Los explotadores/pilotos deberían dirigirse a los fabricantes para saber si se ha suprimido alguna indicación de navegación inercial después de la pérdida de la actualización por radio.</i>
c)	Puesto que los sistemas de algunas aeronaves revierten a la navegación	Un medio para alcanzar este objetivo es que los sistemas RNAV excluyan las

	<p>basada en VOR/DME antes de revertir a la navegación inercial, cuando el VOR está a más de 40 NM de la aeronave el efecto de la precisión del radial VOR no debe afectar a la precisión de la posición de la aeronave.</p>	<p>estaciones VOR que están a más de 40 NM de la aeronave.</p>
--	--	--

7.5 Requisitos funcionales - Presentaciones en pantalla y funciones de navegación

Párrafo	Requisitos funcionales	Explicación
a)	<p>Los datos de navegación, que incluyen indicación To/From e indicador de falla deben aparecer en una presentación de desviación lateral [CDI, (E)HSI] y/o en una presentación cartográfica. Estos deben usarse como instrumentos de vuelo primarios para la navegación, la anticipación de maniobras y la indicación de fallas/estado/integridad y deben cumplir los siguientes requisitos:</p>	<p>Presentación no numérica de desviación lateral [por ejemplo, CDI, (E)HSI], con una indicación To/From y una indicación de falla, para usarlos como instrumentos de vuelo primarios de la aeronave para navegación, anticipación de maniobras e indicación de falla / estado / integridad, con los cinco atributos siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) las presentaciones deben ser visibles y estar en el campo de visión principal del piloto ($\pm 15^\circ$ desde la línea de vista normal del piloto) cuando mire hacia adelante a lo largo de la trayectoria de vuelo; 2) la escala de la presentación de desviación lateral debería ser compatible con los límites de alerta e indicación, aplicables; 3) la presentación de desviación lateral debe tener también una deflexión máxima apropiada para la fase de vuelo en curso y debe estar basada en la precisión del sistema total requerida; 4) la escala de presentación debe quedar automáticamente establecida por lógica implícita (o por defecto o predeterminada) o según un valor obtenido de una base de datos de navegación. El valor de deflexión máxima debe ser conocido o estar disponible para presentarlo al piloto de forma que corresponda a los valores en ruta, de terminal o de aproximación; 5) la presentación de desviación lateral debe estar automáticamente controlada por la trayectoria RNAV programada. El selector de rumbo de la presentación de desviación debería estar automáticamente controlado por la trayectoria RNAV programada. <p>Como un medio alternativo, una presentación de mapa (cartográfica) debería ofrecer una funcionalidad equivalente a una presentación de desviación lateral como se describe en el Párrafo 7.5 a) desde 1) a 5), con las escalas cartográficas apropiadas (la escala la puede establecer manualmente el piloto) y la funcionalidad equivalente a una presentación de desviación lateral.</p> <p>Nota.- Varias aeronaves modernas admisibles para esta especificación utilizan una presentación cartográfica, un método aceptable para cumplir los requisitos mencionados.</p>

Párrafo	Requisitos funcionales	Explicación
b)	Todo equipo RNAV 1 o RNAV 2 debe tener obligatoriamente, como mínimo, las siguientes funciones:	<ol style="list-style-type: none"> 1) La capacidad de presentar continuamente al piloto a los mandos, en los instrumentos de vuelo primarios para la navegación (pantalla de navegación), la trayectoria RNAV deseada que se ha programado y la posición de la aeronave con relación a la trayectoria. Para las operaciones en que la tripulación mínima requerida es de dos pilotos, también deben presentarse los medios para que el piloto que no está a los mandos verifique la trayectoria deseada y la posición de la aeronave con relación a la trayectoria. 2) Una base de datos de navegación con datos vigentes oficialmente promulgados para la aviación civil, que puede ser actualizada de conformidad con el ciclo de reglamentación y control de información aeronáutica (AIRAC) y de la cual se pueden extraer rutas ATS y cargarlas en el sistema RNAV. La resolución de los datos almacenados debe ser suficiente para lograr que el error de definición de la trayectoria sea insignificante. La base de datos debe estar protegida para que el piloto no pueda modificar los datos almacenados. 3) El medio para presentar al piloto el período de validez de los datos de navegación. 4) El medio para extraer y presentar datos almacenados en la base de datos relacionados con cada punto de recorrido y cada ayuda para la navegación, a fin de que el piloto pueda verificar la ruta que se ha de seguir. 5) La capacidad de tomar de la base de datos y cargar en el sistema RNAV el segmento RNAV completo de la SID o la STAR que se ha de seguir. <p><i>Nota.- Debido a la variabilidad de los sistemas RNAV, este documento define el segmento RNAV desde la primera hasta la última vez que aparece un punto de recorrido, una derrota o un curso dado. No es necesario extraer de la base de datos los tramos de rumbo anteriores al primer punto de recorrido denominado o posterior al último punto de recorrido denominado.</i></p>
c)	El medio para presentar los siguientes elementos, sea en el campo de visión principal del piloto o en una página de presentación fácilmente accesible.	<ol style="list-style-type: none"> 1) El tipo de sensor de navegación activo; 2) la identificación del punto de recorrido activo (To); 3) la velocidad respecto al suelo (GS) o el tiempo hasta el punto de recorrido activo (To); y 4) la distancia y el rumbo al punto de recorrido activo (To).
d)	La capacidad de ejecutar	

Párrafo	Requisitos funcionales	Explicación
	una función “direct to”.	
e)	La capacidad de ordenamiento automático de tramos con visualización de las secuencias al piloto.	
f)	La capacidad de ejecutar rutas ATS extraídas de la base de datos de a bordo, incluida la capacidad de ejecutar virajes de sobrevuelo y de paso.	
g)	<p>La aeronave debe tener la capacidad de ejecutar automáticamente los tramos de transición y mantener derrotas conformes con las siguientes terminaciones de trayectorias 424 de ARINC o su equivalente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - punto de referencia inicial/Initial fix (IF) - curso hasta punto de referencia/Course to a fix (CF) - directo a punto de referencia/Direct to a fix (DF) - derrota a punto de referencia/Track to a fix (TF) 	<p>Nota 1.- Las terminaciones de trayectoria están definidas en la especificación ARINC 424 y su aplicación está descrita con más detalles en los documentos DO-236B y DO-201A de RTCA y ED-75B y ED-77 de EUROCAE.</p> <p>Nota 2.- Los valores numéricos de los cursos y las derrotas deben cargarse automáticamente tomándolos de la base de datos del sistema RNAV.</p>
h)	La aeronave debe tener la capacidad de ejecutar automáticamente los tramos de transición compatibles con las siguientes terminaciones de trayectoria: rumbo de una aeronave hasta una altitud/heading to an altitud (VA), rumbo de una aeronave hasta una terminación manual/heading to a manual termination (VM) y rumbo de aeronave hasta una	

Párrafo	Requisitos funcionales	Explicación
	interceptación/heading to an intercept (VI) de ARINC 424, o debe ser posible poder manejarlas manualmente para interceptar un curso o ir directamente a otro punto de referencia después de alcanzar la altitud especificada para un procedimiento.	
i)	La aeronave debe tener la capacidad de ejecutar automáticamente los tramos de transición compatibles con las siguientes terminaciones de trayectoria ARINC 424: Curso hasta una altitud/Course to an altitud (CA) y curso desde un punto de referencia hasta una terminación manual/Course from a fix to a manual termination (FM), o el sistema RNAV debe permitir que el piloto designe fácilmente un punto de recorrido (WPT) y seleccione un curso deseado hacia o desde un punto de recorrido designado.	
j)	La capacidad de cargar en el sistema RNAV una ruta ATS RNAV tomándola de la base de datos, por nombre de la ruta, es una función recomendada. Sin embargo, si se ingresa todo o parte de la ruta RNAV (no SID o STAR) por medio de la entrada manual de puntos de recorrido tomados de la base de datos de navegación, las trayectorias entre un punto de recorrido ingresado manualmente y los puntos de recorrido	

Párrafo	Requisitos funcionales	Explicación
	anterior y siguiente deben seguirse del mismo modo que un tramo TF en el espacio aéreo terminal.	
k)	La capacidad de presentar una indicación de falla del sistema RNAV, incluidos los sensores correspondientes, en el campo de visión principal del piloto.	
l)	Para los sistemas multisensor, la capacidad de reversión automática a un sensor RNAV alternativo si fallara el sensor RNAV primario. Esto no excluye prever un medio de selección manual de la fuente de navegación.	
m)	Integridad de la base de datos	Los proveedores de bases de datos de navegación deberían cumplir con lo previsto en el documento DO 200A de RTCA/ED 76 de EUROCAE, Standards for Processing Aeronautical Data (véase Párrafo 11). Una carta de aceptación (LOA) expedida por la autoridad de reglamentación competente para cada uno de los participantes en la cadena de datos demuestra el cumplimiento de este requisito. Las discrepancias que invalidan una ruta deben notificarse al proveedor de la base de datos de navegación y las rutas afectadas deben quedar prohibidas mediante notificación del explotador a la tripulación de vuelo. Los explotadores de aeronaves deberían considerar la necesidad de realizar verificaciones periódicas de las bases de datos de navegación en servicio a fin de cumplir los requisitos vigentes del sistema de control de calidad.

7.6 Aeronavegabilidad continuada

- a) Los explotadores de aeronaves aprobadas para realizar operaciones RNAV 1 y RNAV 2, deben asegurar la continuidad de la capacidad técnica de ellas para satisfacer los requisitos técnicos establecidos en esta sección.
- b) Cada explotador que solicite una aprobación operacional RNAV 1 y RNAV 2, deberá presentar a la AAC del Estado de matrícula un programa de mantenimiento e inspección que incluya todos aquellos requisitos de mantenimiento necesarios para asegurar que los sistemas de navegación sigan cumpliendo el criterio de aprobación RNAV 1 y RNAV 2.
- c) Los siguientes documentos de mantenimiento deben ser revisados, según corresponda, para incorporar los aspectos RNAV 1 y RNAV 2:
 - 1) Manual de control de mantenimiento (MCM);

- 2) Catálogos ilustrados de partes (IPC); y
 - 3) Programa de mantenimiento.
- d) El programa de mantenimiento aprobado para las aeronaves afectadas debe incluir las prácticas de mantenimiento que se indican en los correspondientes manuales de mantenimiento del fabricante de la aeronave y de sus componentes y debe considerar:
- 1) que los equipos involucrados en la operación RNAV 1 y RNAV 2 deben mantenerse de acuerdo con las instrucciones del fabricante de los componentes;
 - 2) que cualquier modificación o cambio del sistema de navegación que afecte de cualquier forma a la aprobación RNAV 1 y RNAV 2 inicial, debe ser objeto de comunicación y revisión por la AAC para su aceptación o aprobación de dichos cambios previo a su aplicación; y
 - 3) que cualquier reparación que no se incluya en la documentación aprobada/aceptada de mantenimiento y que pueda afectar a la integridad de la performance de navegación, debe ser objeto de comunicación a la AAC para su aceptación o aprobación de las mismas.
- e) Dentro de la documentación relativa al mantenimiento RNP, se debe presentar el programa de instrucción del personal de mantenimiento, que entre otros aspectos, debe contemplar:
- f) concepto PBN;
 - g) aplicación de la RNAV 1 y RNAV 2;
 - h) equipos involucrados en una operación RNAV 1 y RNAV 2; y
 - i) utilización de la MEL.

8. Aprobación operacional

8.1 Requisitos reglamentarios

8.1.1 La aprobación de aeronavegabilidad por sí sola no autoriza a un solicitante o explotador a realizar operaciones RNV 1 y RNAV 2. Además de la aprobación de aeronavegabilidad, el solicitante o explotador debe obtener una aprobación operacional para confirmar la adecuación de los procedimientos normales y de contingencia respecto a la instalación del equipo particular.

8.1.2 En transporte aéreo comercial, la evaluación de una solicitud para una aprobación operacional RNAV 1 y RNAV 2 es realizada por el Estado del explotador según las reglas de operación vigentes (p. ej., RAB 121.995 (b) y RAB 135.565 (c) o equivalentes) apoyadas por los criterios descritos en esta CA.

8.1.3 Para la aviación general, la evaluación de una solicitud para una aprobación operacional RNAV 1 y RNAV 2 es realizada por el Estado de matrícula según las reglas de operación vigentes. (p. ej., RAB 91.1015 y RAB 91.1640 o equivalentes) apoyadas por los criterios establecidos en esta CA.

8.2 Requisitos para obtener la aprobación operacional

8.2.1 Para obtener la autorización RNAV 1 y RNAV 2, el solicitante o explotador cumplirá los siguientes pasos considerando los criterios establecidos en este párrafo y en los Párrafos 5 al 11:

- a) *Aprobación de aeronavegabilidad.*- Las aeronaves deberán contar con las correspondientes aprobaciones de aeronavegabilidad según lo establecido en el Párrafo 7 de esta sección.
- b) *Documentación.*- El explotador presentará a la ACC la siguiente documentación:
 - 1) *La solicitud para la aprobación operacional RNAV 1 y RNAV 2;*
 - 2) *Descripción del equipo de la aeronave.*- El explotador proveerá una lista de configuración que detalle los componentes pertinentes y el equipo que va a ser utilizado

en las operaciones RNAV 1 y RNAV 2. La lista deberá incluir cada fabricante, modelo y versión del equipo GNSS, DME/DME, DME/DME/IRU y del software del FMS instalado.

- 3) *Documentos de aeronavegabilidad relativos a la admisibilidad de las aeronaves.*- El explotador presentará documentación pertinente, aceptable para la AAC, que permita establecer que la aeronave está equipada con sistemas RNAV que satisfacen los requisitos RNAV 1 y RNAV 2, según lo descrito en el Párrafo 7 de esta CA. Por ejemplo, el explotador presentará las partes del AFM o del suplemento del AFM donde se incluye la declaración de aeronavegabilidad.
 - 4) *Programa de instrucción para la tripulación de vuelo y despachadores de vuelo (DV).*-
 - (a) Los explotadores comerciales (p. ej., explotadores RAB 121 y RAB 135) presentarán a la ACC los currículos de instrucción RNAV 1 y RNAV 2 para demostrar que los procedimientos y prácticas operacionales y los aspectos de adiestramiento descritos en el Párrafo 10 han sido incorporados en los programas de instrucción inicial, de promoción o periódicos para la tripulación de vuelo y DV.

Nota.- No se requiere establecer un programa de instrucción separado si la instrucción sobre RNAV 1 y RNAV 2 identificada en el Párrafo 10, ya ha sido integrada en el programa de instrucción del explotador. Sin embargo, debe ser posible identificar cuales aspectos RNAV son cubiertos dentro de un programa de instrucción.
 - (b) Los explotadores privados (p. ej., explotadores RAB 91) deben estar familiarizados y demostrar que realizarán sus operaciones aplicando las prácticas y procedimientos identificados en el Párrafo 10.
 - 5) *Manual de operaciones y listas de verificación*
 - (a) Los explotadores comerciales (p. ej., explotadores RAB 121 y 135) deben revisar el manual de operaciones (OM) y las listas de verificación para incluir la información y guía sobre los procedimientos de operación detallados en el Párrafo 9 de esta sección. Los manuales apropiados deben contener las instrucciones de operación de los equipos de navegación y los procedimientos de contingencia. Los manuales y las listas de verificación deben ser presentadas para revisión como adjuntos de la solicitud formal en la Fase dos del proceso de aprobación.
 - (b) Los explotadores privados (p. ej., explotadores RAB 91) deben operar sus aeronaves utilizando las prácticas y procedimientos identificados en el Párrafo 9 de esta sección.
 - 6) *Lista de equipo mínimo (MEL).*- El explotador remitirá para aprobación de la AAC, cualquier revisión a la MEL, necesaria para la realización de las operaciones RNAV 1 y RNAV 2. Si se otorga una aprobación operacional RNAV 1 y RNAV 2 en base a un procedimiento operacional específico, los explotadores deben modificar la MEL y especificar las condiciones de despacho requeridas.
 - 7) *Mantenimiento.*- El explotador presentará para aprobación un programa de mantenimiento para llevar a cabo las operaciones RNAV 1 y RNAV 2.
 - 8) *Programa de instrucción para el personal de mantenimiento.*- Los explotadores remitirán los currículos de instrucción correspondientes al personal de mantenimiento de conformidad con el Párrafo 7.6 e).
 - 9) *Programa de validación de datos de navegación.*- El explotador presentará los detalles del programa de validación de los datos de navegación según el Apéndice 4 de la CA 91-003 de la DGAC – Aprobación de aeronaves y explotadores para operaciones RNAV 1 y RNAV 2.
- c) *Programación de la instrucción.*- Una vez aceptadas o aprobadas las enmiendas a los manuales, programas y documentos remitidos, el explotador impartirá la instrucción requerida a su personal.

- d) *Vuelo de validación.*- La AAC podrá estimar conveniente la realización de un vuelo de validación antes de conceder la aprobación operacional. La validación se realizará de acuerdo con los criterios y procedimientos establecidos en el Capítulo 11 - Pruebas de validación del Volumen II, Parte II de este manual.

8.3 *Emisión de la autorización para realizar operaciones RNAV 1 y RNAV 2.*- Una vez que el explotador ha finalizado con éxito el proceso de aprobación operacional, la AAC emitirá al explotador la autorización para que realice operaciones RNAV 1 y RNAV 2.

- 3) Explotadores RAB 121 y/o 135.- Para explotadores RAB 121 y/o RAB 135, la AAC emitirá las correspondientes especificaciones relativas a las operaciones (OpSpecs) que reflejarán la autorización RNAV 1 y RNAV 2.
- 4) *Explotadores RAB 91.*- Para explotadores RAB 91, la AAC emitirá una carta de autorización (LOA).

9. Procedimientos de operación

9.1 Planificación previa a los vuelos

- a) Los explotadores y pilotos que prevean realizar operaciones en rutas RNAV 1 y RNAV 2 deberían presentar los sufijos pertinentes de los planes de vuelo.
- b) La base de datos de navegación de a bordo debe estar vigente y ser apropiada para la región en que se realizarán las operaciones previstas y debe incluir las ayudas para la navegación, los puntos de recorrido y las rutas ATS codificadas pertinentes para salida, llegada y aeródromos de alternativa.

Nota.- Las bases de datos de navegación deben estar vigentes durante todo el vuelo. Si el ciclo AIRAC debe cambiar durante el vuelo, los explotadores y los pilotos deberían establecer procedimientos para asegurar la precisión de los datos de navegación y que las instalaciones de navegación utilizadas sean adecuadas para definir las rutas y los procedimientos para el vuelo.

- c) La disponibilidad de la infraestructura de ayudas para la navegación requeridas para las rutas previstas, incluida toda contingencia no-RNAV, debe ser confirmada para el período de las operaciones previstas utilizando toda la información disponible. Puesto que el Anexo 10, Volumen I, requiere integridad GNSS (señal RAIM o SBAS), cuando corresponda también debería determinarse la disponibilidad de estas señales. Para las aeronaves que vuelan con receptores SBAS (todas TSO-C145/C146), los explotadores deberían verificar la disponibilidad de GPS RAIM en las zonas en que la señal SBAS no esté disponible.
- d) *Disponibilidad del sistema de aumentación basado en la aeronave (ABAS)*
 - 1) Los niveles RAIM requeridos para RNAV 1 y RNAV 2 pueden verificarse sea por medio de NOTAM (cuando están disponibles) o de servicios de predicción. La autoridad competente puede proporcionar orientación específica sobre cómo cumplir este requisito (por ejemplo, si hay suficientes satélites disponibles, quizá no sea necesaria una predicción). Los explotadores deberían estar familiarizados con la información de predicción disponible para la ruta prevista.
 - 2) La predicción de disponibilidad RAIM debería tener en cuenta los últimos NOTAM de la constelación GPS y el modelo de aviónica (cuando estén disponibles). El servicio pueden proporcionarlo el ANSP, el fabricante de aviónica u otras entidades y puede obtenerse por medio de la capacidad de predicción RAIM de un receptor de a bordo.
 - 3) En el caso de una pérdida predicha y continua del nivel apropiado de detección de fallas de más de cinco minutos para cualquier parte de la operación RNAV 1 o RNAV 2, la planificación del vuelo debería revisarse (por ejemplo, retardando la salida o planificando un procedimiento de salida diferente).
 - 4) El programa de predicción de disponibilidad RAIM no garantiza el servicio, más bien es una herramienta para evaluar la capacidad prevista de satisfacer la performance de

navegación requerida. Debido a la falla no prevista de algunos elementos GNSS, los pilotos/ANSP deben darse cuenta de que la función RAIM o la navegación GPS debe haberse perdido completamente mientras se estaba en el aire, lo que puede exigir la reversión a un medio de navegación alternativo. Por lo tanto, los pilotos deberían evaluar su capacidad de navegar (posiblemente a un destino de alternativa) en caso de falla de la navegación GPS.

e) *Disponibilidad del equipo radiotelemétrico (DME)*

- 1) Para la navegación basada en DME, se deberían verificar los NOTAM para cerciorarse de la condición de los DME críticos. Los pilotos deberían evaluar sus capacidades para navegar (posiblemente a un destino de alternativa) en caso de falla de un DME crítico mientras se está en el aire.

9.2 Procedimientos generales de operación

- a) El piloto debería seguir las instrucciones o los procedimientos indicados por el fabricante como necesarios para cumplir los requisitos de performance de este capítulo.
- b) Los explotadores y los pilotos no deberían solicitar ni presentar rutas RNAV 1 o RNAV 2 a menos que satisfagan todos los criterios indicados en los documentos pertinentes del Estado. Si una aeronave que no satisface estos criterios recibe una autorización del ATC para volar por una ruta RNAV, el piloto debe avisar al ATC que no puede aceptar la autorización y debe solicitar otras instrucciones.
- c) Durante la inicialización del sistema, los pilotos deben confirmar que la base de datos de navegación está vigente y verificar si la posición de la aeronave se ha entrado correctamente. Los pilotos deben verificar si la ruta ATC asignada ha sido ingresada correctamente cuando se recibió la autorización original y en caso de un cambio de ruta ulterior. Los pilotos deben asegurarse de que la secuencia de los puntos de recorrido representados en el sistema de navegación coincide con la ruta representada en las cartas correspondientes y la ruta asignada.
- d) Los pilotos no deben realizar una SID o STAR RNAV 1 o RNAV 2 a menos que se pueda tener acceso a ella en la base de datos de navegación por nombre de la ruta y sea conforme a la ruta publicada. Sin embargo, la ruta podrá ser modificada ulteriormente insertando o suprimiendo puntos de recorrido específicos en respuesta a las autorizaciones del ATC. La entrada manual, o la creación de nuevos puntos de recorrido entrando manualmente valores de latitud y longitud o rho/theta no se permite. Además, los pilotos no deben cambiar ningún tipo de punto de recorrido de paso a de sobrevuelo o viceversa, de una SID o STAR RNAV de la base de datos.
- e) Cuando sea posible, las rutas RNAV 1 y RNAV 2 del campo en ruta debería extraerse de la base de datos en su totalidad, en vez de cargar en el plan de vuelo puntos de recorrido tomados de la base de datos. Sin embargo, se permite seleccionar puntos de referencia/puntos de recorrido denominados de la base de datos de navegación e insertarlos, siempre que se incluyan todos los puntos de recorrido de la ruta publicada por los que se ha de pasar. Además, la ruta podrá modificarse ulteriormente mediante la inserción o supresión de puntos de recorrido específicos en respuesta a las autorizaciones del ATC. La creación de nuevos puntos de recorrido mediante la entrada manual de valores de latitud y longitud o rho/theta no se permite.
- f) Las tripulaciones de vuelo deberían verificar el plan de vuelo autorizado comparando las cartas u otros recursos aplicables con la presentación textual del sistema de navegación y la presentación cartográfica de la aeronave, si es aplicable. Si es obligatoria, debería confirmarse la exclusión de las ayudas para la navegación específicas.

Nota.- Los pilotos quizá observen una pequeña diferencia entre la información de navegación que figura en la carta y la presentación de navegación primaria. Las diferencias de tres grados o menos pueden ser el resultado de la aplicación de la variación magnética del fabricante del equipo y son operacionalmente aceptables.

- g) Durante el vuelo, cuando sea factible, la tripulación de vuelo debería usar los datos disponibles

de las ayudas para la navegación basadas en tierra para confirmar la razonabilidad de navegación.

- h) Para las rutas RNAV 2, los pilotos deberían usar un indicador de desviación lateral, director de vuelo o piloto automático en modo de navegación lateral. Los pilotos pueden usar una presentación cartográfica con funcionalidad equivalente como indicador de desviación lateral, según se describe en 3.3.3.3 a) (1-5), sin director de vuelo o piloto automático.
- i) Para las rutas RNAV 1, los pilotos deben usar un indicador de desviación lateral, director de vuelo o piloto automático en modo de navegación lateral.
- j) Los pilotos de las aeronaves con presentación de desviación lateral deben asegurarse de que la escala de desviación lateral es adecuada para la precisión de navegación relacionada con la ruta/procedimiento (por ejemplo, deflexión máxima: ± 1 NM para RNAV 1, ± 2 NM para RNAV 2, o ± 5 NM para equipo TSO-C129() en rutas RNAV 2).
- k) Se espera que todos los pilotos mantengan el eje de la ruta, como lo representan los indicadores de desviación lateral y/o guía de vuelo de a bordo durante todas las operaciones RNAV descritas en este manual, a menos que estén autorizados a desviarse por el ATC o en condiciones de emergencia. Para las operaciones normales, el error/desviación lateral (la diferencia entre la trayectoria calculada por el sistema RNAV y la posición de la aeronave con relación a trayectoria, es decir FTE) debería limitarse a $\pm 1/2$ de la precisión de navegación correspondiente al procedimiento o la ruta (es decir, 0,5 NM para RNAV 1, 1,0 NM para RNAV 2). Las desviaciones breves de esta norma (por ejemplo, recorrer una distancia demasiado larga o demasiado corta) durante o inmediatamente después de un viraje en un procedimiento/ruta, están permitidas hasta un máximo igual a la precisión de navegación (es decir, 1,0 NM para RNAV 1, 2,0 NM para RNAV 2).

Nota.- Algunas aeronaves no presentan en pantalla ni calculan la trayectoria durante los virajes; por lo tanto, los pilotos de estas aeronaves quizá no puedan observar la norma de $\pm 1/2$ de precisión de navegación lateral durante los virajes en los procedimientos/rutas, pero de todos modos se espera que cumplan la norma durante las interceptaciones después de los virajes y en los segmentos en línea recta.

- l) Si el ATS asigna un rumbo sacando la aeronave de una ruta, el piloto no debería modificar el plan de vuelo en el sistema RNAV hasta que reciba la autorización de volver a la ruta o que el controlador confirme la autorización para una nueva ruta. Cuando la aeronave no está en la ruta publicada, el requisito de precisión especificado no se aplica.
- m) La selección manual de las funciones para limitar la inclinación lateral de la aeronave puede reducir la capacidad de la aeronave para mantener su derrota, por lo que no se recomienda. Los pilotos deberían reconocer que las funciones que se seleccionan manualmente para limitar la inclinación lateral de la aeronave pueden reducir la capacidad para satisfacer la trayectoria esperada por el ATC, especialmente cuando se ejecutan virajes con un ángulo grande. Esto no debería interpretarse como la obligación de desviarse de los procedimientos del manual de vuelo del avión; más bien, cabe alentar a los pilotos para que limiten la selección de esas funciones a los procedimientos aceptados.

9.3 Requisitos específicos para SID RNAV

- a) Antes de iniciar el despegue, el piloto debe verificar si el sistema RNAV de la aeronave está disponible, funcionando correctamente y si están cargados los datos correctos del aeropuerto y la pista. Antes del vuelo, los pilotos deben verificar si el sistema de navegación de sus aeronaves está funcionando bien y si la pista y el procedimiento de salida correctos (y también toda transición en ruta aplicable) se han ingresado y están adecuadamente representados. Los pilotos a quienes se les ha asignado un procedimiento de salida RNAV y ulteriormente reciben un cambio de pista, procedimiento o transición deben verificar si se han efectuado los cambios apropiados y si éstos están disponibles para la navegación antes del despegue. Se recomienda hacer una verificación final poco antes del despegue para cerciorarse de que se ha ingresado la pista apropiada y que la representación de la ruta es correcta.
- b) *Altitud de accionamiento RNAV.* El piloto debe poder usar el equipo RNAV para seguir la guía

de vuelo para RNAV lateral a los 153 m (500 ft), a más tardar, por encima de la elevación del aeropuerto. La altitud a la que comienza la guía RNAV en una ruta dada puede ser más elevada [por ejemplo, ascienda a 304 m (1 000 ft) y después directo a].

- c) Los pilotos deben usar un método autorizado (indicador de desviación lateral/presentación cartográfica en pantalla/director de vuelo/piloto automático) a fin de lograr un nivel de performance apropiado para RNAV 1.
- d) *Aeronaves con DME/DME.* Los pilotos de aeronaves que no están equipadas con GPS y usan sensores DME/DME sin información IRU, no pueden usar su sistema RNAV hasta que la aeronave haya entrado a una cobertura DME adecuada. El proveedor de servicios de navegación aérea (ANSP) garantizará que en cada SID RNAV (DME/DME) se disponga de cobertura DME adecuada a una altitud aceptable. Los tramos iniciales de la SID pueden definirse basados en el rumbo.
- e) *Aeronaves con DME/DME/IRU (D/D/I).* Los pilotos de aeronaves que no están equipadas con GPS y que usan sistemas RNAV DME/DME con una IRU (DME/DME/IRU), deberían asegurarse de que está confirmada la posición del sistema de navegación de la aeronave dentro de los 304 m (1 000 ft) (0,17 NM) de una posición conocida, en el punto en que comienza el balanceo de despegue. Generalmente, esto se logra usando una función de actualización automática o manual de la pista. También puede usarse una presentación cartográfica para confirmar la posición de la aeronave, si los procedimientos del piloto y la resolución de la pantalla permiten cumplir el requisito de tolerancia de 304 m (1 000 ft).

Nota.- Basándose en la performance IRU evaluada, puede esperarse que el aumento del error de posición después de revertir a la IRU sea inferior a 2 NM por 15 minutos.

- f) *Aeronaves con GNSS.* Cuando se usa GNSS, la señal debe obtenerse antes de que comience el balanceo de despegue. Para las aeronaves que usan equipo TSO-C129/C129A, el aeropuerto de salida debe estar cargado en el plan de vuelo a fin de lograr la vigilancia del sistema de navegación y la sensibilidad apropiadas. Para las aeronaves que usan aviónica TSO-C145a/C146a, si la salida comienza en una pista de un punto de recorrido, no es necesario que el aeropuerto de salida esté en el plan de vuelo para obtener la vigilancia y sensibilidad apropiadas.

9.4 Requisitos específicos para STAR RNAV

- a) Antes de la fase de llegada, la tripulación de vuelo debería verificar si se ha cargado la ruta terminal correcta. El plan de vuelo activo se debería verificar comparando las cartas con la presentación cartográfica (si es aplicable) y la MCDU. Esto incluye la confirmación de la secuencia de puntos de recorrido, la razonabilidad de los ángulos de derrota y las distancias, toda limitación de altitud o de velocidad y, cuando sea posible, los puntos de recorrido que son de paso y los que son de sobrevuelo. Si lo requiere una ruta, será necesario hacer una verificación para confirmar que la actualización excluirá una ayuda para la navegación en particular. No debe usarse una ruta si existe una duda en cuanto a su validez en la base de datos de navegación.

Nota.- Como mínimo, las verificaciones de llegada podrían ser una simple inspección de una presentación cartográfica adecuada que satisface los objetivos de este párrafo.

- b) La creación de nuevos puntos de recorrido mediante la entrada manual de los mismos en el sistema RNAV por la tripulación de vuelo invalidaría la ruta y no está permitida.
- c) Cuando el procedimiento de contingencia requiere la reversión a una ruta de llegada convencional, es necesario completar los preparativos antes de comenzar la ruta RNAV.
- d) Las modificaciones de rutas en el área terminal deben consistir en rumbos radar o autorizaciones “direct to” y la tripulación de vuelo debe poder reaccionar oportunamente. Esto puede incluir la inserción de puntos de recorrido tácticos tomados de la base de datos. No está permitido que la tripulación de vuelo ingrese manualmente o modifique la ruta cargada usando puntos de recorrido temporarios o puntos de referencia que no están previstos en la base de datos.

- e) Los pilotos deben verificar si el sistema de navegación de la aeronave está funcionando correctamente y si el procedimiento y la pista de llegada correcta (incluida toda transición aplicable) se han ingresado y están correctamente representados.
- f) Si bien no es obligatorio un método en particular, se deben observar las altitudes publicadas y las restricciones de velocidad.

9.5 Procedimientos de contingencia

- a) El piloto debe notificar al ATC toda pérdida de capacidad RNAV, juntamente con el proceder propuesto. Si no pueden cumplir los requisitos de una ruta RNAV, los pilotos deben avisar al ATS lo antes posible. La pérdida de capacidad RNAV incluye toda falla o suceso que haga que la aeronave ya no pueda satisfacer los requisitos RNAV de la ruta.
- b) En caso de falla de las comunicaciones, la tripulación de vuelo debería continuar en la ruta RNAV de conformidad con los procedimientos establecidos para la pérdida de comunicaciones.

10. Programa de instrucción

10.1 El programa de instrucción para pilotos y despachadores de vuelo (DV) deberá proveer suficiente capacitación sobre el sistema RNAV de la aeronave en la extensión que sea necesaria (p. ej., en dispositivos de instrucción de vuelo, simuladores de vuelo o en la aeronave). El Programa de instrucción incluirá los siguientes temas:

- a) información incluida en esta sección;
- b) significado y uso correcto de los sufijos de equipo de la aeronave /navegación;
- c) características de los procedimientos determinadas a partir de la representación cartográfica y la descripción textual;
- d) representación de los tipos de puntos de recorrido (de sobrevuelo y de paso) y terminaciones de trayectorias (indicadas en 3.3.3.3, de terminaciones de trayectoria 424 ARINC,) y cualquier otro tipo empleado por el explotador, así como las correspondientes trayectorias de vuelo de la aeronave;
- e) equipo de navegación requerido para operaciones en rutas/SID/STAR RNAV, por ejemplo: DME/DME, DME/DME/IRU y GNSS;
- f) información específica sobre el sistema RNAV:
 - 1) niveles de automatización, indicaciones de modo, cambios, alertas, interacciones, reversiones y degradación;
 - 2) integración funcional con otros sistemas de la aeronave;
 - 3) significado y pertinencia de las discontinuidades de ruta así como procedimientos relacionados con la tripulación de vuelo;
 - 4) procedimientos de los pilotos compatibles con la operación;
 - 5) tipos de sensores de navegación (por ejemplo, DME, IRU, GNSS) utilizados por el sistema RNAV y la correspondiente priorización/ponderación/lógica del sistema;
 - 6) anticipación de virajes teniendo en consideración los efectos de la velocidad y la altitud;
 - 7) interpretación de presentaciones electrónicas y símbolos;
 - 8) comprensión de la configuración de la aeronave y las condiciones operacionales requeridas para apoyo de operaciones RNAV, es decir, selección apropiada de escala CDI (puesta a escala de la presentación de desviación lateral);
- g) procedimientos de operación del equipo RNAV aplicables, incluida la forma de realizar lo

siguiente:

- 1) verificar la vigencia e integridad de los datos de navegación de la aeronave;
 - 2) verificar si el sistema RNAV ha realizado con éxito las autoverificaciones;
 - 3) inicializar la posición del sistema de navegación;
 - 4) encontrar y seleccionar una SID o STAR para realizarla con la transición apropiada;
 - 5) observar las limitaciones de velocidad y/o altitud relacionadas con una SID o STAR;
 - 6) seleccionar la STAR o SID apropiada para la pista activa en uso y estar familiarizado con los procedimientos para llevar a cabo un cambio de pista;
 - 7) realizar una actualización manual o automática (con cambio de punto de despegue, si es aplicable);
 - 8) verificar los puntos de recorrido y la programación del plan de vuelo;
 - 9) volar directamente hasta un punto de recorrido;
 - 10) volar con rumbo/por derrota hasta un punto de recorrido;
 - 11) interceptar un rumbo/derrota;
 - 12) volar según vectores radar y volver a una ruta RNAV desde el modo “rumbo”;
 - 13) determinar el error/desviación lateral; más específicamente, se deben comprender y respetar las desviaciones máximas permitidas en apoyo de la RNAV;
 - 14) resolver las discontinuidades de ruta;
 - 15) extraer información y volver a seleccionar el sensor de navegación;
 - 16) cuando sea obligatorio, confirmar la exclusión de una ayuda para la navegación específica o de un tipo de ayuda para la navegación;
 - 17) cuando la administración de aviación del Estado lo exija, realizar verificaciones de errores de navegación crasos utilizando ayudas para la navegación convencionales;
 - 18) cambiar el aeropuerto de llegada y el aeropuerto de alternativa;
 - 19) realizar funciones de desplazamiento paralelo si se tiene la capacidad. Los pilotos deberían saber la forma en que se aplican los desplazamientos, la funcionalidad de sus sistemas RNAV y la necesidad de avisar al ATC si esta funcionalidad no está disponible;
 - 20) realizar funciones de espera RNAV;
- h) niveles de automatización recomendados por el explotador según la fase de vuelo y la carga de trabajo, incluidos los métodos para reducir al mínimo el error lateral a fin de mantener el eje de la ruta;
- i) fraseología R/T para aplicaciones RNAV/RNP; y
- j) procedimientos de contingencia para fallas RNAV/RNP.

11. Base de datos de navegación

11.1 La base de datos de navegación debería obtenerse de un proveedor que cumple los requisitos del documento DO 200A de RTCA/ED 76 de EUROCAE, Standards for Processing Aeronautical Data, y debería ser compatible con la función prevista del equipo (Anexo 6, Parte 1, Capítulo 7). Una carta de aceptación (LOA) expedida por la autoridad de reglamentación competente para cada uno de los participantes en la cadena de datos demuestra el cumplimiento de este requisito (por ejemplo, LOA de la FAA expedida de conformidad con AC 20-153 de la FAA o LOA de EASA expedida de conformidad con IR 21, Subpart G, de EASA).

11.2 Se deben comunicar al proveedor de bases de datos de navegación las discrepancias que invalidan una ruta, y las rutas afectadas deben quedar prohibidas mediante notificación del explotador a su tripulación de vuelo.

11.3 Los explotadores de aeronaves deberían considerar la necesidad de realizar verificaciones periódicas de las bases de datos de navegación en servicio a fin de cumplir los requisitos vigentes del sistema de control de la calidad. Los sistemas RNAV DME/DME deben usar solamente instalaciones DME identificadas en las AIP del Estado. Los sistemas no deben usar instalaciones que el Estado ha indicado en la AIP como inapropiadas para operaciones RNAV 1 y RNAV 2 o instalaciones asociadas con un ILS o MLS que usa una distancia desplazada. Esto puede lograrse excluyendo de la base de datos de navegación de la aeronave las instalaciones DME específicas que se sabe que tienen un efecto perjudicial para la solución de navegación, cuando las rutas RNAV están a una distancia de recepción de estas instalaciones DME.

12. Vigilancia de los explotadores

12.1 Una autoridad de reglamentación puede considerar los informes de error de navegación para determinar las medidas correctivas. Los casos de errores de navegación atribuidos a una pieza específica del equipo de navegación y que se repiten pueden resultar en la cancelación de la aprobación para el uso de ese equipo.

12.2 La información que indica la posibilidad de errores repetidos puede hacer que sea necesario modificar el programa de instrucción de un explotador. La información que atribuye errores múltiples a una tripulación de pilotos en particular indica la necesidad de instrucción de recuperación o la revisión de las licencias.

13. Ayuda de trabajo

Al final de este capítulo se presenta la Ayuda de trabajo relativa a la aprobación de aeronaves y explotadores para operaciones RNAV 1 y RNAV 2.

INTENCIONALMENTE EN BLANCO

AYUDA DE TRABAJO RNAV 1 Y RNAV 2

SOLICITUD PARA REALIZAR OPERACIONES RNAV 1 Y RNAV 2

1. Introducción

Esta Ayuda de Trabajo fue desarrollada por la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC), para proveer orientación y guía a los Estados, explotadores e inspectores respecto al proceso que debe seguir un explotador para obtener una autorización RNAV 1 y RNAV 2.

2. Propósitos de la Ayuda de Trabajo

- 2.1 Proporcionar información a explotadores e inspectores sobre los principales documentos de referencia RNAV 1 y RNAV 2.
- 2.2 Provee tablas que muestran el contenido de la aplicación, los párrafos de referencia relacionados, la ubicación en la aplicación del explotador donde los elementos RNAV 1 y RNAV 2 son mencionados y columnas para que el inspector haga comentarios y realice el seguimiento del estatus de varios elementos RNAV 1 y RNAV 2.

3. Acciones recomendadas para el inspector y explotador

A continuación se detalla varias recomendaciones de cómo puede ser utilizada la ayuda de trabajo

- 3.1 En la reunión de pre-solicitud con el explotador, el inspector revisa los “eventos básicos del proceso de aprobación RNAV 1 y RNAV 2” descritos en la Parte 1 de esta ayuda de trabajo, para proporcionar una visión general sobre los eventos del proceso de aprobación.
- 3.2 El inspector revisa esta ayuda de trabajo con el explotador para establecer la forma y el contenido de la solicitud para obtener una autorización RNAV 1 y RNAV 2.
- 3.3 El explotador utiliza esta ayuda de trabajo como guía para recopilar los documentos/anexos de la solicitud RNAV 1 y RNAV 2.
- 3.4 El explotador anota en la ayuda de trabajo las referencias que indican donde están ubicados en sus documentos, los elementos del programa RNAV 1 y RNAV 2.
- 3.5 El explotador envía al inspector la ayuda de trabajo y la solicitud (documentos /anexos).
- 3.6 El inspector anota en la ayuda de trabajo el cumplimiento satisfactorio de un ítem o que dicho ítem requiere acción correctiva.
- 3.7 El inspector informa al explotador tan pronto como sea posible cuando se requiere una acción correctiva por parte del explotador.
- 3.8 El explotador provee al inspector el material revisado cuando éste es solicitado.
- 3.9 La AAC emite al explotador las especificaciones relativas a las operaciones (OpSpecs) o una carta de autorización (LOA), como sea aplicable, cuando las tareas y documentos han sido completados.

4. Estructura de la Ayuda de Trabajo

Partes	Temas	Página
Parte 1	Información general	3
Parte 2	Información sobre la identificación de las aeronaves y explotadores	5
Parte 3	Solicitud del explotador (Anexos y documentos)	7
Parte 4	Contenido de la solicitud del explotador para RNAV 1 y RNAV 2	11
Parte 5	Guía para determinar la admisibilidad de las aeronaves RNAV 1 y RNAV 2	15
Parte 6	Procedimientos básicos de los pilotos para operaciones RNAV 1 y RNAV 2	17
Parte 7	Procedimientos para las contingencias en vuelo, desviaciones por condiciones meteorológicas y desplazamiento lateral estratégico	23

5. Fuentes principales de documentos, información y contactos

Para acceder a la Circular de Asesoramiento CA 91-003, ingrese a la página Web de la oficina regional ICAO/SAM (www.dgac.gob.bo) e ingresar a Reglamentación Aeronáutica Boliviana.

6. Documentos principales de referencia

Documentos de referencia	Títulos
Annex 6	Operation of aircraft
ICAO Doc 9613	Performance based navigation manual
FAA AC 90-100A	U.S. Terminal and en route area navigation (RNAV) operations
TGL 10	Airworthiness and operational approval for precision RNAV operations in designated European airspace
España DGAC CO 03/01	Aprobaciones de aeronavegabilidad y operacionales para operaciones RNAV de precisión (P-RNAV) en el espacio aéreo Europeo designado
AMC 20-5	Acceptable means of compliance for airworthiness approval and operational criteria for the use of the NAVSTAR Global positioning system (GPS)
AC 20-130()	Airworthiness approval of multi-sensor navigational system for use in the U.S. National Airspace System
AC 20-138A	Airworthiness approval of Global navigation satellite system (GNSS) equipment
AC 25-4	Inertial navigation system (INS)
AC 25-15	Approval of FMS in transport category airplanes
AC 90-45A	Approval of areas navigation systems for use in the U.S. National Airspace System

PARTE 1: INFORMACIÓN GENERAL**Eventos básicos en el proceso de aprobación RNAV 1 y RNAV 2**

	Acciones del explotador	Acciones de la AAC
1	Establece la necesidad de obtener la autorización RNAV 1 y RNAV 2.	
2	Revisa el AFM, suplemento al AFM o la Hoja de datos del certificado de tipo (TCDS) u otros documentos apropiados (p. ej., Boletines de servicio (SB), Cartas de servicio (SL), etc.) para determinar la admisibilidad de la aeronave para RNAV 1 y RNAV 2. El explotador contacta al fabricante de la aeronave o del equipo de aviónica, si es necesario, para confirmar la admisibilidad RNAV 1 y RNAV 2 o mejor de la aeronave.	
3	Contacta a la AAC para programar una reunión de pre-solicitud para discutir los requerimientos de la aprobación operacional.	
4		Durante la reunión de pre-solicitud, establece: <ul style="list-style-type: none"> • la forma y contenido de la solicitud; • los documentos que sustentan la autorización RNAV 1 y RNAV 2 • la fecha en que será enviada la solicitud para evaluación • si es necesario realizar un vuelo de validación observado por la AAC
5	Envía la solicitud por lo menos 60 días antes de iniciar operaciones RNAV 1 y RNAV 2	
6		Revisa la solicitud del explotador
7	Una vez aprobados o aceptados las enmiendas a los manuales, programas y documentos imparte instrucción a la tripulación de vuelo, despachadores de vuelo y personal de mantenimiento y realiza un vuelo de validación, si es requerido por la AAC	Solamente si es requerido, participa en el vuelo de validación
8		Cuando los requisitos de operaciones y de aeronavegabilidad son completados, emite la aprobación operacional en forma de OpSpecs para explotadores RAB 121 o 135 o equivalentes o una LOA para exploradores RAB 91 o equivalentes, como sea apropiado.

Notas relacionadas con el proceso de aprobación

9. Autoridad responsable

- a. **Transporte aéreo comercial (RAB 121 y/o 135 o reglamentos equivalentes).**- El **Estado de matrícula** determina que la aeronave cumple con los requisitos de aeronavegabilidad. El **Estado del explotador** emite la autorización RNAV 1 y RNAV 2 (p. ej., OpSpecs).
 - b. **Aviación general (RAB 91 o reglamento equivalente).**- El **Estado de matrícula** determina que la aeronave cumple con los requisitos de aeronavegabilidad y emite la autorización operacional (p. ej., una LOA).
10. La AAC no requiere emitir una LOA para cada área individual de operación en caso de explotadores RAB 91 o equivalentes.
 11. Los explotadores RAB 121 y/o 135 con autorización RNAV 1 y RNAV 2, deben listar en las OpSpecs esta autorización.
 12. Secciones relacionadas de los Reglamentos Aeronáuticos Latinoamericanos (RAB) o de reglamentos equivalentes
 - a. RAB 91 Secciones 91.1015 y 91.1640 o equivalentes
 - b. RAB 121 Sección 121.995 (b) o equivalente
 - c. RAB 135 Sección 135.565 (c) o equivalente
 13. Documentos de OACI relacionados
 - a. Anexo 6 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional – Operación de aeronaves
 - b. Anexo 10 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional – Telecomunicaciones aeronáuticas
 - c. Anexo 15 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional – Servicios de información aeronáutica
 - d. OACI Doc 9613 – Manual sobre navegación basada en la performance (PBN)
 - e. OACI Doc 7030 – Procedimientos regionales suplementarios

PARTE 2: INFORMACIÓN SOBRE LA IDENTIFICACIÓN DE LAS AERONAVES Y EXPLOTADORES

NOMBRE DEL EXPLOTADOR: _____

Fabricante, modelo y series de la aeronave	Números de matrícula	Números de serie	Sistemas de navegación de área (RNAV) Número, fabricante y modelo	Especificación de navegación RNP requerida

FECHA DE LA REUNIÓN DE PRE-SOLICITUD _____

FECHA EN QUE FUE RECIBIDA LA SOLICITUD _____

FECHA EN QUE EL EXPLOTADOR PROPONE INICIAR OPERACIONES RNAV 1 y RNAV 2 _____

¿ES ADECUADA LA FECHA DE NOTIFICACIÓN A LA AAC? SI _____ NO _____

INTENCIONALMENTE EN BLANCO

PARTE 3 – SOLICITUD DEL EXPLOTADOR (ANEXOS Y DOCUMENTOS)

<i>Anexo</i>	Título del anexo/documento	Indicación de inclusión por parte del explotador	Comentarios del inspector
A	Carta del explotador solicitando la autorización RNAV 1 y RNAV 2		
B	<p>Documentos de aeronavegabilidad que demuestren la admisibilidad RNAV 1 y RNAV 2 de las aeronaves.</p> <p>AFM, Revisión del AFM, Suplemento del AFM u Hoja de datos del certificado de tipo (TCDS) que demuestren que los sistemas RNAV son admisibles para RNAV 1 y RNAV 2 o RNP 1 o superior.</p> <p>Declaración del fabricante.- Las aeronaves que dispongan de una declaración del fabricante que documente el cumplimiento con los criterios de la CA 91-003 del SRVSOP o equivalente, satisfacen los requisitos de performance y funcionales de dicho documento.</p>		
C	<p>Aeronaves modificadas para satisfacer estándares RNAV 1 y RNAV 2. Documentación de inspección y/o modificación de las aeronaves, si es aplicable. Registros de mantenimiento que documenten la instalación o modificación de los sistemas de las aeronaves (p. ej., FAA Form 337 – reparaciones y alteraciones mayores)</p>		
D	<p>Programa de mantenimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para aeronaves con prácticas de mantenimiento establecidas para los sistemas RNAV 1 y RNAV 2, la lista de referencias del documento o programa. • Para sistemas RNAV 1 y RNAV 2 recién instalados, las prácticas de mantenimiento para revisión. 		
E	<p>Lista de Equipo Mínimo (MEL) (únicamente para explotadores que operan con sujeción a una MEL): MEL que muestre las</p>		

Anexo	Título del anexo/documento	Indicación de inclusión por parte del explotador	Comentarios del inspector
	disposiciones para los sistemas RNAV 1 y RNAV 2.		
F	<p>Instrucción</p> <p>1. Explotadores RAB 91 o equivalentes: Métodos de instrucción: Instrucción en domicilio, centros de instrucción LAR 142 u otros cursos de instrucción, registros de cumplimiento del curso.</p> <p>2. Explotadores RAB 121 y/o 135 o equivalentes: Programas de instrucción (currículos de instrucción) para las tripulaciones de vuelo, despachadores de vuelo y personal de mantenimiento.</p>		
G	<p>Políticas y procedimientos de operación</p> <p>1. Explotadores RAB 91 o equivalentes: Manual de operaciones (OM) o secciones que se adjunten a la solicitud, correspondientes a los procedimientos y políticas de operación RNAV 1 y RNAV 2.</p> <p>2. Explotadores RAB 121 y/o 135 o equivalentes: Manual de operaciones y listas de verificación.</p>		
H	<p>Base de datos de navegación</p> <p>Detalles del programa de validación de los datos de navegación</p>		
I	<p>Retiro de la aprobación RNAV 1 y RNAV 2</p> <p>Indicación de la necesidad de realizar acciones de seguimiento después de los reportes de errores de navegación presentados y el potencial de que la autorización RNAV 1 y RNAV 2 sea retirada.</p>		
J	<p>Plan para el vuelo de validación: Solo si es requerido por la AAC</p>		

CONTENIDO DE LA APLICACIÓN A SER REMITIDA POR EL EXPLOTADOR

- _____ DOCUMENTACIÓN DE CUMPLIMIENTO RNAV 1 Y RNAV 2 DE LAS AERONAVES/SISTEMAS DE NAVEGACIÓN
- _____ PROCEDIMIENTOS Y POLÍTICAS DE OPERACIÓN
- _____ SECCIONES DEL MANUAL DE MANTENIMIENTO RELACIONADAS CON LOS SISTEMAS RNAV (si no han sido previamente revisadas)

Nota 1: Los documentos pueden ser agrupados en una sola carpeta o pueden ser remitidos como documentos individuales

INTENCIONALMENTE EN BLANCO

PARTE 4: CONTENIDO DE LA SOLICITUD DEL EXPLOTADOR PARA OPERACIONES RNAV 1 Y RNAV 2

#	Contenido de la solicitud del explotador para RNAV 1 y RNAV 2	Párrafos de referencia CA 91-003	En que anexos / documentos del explotador están ubicados los contenidos de la solicitud	Comentarios y/o recomendaciones del inspector	Seguimiento del inspector: Estatus y fecha del ítem
1	Carta de solicitud del explotador Declaración de intención para obtener la autorización RNAV 1 y RNAV 2.	Párrafo 9.1.1 b) 1) Apéndice 5, Párrafo e)			
2	Descripción del equipo de la aeronave	Párrafo 9.1.1 b) 2)			
3	Admisibilidad de los sistemas RNAV 1 y RNAV 2. Documentos de aeronavegabilidad que establezcan la admisibilidad de los sistemas de navegación RNAV, su estatus de aprobación y una lista de las aeronaves para las que se solicita la aprobación.	Párrafos: 8.2 y 8.3 Párrafo 9.1.1 b) 3)			
4	Programa de instrucción 1. Explotadores RAB 121 o 135 o equivalentes: Programas de instrucción: Los explotadores desarrollarán un programa de instrucción inicial y periódico para las tripulaciones de vuelo, despachadores de vuelo, si corresponde y personal de mantenimiento. 2. Explotadores RAB 91 o equivalentes: Métodos de instrucción: Los siguientes métodos son aceptables para estos explotadores: Instrucción en domicilio, centros de instrucción LAR 142 u otros cursos de	Párrafo 9.1.1 b) 4) (a) Párrafo 11 Para mantenimiento Párrafos: 9.1.1 b) 8) y 8.5 e)			

#	Contenido de la solicitud del explotador para RNAV 1 y RNAV 2	Párrafos de referencia CA 91-003	En que anexos / documentos del explotador están ubicados los contenidos de la solicitud	Comentarios y/o recomendaciones del inspector	Seguimiento del inspector: Estatus y fecha del ítem
	instrucción.	Párrafo 9.1.1 b) 4) (b) Párrafo 11			
5	Procedimientos de operación 1. Explotadores RAB 121 y/o 135 o equivalentes: Manual de operaciones y listas de verificación. 2. Explotadores RAB 91 o equivalentes: Manual de operaciones o sección de la solicitud del explotador, que documenten las políticas y procedimientos de operación RNAV 1 y RNAV 2.	Párrafo 9.1.1 b) 5) (a) Párrafo 10 Párrafo 9.1.1 b) 5) (b) Párrafo 10			
6	Prácticas de mantenimiento <ul style="list-style-type: none"> • Para aeronaves con prácticas de mantenimiento para los sistemas de navegación RNAV 1 y RNAV 2 establecidas, el explotador proveerá referencias de los documentos. • Para sistemas nuevos RNAV 1 y RNAV 2 instalados, el explotador proveerá prácticas de mantenimiento para revisión. 	Párrafo 8.5 d) Párrafo 9.1.1 b) 7)			
7	Actualización de la Lista de equipo mínimo (MEL) Aplicable para explotadores que conducen operaciones según una MEL	Párrafo 9.1.1 b) 6)			
8	Programa de validación de los datos de navegación	Párrafo 9.1.1 b) 9)			

#	Contenido de la solicitud del explotador para RNAV 1 y RNAV 2	Párrafos de referencia CA 91-003	En que anexos / documentos del explotador están ubicados los contenidos de la solicitud	Comentarios y/o recomendaciones del inspector	Seguimiento del inspector: Estatus y fecha del ítem
		Apéndice 4			
9	<p>Retiro de la autorización de operación RNAV 1 y RNAV 2</p> <p>Indicación de la necesidad de realizar acciones de seguimiento después de los reportes de errores de navegación presentados y el potencial de que la autorización RNAV 1 y RNAV 2 sea retirada.</p>	Párrafo 13			
10	<p>Plan para el vuelo de validación, solamente si es requerido</p> <p>El plan del vuelo de validación será presentado únicamente si es requerido.</p>	Párrafo 9.1.1 d)			

INTENCIONALMENTE EN BLANCO

PARTE 5 – GUÍA PARA DETERMINAR LA ADMISIBILIDAD DE LAS AERONAVES RNAV 1 y RNAV 2

#	Temas	Párrafos de referencia CA 91-003	Ubicación en los anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones del inspector	Seguimiento del inspector: Estatus y fecha del ítem
1	Requisito del sistema RNAV El Sistema RNAV utiliza entradas de los siguientes tipos de sensores (no se encuentran listados en un orden específico de prioridad):	Párrafo 8.1.1 a) 2)			
1a	GNSS de acuerdo con la TSO-C145 (), TSO-C146() o TSO-C129()	Párrafo 8.1.1 a) 2) (a)			
1b	DME/DME	Párrafo 8.1.1 a) 2) (b)			
1c	DME/DME/IRU	Párrafo 8.1.1 a) 2) (c)			
2	Requisitos de performance, control y alerta	Párrafo 8.1.2			
3	Admisibilidad de las aeronaves 1. Aeronaves que cuentan con una declaración de cumplimiento con respecto a los criterios de la CA 91-003 del SRVSOP. 2. Aeronaves aprobadas de acuerdo con el TGL-10 y AC 90-100A. 3. Aeronaves que cumplen con el TGL-10. 4. Aeronaves que cumplen con la AC	Párrafo 8.2 Párrafo 8.2.1 Párrafo 8.2.2 Párrafo 8.2.3 Párrafo 8.2.4 Párrafo 8.2.5 Párrafo 8.2.6			

#	Temas	Párrafos de referencia CA 91-003	Ubicación en los anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones del inspector	Seguimiento del inspector: Estatus y fecha del ítem
	90-100A. 5. Aeronaves con declaración del fabricante. 6. Información que debe contener el AFM, POH o manual de operación del equipo de aviónica				
4	Criterios para los sistemas RNAV 1 y RNAV 2	Párrafo 8.3			
4a	Sistema RNAV GNSS	Párrafo 8.3.1			
4b	Sistema RNAV DME/DME	Párrafo 8.3.2 Apéndice 1 Párrafo 2			
4c	Confirmación de la performance de los sistemas RNAV que utilizan DME	Apéndice 1 Párrafo 3			
4d	Sistema RNAV DME/DME/IRU	Párrafo 8.3.3 Apéndice 2 Párrafo 2			
5	Requisitos funcionales y explicación de los requisitos funcionales	Párrafo 8.4 Apéndice 3			
6	Requisitos de mantenimiento	Párrafo 8.5			
7	Base de datos de navegación Detalles del programa de validación de los datos de navegación	Párrafo 12 Apéndice 4			

PARTE 6 - PROCEDIMIENTOS BÁSICOS DE LOS PILOTOS PARA OPERACIONES RNAV 1 Y RNAV 2

Temas		Párrafos de referencia CA 91-003	Ubicación en los anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del inspector: Estatus y fecha del ítem
Procedimientos de operación		Párrafo 10			
1	Planificación pre-vuelo	Párrafo 10.1 a)			
	Los explotadores y pilotos que intenten realizar operaciones en rutas RNAV 1 y RNAV 2 deben llenar las casillas apropiadas del plan de vuelo OACI.	Párrafo 10.1 a) 1)			
	Los datos de navegación de a bordo deben estar vigentes y ser apropiados para la región de operación proyectada e incluirán las NAVAIDS, WPTs, y los códigos relevantes de las rutas ATS para las salidas, llegadas y aeródromos de alternativa. Los procedimientos STAR RNAV pueden ser designados utilizando múltiples transiciones de pista. Los explotadores que no tengan esta función proveerán un método alternativo de cumplimiento (por ejemplo, una base de datos de navegación ajustada para estas operaciones). Si no existe un método alternativo de cumplimiento para volar un procedimiento titulado RNAV que contenga múltiples transiciones de pista, los explotadores no presentarán o aceptarán una autorización para	Párrafo 10.1 a) 2)			

Temas	Párrafos de referencia CA 91-003	Ubicación en los anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del inspector: Estatus y fecha del ítem
estos procedimientos.				
Para el período de operación prevista, utilizando toda información disponible, se debe confirmar la disponibilidad de la infraestructura de navegación requerida para las rutas proyectadas, incluyendo cualquier contingencia no RNAV. Debido a que el Anexo 10 Volumen I requiere integridad en el GNSS (RAIM o SBAS), se debe también determinar como apropiada, la disponibilidad de estos dispositivos.	Párrafo 10.1 a) 3)			
Aeronaves que no están equipadas con GNSS.- Las aeronaves que no estén equipadas con GNSS deberán ser capaces de actualizar la posición DME/DME y DME/DME/IRU para las rutas RNAV 1 y RNAV 2, así como para las SID y STAR.	Párrafo 10.1 a) 4)			
Sí se utiliza únicamente equipo TSO-C129 para satisfacer los requerimientos RNAV 1 y RNAV 2, se debe confirmar la disponibilidad RAIM para la ruta prevista de vuelo (ruta y tiempo) usando información de satélites GNSS vigentes.	Párrafo 10.1 a) 5)			
Si se utiliza un equipo TSO-C145/C146 para satisfacer el requisito RNAV, el piloto/explotador	Párrafo 10.1 a) 6)			

Temas	Párrafos de referencia CA 91-003	Ubicación en los anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del inspector: Estatus y fecha del ítem
no necesita realizar la predicción si se confirma que la cobertura del sistema de aumentación de área amplia (WAAS) estará disponible a lo largo de toda la ruta de vuelo.				
Disponibilidad de la RAIM (ABAS)	Párrafo 10.1 a) 7)			
Disponibilidad del DME	Párrafo 10.1 a) 8)			
2 Procedimientos de operación general	Párrafo 10.1 b)			
El piloto deberá cumplir cualquier instrucción o procedimiento identificado por el fabricante, como sea necesario, para satisfacer con los requisitos de performance de esta sección;	Párrafo 10.1 b) 1)			
Los explotadores y pilotos no deberán solicitar o presentar en el plan de vuelo rutas, SID o STAR RNAV 1 y RNAV 2, a menos que satisfagan todos los criterios de esta CA. Si una aeronave que no cumple estos criterios recibe una autorización de parte del ATC para conducir un procedimiento RNAV, el piloto notificará al ATC que no puede aceptar la autorización y solicitará instrucciones alternas;	Párrafo 10.1 b) 2)			
En la inicialización del sistema, los pilotos deben:	Párrafo 10.1 b) 3)			

Temas	Párrafos de referencia CA 91-003	Ubicación en los anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del inspector: Estatus y fecha del ítem
<ul style="list-style-type: none"> (a) confirmar que la base de datos de navegación esté vigente; (b) verificar la posición actual de la aeronave; (c) verificar la entrada apropiada de la ruta ATC asignada una vez que reciban la autorización inicial y cualquier cambio de ruta subsiguiente; y (d) asegurarse que la secuencia de los WPT, representados en su sistema de navegación, coincida con la ruta trazada en las cartas apropiadas y con la ruta asignada. 				
<p>Los pilotos no deberán volar una SID o STAR RNAV 1 o RNAV 2, a menos que ésta pueda ser recuperada por el nombre del procedimiento desde la base de datos de navegación de a bordo y se ajuste al procedimiento de la carta. Sin embargo, la ruta puede ser posteriormente modificada a través de la inserción o eliminación de WPT específicos en respuesta a las autorizaciones del ATC. No se permite la entrada manual o la creación de nuevos WPT mediante la inserción manual de la latitud y longitud o de los valores rho/theta. Además, los pilotos no deben cambiar ningún</p>	<p>Párrafo 10.1 b) 4)</p>			

Temas	Párrafos de referencia CA 91-003	Ubicación en los anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del inspector: Estatus y fecha del ítem
tipo de WPT RNAV SID o STAR desde un WPT de paso a un WPT de sobrevuelo o viceversa.				
Cuando sea posible, las rutas RNAV 1 o RNAV 2 deben ser obtenidas desde la base de datos en su totalidad, en lugar de cargar individualmente los WPT de la ruta desde la base de datos al plan de vuelo. Sin embargo, se permite la selección e inserción individual de puntos de referencia (fixes) y WPT designados desde la base de datos de navegación, siempre que todos los puntos de referencia a lo largo de la ruta publicada a ser volada estén insertados. Además, la ruta puede ser posteriormente modificada a través de la inserción o eliminación de WPT específicos en respuesta a las autorizaciones del ATC. No se permite la entrada manual o la creación de nuevos WPT mediante la inserción manual de la latitud y longitud o de los valores rho/theta.	Párrafo 10.1 b) 5)			
Las tripulaciones de vuelo deberán verificar el plan de vuelo autorizado comparando las cartas u otros recursos aplicables con las presentaciones textuales del sistema de navegación y presentaciones de mapa de la aeronave, si es aplicable. Si es requerido,	Párrafo 10.1 b) 6)			

Temas	Párrafos de referencia CA 91-003	Ubicación en los anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del inspector: Estatus y fecha del ítem
se debe confirmar la exclusión de NAVAIDS específicas. No deberá usarse un procedimiento si existen dudas sobre la validez del procedimiento en la base de datos de navegación.				
Durante el vuelo, cuando sea factible, la tripulación de vuelo debe utilizar la información disponible de las NAVAIDS emplazadas en tierra para confirmar la razonabilidad de la navegación.	Párrafo 10.1 b) 7)			
Para rutas RNAV 2, los pilotos deben utilizar un indicador de desviación lateral, un FD o un AP en el modo de navegación lateral. Los pilotos pueden utilizar una presentación de mapa de navegación con funcionalidad equivalente a un indicador de desviación lateral sin un FD o AP.	Párrafo 10.1 b) 8)			
Para rutas RNAV 1, los pilotos deben utilizar un indicador de desviación lateral, FD o AP en el modo de navegación lateral.	Párrafo 10.1 b) 9)			
Los pilotos de las aeronaves con una presentación de desviación lateral deben asegurarse que la escala de desviación lateral es adecuada para la precisión de navegación asociada con la ruta/procedimiento (p. ej., la deflexión a escala total: ± 1 NM para RNAV 1,	Párrafo 10.1 b) 10)			

Temas	Párrafos de referencia CA 91-003	Ubicación en los anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del inspector: Estatus y fecha del ítem
± 2 NM para RNAV 2 o ± 5 NM para equipo TSO-C129() en rutas RNAV 2.				
Se espera que todos los pilotos mantengan los ejes de ruta, como están representados en los indicadores de desviación lateral de a bordo y/o guía de vuelo, durante todas las operaciones RNAV 1 y RNAV 2, a menos que sean autorizados a desviarse por el ATC o por condiciones de emergencia. Para operaciones normales, el error/desviación en sentido perpendicular a la derrota de vuelo (la diferencia entre la trayectoria calculada por el sistema RNAV y la posición estimada de la aeronave con relación a dicha trayectoria, es decir el FTE) deberá ser limitada a ± ½ de la precisión de navegación asociada con la ruta o procedimiento de vuelo (es decir, 0.5 NM para RNAV 1 y 1.0 NM para RNAV 2). Se permite desviaciones laterales pequeñas de este requisito (p. ej., pasarse de la trayectoria o quedarse corto de la trayectoria) durante o inmediatamente después de un viraje en ruta/procedimiento, hasta un máximo de 1 vez (1xRNP) la precisión de navegación (es decir, 1 NM para RNAV 1 y 2 NM para RNAV 2).	Párrafo 10.1 b) 11)			
Si el ATC emite una	Párrafo 10.1			

Temas	Párrafos de referencia CA 91-003	Ubicación en los anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del inspector: Estatus y fecha del ítem
<p>asignación de rumbo que ubica a la aeronave fuera de la ruta, el piloto no deberá modificar el plan de vuelo en el sistema RNAV, hasta que se reciba una nueva autorización que permita a la aeronave retornar a la ruta o el controlador confirma una nueva autorización de ruta. Cuando la aeronave no está en la ruta publicada, los requerimientos de precisión especificados no aplican.</p>	<p>b) 12)</p>			
<p>La selección manual de las funciones que limitan el ángulo de inclinación lateral de la aeronave puede reducir la habilidad de la aeronave para mantener su derrota deseada y no es recomendada. Los pilotos deberían reconocer que la selección manual de las funciones que limitan el ángulo de inclinación lateral de la aeronave podría reducir su habilidad para satisfacer las expectativas de trayectoria del ATC.</p>	<p>Párrafo 10.1 b) 13)</p>			
<p>Los pilotos que operan aeronaves con aprobación RNP según las disposiciones de la CA 91-003, no requieren modificar los valores predeterminados RNP del fabricante, establecidos en la FMC.</p>	<p>Párrafo 10.1 b) 14)</p>			
<p>3 Requerimientos específicos de SIDs RNAV</p>	<p>Párrafo 10.1 c)</p>			

Temas	Párrafos de referencia CA 91-003	Ubicación en los anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del inspector: Estatus y fecha del ítem
<p>Antes de iniciar el despegue, el piloto debe verificar que el sistema RNAV de la aeronave está disponible, opera correctamente y que los datos apropiados del aeródromo y pista han sido cargados. Antes del vuelo, los pilotos deben verificar que el sistema de navegación de su aeronave está operando correctamente y que la pista y el procedimiento de salida apropiado (incluyendo cualquier transición en ruta aplicable) han sido ingresados y están adecuadamente representados. Los pilotos que han sido asignados a un procedimiento de salida RNAV y que posteriormente reciben un cambio de pista, procedimiento o transición, deben verificar que se han ingresado los cambios apropiados y que están disponibles para la navegación antes del despegue. Se recomienda una verificación final de la entrada de la pista apropiada y de la representación de la ruta correcta, justo antes del despegue.</p>	<p>Párrafo 10.1 c) 1)</p>			
<p>Altitud para conectar el equipo RNAV.- El piloto debe ser capaz de conectar el equipo RNAV para seguir la guía de vuelo en el modo de navegación lateral RNAV antes de alcanzar 153 m (500 ft) sobre la elevación del aeródromo. La altitud a</p>	<p>Párrafo 10.1 c) 2)</p>			

Temas	Párrafos de referencia CA 91-003	Ubicación en los anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del inspector: Estatus y fecha del ítem
la cual inicia la guía RNAV en una ruta dada puede ser más alta (p. ej., ascienda a 304 m (1 000 ft) luego directo a.....)				
Los pilotos deben utilizar un método autorizado (indicador de desviación lateral/presentación de mapa de navegación/FD/AP) para lograr un nivel apropiado de performance para RNAV 1.	Párrafo 10.1 c) 3)			
Aeronaves DME/DME.- Los pilotos de aeronaves sin GNSS, que utilizan sensores DME/DME sin entrada inercial, no pueden utilizar sus sistemas RNAV hasta que la aeronave ha ingresado a cobertura DME adecuada. El ANSP se asegurará, que en cada SID RNAV (DME/DME), esté disponible una adecuada cobertura DME.	Párrafo 10.1 c) 4)			
Aeronaves DME/DME/IRU.- Los pilotos de aeronave sin GNSS, que utilizan sistemas RNAV DME/DME con un IRU (DME/DME/IRU), deben asegurarse que se confirme la posición del sistema de navegación inercial (INS) dentro de 304 m (1 000 ft/0.17 NM), desde una posición conocida, en el punto de inicio del recorrido de despegue. Esto es usualmente logrado mediante el uso de una función de actualización de pista	Párrafo 10.1 c) 5)			

Temas	Párrafos de referencia CA 91-003	Ubicación en los anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del inspector: Estatus y fecha del ítem
manual o automática. También se puede utilizar un mapa de navegación para confirmar la posición de la aeronave, si los procedimientos del piloto y la resolución de la presentación permiten cumplir con el requerimiento de tolerancia de 304 m (1 000 ft).				
Aeronave GNSS.- Cuando se use un GNSS, la señal debe ser obtenida antes que comience el recorrido de despegue. Para aeronaves que utilizan equipo TSO-C129/C129a, el aeródromo de despegue debe estar cargado dentro del plan de vuelo, a fin de lograr el monitoreo y la sensibilidad apropiada del sistema de navegación. Para aeronaves que utilizan equipo de aviónica TSO-C145a/C146a, si la salida inicia en un WPT en la pista, entonces el aeródromo de salida no necesita estar en el plan de vuelo para obtener el monitoreo y la sensibilidad apropiada.	Párrafo 10.1 c) 6)			
4 Requerimientos específicos de STARS RNAV	Párrafo 10.1 d)			
Antes de la fase de llegada, la tripulación de vuelo deberá verificar que se ha cargado la ruta terminal correcta. El plan de vuelo activo deberá verificarse comparado las cartas con la presentación	Párrafo 10.1 d) 1)			

Temas	Párrafos de referencia CA 91-003	Ubicación en los anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del inspector: Estatus y fecha del ítem
de mapa (si es aplicable) y la MCDU. Esto incluye, la confirmación de la secuencia de los WPT, la razonabilidad de los ángulos de derrota y las distancias, cualquier restricción de altitud o velocidad y, cuando sea posible, cuales WPT son de paso (fly-by WPT) y cuales son de sobrevuelo (flyover WPT). Si una ruta lo requiere, se debe hacer una verificación para confirmar que la actualización excluirá una NAVAID particular. No se utilizará una ruta si existen dudas sobre su validez en la base de datos de navegación.				
La creación de nuevos WPT por parte de la tripulación de vuelo, mediante entradas manuales en el sistema RNAV, invalidará cualquier ruta y no es permitida.	Párrafo 10.1 d) 2)			
Cuando los procedimientos de contingencia requieren revertir a una ruta de llegada convencional, la tripulación de vuelo debe completar las preparaciones necesarias antes de comenzar la ruta RNAV.	Párrafo 10.1 d) 3)			
Las modificaciones de una ruta en el área terminal pueden tomar la forma de rumbos radar o autorizaciones “directo a” (direct to), al respecto, la tripulación de vuelo debe ser capaz de reaccionar a	Párrafo 10.1 d) 4)			

Temas	Párrafos de referencia CA 91-003	Ubicación en los anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del inspector: Estatus y fecha del ítem
tiempo. Esto puede incluir la inserción de WPT tácticos cargados desde la base de datos. No es permitido que la tripulación de vuelo realice una entrada manual o la modificación de una ruta cargada, utilizando WPT temporales o puntos de referencia no provistos en la base de datos.				
Los pilotos deben verificar que el sistema de navegación de la aeronave esté operando correctamente y que el procedimiento de llegada correcto y la pista hayan sido ingresados y representados apropiadamente.	Párrafo 10.1 d) 5)			
Aunque no se establece un método particular, se deberá observar cualquier restricción de altitud y velocidad.	Párrafo 10.1 d) 6)			
5 Procedimientos de contingencia	Párrafo 10.1 e)			
El piloto debe notificar al ATC de cualquier pérdida de la capacidad RNAV, junto con el curso de acción propuesto. Si no se puede cumplir con los requerimientos de una ruta RNAV, los pilotos deben notificar al ATS tan pronto como sea posible. La pérdida de la capacidad RNAV incluye cualquier falla o evento que ocasione que la aeronave no pueda satisfacer los requerimientos RNAV de la	Párrafo 10.1 e) 1)			

Temas	Párrafos de referencia CA 91-003	Ubicación en los anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del inspector: Estatus y fecha del ítem
ruta.				
En el evento de falla de comunicaciones, la tripulación de vuelo debe continuar con la ruta RNAV, de acuerdo con los procedimientos de pérdida de comunicaciones establecido.	Párrafo 10.1 e) 2)			

Apéndice A

Resumen de las diferencias insignificantes entre RNAV 1 de OACI, AC 90-100 de la FAA y TGL-10 de las JAA

	<i>Diferencias entre RNAV 1 de OACI, AC 90-100 de la FAA y TGL-10 de las JAA</i>	<i>RNAV 1 Doc 9613</i>	<i>AC 90-100 de la FAA</i>	<i>TGL-10 (Rev.1) de las JAA</i>	<i>Conclusión</i>
Equipo de la aeronave	Terminación de trayectoria 424 ARINC	IF, CF, DF, TF (3.4.3.7)	IF,CF,DF,TF (6.c)	IF,TF,CF,DF,FA	TGL-10 no especifica la gestión de tramo automática en comparación con el manual. La terminación de trayectoria FA requerida en TGL-10 podría realizarla manualmente el piloto. No hay diferencia entre TGL 10 y AC 90-100 para RNAV 1.

	<i>Diferencias entre RNAV 1 de OACI, AC 90-100 de la FAA y TGL-10 de las JAA</i>	<i>RNAV 1 Doc 9613</i>	<i>AC 90-100 de la FAA</i>	<i>TGL-10 (Rev.1) de las JAA</i>	<i>Conclusión</i>
	MCDU	No es requisito.	El sistema debe ser capaz de presentar la desviación lateral con una resolución de por lo menos 0,1 NM (6.c.12.)	Cuando se debe usar la MCDU en apoyo de las verificaciones de precisión de la Sección 10, presentación en pantalla de la desviación lateral con una resolución 0,1 NM, (7.1.12)	Se convino: 1) en P-RNAV es realmente una buena práctica y no un requisito universal; 2) RNAV 1 y 2 se adaptarían para entornos radar, cuando las verificaciones no sean un requisito.
	Apoyo para verificación de errores crasos	No es requisito.	No es requisito.	Medio alternativo para presentar la información de navegación, suficiente para realizar los procedimientos de verificación de la Sección 10. (7.1.21)	Se convino: 1) en P-RNAV es realmente una buena práctica y no un requisito universal; 2) RNAV 1 y 2 se adaptarían para entornos radar, cuando las verificaciones no sean un requisito.
	Procedimientos de operación generales (3.4.4.2)	Durante el vuelo, cuando sea factible, la tripulación de vuelo debería usar los datos de las ayudas para la navegación basadas en tierra para confirmar la razonabilidad de navegación.	No es requisito.	Durante el procedimiento, cuando sea factible, debería vigilarse el desarrollo del vuelo en cuanto a razonabilidad de la navegación mediante verificaciones cruzadas con las ayudas para la navegación convencionales usando las presentaciones primarias juntamente con la MCDU. (10.2.2.5, 10.2.3.4)	La verificación cruzada de la navegación se recomienda únicamente en RNAV 1 y en TGL. Se convino: 1) en P-RNAV es realmente una buena práctica y no un requisito universal; 2) RNAV 1 y 2 se adaptarían para entornos radar, cuando las verificaciones no sean un requisito.

	<i>Diferencias entre RNAV 1 de OACI, AC 90-100 de la FAA y TGL-10 de las JAA</i>	<i>RNAV 1 Doc 9613</i>	<i>AC 90-100 de la FAA</i>	<i>TGL-10 (Rev.1) de las JAA</i>	<i>Conclusión</i>
	Requisito específico STAR RNAV (3.4.4.4)	Antes de la fase de llegada, la tripulación de vuelo debería cerciorarse de que se haya cargado la ruta terminal correcta. (3.4.4.4.1 bloque)	No es requisito.	Antes de la fase de llegada, la tripulación de vuelo debería cerciorarse de que se ha cargado la ruta terminal correcta. (10.2.3.1)	En AC 90-100 se trata como una cuestión general en vez de como específica de las llegadas indicando que: <i>“Las tripulaciones deberían hacer una verificación cruzada del plan de vuelo autorizado comparándolo con las cartas u otros recursos aplicables, así como con la presentación textual del sistema de navegación y la presentación cartográfica de la aeronave, si es aplicable”.</i> No hay discrepancias.

	<i>Diferencias entre RNAV 1 de OACI, AC 90-100 de la FAA y TGL-10 de las JAA</i>	<i>RNAV 1 Doc 9613</i>	<i>AC 90-100 de la FAA</i>	<i>TGL-10 (Rev.1) de las JAA</i>	<i>Conclusión</i>
Requisito operacional	Requisito específico STAR RNAV (3.4.4.4)	La creación de nuevos puntos de recorrido ingresados manualmente por la tripulación de vuelo en el sistema RNAV invalidaría la ruta y no se permite. (3.4.4.4.1 bloque 2)	No es requisito.	La creación de nuevos puntos de recorrido ingresados manualmente por la tripulación de vuelo en el sistema RNAV invalidaría el procedimiento P-RNAV y no se permite. (10.2.3.2)	AC 90-100 específica que: “La capacidad de extraer de la base de datos y cargar en el sistema la totalidad del segmento RNAV de los procedimientos SID o STAR que se han de realizar; y que “Los pilotos no deben realizar una SID o STAR RNAV a menos que se pueda extraer de la base de datos de navegación de a bordo mediante el nombre del procedimiento y sea conforme con el procedimiento indicado en la carta”. La FAA no incluyó la prohibición de alterar el plan de vuelo en el equipo, dado que la autorización del ATC puede modificar el procedimiento en algunas circunstancias. No hay discrepancia.

	<i>Diferencias entre RNAV 1 de OACI, AC 90-100 de la FAA y TGL-10 de las JAA</i>	<i>RNAV 1 Doc 9613</i>	<i>AC 90-100 de la FAA</i>	<i>TGL-10 (Rev.1) de las JAA</i>	<i>Conclusión</i>
		<p>Cuando el procedimiento de contingencia requiere la reversión a una ruta de llegada convencional, deben completarse los preparativos necesarios antes de iniciar la ruta RNAV (3.4.4.4.1 bloque 3)</p>	<p>No es requisito.</p>	<p>Cuando es obligatorio revertir a un procedimiento de llegada convencional, la tripulación de vuelo debe hacer los preparativos necesarios (10.2.3.3)</p>	<p>Según TGL-10, se requiere la contingencia por debajo de la MOCA o fuera de la cobertura radar. RNAV 1 está prevista para su aplicación dentro de la cobertura radar (MOCA no es una restricción importante si el servicio radar está disponible y la aeronave está por encima del MSA). La discrepancia se resolvió con la decisión de basar la implantación OACI en el radar.</p>
		<p>Las modificaciones de la ruta en el área terminal pueden consistir en rumbos radar o autorizaciones “direct to” y la tripulación de vuelo debe ser capaz de reaccionar a tiempo. (3.4.4.4.1 bloque 4)</p>	<p>No es requisito.</p>	<p>Las modificaciones de la ruta en el área terminal pueden consistir en rumbos radar o autorizaciones “direct to” y la tripulación de vuelo debe ser capaz de reaccionar a tiempo. (10.2.3.5)</p>	<p>En los Estados Unidos, la instrucción para la tripulación incluye el conocimiento de cómo ir directo, además de instrucción para aptitud básica para el vuelo. No hay discrepancias.</p>

	<i>Diferencias entre RNAV 1 de OACI, AC 90-100 de la FAA y TGL-10 de las JAA</i>	<i>RNAV 1 Doc 9613</i>	<i>AC 90-100 de la FAA</i>	<i>TGL-10 (Rev.1) de las JAA</i>	<i>Conclusión</i>
	Procedimiento de contingencia (3.4.4.5)	Si bien no es obligatorio un método en particular, debe observarse toda restricción de altitud y velocidad publicada. (3.4.4.4. bloque 5)	No es requisito.	Si bien no es obligatorio un método en particular, debe observarse toda restricción de altitud y velocidad publicada. (10.2.3.6)	La RNAV de Estados Unidos no define ningún nuevo requisito para la altitud o la velocidad aerodinámica (TGL-10 tampoco), de modo que esta declaración no se incluye. No hay discrepancias.
		El piloto debe notificar al ATC toda pérdida de capacidad RNAV, juntamente con el proceder propuesto (3.4.4.5. bloque 1)	No es requisito.	La tripulación de vuelo debe notificar al ATC todo problema con el sistema RNAV que resulte en la pérdida de la capacidad de navegación requerida, juntamente con el proceder propuesto. (10.3.2)	En AC 90-100, 8d se especifica que: "El piloto debe notificar al ATC toda pérdida de capacidad RNAV, juntamente con el proceder propuesto." No hay discrepancias.
Requisito de la base de datos	Integridad de la base de datos	Los explotadores de aeronaves deberían considerar la necesidad de realizar verificaciones periódicas de las bases de datos de navegación en servicio a fin de satisfacer los requisitos vigentes del sistema de control de la calidad. (3.4.4 Base de datos bloque 3)	No es requisito	No es requisito.	No hay requisito específico en TGL-10 ni en AC 90-100. Este requisito se reconoce como una buena práctica. No hay discrepancias.

Diferencias entre RNAV 1 de OACI, AC 90-100 de la FAA y TGL-10 de las JAA	RNAV 1 Doc 9613	AC 90-100 de la FAA	TGL-10 (Rev.1) de las JAA	Conclusión
Informe invalidado	Las discrepancias que invalidan una ruta deben notificarse al proveedor de bases de datos de navegación y las rutas afectadas deben quedar prohibidas mediante aviso del explotador a su tripulación de vuelo. (3.4.4 Base de datos bloque 2)	No es requisito	Las discrepancias que invalidan un procedimiento deben notificarse al proveedor de bases de datos de navegación y los procedimientos afectados deben quedar prohibidos mediante aviso del explotador a su tripulación de vuelo. (8.2, 10.6.3)	No es requisito específico para la integridad de la base de datos de navegación en AC 90-100. No será así en AC 90-100A.
Verificaciones periódicas	Los explotadores de aeronaves deberían considerar la necesidad de realizar verificaciones periódicas de las bases de datos de navegación en servicio a fin de satisfacer los requisitos vigentes del sistema de control de la calidad. (3.4.4 Base de datos bloque 3)	No es requisito.	No es requisito.	No es requisito específico en TGL-10 ni en AC 90-100. Este requisito se reconoce como una buena práctica. No hay discrepancias.

	<i>Diferencias entre RNAV 1 de OACI, AC 90-100 de la FAA y TGL-10 de las JAA</i>	<i>RNAV 1 Doc 9613</i>	<i>AC 90-100 de la FAA</i>	<i>TGL-10 (Rev.1) de las JAA</i>	<i>Conclusión</i>
Requisito de mantenimiento	Revisión de la MEL	Toda revisión de la lista de equipo mínimo (MEL) necesaria para corregir disposiciones RNAV 1 y RNAV 2 debe estar aprobada. Los explotadores deben ajustar la MEL, o su equivalente, y especificar las condiciones de despacho requeridas. (3.4.2.4)	No es requisito específico.	No es requisito específico.	Indicada en TGL-10 (10.7.2) y en AC 90-100 como orientación general (no específica la MEL como un medio para reglamentarla): “El piloto debe confirmar también la disponibilidad del equipo de navegación de a bordo necesario para la ruta, SID, o STAR por la que se ha de volar”. No hay discrepancias.

INTENCIONALMENTE EN BLANCO

PARTE II – EXPLOTADORES DE SERVICIOS AÉREOS**VOLUMEN III – AUTORIZACIONES OPERACIONALES Y EQUIPOS DE LAS AERONAVES****Capítulo 7 – Aprobaciones RNP****Índice****Sección 1 – Aprobación de operaciones RNP 4**

1. Introducción	PII-VIII-C7-002
2. Objetivo	PII-VIII-C7-003
3. Alcance	PII-VIII-C7-003
4. Consideraciones del proveedor de servicios de navegación aérea (ANSP)	PII-VIII-C7-003
5. Proceso de aprobación	PII-VIII-C7-004
6. Aprobación de aeronavegabilidad	PII-VIII-C7-005
7. Aprobación operacional	PII-VIII-C7-011
8. Procedimientos de operación	PII-VIII-C7-013
9. Programa de instrucción	PII-VIII-C7-014
10. Base de datos de navegación	PII-VIII-C7-015
11. Vigilancia de los explotadores	PII-VIII-C7-015
12. Ayuda de trabajo	PII-VIII-C7-015

Sección 2 – Aprobación de operaciones RNP 2

Material aún por ser desarrollado	PII-VIII-C7-039
---	-----------------

Sección 3 – Aprobación de operaciones RNP 1 básica

1. Introducción	PII-VIII-C7-041
2. Objetivo	PII-VIII-C7-041
3. Consideraciones generales para el desarrollo de RNP 1 básica	PII-VIII-C7-041
4. Proceso de aprobación	PII-VIII-C7-042
5. Aprobación de aeronavegabilidad	PII-VIII-C7-042
6. Aprobación operacional	PII-VIII-C7-048
7. Procedimientos de operación	PII-VIII-C7-050
8. Programa de instrucción	PII-VIII-C7-054
9. Base de datos de navegación	PII-VIII-C7-056
10. Vigilancia de los explotadores	PII-VIII-C7-056
11. Ayuda de trabajo	PII-VIII-C7-056

Sección 4 – Aprobación de operaciones RNP 1 avanzada

Material aún por ser desarrollado	PII-VIII-C7-087
---	-----------------

Sección 5 – Aprobación de operaciones RNP APCH hasta mínimos LNAV y LNAV/VNAV

1. Antecedentes	PII-VIII-C7-089
2. Objetivo	PII-VIII-C7-089
3. Consideraciones del proveedor de servicios de navegación aérea (ANSP)	PII-VIII-C7-089
4. Proceso de aprobación	PII-VIII-C7-091
5. Aprobación de aeronavegabilidad	PII-VIII-C7-091
6. Aprobación operacional	PII-VIII-C7-095
7. Procedimientos de operación	PII-VIII-C7-097
8. Programa de instrucción	PII-VIII-C7-101
9. Base de datos de navegación	PII-VIII-C7-102
10. Vigilancia de los explotadores	PII-VIII-C7-103
11. Ayuda de trabajo	PII-VIII-C7-103

Sección 6 – Aprobación de operaciones RNP APCH hasta mínimos LP y LPV utilizando GNSS aumentado por SBAS

1. Antecedentes	PII-VIII-C7-139
2. Objetivo	PII-VIII-C7-139
3. Consideraciones del proveedor de servicios de navegación aérea (ANSP)	PII-VIII-C7-140
4. Proceso de aprobación	PII-VIII-C7-141
5. Aprobación de aeronavegabilidad	PII-VIII-C7-142
6. Aprobación operacional	PII-VIII-C7-146
7. Procedimientos de operación	PII-VIII-C7-148
8. Programa de instrucción	PII-VIII-C7-151
9. Base de datos de navegación	PII-VIII-C7-152
10. Vigilancia de los explotadores	PII-VIII-C7-153
11. Ayuda de trabajo	PII-VIII-C7-153

Sección 7 – Aprobación de operaciones RNP AR APCH

1. Antecedentes	PII-VIII-C7-185
2. Objetivo	PII-VIII-C7-185
3. Consideraciones del proveedor del servicio de navegación aérea (ANSP)	PII-VIII-C7-185
4. Proceso de aprobación	PII-VIII-C7-187
5. Aprobación de aeronavegabilidad	PII-VIII-C7-187
6. Aprobación operacional	PII-VIII-C7-197
7. Procedimientos de operación	PII-VIII-C7-199
8. Programa de instrucción	PII-VIII-C7-205
9. Base de datos de navegación	PII-VIII-C7-210
10. Vigilancia de los explotadores	PII-VIII-C7-211
11. Ayuda de trabajo	PII-VIII-C7-212

Apéndice A Sección 7 - Evaluación de la seguridad operacional de vuelo (FOSA)

1. Introducción	PII-VIII-C7-247
2. Antecedentes	PII-VIII-C7-247
3. Documentación relacionada con la FOSA y las operaciones RNP AR APCH	PII-VIII-C7-248
4. Proceso FOSA	PII-VIII-C7-248
5. Preparación FOSA	PII-VIII-C7-249
6. Evaluación FOSA	PII-VIII-C7-250

Sección 8 – Aprobación de operaciones con baro-VNAV

1. Introducción	PII-VIII-C7-261
2. Objetivo	PII-VIII-C7-261
3. Consideraciones del proveedor de servicios de navegación aérea (ANSP)	PII-VIII-C7-261
4. Consideraciones generales para la elaboración de una especificación VNAV barométrica	PII-VIII-C7-261
5. Proceso de aprobación	PII-VIII-C7-262
6. Aprobación de aeronavegabilidad	PII-VIII-C7-263
7. Aprobación operacional	PII-VIII-C7-268
8. Procedimientos de operación	PII-VIII-C7-269
9. Programa de instrucción	PII-VIII-C7-271
10. Base de datos de navegación	PII-VIII-C7-272
11. Ayuda de trabajo	PII-VIII-C7-272

Sección 1 – Aprobación de operaciones RNP 4

1. Introducción

1.1. Como parte del esfuerzo global en la implementación del Plan mundial de navegación aérea (Doc 9750) de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) para los sistemas de

comunicaciones, navegación y vigilancia/gestión de tránsito aéreo (CNS/ATM), las mínimas de separación lateral y longitudinal fueron reducidas en las regiones oceánicas. Esta reducción requiere mínimas de separación lateral y longitudinal de 30 NM en espacio aéreo RNP 4.

1.2. Los explotadores deben obtener de la AAC una autorización antes de realizar vuelos en partes definidas del espacio aéreo o en rutas en que se ha prescrito operaciones RNP 4.

1.3. La implementación de RNP 4 proveerá beneficios en términos del uso eficiente del espacio aéreo, optimización de rutas, reducción de demoras, aumento de la capacidad del flujo del tránsito aéreo, incremento de la flexibilidad, reducción de costos, reducción de las normas de separación y aumento en la seguridad operacional.

2. Objetivo

Esta sección junto con el Capítulo 5 – Proceso genérico para aprobaciones RNAV/RNP, del Volumen III, Parte II de este manual, proporcionan orientación y guía específica a los IO, respecto a la planificación, conducción y evaluación del proceso de aprobación RNP 4. Se incluye orientación sobre las consideraciones del proveedor de servicios de navegación aérea (ANSP) y en los aspectos de aeronavegabilidad, operaciones e instrucción.

3. Alcance

3.1. Los criterios de aprobación RNP 4 descritos en esta sección, están limitados a las aeronaves que han recibido una certificación de aeronavegabilidad que indique que los sistemas de navegación instalados satisfacen los requisitos de performance para RNP 4. Esta certificación puede haberse expedido en el momento de fabricación de la aeronave o en el lugar donde la aeronave ha sido modificada (re-equipada) para satisfacer los requisitos de RNP 4, mediante el otorgamiento de un STC apropiado.

3.2. A pesar que este documento trata exclusivamente de las aprobaciones RNP 4, las tripulaciones de vuelo deben tener conciencia de que diferentes espacios aéreos pueden tener otros requisitos operacionales que deberán ser considerados cuando realizan la planificación del vuelo en espacios aéreos RNP. La necesidad de verificar el cumplimiento de cualquier requisito adicional de ese tipo, es considerada en las guías proporcionadas para la instrucción de las tripulaciones de vuelo que figuran en esta sección.

3.3. Los explotadores y las tripulaciones de vuelo también deben cumplir con los requisitos relevantes del Anexo 2 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional.

4. Consideraciones del proveedor de servicios de navegación aérea (ANSP)

4.1 Infraestructura de ayudas para la navegación.-

La RNP 4 fue elaborada para las operaciones en el espacio aéreo oceánico y remoto y no requiere ninguna infraestructura de ayudas para la navegación basadas en tierra. El GNSS es el sensor primario de navegación para apoyo de la RNP 4, sea como sistema de navegación autónomo o como parte de un sistema multisensor.

4.2 Comunicaciones y vigilancia ATS.-

Si bien este texto de orientación fue elaborado en apoyo de las mínimas de separación lateral y longitudinal de 30 NM basadas en la RNP 4, cabe señalar que trata únicamente de los requisitos de navegación relacionados con estas normas y no trata específicamente de los requisitos de comunicaciones o vigilancia ATS.

Nota 1.- Las disposiciones relativas a estas mínimas de separación, incluidos los requisitos de comunicaciones y vigilancia ATS, figuran en el Párrafo 3.4.1 e) del Adjunto B del Anexo 11 y en la Sección 5.4 de los PANS-ATM (Doc 4444). Siempre que puedan dar apoyo al mayor porcentaje de notificaciones requerido, los sistemas de comunicaciones por enlace de datos controlador-piloto (CPDLC) y la vigilancia dependiente automática - contrato (ADS-C) que satisfacen los requisitos para la

aplicación de las mínimas de separación lateral y longitudinal de 50 NM basadas en la RNP 10 también satisfarán los requisitos para la aplicación de las mínimas de separación lateral y longitudinal de 30 NM.

4.3 Margen de franqueamiento de obstáculos y espaciado entre rutas.-

4.3.1 En los PANS-OPS (Doc 8168, Volumen II, de la OACI) se proporciona orientación detallada sobre el margen de franqueamiento de obstáculos; se aplican también los criterios generales de las Partes I y III.

4.3.2 Las mínimas de separación se describen en la Sección 5.4 de los PANS-ATM (Doc 4444).

4.3.3 La RNP 4 puede usarse en apoyo de la aplicación de normas de separación/espaciado entre rutas de menos de 30 NM en el espacio aéreo continental, siempre que un Estado haya realizado las evaluaciones de seguridad operacional necesarias descritas en los PANS-ATM (Doc 4444). Sin embargo, los parámetros de comunicaciones y vigilancia ATS que apoyan la aplicación de las nuevas normas de separación serán diferentes de los que dan apoyo a la norma de 30 NM.

4.4 Consideraciones adicionales.-

4.4.1 Muchas aeronaves tienen capacidad para recorrer una trayectoria paralela pero desplazada a la izquierda o a la derecha de la ruta activa original. El objetivo de esta función es facilitar los desplazamientos para las operaciones tácticas autorizadas por el ATC.

4.4.2 Muchas aeronaves tienen capacidad para ejecutar una maniobra de circuito de espera utilizando su sistema RNAV. El objetivo de esta función es dar flexibilidad al ATC para el diseño de operaciones RNAV.

4.4.3 La orientación dada en este capítulo no reemplaza los requisitos de operación del Estado aplicables al equipamiento.

4.5 Publicación.-

La AIP debería indicar claramente que la aplicación de navegación es RNP 4. La ruta debería identificar los requisitos de altitud mínima de los segmentos. Los datos de navegación publicados en la AIP del Estado para las rutas y las correspondientes ayudas para la navegación deben satisfacer los requisitos del Anexo 15 - *Servicios de información aeronáutica*. Todas las rutas deben estar basadas en las coordenadas WGS-84.

4.6 Vigilancia de la infraestructura de las ayudas para la navegación.-

El proveedor de servicios de tránsito aéreo debe vigilar el estado del GNSS y expedir oportunamente avisos de interrupción del servicio (NOTAM).

4.7 Vigilancia del sistema ATS.-

La precisión de navegación demostrada proporciona una base para determinar el espaciado lateral entre rutas y las mínimas de separación necesarias para las aeronaves que operan en una ruta dada. Por consiguiente, se vigilan los errores de navegación lateral y longitudinal mediante programas de vigilancia. En las instalaciones ATS se registran las observaciones radar de la proximidad a la derrota y la altitud de cada aeronave, antes de que entre en la cobertura de ayudas para la navegación de corto alcance al final del segmento de ruta oceánico. Si una observación indica que una aeronave no está dentro del límite establecido, se presenta un informe de error de navegación y se hace una investigación para determinar la razón de la aparente desviación de la derrota o altitud a fin de que se tomen medidas para impedir que vuelva a ocurrir.

5. Proceso de aprobación

5.1 Para que un explotador de transporte aéreo comercial reciba una autorización RNP 4, éste deberá cumplir con dos tipos de aprobaciones:

a) la aprobación de aeronavegabilidad que le incumbe al Estado de matrícula; y

b) la aprobación operacional a cargo del Estado del explotador.

5.2 Las RAB 121.995 (b) y 135.565 (c) exigen que las aeronaves estén autorizadas por el Estado de matrícula y que los explotadores estén autorizados por sus respectivos Estados para llevar a cabo operaciones en las que se ha prescrito una especificación para la navegación basada en la performance.

5.3 Durante el proceso de aprobación para operaciones RNP 4, los IOs deben seguir las cinco fases establecidas en el MIO, Parte II, Volumen III, Capítulo 5 - *Proceso genérico para aprobaciones RNAV/RNP* y considerar los requisitos específicos de esta sección.

6. Aprobación de aeronavegabilidad

6.1 Admisibilidad de la aeronave.-

6.1.1 Documentos de admisibilidad respecto a la aeronavegabilidad.- La documentación pertinente y aceptable para la AAC debe estar disponible para probar que la aeronave está equipada con un sistema RNP que satisface los requisitos RNP 4. A fin de evitar una actividad de reglamentación innecesaria, la admisibilidad de los sistemas existentes podría determinarse considerando aceptable la documentación del fabricante sobre el cumplimiento, por ejemplo, la serie AMC 20 de EASA.

6.1.2 Grupos de admisibilidad de las aeronaves.-

a) Grupo 1: Certificación RNP

Las aeronaves del Grupo 1 son aquellas que tienen certificación y aprobación oficial de que se ha integrado la RNP en la aeronave. El cumplimiento de la RNP se documenta en el manual de vuelo de la aeronave.

La certificación no se limitará necesariamente a una especificación RNP en especial. El manual de vuelo debe tratar de los niveles RNP que se han demostrado y de todas las disposiciones conexas aplicables a su utilización (p. ej., requisitos para sensores de ayudas para la navegación). La aprobación operacional se basa en la performance declarada en el manual de vuelo.

Este método también se aplica en los casos en que la certificación se recibe por medio de un STC otorgado para incluir la reconversión de equipo, tales como receptores GNSS, a fin de que la aeronave satisfaga los requisitos RNP 4 en el espacio aéreo sobre áreas oceánicas y remotas.

b) Grupo 2: Certificación previa del sistema de navegación

Las aeronaves del Grupo 2 son aquellas cuyo nivel de performance certificado, obtenido en virtud de normas anteriores, puede considerarse equivalente a criterios RNP 4. Esas normas, mencionadas en i) a iii) pueden usarse para calificar las aeronaves en el Grupo 2:

1) *Sistema mundial de navegación por satélite (GNSS).* Las aeronaves en las que se ha instalado GNSS únicamente como un sistema de navegación de larga distancia aprobado para operaciones en el espacio aéreo oceánico y remoto deben satisfacer los requisitos técnicos especificados en 1.3.3. El manual de vuelo debe indicar que se requiere equipo GNSS doble aprobado en virtud de una norma pertinente. Las normas pertinentes son las disposiciones técnicas normalizadas (TSO) c129a o c146() de la FAA, y disposiciones técnicas normalizadas conjuntas (JTSO) c129a o c146 () de las JAA. Además, debe usarse un programa aprobado de predicción de disponibilidad de detección de fallas y exclusión (FDE). El tiempo máximo admisible de la falta de capacidad FDE es de 25 minutos en cualquier ocasión. Este tiempo máximo de interrupción del servicio debe incluirse como condición para la aprobación operacional RNP 4. Si las predicciones indican que se excederá del tiempo máximo de interrupción del servicio FDE, la operación deberá reprogramarse para cuando el FDE esté disponible.

- 2) Sistemas multisensor que integran el GNSS con integridad proporcionada por la vigilancia autónoma de la integridad en el receptor (RAIM). Los sistemas multisensor que integran el sistema mundial de determinación de la posición (GPS) con RAIM y FDE aprobados en virtud de AC20-130a de la FAA u otros documentos equivalentes satisfacen los requisitos técnicos especificados en 1.3.3. Cabe señalar que no es obligatorio usar programas de predicción de disponibilidad FDE cuando los sistemas multisensor están instalados y se usan.
- 3) *Vigilancia autónoma de la integridad en la aeronave (AAIM)*. La AAIM usa la redundancia de las estimaciones de la posición provenientes de múltiples sensores, incluido el GNSS, para proporcionar performance de integridad que es, por lo menos, equivalente a RAIM. Estas aumentaciones de a bordo deben estar certificadas de conformidad con TSO c-115b, JTSO c-115b u otros documentos equivalentes. Un ejemplo de esto es el uso de un sistema de navegación inercial u otros sensores de navegación como verificación de la integridad de los datos GNSS cuando la RAIM no está disponible pero la información del GNSS para determinar la posición continua siendo válida.

c) Grupo 3: Nueva tecnología

Este grupo se ha previsto para abarcar los nuevos sistemas de navegación que satisfagan los requisitos técnicos para operaciones en el espacio aéreo en el que se especifica la RNP 4.

6.2 Requisitos de las aeronaves.-

6.2.1 Para las operaciones RNP 4 en el espacio aéreo oceánico o remoto, las aeronaves deben tener instaladas — y formar parte de la base sobre la que se otorga la aprobación operacional RNP 4 — por lo menos dos sistemas de navegación de larga distancia (LRNS) independientes y en condiciones de servicio, con integridad tal que el sistema de navegación no proporcione información errónea.

6.2.2 La circular de asesoramiento (AC) 20-138A de la FAA de los Estados Unidos, o documentos equivalentes, proporciona un medio aceptable de cumplir los requisitos de instalación para las aeronaves que usan, pero que no integran, la información GNSS con la de otros sensores. La AC 20-130A de la FAA describe un medio aceptable de cumplimiento para los sistemas de navegación multisensor que incorporan el GNSS.

6.2.3 La configuración del equipo empleado para demostrar la precisión requerida debe ser idéntica a la configuración especificada en la MEL o en el manual de vuelo.

6.2.4 El diseño de la instalación debe cumplir las normas de diseño aplicables a la aeronave que se va a modificar y los cambios deben reflejarse en el manual de vuelo antes de comenzar las operaciones que requieren aprobación para la navegación RNP 4.

6.3 Performance, vigilancia y alerta del sistema.-

6.3.1 Precisión.- Durante las operaciones en el espacio aéreo o en rutas designadas como RNP 4, el error lateral del sistema total no excederá de ± 4 NM para, por lo menos, el 95% del tiempo total de vuelo. El error a lo largo de la derrota tampoco excederá de ± 4 NM para, por lo menos, el 95% del tiempo total del vuelo. Puede suponerse un FTE de 2,0 NM (95%).

6.3.2 Integridad.- El mal funcionamiento del equipo de navegación de la aeronave se clasifica como una condición de falla importante en virtud de los reglamentos de aeronavegabilidad (es decir, 10^{-5} por hora).

6.3.3 Continuidad.- La pérdida de función se clasifica como una condición de falla importante para la navegación en áreas oceánicas y remotas. El requisito de continuidad se satisface con dos sistemas de navegación de larga distancia independientes (que excluyan señal en el espacio).

6.3.4 Vigilancia y alerta de la performance.- El sistema RNP o el sistema RNP y el piloto combinados darán la alerta si el requisito de precisión no se cumple, o si la probabilidad de que el TSE lateral exceda de 8 NM es superior a 10^{-5} .

Señal en el espacio.- Si se usa GNSS, el equipo de navegación de la aeronave dará la alerta si la probabilidad de que los errores de señal en el espacio que causan un error de posición lateral superior a 8 NM excede de 10^{-7} por hora (Anexo 10, Volumen I, Tabla 3.7.2.4-1).

Nota- El cumplimiento del requisito de vigilancia y alerta de la performance no implica vigilancia automática del error técnico de vuelo. La función de vigilancia y alerta de a bordo debería consistir en por lo menos un algoritmo de vigilancia y alerta de error del sistema de navegación (NSE) y una presentación de desviación lateral que permita a la tripulación vigilar el error técnico de vuelo (FTE). En la medida que los procedimientos operacionales se usan para vigilar el FTE, el procedimiento de la tripulación, las características del equipo y la instalación se evalúan por su eficacia y equivalencia como se describen los requisitos funcionales y los procedimientos de operación. El error de definición de la trayectoria (PDE) se considera insignificante debido al proceso de garantía de calidad (1.3.6) y a los procedimientos de la tripulación (1.3.4).

6.4 Requisitos funcionales.-

6.4.1 El sistema de navegación de a bordo debe tener las siguientes funcionalidades:

- a) presentación en pantalla de los datos de navegación;
- b) derrota a punto de referencia (TF);
- c) directo a punto de referencia (DF);
- d) función “Directo to”;
- e) rumbo hasta punto de referencia (CF);
- f) desplazamiento paralelo;
- g) criterios de transición de paso;
- h) presentaciones de interfaz de usuario;
- i) selección de trayectoria en la planificación de vuelos;
- j) puesta en secuencia de puntos de referencia en la planificación de vuelos;
- k) rumbo hasta punto de referencia definido por el usuario;
- l) control de trayectoria;
- m) requisitos de alerta;
- n) acceso a la base de datos de navegación;
- o) sistema de referencia geodésico wgs-84; y
- p) actualización automática de la posición por radio.

6.5 Explicación de las funcionalidades requeridas.-

6.5.1 Presentación en pantalla de los datos de navegación.-

6.5.1.1 La presentación en pantalla de los datos de navegación debe usar una presentación de desviación lateral [véase más adelante a)] o una presentación cartográfica de navegación [véase más adelante b)] que satisfaga los siguientes requisitos:

- a) una presentación no numérica de desviación lateral [p. ej., CDI, indicador de situación horizontal electrónico (E)HSI], con una indicación hasta/desde e indicación de falla, para usarla como instrumento de vuelo primario para la navegación, la anticipación de maniobras y la indicación de falla/estado/integridad, con los siguientes atributos:
 - 1) la presentación debe ser visible y estar situada en el principal campo de visión del piloto (± 15 grados de visibilidad directa normal) cuando este mira hacia delante a lo largo de la trayectoria de vuelo;
 - 2) la escala de desviación lateral debe coincidir con los límites de alerta e indicación, si son aplicables;

- 3) la presentación de desviación lateral debe estar automáticamente sincronizada con la trayectoria RNAV calculada. La presentación de desviación lateral debe tener también una deflexión máxima apropiada para la fase de vuelo en curso y estar basada en el mantenimiento de la precisión requerida de la derrota. El selector de rumbo de la presentación de desviación lateral debería estar automáticamente controlado con relación a la trayectoria RNAV calculada, o el piloto debe ajustar el rumbo CDI o HSI seleccionado a la derrota deseada que se calculó.

Nota.- La función normal del equipo GNSS autónomo satisface este requisito.

- 4) la escala de presentación debe quedar automáticamente establecida por lógica implícita o según un valor obtenido de la base datos de navegación. El valor de deflexión máxima debe ser conocido o debe estar disponible para presentarlo al piloto de forma que corresponda a los valores en ruta, de terminal o de aproximación.
- b) una presentación cartográfica fácilmente visible para el piloto, con las escalas cartográficas apropiadas (la escala la puede establecer manualmente el piloto), que ofrezca la funcionalidad equivalente a una presentación de desviación lateral.

6.5.2 Desplazamiento paralelo.-

El sistema debe tener la capacidad de seguir derrotas paralelas a la distancia desplazada seleccionada. Cuando se ejecuta un desplazamiento paralelo, la precisión de navegación y todos los requisitos de performance de la ruta original en el plan de vuelo activo deben ser aplicables a la ruta desplazada. El sistema debe permitir la entrada de distancias desplazadas en incrementos de 1 NM, a la derecha o a la izquierda de la derrota. El sistema debe tener capacidad para desplazamientos de por lo menos 20 NM. Cuando se use, el modo *offset* (desplazado) del sistema debe estar claramente indicado para la tripulación de vuelo. Cuando esté en modo *offset*, el sistema debe proporcionar parámetros de referencia (por ejemplo, desviación lateral, distancia por recorrer, tiempo de vuelo restante) con relación a la trayectoria desplazada y a los puntos de referencia desplazados. Un desplazamiento no debe pasar a discontinuidades de ruta, geometrías de ruta que no son razonables ni más allá del punto de referencia de aproximación final. Se debe avisar a la tripulación de vuelo antes del fin de la trayectoria desplazada, con tiempo suficiente para volver a la trayectoria original. Una vez activado el desplazamiento paralelo, éste debe permanecer activo durante todos los tramos de la ruta del plan de vuelo hasta que se cancele automáticamente, hasta que la tripulación de vuelo entre a una ruta de vuelo "direct to" o hasta que la tripulación de vuelo lo cancele (manualmente). La función de desplazamiento paralelo debe estar disponible para la TF y la porción geodésica de los tipos de tramo DF.

6.5.3 Criterios de transición de paso.-

6.5.3.1 El sistema de navegación debe tener capacidad para ejecutar transiciones de paso. Se especifica la trayectoria que no es predecible y repetible porque la trayectoria óptima varía según la velocidad aerodinámica y el ángulo de inclinación lateral. Sin embargo, los límites del área de transición están definidos. El error de definición de trayectoria se define como la diferencia entre la trayectoria definida y el área de transición teórica. Si la trayectoria está dentro del área de transición, no hay error de definición de trayectoria. Cuando el tipo de transición no está especificado, las transiciones de paso deben ser la transición implícita. Los requisitos teóricos sobre el área de transición son aplicables a las siguientes hipótesis:

- a) cambios de rumbo que no excedan de 120° para transiciones de baja altitud (o la altitud barométrica de la aeronave es inferior a FL 195); y
- b) cambios de rumbo que no excedan de 70° para transiciones de elevada altitud (o la altitud barométrica de la aeronave es igual o superior a FL 195).

6.5.4 Presentaciones de interfaz de usuario.-

6.5.4.1 Las características generales de las presentaciones de interfaz de usuario son que deben presentar claramente la información, dar conciencia de la situación y estar diseñadas y aplicadas teniendo en cuenta los factores humanos. Entre las principales consideraciones de diseño

cabe mencionar:

- a) minimizar el número de procedimientos y tareas para la operación del sistema que se confían a la memoria de la tripulación de vuelo;
- b) elaborar una presentación clara y sin ambigüedades de los modos/submodos del sistema y datos de navegación con énfasis en los requisitos para una mejor conciencia de la situación respecto a los cambios automáticos de modo, si los hubiera;
- c) usar funciones de ayuda sensible al contexto y mensajes de error (por ejemplo, los mensajes de entrada de información o datos inválidos deberían ser un medio simple para determinar la forma de ingresar datos “válidos”);
- d) métodos de entrada de datos con tolerancia a las fallas en vez de conceptos basados en reglas rígidas;
- e) poner un énfasis particular en el número de pasos y minimizar el tiempo necesario para ejecutar las modificaciones del plan de vuelo para adaptarlo a autorizaciones ATS, procedimientos de espera, cambios de pista y aproximaciones por instrumentos, aproximaciones frustradas y desvíos a destinos de alternativa; y
- f) minimizar el número de falsas alarmas de modo que la tripulación de vuelo las reconozca y reaccione correctamente cuando sea necesario.

6.5.5 Presentaciones en pantalla y controles.-

6.5.5.1 Cada elemento de presentación en pantalla usado como instrumento de vuelo primario para guía y control de la aeronave, anticipación de maniobras o indicación de falla/estado/integridad, debe estar situado donde sea claramente visible para el piloto (en su campo de visión principal) con la menor desviación posible de la posición normal y de visibilidad directa cuando mira hacia delante a lo largo de la trayectoria de vuelo. Por lo que respecta a las aeronaves que cumplen los requisitos de FAR/CS/JAR 25, las disposiciones de los documentos de certificación, tales como AC 25-11, AMJ 25-11 y otros documentos aplicables, deberían estar satisfechas.

6.5.5.2 Todas las presentaciones, los controles y las indicaciones del sistema deben ser legibles en condiciones normales del puesto de pilotaje y en las condiciones esperadas de iluminación ambiente. Las disposiciones de iluminación nocturna deben ser compatibles con las de iluminación del puesto de pilotaje.

6.5.5.3 Todas las presentaciones y los controles deben estar ordenados para facilitar su acceso y uso por la tripulación de vuelo. Los controles que normalmente se ajustan en vuelo deben ser fácilmente accesibles y estar provistos de etiquetas normalizadas que indiquen su función. Los controles y presentaciones del sistema deben estar diseñados para maximizar su utilidad operacional y minimizar la carga de trabajo del piloto. Los controles que deban usarse durante el vuelo deben estar diseñados de modo que se minimicen los errores y para que, cuando se usen en todas las combinaciones y secuencias posibles, no resulten en una condición que sea perjudicial para la continuidad de la performance del sistema. Los controles del sistema deben estar dispuestos de modo que ofrezcan una protección adecuada contra un cierre del sistema por inadvertencia.

6.5.6 Selección de trayectoria en la planificación de vuelos.-

El sistema de navegación debe proporcionar a la tripulación la capacidad de crear, examinar y activar el plan de vuelo. El sistema debe tener la capacidad de modificación (p. ej., supresión y adición de puntos de referencia y creación de puntos de referencia a lo largo de la trayectoria), examen y aceptación por el usuario de cambios en los planes de vuelo. Cuando se ejerza esta capacidad, el contenido de las instrucciones no deberá resultar afectado hasta que se active la modificación. La activación de cualquier modificación del plan de vuelo debe requerir una acción positiva de la tripulación de vuelo después de recibir información y verificarla.

6.5.7 Puesta en secuencia de puntos de referencia en la planificación de vuelos.-

El sistema de navegación debe tener capacidad de secuenciamiento automático de los puntos de

referencia.

6.5.8 Rumbo hasta un punto de referencia definido por el usuario.-

El sistema de navegación debe tener la capacidad de definir un rumbo hasta un punto de referencia definido por el usuario. El piloto debe poder interceptar el curso definido por el usuario.

6.5.9 Control de trayectoria.-

El sistema debe proporcionar datos para que sea posible generar señales de mando para piloto automático/director de vuelo/CDI, según sea aplicable. En todos los casos, un error de control de trayectoria (PSE) debe estar definido en el momento de la certificación, lo que satisfará los requisitos de la operación RNP deseada en combinación con otros errores del sistema. Durante el proceso de certificación, debe quedar demostrada la capacidad de la tripulación de operar la aeronave dentro del margen del PSE especificado. El tipo de aeronave, el medio de operaciones, presentaciones, performance del piloto automático y guía de tramo de transición (especialmente entre tramos de arco) deberían considerarse en la demostración del cumplimiento del PSE. Puede usarse un valor medido del PSE para vigilar el cumplimiento del sistema respecto a los requisitos RNP. Para operar en todos los tipos de tramos, este valor debe ser la distancia hasta la trayectoria definida. Para el cumplimiento de confinamiento lateral respecto a la ruta, toda imprecisión en el cálculo del error lateral (p. ej., resolución) debe considerarse en el error del sistema total.

6.5.10 Requisitos de alerta.-

El sistema debe proporcionar también una indicación si la precisión de navegación ingresada manualmente es más amplia que la precisión de navegación relacionada con el espacio aéreo en curso definido en la base de datos de navegación. Toda reducción ulterior de la precisión de navegación debe incluir esta indicación. Durante las aproximaciones a un espacio aéreo RNP desde un espacio aéreo no RNP, la alerta debe estar activada cuando la desviación respecto a la trayectoria deseada sea igual o inferior a la mitad de la precisión de navegación y la aeronave haya pasado el primer punto de referencia en el espacio aéreo RNP.

6.5.11 Acceso a la base de datos de navegación.-

La base de datos de navegación debe dar acceso a la información de navegación en apoyo de las características de referencia y planificación de vuelos de los sistemas de navegación. La modificación manual de los datos en la base de datos de navegación no debe ser posible. Este requisito no excluye el almacenamiento de “datos definidos por el usuario” dentro del equipo (p. ej., para rutas flexibles). Cuando se usan datos almacenados deben conservarse almacenados. El sistema debe proporcionar un medio para identificar la versión de la base de datos de navegación y validar el período de operación.

6.5.12 Sistema de referencia geodésico.-

El Sistema geodésico mundial — 1984 (WGS-84) o un modelo equivalente de referencia terrestre debe ser el modelo de referencia para la determinación de errores. Si no se emplea WGS-84, toda diferencia entre el modelo terrestre seleccionado y el modelo terrestre WGS-84 debe incluirse como parte del error de definición de la trayectoria (PDE). Los errores inducidos por la resolución de datos también deben tenerse en cuenta.

6.6 Aeronavegabilidad continuada.-

6.6.1 Los explotadores de aeronaves aprobadas para realizar operaciones RNP 4, deben asegurar la continuidad de la capacidad técnica de ellas para satisfacer los requisitos técnicos establecidos en esta CA.

6.6.2 Cada explotador que solicite una aprobación operacional RNP 4, deberá presentar a la AAC del Estado de matrícula un programa de mantenimiento e inspección que incluya todos aquellos requisitos de mantenimiento necesarios para asegurar que los sistemas de navegación sigan cumpliendo el criterio de aprobación RNP 4.

6.6.3 Los siguientes documentos de mantenimiento deben ser revisados, según corresponda, para incorporar los aspectos RNP 4:

- a) Manual de control de mantenimiento (MCM);
- b) Catálogos ilustrados de partes (IPC); y
- c) Programa de mantenimiento.

6.6.4 El programa de mantenimiento aprobado para las aeronaves afectadas debe incluir las prácticas de mantenimiento que se indican en los correspondientes manuales de mantenimiento del fabricante de la aeronave y de sus componentes y debe considerar:

- a) que los equipos involucrados en la operación RNP 4 deben mantenerse de acuerdo con las instrucciones del fabricante de los componentes;
- b) que cualquier modificación o cambio del sistema de navegación que afecte de cualquier forma a la aprobación inicial RNP 4, debe ser objeto de comunicación y revisión por la AAC para su aceptación o aprobación de dichos cambios previo a su aplicación; y
- c) que cualquier reparación que no se incluya en la documentación aprobada/aceptada de mantenimiento y que pueda afectar a la integridad de la performance de navegación, debe ser objeto de comunicación a la AAC para su aceptación o aprobación de las mismas.

6.6.5 Dentro de la documentación relativa al mantenimiento RNP, se debe presentar el programa de instrucción del personal de mantenimiento, que entre otros aspectos, debe contemplar:

- a) concepto PBN;
- b) aplicación de la RNP 4;
- c) equipos involucrados en una operación RNP 4; y
- d) utilización de la MEL.

7. Aprobación operacional

7.1 Bases reglamentarias.-

7.1.1 La aprobación de aeronavegabilidad por sí sola no autoriza a un solicitante o explotador a realizar operaciones RNP 4. Además de la aprobación de aeronavegabilidad, el solicitante o explotador debe obtener una aprobación operacional para confirmar la adecuación de los procedimientos normales y de contingencia respecto a la instalación del equipo particular.

7.1.2 En transporte aéreo comercial, la AAC del Estado del explotador llevará a cabo la evaluación de la solicitud para una aprobación operacional RNP 4 según las reglas de operación vigentes (p. ej., RAB 121.995 (b) y RAB 135.565 (c) o equivalentes) apoyadas por los criterios descritos en esta sección.

7.1.3 Para la aviación general, El Estado de matrícula será el responsable de la evaluación de la solicitud para una aprobación operacional RNP 4 según las reglas de operación vigentes. (p. ej., RAB 91.1015 y RAB 91.1640 o equivalentes) apoyadas por los criterios establecidos en esta sección.

7.2 Requisitos para obtener la aprobación operacional.-

7.2.1 Para obtener la autorización RNP 4, el solicitante o explotador cumplirá los siguientes pasos considerando los criterios establecidos en este párrafo y en los párrafos siguiente de esta sección:

- a) *Aprobación de aeronavegabilidad.-* las aeronaves deberán contar con las correspondientes aprobaciones de aeronavegabilidad según lo establecido en el Párrafo 6.6 de esta sección.
- b) *Solicitud.-* El explotador presentará a la AAC la siguiente documentación:

- 1) *la solicitud para la aprobación operacional RNP 4;*
- 2) *documentos de aeronavegabilidad relativos a la admisibilidad de las aeronaves.-* El explotador presentará documentación relevante, aceptable para la AAC, que permita establecer que la aeronave está dotada de sistemas de navegación de largo alcance (LRNS) que satisfacen los requisitos RNP 4, según lo descrito en el Párrafo 6 de esta sección. Por ejemplo, el explotador presentará las partes del AFM o del suplemento del AFM donde se incluya la declaración de aeronavegabilidad.
- 3) *descripción del equipo de la aeronave.-* El explotador proveerá una lista de configuración que detalle los componentes pertinentes y el equipo que va a ser utilizado en las operaciones RNP 4. La lista deberá incluir cada fabricante, modelo y versión del equipo GNSS y del software del FMS instalado.
- 4) *Programa de instrucción para la tripulación de vuelo y despachadores de vuelo (DV)*
 - (a) Los explotadores comerciales (p. ej., explotadores RAB 121 y 135) deben presentar los currículos de instrucción y otro material apropiado (p. ej., instrucción basada en computadora) a la AAC para demostrar que los procedimientos y prácticas operacionales y los aspectos de instrucción identificados en el Párrafo 9, relacionados con las operaciones RNP 4, han sido incorporados en los programas de instrucción, donde sean aplicables (por ejemplo, en los currículos de instrucción inicial, de promoción o periódicos para la tripulación de vuelo y DV).

Nota.- No se requiere establecer un programa de instrucción separado si la instrucción sobre RNP 4, identificada en el Párrafo 11, ya ha sido integrada en el programa de instrucción del explotador. Sin embargo, debe ser posible identificar cuales aspectos RNP 4 son cubiertos dentro de un programa de instrucción.
 - (b) Los explotadores no comerciales (p. ej. explotadores RAB 91) deben estar familiarizados y demostrar que operarán utilizando los procedimientos y prácticas operacionales y los aspectos de instrucción del Párrafo 9.
- 5) *Manual de operaciones y listas de verificación.*
 - (a) Los explotadores comerciales (p. ej., explotadores RAB 121 y 135) deben revisar el manual de operaciones (OM) y las listas de verificación para incluir información y guía sobre los procedimientos de operación que se detallan en el Párrafo 8 de esta sección. Los manuales apropiados deben contener las instrucciones de operación para el sistema de navegación y procedimientos de contingencia (p. ej., procedimientos de desviación por razones meteorológicas). Los manuales y las listas de verificación deben ser presentadas para revisión como adjuntos de la solicitud formal en la Fase dos del proceso de aprobación.
 - (b) Los explotadores no comerciales (p. ej., explotadores RAB 91) deben establecer instrucciones de operación sobre el sistema de navegación y procedimientos de contingencia. Esta información debe estar disponible para las tripulaciones en el OM o en el manual de operación del piloto (POH). Estos manuales y las instrucciones del fabricante para la operación del equipo de navegación de la aeronave, como sea apropiado, deben ser presentadas como adjuntos de la solicitud formal para revisión de la AAC.
- 6) *Lista de equipo mínimo (MEL).-* Cualquier revisión de la MEL, necesaria para abarcar las disposiciones sobre RNP 4, debe ser aprobada. Los explotadores deben adecuar la MEL y especificar las condiciones de despacho requeridas.
- 7) *Mantenimiento.-* El explotador o propietario presentará junto con la solicitud formal el programa de mantenimiento e inspección para aprobación de la AAC del Estado de matrícula, incluyendo los documentos mencionados en el Párrafo 6.6 de esta sección.
- 8) *Programa de instrucción para el personal de mantenimiento.-* Los explotadores remitirán

los currículos de instrucción correspondientes al personal de mantenimiento de conformidad con el Párrafo 6.6.5 de esta sección.

- 9) Antecedentes de performance (si es aplicable).- En la solicitud se incluirá los antecedentes de operación del explotador. El solicitante incluirá los eventos o incidentes relacionados con errores de navegación en espacio aéreo oceánico o remoto (p. ej., aquellos reportados en los formularios de investigación de errores de navegación de cada AAC) y los métodos por los cuales el explotador trató tales eventos o incidentes mediante programas de instrucción nuevos o revisados, procedimientos, mantenimiento o modificaciones de la aeronave.
 - 10) *Programa de validación de los datos de navegación.*- El explotador presentará los detalles del programa de validación de los datos de navegación según lo descrito en el Apéndice 1 de la CA 91-004 de la DGAC.
- c) *Impartición de la instrucción.*- Una vez aceptadas o aprobadas las enmiendas a los manuales, programas y documentos remitidos y antes de iniciar operaciones RNP 4, el explotador impartirá la instrucción requerida a su personal.
 - d) *Vuelo de validación.*- La AAC podrá estimar conveniente la realización de un vuelo de validación antes de conceder la autorización RNP 4. El vuelo de validación se llevará a cabo según el MIO Parte II Volumen II Capítulo 11 – Pruebas de validación. Para determinar si el vuelo de validación puede llevarse a cabo en operaciones comerciales se consultará el Capítulo 11 referido.
 - e) *Emisión de la autorización para realizar operaciones RNP 4.*- Una vez que el explotador ha finalizado con éxito el proceso de aprobación operacional, la AAC emitirá al explotador la autorización para que realice operaciones RNP 4.
 - 1) Explotadores RAB 121 y/o 135.- Para explotadores RAB 121 y/o RAB 135, la AAC emitirá las correspondientes especificaciones relativas a las operaciones (OpSpecs) que reflejarán la autorización RNP 4.
 - 2) Explotadores RAB 91.- Para explotadores RAB 91, la AAC emitirá una carta de autorización (LOA).

8. Procedimientos de operación

También se requiere la aprobación operacional para confirmar que los procedimientos normales y de contingencia del explotador son adecuados para la instalación del equipo en particular. Los siguientes procedimientos deberán ser observados por los explotadores, pilotos y despachadores de vuelo:

8.1 Planificación previa a los vuelos.-

8.1.1 Los explotadores deberían usar la designación del plan de vuelo OACI apropiada especificada para la ruta RNP. La letra “R” debería colocarse en el bloque 10 del plan de vuelo OACI para indicar que el piloto ha examinado la ruta prevista para el vuelo y determinado los requisitos RNP y la aprobación de la aeronave del explotador para rutas RNP. La información adicional debería presentarse en la sección de observaciones indicando la capacidad de precisión, tales como RNP 4 en comparación con RNP 10. Es importante comprender que los requisitos adicionales tendrán que quedar satisfechos a fin de obtener la autorización operacional para el espacio RNP 4 o las rutas RNP 4. Los sistemas de comunicaciones por enlace de datos controlador/piloto (CPDLC) y de vigilancia dependiente automática — contrato (ADS-C) también serán necesarios cuando la norma de separación sea de 30 NM lateral y/o longitudinal. Los datos de navegación de a bordo deben estar vigentes e incluir procedimientos apropiados.

Nota. - Las bases de datos de navegación deben estar vigentes durante todo el vuelo. Si el ciclo AIRAC debe cambiar durante el vuelo, los explotadores y pilotos deberían establecer procedimientos para asegurar la precisión de los datos de navegación y que las instalaciones de navegación utilizadas sean adecuadas para definir las rutas y los procedimientos para el vuelo.

8.1.2 La tripulación de vuelo debe.-

- a) examinar los registros y formularios de mantenimiento técnico para confirmar la condición del equipo requerido para volar en el espacio aéreo RNP 4 o en rutas que requieren capacidad de navegación RNP 4;
- b) cerciorarse de que se han adoptado medidas de mantenimiento para corregir los defectos del equipo requerido; y
- c) examinar los procedimientos de contingencia para operaciones en el espacio aéreo RNP 4 o en rutas que requieren capacidad de navegación RNP 4. No hay procedimientos de contingencia oceánicos diferentes de los normales, con una excepción: la tripulación debe poder reconocer, y el ATC debe estar notificado, cuando la aeronave ya no puede navegar según su capacidad RNP 4.

8.2 Disponibilidad de GNSS.-

En el momento del despacho o durante la planificación del vuelo el explotador debería asegurarse de que está disponible en ruta la capacidad de navegación adecuada para que la aeronave realice la navegación RNP 4 e incluir la disponibilidad de FDE, si corresponde a la operación.

8.3 En ruta.-

8.3.1 En el punto de entrada en el espacio aéreo RNP 4 deben estar en servicio por lo menos dos LRNS, con capacidad de navegación para RNP 4 e incluidos en el manual de vuelo. Si un elemento del equipo requerido para las operaciones RNP 4 no estuviera en condiciones de servicio, el piloto debería considerar una ruta de alternativa o desviarse para reparaciones.

8.3.2 Los procedimientos de operación en vuelo deben incluir procedimientos obligatorios de verificación cruzada para identificar los errores de navegación con tiempo suficiente para impedir que la aeronave se desvíe inadvertidamente de las rutas autorizadas por el ATC.

8.3.3 Las tripulaciones deben notificar al ATC cualquier deterioro o falla del equipo de navegación que haga que la performance de navegación esté por debajo del nivel requerido, y toda desviación por la que sea necesario un procedimiento de contingencia.

8.3.4 En las rutas RNP 4 los pilotos deberían usar un indicador de desviación lateral, director de vuelo o piloto automático en modo de navegación lateral. Los pilotos pueden usar una presentación cartográfica para la navegación con funcionalidad para un indicador de desviación lateral como se describe en 1.3.3.7.1 b). Los pilotos de aeronaves con indicador de desviación lateral deben asegurarse de que la escala del indicador de desviación lateral (deflexión máxima) es adecuada para precisión de navegación asociada con la ruta (es decir, ± 4 NM). Se espera que todos los pilotos mantengan el eje de la ruta, como lo representan los indicadores de desviación lateral y/o guía de vuelo de a bordo durante todas las operaciones RNP descritas en este manual, a menos que estén autorizados a desviarse por el ATC o en condiciones de emergencia. Para las operaciones normales, el error/desviación lateral (la diferencia entre la trayectoria calculada por el sistema RNAV y la posición de la aeronave con relación a la trayectoria) debería limitarse a $\pm 1/2$ de la precisión de navegación correspondiente a la ruta (es decir, 2 NM). Las desviaciones breves de esta norma (por ejemplo, recorrer una distancia demasiado larga o demasiado corta) durante e inmediatamente después de un viraje en una ruta, están permitidas hasta un máximo igual a la precisión de navegación (es decir, 4 NM).

9. Programa de instrucción

9.1 Los explotadores/propietarios deben asegurarse de que las tripulaciones de vuelo estén capacitadas y tengan un conocimiento adecuado de los temas incluidos en este texto de orientación, los límites de sus capacidades de navegación RNP 4, los efectos de la actualización y los procedimientos de contingencia RNP 4.

9.2 Para determinar si la instrucción es adecuada, la autoridad que otorga la aprobación

puede:

- a) evaluar un curso de instrucción antes de aceptar un certificado de un centro de instrucción específico;
- b) aceptar una declaración del explotador/propietario incluida en la solicitud para una aprobación RNP 4 de que el explotador/propietario se ha asegurado y continuará asegurándose de que las tripulaciones de vuelo estén familiarizadas con los métodos y procedimientos de operación RNP 4 incluidos en este capítulo; o
- c) aceptar una declaración del explotador de que ha realizado o realizará un programa de instrucción RNP 4 utilizando la orientación incluida en este capítulo.

10. Base de datos de navegación

10.1 La base de datos de navegación debería obtenerse de un proveedor que cumple las disposiciones DO 200A de RTCA/documento ED 76 de EUROCAE, Normas para el procesamiento de datos aeronáuticos. Una carta de aceptación (LOA) expedida por la autoridad de reglamentación competente demuestra el cumplimiento de este requisito (p. ej., LOA de la FAA expedida de conformidad con AC 20-153 de la FAA o bien LOA de EASA expedida de conformidad con IR 21, Subpart G de EASA).

10.2 Se deben notificar al proveedor de bases de datos de navegación las discrepancias que invalidan una ruta y las rutas afectadas deben quedar prohibidas mediante notificación del explotador a su tripulación de vuelo.

10.3 Los explotadores de aeronaves deberían considerar la necesidad de realizar verificaciones periódicas de las bases de datos de navegación en servicio a fin de satisfacer los requisitos vigentes del control de calidad.

11. Vigilancia de los explotadores

11.1 Una administración de aviación debería considerar los informes de errores de navegación a fin de determinar las medidas correctivas. Los casos de errores de navegación atribuidos a una pieza de equipo de navegación específica o a un procedimiento operacional, y que se repiten, pueden resultar en la cancelación de la aprobación operacional hasta que se reemplace o modifique el equipo de navegación o hasta que se efectúen cambios en los procedimientos operacionales del explotador.

11.2 La información que indica la posibilidad de errores repetidos puede exigir la modificación del programa de instrucción, del programa de mantenimiento o de la certificación de un equipo determinado del explotador. La información que atribuye múltiples errores a una tripulación de pilotos en particular indica la necesidad de instrucción de recuperación o una revisión de las licencias de la tripulación.

12. Ayuda de trabajo

Al final de esta sección se presenta la ayuda de trabajo relacionada con la aprobación de aeronaves y explotadores para operaciones RNP 4.

INTENCIONALMENTE EN BLANCO

AYUDA DE TRABAJO RNP 4**SOLICITUD PARA REALIZAR OPERACIONES RNP 4****1. Introducción**

Esta Ayuda de Trabajo fue desarrollada por la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) de Latinoamérica, para proveer orientación y guía a los explotadores e inspectores respecto al proceso que debe seguir un explotador para obtener una autorización RNP 4.

2. Propósitos de la Ayuda de Trabajo

- 2.1 Proporcionar información a explotadores e inspectores sobre los principales documentos de referencia RNP 4.
- 2.2 Provee tablas que muestran el contenido de la aplicación, los párrafos de referencia relacionados, la ubicación en la aplicación del explotar donde los elementos RNP 4 son mencionados y columnas para que el inspector haga comentarios y realice el seguimiento del estatus de varios elementos RNP 4.

3. Acciones recomendadas para el inspector y explotador

A continuación se detalla varias recomendaciones de cómo puede ser utilizada la ayuda de trabajo

- 3.1 En la reunión de pre-solicitud con el explotador, el inspector revisa los “eventos básicos del proceso de aprobación RNP 4” descritos en la Pare 1 de esta ayuda de trabajo, para proporcionar una visión general sobre los eventos del proceso de aprobación.
- 3.2 El inspector revisa esta ayuda de trabajo con el explotador para establecer la forma y el contenido de la solicitud para obtener una autorización RNP 4.
- 3.3 El explotador utiliza esta ayuda de trabajo como guía para recopilar los documentos/anexos de la solicitud RNP 4.
- 3.4 El explotador anota en la ayuda de trabajo las referencias que indican donde están ubicados en sus documentos, los elementos del programa RNP 4.
- 3.5 El explotador envía al inspector la ayuda de trabajo y la solicitud (documentos /anexos).
- 3.6 El inspector anota en la ayuda de trabajo el cumplimiento satisfactorio de un ítem o que dicho ítem requiere acción correctiva.
- 3.7 El inspector informa al explotador tan pronto como sea posible cuando se requiere una acción correctiva por parte del explotador.
- 3.8 El explotador provee al inspector el material revisado cuando éste es solicitado.
- 3.9 La AAC emite al explotador las especificaciones relativas a las operaciones (OpSpecs) o una carta de autorización (LOA), como sea aplicable, cuando las tareas y documentos han sido completados.

Estructura de la Ayuda de Trabajo

Partes	Temas	Página
Parte 1	Información general	3
Parte 2	Información sobre la identificación de las aeronaves y explotadores	5
Parte 3	Solicitud del explotador (Anexos y documentos)	7
Parte 4	Contenido de la solicitud del explotador para RNP 4	11
Parte 5	Guía para determinar la admisibilidad de las aeronaves RNP 4	15
Parte 6	Procedimientos básicos de los pilotos para operaciones RNP 4	17
Parte 7	Procedimientos para las contingencias en vuelo, desviaciones por condiciones meteorológicas y desplazamiento lateral estratégico	21

4. Fuentes principales de documentos, información y contactos

Para acceder a la Circular de Asesoramiento CA 91-004, ingrese a la página Web de la Dirección General de Aeronáutica Civil (www.dgac.gob.bo) e ingrese a Reglamentación Aeronáutica Boliviana.

5. Documentos principales de referencia

Documentos de referencia	Títulos
Anexo 6	Operación de aeronaves
ICAO Doc 9613	Manual de navegación basada en la performance (PBN)
FAA Orden 8400.33	Procedimientos para obtener autorización para la performance de navegación requerida 4 (RNP-4) operaciones en áreas oceánica y remota
AMC 20-5	Métodos aceptables de cumplimiento para aprobación de aeronavegabilidad y criterio operacional para el uso del Sistema mundial de determinación de la posición (GPS) NAVSTAR
AC 20-130A	Aprobación de aeronavegabilidad de los sistemas de gestión de navegación o vuelo integrando sensores de navegación múltiples
AC 20-138A	Aprobación de aeronavegabilidad del equipo del Sistema mundial de navegación por satélite (GNSS)
AC 25-15	Aprobación del Sistema de gestión de vuelo (FMS) en aeronaves de categoría de transporte
AC 90-45A	Aprobación de sistemas de navegación aérea para uso en el Sistema Aeroespacial Nacional de los Estados Unidos

PARTE 1: INFORMACIÓN GENERAL
Eventos básicos del proceso de aprobación RNP 4

	Acciones del explotador	Acciones de la AAC
1	Establece la necesidad de obtener la autorización RNP 4.	
2	Revisa el AFM, suplemento al AFM o la Hoja de datos del certificado de tipo (TCDS) u otros documentos apropiados (p. ej., Boletines de servicio (SB), Cartas de servicio (SL), etc.) para determinar la admisibilidad de la aeronave para RNP 4. El explotador contacta al fabricante de la aeronave o del equipo de aviónica, si es necesario, para confirmar la admisibilidad RNP 4 o mejor de la aeronave.	
3	Contacta a la AAC para programar una reunión de pre-solicitud para discutir los requerimientos de la aprobación operacional.	
4		Durante la reunión de pre-solicitud, establece: <ul style="list-style-type: none"> • la forma y contenido de la solicitud; • los documentos que sustentan la autorización RNP 4 • la fecha en que será enviada la solicitud para evaluación • si es necesario realizar un vuelo de validación observado por la AAC
5	Envía la solicitud por lo menos 60 días antes de iniciar operaciones RNP 4	
6		Revisa la solicitud del explotador
7	Una vez aprobados o aceptados las enmiendas a los manuales, programas y documentos imparte instrucción a la tripulación de vuelo, despachadores de vuelo y personal de mantenimiento y realiza un vuelo de validación, si es requerido por la AAC	Solamente si es requerido, participa en el vuelo de validación
8		Cuando los requisitos de operaciones y de aeronavegabilidad son completados, emite la aprobación operacional en forma de autorización mediante las OpSpecs para explotadores RAB 121 o 135 o equivalentes o una LOA para explotadores RAB 91 o equivalentes, como sea apropiado.

Notas relacionadas con el proceso de aprobación

1. **Autoridad responsable.**
 - a. **Transporte aéreo comercial (RAB 121 y/o 135 o reglamentos equivalentes).**- El **Estado de matrícula** determina que la aeronave cumple con los requisitos de aeronavegabilidad. El **Estado del explotador** emite la autorización RNP 4 (p. ej., OpSpecs).
 - b. **Aviación general (RAB 91 o reglamento equivalente).**- El **Estado de matrícula** determina que la aeronave cumple con los requisitos de aeronavegabilidad y emite la autorización operacional (p. ej., una LOA).
2. La AAC no requiere emitir una LOA para cada área individual de operación en caso de explotadores RAB 91 o documento equivalente.
3. Los explotadores RAB 121 y/o 135 con autorización RNP 4, deben listar en las OpSpecs las áreas individuales de operación.
4. Secciones relacionadas de los Reglamentos Aeronáuticos Bolivianos (RAB) o de reglamentos equivalentes
 - a. RAB 91 Secciones 91.1015 y 91.1640 o equivalentes
 - b. RAB 121 Sección 121.995 (b) o equivalente
 - c. RAB 135 Sección 135.565 (c) o equivalente
5. Documentos de OACI relacionados
 - a. Anexo 2 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional – Reglamento del aire
 - b. Anexo 6 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional – Operación de aeronaves
 - c. OACI Doc 9613 – Manual sobre navegación basada en la performance (PBN)
 - d. OACI Doc 4444 – Procedimientos para los servicios de navegación aérea – Gestión de tránsito aéreo.
 - e. OACI Doc 7030 – Procedimientos regionales suplementarios

PARTE 2: INFORMACIÓN SOBRE LA IDENTIFICACIÓN DE LAS AERONAVES Y EXPLOTADORES

NOMBRE DEL EXPLOTADOR: _____

Fabricante, modelo y series de la aeronave	Números de matrícula	Números de serie	Sistemas de navegación de largo alcance (LRNS) Número, fabricante y modelo	Especificación de navegación RNP requerida

FECHA DE LA REUNIÓN DE PRE-SOLICITUD _____

FECHA EN QUE FUE RECIBIDA LA SOLICITUD _____

FECHA EN QUE EL EXPLOTADOR PROPONE INICIAR OPERACIONES RNP 4 _____

¿ES ADECUADA LA FECHA DE NOTIFICACIÓN A LA AAC? SI _____ NO _____

INTENCIONALMENTE EN BLANCO

PARTE 3 – SOLICITUD DEL EXPLOTADOR (ANEXOS Y DOCUMENTOS)

Anexo	Título del Anexo/documento	Indicación de inclusión por parte del explotador	Comentarios del Inspector
A	Carta del explotador solicitando la autorización RNP 4		
B	Grupo de admisibilidad de aeronaves. Declaración del explotador indicando el grupo o los grupos de admisibilidad RNP 4 dentro de los cuales se encuentran las combinaciones del sistema de navegación de largo alcance (LRNS)/aeronaves.		
C	Documentos de aeronavegabilidad que demuestren la admisibilidad RNP 4 de las aeronaves. AFM, Revisión del AFM, Suplemento del AFM u Hoja de datos del certificado de tipo (TCDS) que demuestren que los LRNS son admisibles para RNP 4.		
D	Aeronaves modificadas para satisfacer estándares RNP 4. Documentación de inspección y/o modificación de las aeronaves, si es aplicable. Registros de mantenimiento que documenten la instalación o modificación de los LRNS y de las aeronaves (p. ej., FAA Form 337 – Reparaciones y alteraciones mayores)		
E	Programa de mantenimiento <ul style="list-style-type: none"> • Para aeronaves con prácticas de mantenimiento LRNS establecidas, proveer la lista de referencia del documento o programa. • Para LRNS recién instalados, proveer las prácticas de mantenimiento LRNS para revisión. 		

Anexo	Título del Anexo/documento	Indicación de inclusión por parte del explotador	Comentarios del Inspector
F	<p>Lista de Equipo Mínimo (MEL) (únicamente para explotadores que operan con sujeción a una MEL): MEL que muestre las disposiciones para el LRNS.</p>		
G	<p>Instrucción</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Explotadores RAB 91 o equivalentes: Métodos de instrucción: Instrucción en domicilio, centros de instrucción LAR 142 u otros cursos de instrucción, registros de cumplimiento del curso. 2. Explotadores RAB 121 y/o 135 o equivalentes: Programas de instrucción (currículos de instrucción) para las tripulaciones de vuelo, despachadores de vuelo y personal de mantenimiento. 		
H	<p>Políticas y procedimientos de operación</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Explotadores RAB 91 o equivalentes: Manual de operaciones (OM) o secciones de la solicitud del explotador que documenten los procedimientos y políticas de operación RNP 4. 2. Explotadores RAB 121 y/o 135 o equivalentes: Manual de operaciones y listas de verificación. 		
I	<p>Historial de performance. Si existe, se incluirán problemas anteriores, incidentes, errores de mantenimiento de la trayectoria, acciones correctivas.</p>		
J	<p>Programa de validación de los datos de navegación. Detalles del programa de validación de los datos de navegación según lo descrito en el Apéndice 1 de esta CA.</p>		
K	<p>Retiro de la aprobación RNP 4</p> <p>Indicación de la necesidad de realizar acciones de seguimiento después de los reportes de errores de navegación presentados y el</p>		

Anexo	Título del Anexo/documento	Indicación de inclusión por parte del explotador	Comentarios del Inspector
	potencial de que la autorización RNP 4 sea retirada.		
L	Plan para el vuelo de validación: Solo si es requerido por la AAC		

CONTENIDO DE LA APLICACIÓN A SER REMITIDA POR EL EXPLOTADOR

- ___ **DOCUMENTACIÓN DE CUMPLIMIENTO RNP 4 DE LAS AERONAVES/SISTEMAS DE NAVEGACIÓN**
- ___ **PROCEDIMIENTOS Y POLÍTICAS DE OPERACIÓN**
- ___ **SECCIONES DEL MANUAL DE MANTENIMIENTO RELACIONADAS CON LOS LRNS (si no han sido previamente revisadas)**

Nota 1: Los documentos pueden ser agrupados en una sola carpeta o pueden ser remitidos como documentos individuales

INTENCIONALMENTE EN BLANCO

PARTE 4: CONTENIDO DE LA SOLICITUD DEL EXPLOTADOR PARA RNP 4

#	Contenido de la solicitud del explotador para RNP 4	Párrafos de referencia CA 91-004	En que Anexos/Documentos del explotador están ubicados los contenidos de la solicitud	Comentarios y/o recomendaciones del Inspector	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
1	Carta de solicitud del explotador Declaración de intención para obtener la autorización RNP 4.	Párrafo 9.1.1 b) 1) Apéndice 2, Párrafo e)			
2	Grupo de admisibilidad de la aeronave/Sistema de navegación RNP 4 Documentos de aeronavegabilidad que establezcan el grupo propuesto del sistema de navegación/aeronave, su estatus de aprobación y, en un formato aceptable para el inspector, una lista de las aeronaves que se incluyen en ese grupo.	Párrafos 8.2.2 y 9.1.1 b) 2)			
3	Requisito de doble equipo y GNSS Se requiere GNSS. Se requiere por lo menos dos sistemas de navegación de largo alcance (LRNS) con presentaciones y funciones adecuadas para operaciones oceánicas y remotas RNP 4.	Párrafos 6.1; 8.1.1 a); 8.2.2 b) 1) (a); 10.2; 11.1 c) y 11.1 d) 1)			
4	Descripción del equipo de la aeronave	Párrafo 9.1.1 b) 3)			
5	Instrucción				

#	Contenido de la solicitud del explotador para RNP 4	Párrafos de referencia CA 91-004	En que Anexos/Documentos del explotador están ubicados los contenidos de la solicitud	Comentarios y/o recomendaciones del Inspector	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
	<p>1. Explotadores RAB 91 o equivalentes: Métodos de instrucción: Los siguientes métodos son aceptables para estos explotadores: Instrucción en domicilio, centros de instrucción RAB 142 u otros cursos de instrucción.</p> <p>2. Explotadores RAB 121 o 135 o equivalentes: Programas de instrucción: Programas de instrucción para las tripulaciones de vuelo, despachadores de vuelo y personal de mantenimiento.</p>	<p>Párrafos 9.1.1 b) 4) (b) y 12.1 b)</p> <p>Párrafos 8.6 e); 9.1.1 b) 4) (a) y 12.1 a)</p>			
6	<p>Manual de operaciones o documentos</p> <p>1. Explotadores RAB 91 o equivalentes: Manual de operaciones o sección de la solicitud del explotador, que documente las políticas y procedimientos de operación RNP 4.</p> <p>2. Explotadores RAB 121 y/o 135 o equivalentes: Manual de operaciones y listas de verificación.</p>	<p>Párrafos 9.1.1 b) 5) (b) y 11</p> <p>Párrafo 9.1.1 b) 5) (a) y 11</p>			
7	<p>Prácticas de mantenimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> Para aeronaves con prácticas de mantenimiento LRNS establecidas, el 	<p>Párrafos 8.6 d) y 9.1.1 b) 7)</p>			

#	Contenido de la solicitud del explotador para RNP 4	Párrafos de referencia CA 91-004	En que Anexos/Documentos del explotador están ubicados los contenidos de la solicitud	Comentarios y/o recomendaciones del Inspector	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
	<p>explotador proveerá referencias de los documentos.</p> <ul style="list-style-type: none"> Para sistemas nuevos LRNS instalados, el explotador proveerá prácticas de mantenimiento para revisión. 				
8	<p>Actualización de la lista de equipo mínimo (MEL)</p> <p>Aplicable para explotadores que realizan operaciones según una MEL</p>	Párrafo 9.1.1 b) 6)			
9	<p>Antecedentes de performance. Historial de performance que identifique problemas anteriores, incidentes, errores de mantenimiento de la trayectoria y acciones correctivas.</p>	Párrafo 9.1.1 b) 9)			
10	<p>Programa de validación de los datos de navegación. El explotador presentará los detalles del programa de validación de los datos de navegación según lo descrito en el Apéndice 1 de esta CA.</p>	Párrafo 9.1.1 b) 10)			
11	<p>Retiro de la autorización de operación RNP 4</p> <p>Indicación de la necesidad de realizar acciones de seguimiento después de los</p>	Párrafo 14			

#	Contenido de la solicitud del explotador para RNP 4	Párrafos de referencia CA 91-004	En que Anexos/Documentos del explotador están ubicados los contenidos de la solicitud	Comentarios y/o recomendaciones del Inspector	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
	reportes de errores de navegación presentados y el potencial de que la autorización RNP 4 sea retirada.				
12	Plan para el vuelo de validación, solamente si es requerido El plan del vuelo de validación será presentado únicamente si es requerido.	Párrafo 9.1.1 d)			

PARTE 5 – GUÍA PARA DETERMINAR LA ADMISIBILIDAD DE LAS AERONAVES RNP 4

#	Temas	Párrafos de referencia CA 91-004	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones del Inspector	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
1	Grupo o grupos de admisibilidad al que pertenecen las aeronaves del explotador	Párrafo 8.2.2			
2	Requisito de doble sistema de navegación de largo alcance (LRNS)	Párrafo 8.1.1 a)			
3	Requisito de equipo GNSS para operaciones RNP 4	Párrafos 6.1; 8.1.1 a); 10.2 y 11.1 c)			
4	Grupo 1 de admisibilidad - Certificación RNP.- Admisibilidad de aeronaves mediante certificación RNP (Cumplimiento RNP documentado en el AFM).	Párrafo 8.2.2 a)			
5	Grupo 2 de admisibilidad – Certificación previa del sistema de navegación.- Admisibilidad de aeronaves mediante certificación previa del sistema de navegación.	Párrafo 8.2.2 b)			
5a	GNSS como medio primario de navegación de largo alcance Programa aprobado de predicción de disponibilidad de detección y exclusión de fallas (FDE) para despacho	Párrafo 8.2.2 b) 1) (a)			
5b	Sistemas multisensores que incorporan GNSS con integridad proporcionada por la RAIM	Párrafo 8.2.2 b) 1) (b)			

#	Temas	Párrafos de referencia CA 91-004	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones del Inspector	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
5c	Sistemas multisensores que incorporan GNSS con integridad proporcionada por la AAIM	Párrafo 8.2.2 b) 1) (c)			
6	Grupo 3 de admisibilidad – Nueva tecnología	Párrafo 8.2.2 c)			
7	Requisitos de las aeronaves	Párrafo 8.1			
7a	Sistemas de navegación	Párrafo 8.1.1			
7b	Performance, control y alerta del sistema	Párrafo 8.1.2			
7c	Funciones requeridas	Párrafos 8.3; 8.3.1			
7d	Explicaciones de las funciones requeridas	Párrafo 8.3.2			
8	Sistema de comunicaciones por enlace de datos controlador-piloto (CPDLC) y sistema de vigilancia dependiente automática – contrato (ADS-C). Se requiere sistemas de comunicaciones por enlace de datos controlador-piloto (CPDLC) y de vigilancia dependiente automática – contrato (ADS-C) cuando el estándar de separación lateral y/o longitudinal es de 30 NM	Párrafo 10.3 c)			
9	Base de datos de navegación	Párrafo 13			

INTENCIONALMENTE EN BLANCO

PARTE 6 - PROCEDIMIENTOS BÁSICOS DE LOS PILOTOS PARA OPERACIONES RNP 4

Temas		Párrafos de referencia CA 91-004	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
Procedimientos de operación		Párrafo 11			
1	Planificación de vuelo	Párrafo 11.1 a)			
	Verificar si la aeronave está aprobada para operaciones RNP 4 en espacio aéreo oceánico o remoto.	Párrafo 11.1 a) 1)			
	Verificar si el explotador está autorizado para operaciones RNP 4 en espacio aéreo oceánico o remoto. Esta autorización apoya las mínimas de separación lateral y longitudinal de 30 NM (u otras mínimas) que requieren las operaciones RNP 4. Se debe considerar que la autorización sólo trata los requisitos de navegación asociados con estos estándares. La autorización no considera los requisitos de comunicaciones o de vigilancia. Estos requisitos están listados en las AIP y en los procedimientos suplementarios regionales (Doc 7030 de OACI) para un espacio aéreo específico o rutas ATS.	Párrafo 11.1 a) 2)			
	Verificar que se ha anotado la letra “R” en la Casilla 10 (equipo) del plan de vuelo de OACI.	Párrafo 11.1 a) 3)			
	Verificar los requisitos para el GNSS, tales como la FDE, si corresponde a la operación.	Párrafo 11.1 a) 4)			
	Verificar si se ha tenido en cuenta cualquier restricción operativa relacionada con la aprobación de RNP 4, si se requiere.	Párrafo 11.1 a) 5)			
2	Procedimientos de pre-vuelo	Párrafo 11.1 b)			

	Temas	Párrafos de referencia CA 91-004	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
	Revisar los registros técnicos de vuelo (bitácoras de mantenimiento) y formularios para determinar la condición del equipo requerido para volar en espacio aéreo o en ruta RNP 4.	Párrafo 11.1 b) 1)			
	Asegurar que se han tomado acciones de mantenimiento para corregir defectos en el equipo requerido.	Párrafo 11.1 b) 2)			
	Examinar los procedimientos de contingencia para operaciones en espacio aéreo o en rutas que exijan capacidad de navegación RNP 4. Estos no son distintos a los procedimientos normales de contingencia oceánicos con una excepción, las tripulaciones deben tener la capacidad de reconocer y el ATC debe ser notificado cuando la aeronave ya no esté en condiciones de navegar al nivel de su capacidad, según la aprobación RNP 4.	Párrafo 11.1 b) 3)			
3	Disponibilidad del GNSS Antes de iniciar el vuelo, el explotador debe asegurar que se satisfarán, para la totalidad del vuelo, los requisitos de disponibilidad de GNSS sobre los cuales se ha basado la aprobación del explotador.	Párrafo 11.1 c)			
4	Procedimientos en ruta	Párrafo 11.1 d)			
	En el punto de entrada del espacio aéreo RNP, deben estar en condiciones de funcionamiento por lo menos dos LRNS capaces de navegar en RNP 4 y que estén indicados en el AFM. Si este no es el caso, la tripulación de vuelo considerará la utilización de una ruta alterna o iniciar un desvío para reparar los sistemas.	Párrafo 11.1 d) 1)			
	Los procedimientos de operación en vuelo del explotador deben incluir procedimientos obligatorios de verificación cruzada para identificar los errores de navegación con suficiente anticipación, a fin de impedir que la aeronave se desvíe inadvertidamente de las	Párrafo 11.1 d) 2)			

Temas	Párrafos de referencia CA 91-004	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
rutas autorizadas por el ATC.				
Las tripulaciones deben notificar al ATC de cualquier deterioro o falla del equipo de navegación que haga que la performance de navegación esté por debajo del nivel requerido y toda desviación por la que sea necesario un procedimiento de contingencia.	Párrafo 11.1 d) 3)			
En las rutas RNP 4 los pilotos deben utilizar un indicador de desviación lateral, un director de vuelo (FD) o un piloto automático (AP) en modo de navegación lateral (LNAV). Los pilotos pueden utilizar una presentación de mapa de navegación con funcionalidad equivalente a un indicador de desviación lateral. Los pilotos de aeronaves con un indicador de desviación lateral deben asegurarse de que la escala del indicador de desviación lateral (deflexión máxima) sea adecuada para la precisión de navegación asociada con la ruta (es decir, ± 4 NM). Se espera que todos los pilotos mantengan los ejes de la ruta, como lo representan los indicadores de desviación lateral y/o guía de vuelo de a bordo, durante todas las operaciones RNP 4, a menos que estén autorizados a desviarse por el ATC o por condiciones de emergencia. Para operaciones normales, el error/desviación lateral (la diferencia entre la trayectoria calculada por el sistema RNP y la posición estimada de la aeronave con relación a dicha trayectoria, es decir el FTE) debe ser limitada a $\pm 1/2$ de la precisión de navegación asociada con la ruta de vuelo (es decir, 2 NM). Se permiten desviaciones pequeñas de este requisito (p. ej., pasarse de la trayectoria o quedarse corto de la trayectoria) durante e inmediatamente después de un viraje en un ruta, hasta un máximo de 1 vez la precisión de navegación (es decir, 4 NM).	Párrafo 11.1 d) 4)			
5 Procedimientos de contingencia	Párrafo 11.1 e)			

PARTE 7 - PROCEDIMIENTOS PARA LAS CONTINGENCIAS EN VUELO, DESVIACIONES POR CONDICIONES METEOROLÓGICAS Y DESPLAZAMIENTO LATERAL ESTRATÉGICO

Temas		Párrafos de referencia CA 91-004 Doc 4444, Párrafo 15.2	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
Procedimientos					
1	Procedimientos especiales para las contingencias en vuelo en el espacio aéreo oceánico	CA 91-004, Párrafo 11.1 e) 2) (a) Doc 4444, Párrafo 15.2			
	Introducción.	CA 91-004, Párrafo 11.1 e) 2) (a) (1) Doc 4444, Párrafo 15.2.1			
	Procedimientos generales.	CA 91-004, Párrafo 11.1 e) 2) (a) (2) Doc 4444, Párrafo 15.2.2			
	Vuelos a grandes distancias de aviones con dos motores de turbina (ETOPS).	CA 91-004, Párrafo 11.1 e) 2) (a) (3) Doc 4444, Párrafo 15.2.2.4			
2	Procedimientos para desviarse por condiciones meteorológicas	CA 91-004, Párrafo 11.1 e) 2) (b) Doc 4444, Párrafo 15.2.3			
	Generalidades.	CA 91-004, Párrafo 11.1 e) 2) (b) (1) Doc 4444, Párrafo 15.2.3.1			
	Medidas que deben adoptarse cuando se establecen comunicaciones controlador-piloto.	CA 91-004, Párrafo 11.1 e) 2) (b) (2) Doc 4444, Párrafo 15.2.3.2			

	Párrafos de referencia CA 91-004 Doc 4444, Párrafo 15.2	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
Medidas que deben adoptarse si no se puede obtener una autorización revisada del ATC.	CA 91-004, Párrafo 11.1 e) 2) (b) (3) Doc 4444, Párrafo 15.2.3.3			
3 Procedimiento de desplazamiento lateral estratégicos en espacios aéreos oceánicos y áreas continentales remotas.	CA 91-004, Párrafo 11.1 e) 2) (c) Doc 4444, Párrafo 15.2.4			

**Sección 2 – Aprobación de operaciones RNP 2
(TBD)**

INTENCIONALMENTE EN BLANCO

Sección 3 – Aprobación de operaciones RNP 1 básica

1. Introducción

1.1 La especificación para la navegación RNP 1 básica proporciona un medio para elaborar rutas de conectividad entre la estructura en ruta y el espacio aéreo terminal (TMA) sin vigilancia ATS o con vigilancia limitada y con tránsito de poca o mediana densidad.

1.2 Este capítulo no trata todos los requisitos que pueden especificarse para algunas operaciones en particular. Esos requisitos se especifican en otros documentos, tales como en reglamentos para las operaciones, publicaciones de información aeronáutica (AIP) y los *Procedimientos suplementarios regionales* (Doc 7030). Si bien la aprobación operacional está relacionada primordialmente con los requisitos de navegación del espacio aéreo, los explotadores y las tripulaciones de vuelo de todos modos están obligados a tener en cuenta todos los documentos operacionales relacionados con el espacio aéreo que exige la autoridad competente del Estado, antes de realizar vuelos en ese espacio aéreo.

2. Objetivo

Esta sección junto con el Capítulo 5 – Proceso genérico para aprobaciones RNP/RNP, del Volumen III, Parte II de este manual, proporcionan orientación y guía específica a los IO, respecto a la planificación, conducción y evaluación del proceso de aprobación RNP 1 básica en relación con los procedimientos de llegada y salida. Se incluye orientación sobre las consideraciones del proveedor de servicios de navegación aérea (ANSP) y en los aspectos de aeronavegabilidad, operaciones e instrucción.

3. Consideraciones generales para el desarrollo de RNP 1 básica

3.1 Infraestructura de ayudas para la navegación.-

3.1.1 El GNSS es el sistema de navegación primario en apoyo de la RNP 1 básica. Si bien los sistemas RNAV basados en DME/DME tienen capacidad de precisión RNP 1 básica, esta especificación para la navegación está primordialmente destinada a entornos en que la infraestructura DME no puede dar apoyo a la navegación de área DME/DME para la performance requerida. La mayor complejidad de los requisitos y de la evaluación de la infraestructura DME significa que no es práctico ni eficaz con relación al costo para una aplicación extendida.

3.1.2 Los ANSP deberían asegurarse de que los explotadores de las aeronaves equipadas con GNSS tienen los medios de detección para predecir fallas usando el sistema de aumentación basado en la aeronave (ABAS) (p. ej., RAIM). Cuando sea aplicable, los ANSP deberían asegurarse también que los explotadores de aeronaves equipadas con el sistema de aumentación basado en satélites (SBAS) tienen los medios de detección para predecir fallas. Este servicio de predicción puede proporcionarlo el ANSP, los fabricantes de equipo de a bordo u otras entidades. Los servicios de predicción pueden ser para los receptores que cumplen únicamente las disposiciones técnicas normalizadas (TSO) mínimas de performance o ser específicos para el diseño del receptor. El servicio de predicción debería usar información sobre el estado de los satélites GNSS y debería usar un límite de alerta horizontal apropiado para la operación (1 NM dentro de las 30 NM de distancia al aeropuerto y 2 NM en otros casos). Las interrupciones del servicio deberían identificarse en caso de detección y predicción de pérdida continua de ABAS de más de cinco minutos para cualquier parte de la operación RNP 1 básica.

3.1.3 La RNP 1 básica no se usará en áreas en que es conocida la interferencia de la señal de navegación (GNSS).

3.1.4 El ANSP debe evaluar la infraestructura de ayudas para la navegación a fin de demostrar que es suficiente para las operaciones propuestas, incluidos los modos de reversión.

3.2 Comunicaciones y vigilancia ATC.-

Esta especificación para la navegación es para entornos en que la vigilancia ATS no está disponible o es limitada. Las SID/STAR RNP 1 básica han sido concebidas primordialmente para ejecutarlas en entornos de comunicaciones directas controlador-piloto.

3.3 Margen de franqueamiento de obstáculos y separación horizontal.-

3.3.1 En los PANS-OPS (Doc 8168, Volumen II, de la OACI) figura orientación detallada sobre franqueamiento de obstáculos; se aplican también los criterios generales que figuran en las Partes I y III.

3.3.2 El espaciado entre rutas para la RNP 1 básica depende de la configuración de rutas, la densidad del tránsito y la capacidad de intervención. Las normas de separación horizontal están publicadas en los PANS-ATM (Doc 4444).

3.4 Consideraciones adicionales.-

3.4.1 Para el diseño de procedimientos y la evaluación de infraestructuras, el límite FTE normal de 0,5 NM definido en los procedimientos de operación se supone que es de un valor del 95%.

3.4.2 La funcionalidad implícita de alerta de falla de un sensor TSO-C129a (autónomo o integrado), cambia entre alerta en terminal (± 1 NM) y alerta en ruta (± 2 NM) a 30 millas del punto de referencia de aeródromo (ARP).

3.5 Publicación.-

El procedimiento debería basarse en perfiles de descenso normal e identificar los requisitos mínimos de altitud de los segmentos. Los datos de navegación publicados en la AIP del Estado para los procedimientos y en apoyo de las ayudas para la navegación deben satisfacer los requisitos del Anexo 15 - *Servicios de información aeronáutica*. Todos los procedimientos deben basarse en las coordenadas WGS-84.

4. Proceso de aprobación

4.1 Para que un explotador de transporte aéreo comercial reciba una autorización RNP 1 básica, éste deberá cumplir con dos tipos de aprobaciones:

- g) la aprobación de aeronavegabilidad que le incumbe al Estado de matrícula; y
- h) la aprobación operacional a cargo del Estado del explotador.

4.2 Las RAB 121.995 (b) y 135.565 (c) exigen que las aeronaves estén autorizadas por el Estado de matrícula y que los explotadores estén autorizados por sus respectivos Estados para llevar a cabo operaciones en las que se ha prescrito una especificación para la navegación basada en la performance.

4.3 Durante el proceso de aprobación para operaciones RNP 1 básica, los IOs deben seguir las cinco fases establecidas en el MIO, Parte II, Volumen III, Capítulo 5 - *Proceso genérico para aprobaciones RNAV/RNP* y considerar los requisitos específicos de esta sección.

5. Aprobación de aeronavegabilidad

5.1 Admisibilidad de las aeronaves.-

La admisibilidad de las aeronaves debe determinarse demostrando el cumplimiento de conformidad con los criterios de aeronavegabilidad pertinentes y los requisitos de este párrafo. El fabricante del equipo original (OEM) o el titular de la aprobación de la instalación para la aeronave, por ejemplo, el titular del certificado de tipo suplementario (STC), demostrarán el cumplimiento a su respectiva autoridad nacional de aeronavegabilidad (NAA) (por ejemplo, EASA, FAA) y la aprobación puede documentarse con la documentación del fabricante (por ejemplo, cartas de servicio). Las secciones del manual de vuelo de la aeronave (AFM) no son obligatorias si el AAC acepta la

documentación del fabricante.

5.2 Requisitos respecto a las aeronaves.-

5.21 Los sistemas que siguen satisfacen los requisitos de precisión, integridad y continuidad de estos criterios:

- a) aeronaves con sensor E/TSO-C129a (Clase B o C), E/TSO-C145() y los requisitos de E/TSO-C115b FMS, instalado para uso IFR de conformidad con AC 20-130A de la FAA;
- b) aeronaves con equipo E/TSO-C129a Clase A1 o E/TSO-C146() instalado para uso IFR de conformidad con AC 20-138 o AC 20-138A o AC 20-138B de la FAA; y
- c) aeronaves con capacidad RNP certificada o aprobada para normas equivalentes.

5.3 Performance, vigilancia y alerta del sistema.-

- a) Precisión.- Durante las operaciones en el espacio aéreo o en rutas designadas como RNP 1 básica, el error lateral del sistema total no excederá de ± 1 NM para, por lo menos, el 95% del tiempo total de vuelo. El error a lo largo de la derrota tampoco excederá de ± 1 NM para, por lo menos, el 95% del tiempo total de vuelo. Para satisfacer el requisito de precisión, el 95% de FTE no excederá de 0,5 NM.

Nota.- Se considera que el uso de un indicador de desviación con deflexión máxima de 1 NM es un medio aceptable de cumplimiento. Se considera que el uso de un piloto automático o director de vuelo es un medio aceptable de cumplimiento (los sistemas de estabilización de balanceo no reúnen las condiciones).

- b) Integridad.- El mal funcionamiento del equipo de navegación de la aeronave se clasifica como una condición de falla importante en virtud de los reglamentos de aeronavegabilidad (es decir, 10^{-5} por hora).
- c) Continuidad.- La pérdida de función se clasifica como una condición de falla de menor importancia si el explotador puede revertir a un sistema de navegación diferente y dirigirse a un aeropuerto adecuado.
- d) Performance vigilancia y alerta.- El sistema RNP, o el sistema RNP y el piloto combinados darán la alerta si el requisito de precisión no se cumple o si la probabilidad de que el TSE lateral exceda 2 NM es superior a 10^{-5} .
- e) Señal en el espacio.- Si se usa GNSS, el equipo de navegación de la aeronave dará la alerta si la probabilidad de que los errores de señal en el espacio que causan un error de posición lateral superior a 2 NM excede de 10^{-7} por hora (Anexo 10, Volumen I, Tabla 3.7.2.4-1).

Nota.- El cumplimiento de los requisitos de performance, vigilancia y alerta no supone la vigilancia automática de los errores técnicos de vuelo. La función de vigilancia y de alerta de a bordo debería consistir en por lo menos un algoritmo de vigilancia y alerta del error del sistema de navegación (NSE) y una presentación de desviación lateral que permita a la tripulación vigilar el error técnico de vuelo (FTE). En la medida que los procedimientos operacionales se empleen para vigilar el FTE, los procedimientos de la tripulación, las características del equipo y la instalación se evalúan por su eficacia y equivalencia, como se describe en los requisitos funcionales y en los procedimientos de operación. El error de definición de la trayectoria (PDE) se considera insignificante debido al proceso de garantía de calidad (Párrafo 9) y a los procedimientos de la tripulación (Párrafo 7).

5.4 Criterios para sistemas de navegación específicos.-

La RNP 1 básica se basa en la posición GNSS. Los datos de posición provenientes de otros tipos de sensores de navegación pueden integrarse con los datos GNSS siempre que los otros datos no causen errores de posición que excedan la ponderación de errores del sistema total (TSE). De no ser así, deberían preverse medios para cancelar los otros tipos de sensores de navegación.

5.5 Requisitos funcionales.-

Se requieren las siguientes presentaciones en pantalla y funciones de navegación

instaladas según AC 20-130A y AC 20-138A o textos de asesoramiento sobre instalaciones de aeronavegabilidad equivalentes:

<i>Párrafo</i>	<i>Requisitos funcionales</i>	<i>Explicación</i>
a)	Los datos de navegación, que incluyen indicación de hasta/desde e indicador de falla deben aparecer en una presentación de desviación lateral [CDI, (E)HSI] y/o en una presentación cartográfica. Estos deben usarse como instrumentos de vuelo primarios para la navegación, la anticipación de maniobras y la indicación de fallas/estado/integridad y deben cumplir los siguientes requisitos:	<p>Presentación no numérica de desviación lateral [por ejemplo, CDI, (E)HSI], con una indicación hasta/desde y una indicación de falla, para usarlos como instrumentos de vuelo primarios de la aeronave para navegación, anticipación de maniobras e indicación de falla/estado/integridad, con los cinco atributos siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) las presentaciones deben ser visibles y estar en el principal campo de visión del piloto ($\pm 15^\circ$ de visibilidad directa normal) cuando éste mira hacia adelante a lo largo de la trayectoria de vuelo; 2) la escala de la presentación de desviación lateral debería ser compatible con los límites de alerta e indicación, si se aplica; 3) la presentación de desviación lateral debe tener también una deflexión máxima apropiada para la fase de vuelo en curso y debe estar basada en la precisión del sistema total requerida; 4) la escala de presentación debe quedar automáticamente establecida por lógica implícita o según un valor obtenido de una base de datos de navegación. El valor de deflexión máxima debe ser conocido o estar disponible para presentarlo al piloto de forma que corresponda a los valores en ruta, de terminal o de aproximación; 5) la presentación de desviación lateral debe estar automáticamente controlada por la trayectoria RNAV programada. El selector de rumbo de la presentación de desviación debería estar automáticamente controlado por la trayectoria RNAV programada. 6) Como un medio alternativo, una presentación cartográfica debería ofrecer una funcionalidad equivalente a una presentación de desviación lateral como se describe en 3.3.3.3 a) (1-5), con las escalas cartográficas apropiadas (la escala la puede establecer manualmente el piloto) y la funcionalidad equivalente a una presentación de desviación lateral.
b)	Todo equipo RNP 1 básica debe	1) La capacidad de presentar continuamente

Párrafo	Requisitos funcionales	Explicación
	tener obligatoriamente, como mínimo, las siguientes funciones:	<p>al piloto a los mandos, en los instrumentos de vuelo primarios para la navegación (pantalla de navegación), la trayectoria RNAV deseada que se ha programado y la posición de la aeronave con relación a la trayectoria. Para las operaciones en que la tripulación mínima requerida es de dos pilotos, también deben presentarse los medios para que el piloto que no está a los mandos verifique la trayectoria deseada y la posición de la aeronave con relación a la trayectoria.</p> <p>2) Una base de datos de navegación con datos vigentes oficialmente promulgados para la aviación civil, que puede ser actualizada de conformidad con el ciclo de reglamentación y control de información aeronáutica (AIRAC) y de la cual se pueden extraer rutas ATS y cargarlas en el sistema RNAV. La resolución de los datos almacenados debe ser suficiente para lograr que el error de definición de la trayectoria sea insignificante. La base de datos debe estar protegida para que el piloto no pueda modificar los datos almacenados.</p> <p>3) El medio para presentar al piloto el período de validez de los datos de navegación.</p> <p>4) El medio para extraer y presentar datos almacenados en la base de datos relacionados con cada punto de recorrido y cada ayuda para la navegación, a fin de que el piloto pueda verificar la ruta que se ha de seguir.</p> <p>5) La capacidad de tomar de la base de datos y cargar en el sistema RNP 1 básica el segmento completo de la SID o la STAR que se ha de seguir.</p> <p><i>Nota.- Debido a la variabilidad de los sistemas, este documento define el segmento RNAV desde la primera hasta la última vez que aparece un punto de recorrido, una derrota o un rumbo dados. No es necesario extraer de la base de datos los tramos de rumbo anteriores al primer punto de recorrido denominado o posterior al último punto de recorrido denominado. La SID completa se considerará un procedimiento RNP 1 básica.</i></p>
c)	El medio para presentar los	1) El tipo de sensor de navegación activo;

Párrafo	Requisitos funcionales	Explicación
	siguientes elementos, sea en el principal campo de visión del piloto o en una página de presentación fácilmente accesible.	2) la identificación del punto de recorrido activo (To); 3) la velocidad respecto al suelo o el tiempo hasta el punto de recorrido activo (To); y 4) la distancia y el rumbo al punto de recorrido activo (To).
d)	La capacidad de ejecutar una función “direct to”.	
e)	La capacidad de secuenciamiento automático de los segmentos en la presentación de secuencias al piloto.	
f)	La capacidad de ejecutar procedimientos de terminal RNP 1 básica extraídos de la base de datos de a bordo, incluida la capacidad de ejecutar virajes de sobrevuelo y de paso.	
g)	La aeronave debe tener capacidad de ejecutar automáticamente los tramos de transición y mantener derrotas conformes con las siguientes terminaciones de trayectorias 424 de ARINC o su equivalente. <ul style="list-style-type: none"> — punto de referencia inicial (IF) — rumbo hasta punto de referencia (CF) — directo a punto de referencia (DF) — derrota a punto de referencia (TF) 	<p>Nota 1- Las terminaciones de trayectoria están definidas en la especificación 424 de ARINC y su aplicación está descrita con más detalles en los documentos DO-236B y DO-201A de RTCA y ED-75B y ED-77 de EUROCAE.</p> <p>Nota 2.- Los valores numéricos de los rumbos y las derrotas deben cargarse automáticamente tomándolos de la base de datos del sistema RNP.</p>
h)	La aeronave debe tener la capacidad de ejecutar automáticamente los tramos de transición compatibles con las terminaciones de trayectoria VA, VM y VI de 424 de ARINC, o debe ser posible manejarlas manualmente para interceptar un rumbo o ir directamente hasta otro punto de referencia después de alcanzar la altitud especificada para	

<i>Párrafo</i>	<i>Requisitos funcionales</i>	<i>Explicación</i>
	un procedimiento.	
i)	La aeronave debe tener la capacidad de ejecutar automáticamente los tramos de transición compatibles con las terminaciones de trayectoria CA y FM de 424 de ARINC, o el sistema RNAV debe permitir que el piloto designe fácilmente un punto de recorrido y seleccione un rumbo deseado hacia o desde un punto de recorrido designado.	
j)	La capacidad de cargar en el sistema RNVA un procedimiento RNP 1 básica tomándolo de la base de datos, por nombre del procedimiento.	
k)	La capacidad de presentar una indicación de falla del sistema RNP 1 básica en el principal campo de visión del piloto.	
l)	Integridad de la base de datos	Los proveedores de bases de datos de navegación deberían cumplir lo previsto en el documento DO-200A de RTCA/ED 76 de EUROCAE, Normas para el procesamiento de datos aeronáuticos. Una carta de aceptación (LOA) expedida por la autoridad de reglamentación competente para cada uno de los participantes en la cadena de datos demuestra el cumplimiento de este requisito. Las discrepancias que invalidan una ruta deben notificarse al proveedor de la base de datos de navegación y el explotador debe prohibir las rutas afectadas mediante notificación a la tripulación de vuelo. Los explotadores de aeronaves deberían considerar la necesidad de realizar verificaciones periódicas de las bases de datos de navegación en funcionamiento a fin de cumplir los requisitos vigentes del sistema de control de calidad.

5.6 Aeronavegabilidad continuada.-

5.6.1 Los explotadores de aeronaves aprobadas para realizar operaciones RNP 1 básica, deben asegurar la continuidad de la capacidad técnica de ellas para satisfacer los requisitos técnicos establecidos en esta CA.

5.6.2 Cada explotador que solicite una aprobación operacional RNP 1 básica, deberá presentar a la AAC del Estado de matrícula un programa de mantenimiento e inspección que incluya todos aquellos requisitos de mantenimiento necesarios para asegurar que los sistemas de navegación sigan cumpliendo el criterio de aprobación RNP 1 básica.

5.6.3 Los siguientes documentos de mantenimiento deben ser revisados, según corresponda, para incorporar los aspectos RNP 1 básica:

- a) Manual de control de mantenimiento (MCM);
- b) Catálogos ilustrados de partes (IPC); y
- c) Programa de mantenimiento.

5.6.4 El programa de mantenimiento aprobado para las aeronaves afectadas debe incluir las prácticas de mantenimiento que se indican en los correspondientes manuales de mantenimiento del fabricante de la aeronave y de sus componentes y debe considerar:

- a) que los equipos involucrados en la operación RNP 1 básica deben mantenerse de acuerdo con las instrucciones del fabricante de los componentes;
- b) que cualquier modificación o cambio del sistema de navegación que afecte de cualquier forma a la aprobación RNP 1 básica inicial, debe ser objeto de comunicación y revisión por la AAC para su aceptación o aprobación de dichos cambios previo a su aplicación; y
- c) que cualquier reparación que no se incluya en la documentación aprobada/aceptada de mantenimiento y que pueda afectar a la integridad de la performance de navegación, debe ser objeto de comunicación a la AAC para su aceptación o aprobación de las mismas.

5.6.5 Dentro de la documentación relativa al mantenimiento RNP, se debe presentar el programa de instrucción del personal de mantenimiento, que entre otros aspectos, debe contemplar:

- a) concepto PBN;
- b) aplicación de la RNP 1 básica;
- c) equipos involucrados en una operación RNP 1 básica; y
- d) utilización de la MEL.

6. Aprobación operacional

6.1 Bases reglamentarias.-

6.1.1 La aprobación de aeronavegabilidad por sí sola no autoriza a un solicitante o explotador a realizar operaciones RNP 1 básica. Además de la aprobación de aeronavegabilidad, el solicitante o explotador debe obtener una aprobación operacional para confirmar la adecuación de los procedimientos normales y de contingencia respecto a la instalación del equipo particular.

6.1.2 En transporte aéreo comercial, la AAC del Estado del explotador llevará a cabo la evaluación de la solicitud para una aprobación operacional RNP 1 básica según las reglas de operación vigentes (p. ej., RAB 121.995 (b) y RAB 135.565 (c) o equivalentes) apoyadas por los criterios descritos en esta CA.

6.1.3 Para la aviación general, El Estado de matrícula será el responsable de la evaluación de la solicitud para una aprobación operacional RNP 1 básica según las reglas de operación vigentes. (p. ej., RAB 91.1015 y RAB 91.1640 o equivalentes) apoyadas por los criterios establecidos en esta CA.

6.2 Requisitos para obtener la aprobación operacional.-

6.2.1 Para obtener la autorización RNP 1 básica, el solicitante o explotador cumplirá los siguientes pasos considerando los criterios establecidos en este párrafo y en los párrafos siguientes de esta sección:

- a) *Aprobación de aeronavegabilidad.-* Las aeronaves deberán contar con las correspondientes aprobaciones de aeronavegabilidad según lo establecido en el Párrafo 5 de esta sección.
- b) *Solicitud.-* El explotador presentará a la ACC la siguiente documentación:

- 1) *La solicitud para la aprobación operacional RNP 1 básica;*
- 2) *Descripción del equipo de la aeronave.-* El explotador proveerá una lista de configuración que detalle los componentes pertinentes y el equipo que va a ser utilizado en las operaciones RNP 1 básica. La lista deberá incluir cada fabricante, modelo y versión del equipo GNSS y del software del FMS instalado.
- 3) *Documentos de aeronavegabilidad relativos a la admisibilidad de las aeronaves.-* El explotador presentará documentación pertinente, aceptable para la AAC, que permita establecer que la aeronave está equipada con sistemas RNP que satisfacen los requisitos RNP 1 básica, según lo descrito en el Párrafo 5 de esta sección. El explotador presentará las partes del AFM o del suplemento del AFM donde se incluya la declaración de aeronavegabilidad.
- 4) *Programas de instrucción para la tripulación de vuelo y despachadores de vuelo (DV).-*

- (a) Los explotadores comerciales (p. ej., explotadores RAB 121 y RAB 135) presentarán a la ACC los currículos de instrucción RNP 1 básica para demostrar que los procedimientos y prácticas operacionales y los aspectos de adiestramiento descritos en el Párrafo 8 han sido incorporados en los currículos de instrucción inicial, de promoción o periódica para la tripulación de vuelo y DV.

Nota.- No se requiere establecer un programa de instrucción separado si la instrucción sobre RNP 1 básica identificada en el Párrafo 8, ya ha sido integrada en el programa de instrucción del explotador. Sin embargo, debe ser posible identificar cuales aspectos RNP 1 básica son cubiertos dentro de un programa de instrucción.

- (b) Los explotadores no comerciales (p. ej. explotadores RAB 91) deben estar familiarizados y demostrar que operarán utilizando los procedimientos y prácticas operacionales y los aspectos de instrucción del Párrafo 8.

5) *Manual de operaciones y listas de verificación*

- (a) Los explotadores comerciales (p. ej., explotadores RAB 121 y 135) deben revisar el manual de operaciones (OM) y las listas de verificación para incluir la información y guía sobre los procedimientos de operación detallados en el Párrafo 7 de esta CA. Los manuales apropiados deben contener las instrucciones de operación de los equipos de navegación y los procedimientos de contingencia. Los manuales y las listas de verificación deben ser presentadas para revisión como adjuntos de la solicitud formal en la Fase dos del proceso de aprobación.

- (b) Los explotadores no comerciales (p. ej., explotadores RAB 91) deben establecer instrucciones de operación sobre el sistema de navegación y procedimientos de contingencia. Esta información debe estar disponible para las tripulaciones en el OM o en el manual de operación del piloto (POH). Estos manuales y las instrucciones del fabricante para la operación del equipo de navegación de la aeronave, como sea apropiado, deben ser presentadas como adjuntos de la solicitud formal para revisión de la AAC

- 6) *Lista de equipo mínimo (MEL).-* El explotador remitirá para aprobación de la AAC,

- cualquier revisión a la MEL, necesaria para la realización de las operaciones RNP 1 básica. Si una aprobación operacional RNP 1 básica es otorgada en base a un procedimiento operacional específico, los explotadores deben modificar la MEL y especificar las condiciones de despacho requeridas.
- 7) *Mantenimiento.*- El explotador presentará para aprobación un programa de mantenimiento para llevar a cabo las operaciones RNP 1 básica. Además presentará los documentos requeridos en el Párrafo 5 de esta sección.
 - 8) *Programa de instrucción para el personal de mantenimiento.*- Los explotadores remitirán los currículos de instrucción correspondientes al personal de mantenimiento de acuerdo con el Párrafo 5.6.5.
 - 9) *Antecedentes de performance (si aplica).*- En la solicitud se incluirá los antecedentes de operación del explotador. El solicitante incluirá los eventos o incidentes relacionados con errores de navegación en espacio aéreo oceánico o remoto (p. ej., aquellos reportados en los formularios de investigación de errores de navegación de cada AAC) y los métodos por los cuales el explotador trató tales eventos o incidentes mediante programas de instrucción nuevos o revisados, procedimientos, mantenimiento o modificaciones de la aeronave.
 - 10) *Programa de validación de datos de navegación.*- El explotador presentará los detalles del programa de validación de los datos de navegación según lo descrito en el Apéndice 2 de la CA 91-006 – Aprobación de aeronaves y explotadores para operaciones RNP 1 básica.
- c) *Impartición de la instrucción.*- Una vez aceptadas o aprobadas las enmiendas a los manuales, programas y documentos remitidos y antes de iniciar las operaciones, el explotador impartirá la instrucción requerida a su personal.
- d) *Vuelo de validación.*- La AAC podrá estimar conveniente la realización de un vuelo de validación antes de conceder la autorización RNP 1 básica. El vuelo de validación se realizará de acuerdo con los criterios y procedimientos establecidos en el Capítulo 11 - Pruebas de validación del Volumen II, Parte II de este manual. Para determinar si el vuelo de validación puede llevarse a cabo en operaciones comerciales se consultará el Capítulo 11 referido.
- e) *Emisión de la autorización para realizar operaciones RNP 1 básica.*- Una vez que el explotador ha finalizado con éxito el proceso de aprobación operacional, la AAC emitirá al explotador la autorización para que realice operaciones RNP 1 básica.
- 1) Explotadores RAB 121 y/o 135.- Para explotadores RAB 121 y/o RAB 135, la AAC emitirá las correspondientes especificaciones relativas a las operaciones (OpSpecs) que reflejarán la autorización RNP 1 básica.
 - 2) Explotadores RAB 91.- Para explotadores RAB 91, la AAC emitirá una carta de autorización (LOA).

7. Procedimientos de operación

También se requiere la aprobación operacional para confirmar que los procedimientos normales y de contingencia del explotador son adecuados para la instalación del equipo en particular. Los siguientes procedimientos deberán ser observados por los explotadores, pilotos y despachadores de vuelo:

7.1 Planificación previa a los vuelos.

7.1.1 Los explotadores y pilotos que prevean realizar operaciones SID y STAR RNP 1 básica deberán presentar los sufijos pertinentes de los planes de vuelo.

7.1.2 La base de datos de navegación de a bordo debe estar vigente y contener los

procedimientos apropiados.

Nota.- Las bases de datos de navegación deben estar vigentes durante todo el vuelo. Si el ciclo AIRAC debe cambiar durante el vuelo, los explotadores y los pilotos deberían establecer procedimientos para asegurar la precisión de los datos de navegación y que las instalaciones de navegación utilizadas sean adecuadas para definir las rutas y los procedimientos para el vuelo.

7.1.3 La disponibilidad de la infraestructura de ayudas para la navegación requeridas para las rutas previstas, incluida toda contingencia no-RNAV, debe ser confirmada para el período de las operaciones previstas utilizando toda la información disponible. Puesto que el Anexo 10, requiere integridad GNSS (señal RAIM o SBAS), cuando corresponda también debería determinarse la disponibilidad de estas señales. Para las aeronaves que vuelan con receptores SBAS [todas TSO-C145()/C146()], los explotadores deberían verificar la disponibilidad de GPS RAIM en las zonas en que la señal SBAS no esté disponible.

7.2 Disponibilidad de ABAS.-

7.2.1 Los niveles RAIM requeridos para RNP 1 básica pueden verificarse sea por medio de NOTAM (cuando están disponibles) o de servicios de predicción. La autoridad competente puede proporcionar orientación específica sobre cómo cumplir este requisito (por ejemplo, si hay suficientes satélites disponibles, quizá no sea necesaria una predicción). Los explotadores deberían estar familiarizados con la información de predicción disponible para la ruta prevista.

7.2.2 La predicción de disponibilidad RAIM debería tener en cuenta los últimos NOTAM de la constelación GPS y el modelo de aviónica (cuando estén disponibles). El servicio pueden proporcionarlo el ANSP, el fabricante de aviónica u otras entidades y puede obtenerse por medio de la capacidad de predicción RAIM de un receptor de a bordo.

7.2.3 En el caso de una pérdida predicha y continua del nivel apropiado de detección de fallas de más de cinco minutos para cualquier parte de la operación RNP 1 básica, la planificación del vuelo debería revisarse (por ejemplo, retardando la salida o planificando un procedimiento de salida diferente).

7.2.4 El programa de predicción de disponibilidad RAIM no garantiza el servicio, más bien es una herramienta para evaluar la capacidad prevista de satisfacer la performance de navegación requerida. Debido a la falla no prevista de algunos elementos GNSS, los pilotos/ANSP deben darse cuenta de que la función RAIM o la navegación GPS debe haberse perdido completamente mientras se estaba en el aire, lo que puede exigir la reversión a un medio de navegación alternativo. Por lo tanto, los pilotos deberían evaluar su capacidad de navegar (posiblemente a un destino de alternativa) en caso de falla de la navegación GPS.

7.3 Procedimientos de operación generales.-

7.3.1 El piloto debería seguir las instrucciones o los procedimientos indicados por el fabricante como necesarios para cumplir los requisitos de performance de este capítulo.

Nota.- Los pilotos deben observar todas las limitaciones o procedimientos de operación del AFM requeridos para mantener la performance RNP 1 básica para la SID o STAR.

7.3.2 Los explotadores y los pilotos no deberían solicitar ni presentar procedimientos RNP 1 básica a menos que satisfagan todos los criterios indicados en los documentos pertinentes del Estado. Si una aeronave que no satisface estos criterios recibe una autorización del ATC para efectuar un procedimiento RNP 1 básica, el piloto debe avisar al ATC que no puede aceptar la autorización y debe solicitar otras instrucciones.

7.3.3 Durante la inicialización del sistema, los pilotos deben confirmar que la base de datos de navegación está vigente y verificar si la posición de la aeronave se ha entrado correctamente. Los pilotos deben verificar si la ruta ATC asignada ha sido ingresada correctamente cuando se recibió la autorización original y en caso de un cambio de ruta ulterior. Los pilotos deben asegurarse de que la secuencia de los puntos de recorrido representados en el sistema de navegación coincide con la ruta

representada en las cartas correspondientes y la ruta asignada.

7.3.4 Los pilotos no deben realizar una SID o STAR RNP 1 básica a menos que se pueda tener acceso a ella en la base de datos de navegación por nombre del procedimiento y sea conforme al procedimiento publicado. Sin embargo, el procedimiento podrá ser modificado ulteriormente insertando o suprimiendo puntos de recorrido específicos en respuesta a las autorizaciones del ATC. La entrada manual, o la creación de nuevos puntos de recorrido entrando manualmente valores de latitud y longitud o rho/theta no se permite. Además, los pilotos no deben cambiar ningún tipo de punto de recorrido de paso a de sobrevuelo o viceversa de una SID o STAR RNAV de la base de datos.

7.3.5 Las tripulaciones de vuelo deberían verificar el plan de vuelo autorizado comparando las cartas u otros recursos aplicables con la presentación textual del sistema de navegación y la presentación cartográfica de la aeronave, si es aplicable. Si es obligatoria, debería confirmarse la exclusión de las ayudas para la navegación específicas.

Nota.- Los pilotos quizá observen una pequeña diferencia entre la información de navegación que figura en la carta y la presentación de navegación primaria. Las diferencias de tres grados o menos pueden ser el resultado de la aplicación de la variación magnética del fabricante del equipo y son operacionalmente aceptables.

7.3.6 No es obligatorio efectuar una verificación cruzada con las ayudas para la navegación convencionales, puesto que la ausencia de alerta de integridad se considera suficiente para satisfacer los requisitos de integridad. Sin embargo, se sugiere vigilar la razonabilidad de navegación, y toda pérdida de capacidad RNP deberá notificarse al ATC.

7.3.7 Para las rutas RNP 1 básica los pilotos deben usar un indicador de desviación lateral, director de vuelo o piloto automático en modo de navegación lateral. Los pilotos de las aeronaves con presentación de desviación lateral deben asegurarse de que la escala de desviación lateral es adecuada para la precisión de navegación que corresponde a la ruta/procedimiento (por ejemplo, deflexión máxima: ± 1 NM para RNP 1 básica).

7.3.8 Se espera que todos los pilotos mantengan el eje de la ruta, como lo representan los indicadores de desviación lateral y/o guía de vuelo de a bordo durante todas las operaciones RNP 1 básica descritas en este manual, a menos que estén autorizados a desviarse por el ATC o en condiciones de emergencia. Para las operaciones normales, el error/desviación lateral (la diferencia entre la trayectoria calculada por el sistema y la posición de la aeronave con relación a trayectoria, es decir FTE) debería limitarse a $\pm 1/2$ de la precisión de navegación correspondiente al procedimiento (es decir, 0,5 NM para RNP 1 básica). Las desviaciones breves de esta norma (por ejemplo, recorrer una distancia demasiado larga o demasiado corta) durante o inmediatamente después de un viraje están permitidas hasta un máximo igual a la precisión de navegación (es decir, 1,0 NM para RNP 1 básica).

Nota.- Algunas aeronaves no presentan en pantalla ni calculan la trayectoria durante los virajes; por lo tanto, los pilotos de estas aeronaves quizá no puedan observar la norma de $\pm 1/2$ de precisión de navegación lateral durante los virajes, pero de todos modos se espera que cumplan la norma durante las interceptaciones después de los virajes y en los segmentos en línea recta.

7.3.9 Si el ATC asigna un rumbo sacando la aeronave de una ruta, el piloto no debería modificar el plan de vuelo en el sistema RNP hasta que reciba la autorización de volver a la ruta o que el controlador confirme la autorización para una nueva ruta. Cuando la aeronave no está en la ruta RNP 1 básica publicada, el requisito de precisión especificado no se aplica.

7.3.10 La selección manual de las funciones para limitar la inclinación lateral de la aeronave puede reducir la capacidad de la aeronave para mantener su derrota, por lo que no se recomienda. Los pilotos deberían reconocer que las funciones que se seleccionan manualmente para limitar la inclinación lateral de la aeronave pueden reducir la capacidad para satisfacer la trayectoria esperada por el ATC, especialmente cuando se ejecutan virajes con un ángulo grande. Esto no debería interpretarse como la obligación de desviarse de los procedimientos del manual de vuelo del avión;

más bien, cabe alentar a los pilotos para que limiten la selección de esas funciones a los procedimientos aceptados.

7.4 Aeronaves con capacidad de selección RNP.-

Los pilotos de las aeronaves con capacidad de selección de información RNP deberían seleccionar RNP 1 o inferior, para las SID y STAR RNP 1 básica.

7.5 Requisitos específicos para SID RNP 1 básica.-

7.5.1 Antes de iniciar el despegue, el piloto debe verificar si el sistema RNP 1 básica de la aeronave está disponible, funcionando correctamente y si están cargados los datos correctos del aeropuerto y la pista. Antes del vuelo, los pilotos deben verificar si el sistema de navegación de sus aeronaves está funcionando bien y si la pista y el procedimiento de salida correctos (y también toda transición en ruta aplicable) se han ingresado y están adecuadamente representados. Los pilotos a quienes se les ha asignado un procedimiento de salida RNP 1 básica y posteriormente reciben un cambio de pista, procedimiento o transición, deben verificar si se han efectuado los cambios apropiados y si estos están disponibles para la navegación antes del despegue. Se recomienda hacer una verificación final poco antes del despegue para asegurarse de que se ha ingresado la pista apropiada y que la representación de la ruta es correcta.

7.5.2 *Altitud de accionamiento.* El piloto debe poder usar el equipo RNP 1 básica para seguir la guía de vuelo para RNAV lateral a los 153 m (500 ft), a más tardar, por encima de la elevación del aeropuerto.

7.5.3 Los pilotos deben usar un método autorizado (indicador de desviación lateral/presentación cartográfica en pantalla/director de vuelo/piloto automático) para lograr un nivel de performance apropiado para RNP 1 básica.

7.5.4 *Aeronaves con GNSS.* Cuando se usa GNSS, la señal debe obtenerse antes de que comience el recorrido de despegue. Para las aeronaves que usan equipo TSO-C129a, el aeropuerto de salida debe estar cargado en el plan de vuelo a fin de lograr la vigilancia del sistema de navegación y la sensibilidad apropiadas. Para las aeronaves que usan aviónica TSO-C145()/C146(), si la salida comienza en una pista de un punto de recorrido, no es necesario que el aeropuerto de salida esté en el plan de vuelo para obtener la vigilancia y sensibilidad apropiadas. Si la SID RNP 1 básica se extiende más allá de 30 NM del ARP y se usa un indicador de desviación lateral, entre las 30 NM del ARP y la terminación de la SID RNP 1 básica su sensibilidad máxima seleccionada no debe ser mayor que 1 NM.

7.5.5 Para las aeronaves que usan presentación de desviación lateral (es decir, presentación cartográfica), la escala debe ajustarse para la SID RNP 1 básica y debería usarse el director de vuelo o el piloto automático.

7.6 Requisitos específicos para STAR RNP 1 básica.-

7.6.1 Antes de la fase de llegada, la tripulación de vuelo debería verificar si se ha cargado la ruta terminal correcta. El plan de vuelo activo se debería verificar comparando las cartas con la presentación cartográfica (si es aplicable) y la MCDU. Esto incluye la confirmación de la secuencia de puntos de recorrido, la razonabilidad de los ángulos de derrota y las distancias, toda limitación de altitud o de velocidad y, cuando sea posible, los puntos de recorrido que son de paso y los que son de sobrevuelo. Si es obligatorio en una ruta, será necesario hacer una verificación para confirmar que la actualización excluirá una ayuda para la navegación en particular. No debe usarse una ruta si existe una duda en cuanto a su validez en la base de datos de navegación.

Nota.- Como mínimo, las verificaciones de llegada podrían ser una simple inspección de una presentación cartográfica adecuada que satisface los objetivos de este párrafo.

7.6.2 La creación de nuevos puntos de recorrido mediante la entrada manual de los mismos en el sistema RNP 1 básica por la tripulación de vuelo invalidaría la ruta y no está permitida.

7.6.3 Cuando el procedimiento de contingencia requiere la reversión a una ruta de llegada convencional, es necesario completar los preparativos antes de comenzar el procedimiento RNP 1 básica.

7.6.4 Las modificaciones de procedimientos en el área terminal pueden consistir en rumbos radar o autorizaciones “direct to” y la tripulación de vuelo debe poder reaccionar oportunamente. Esto puede incluir la inserción de puntos de recorrido tácticos tomados de la base de datos. No está permitido que la tripulación de vuelo ingrese manualmente o modifique la ruta cargada usando puntos de recorrido temporarios o puntos de referencia que no están previstos en la base de datos.

7.6.5 Los pilotos deben verificar si el sistema de navegación de la aeronave está funcionando correctamente y si el procedimiento y la pista de llegada correcta (incluida toda transición aplicable) se han ingresado y están correctamente representados.

7.6.6 Si bien no es obligatorio un método en particular, se deben observar las altitudes publicadas y las restricciones de velocidad.

7.6.7 Aeronaves con sistemas GNSS RNP TSO-C129a: si la STAR RNP 1 básica comienza más allá de las 30 NM del ARP y se usa indicador de desviación lateral, su sensibilidad máxima debería seleccionarse manualmente a no más de 1 NM antes de comenzar la STAR. Para las aeronaves que usan una presentación de desviación lateral (es decir, presentación cartográfica), la escala debe ajustarse para la STAR RNP 1 básica, y debería usarse el director de vuelo o el piloto automático.

7.7 Procedimientos de contingencia.-

7.7.1 El piloto debe notificar al ATC toda pérdida de capacidad RNP (alertas de integridad o pérdida de navegación) juntamente con un curso de acción propuesto. Si por alguna razón, no pueden cumplir los requisitos de la SID o STAR RNP 1 básica, los pilotos deben avisar al ATS lo antes posible. La pérdida de capacidad RNP incluye toda falla o suceso que haga que la aeronave ya no pueda satisfacer los requisitos RNP 1 básica de la ruta.

7.7.2 En caso de falla de las comunicaciones, la tripulación de vuelo debería continuar con los procedimientos establecidos para pérdida de comunicaciones.

8. Programa de instrucción

8.1 El programa para los pilotos debería incluir instrucción suficiente (por ejemplo, simulador, dispositivos de instrucción o aeronaves) sobre el sistema RNP de la aeronave para que los pilotos se familiaricen con lo siguiente:

- a) información incluida en este capítulo;
- b) significado y uso correcto de los sufijos de equipo de la aeronave/navegación;
- c) características de los procedimientos determinados a partir de la representación cartográfica y la descripción textual;
- d) representación de los tipos de puntos de recorrido (de sobrevuelo y de paso) y terminaciones de trayectoria (Párrafo 5.5, ARINC 424) y cualquier otro tipo empleado por el explotador, así como las correspondientes trayectorias de vuelo de la aeronave;
- e) equipo de navegación requerido para operaciones SID y STAR RNP 1 básica;
- f) información específica sobre el sistema RNP:
 - 1) niveles de automatización, indicaciones de modo, cambios, alertas, interacciones, reversiones y degradación;
 - 2) integración funcional con otros sistemas de la aeronave;
 - 3) significado y pertinencia de las discontinuidades de ruta así como procedimientos

- relacionados con la tripulación de vuelo;
- 4) procedimientos de los pilotos compatibles con la operación;
 - 5) tipos de sensores de navegación utilizados por el sistema RNP y la correspondiente priorización/ ponderación/lógica del sistema;
 - 6) anticipación de virajes teniendo en consideración los efectos de la velocidad y la altitud;
 - 7) interpretación de presentaciones electrónicas y símbolos;
 - 8) comprensión de la configuración de la aeronave y las condiciones operacionales requeridas para apoyo de operaciones RNP 1 básica, es decir, selección apropiada de escala CDI (puesta a escala de la presentación de desviación lateral);
- g) procedimientos de operación del sistema RNP aplicables, incluida la forma de realizar lo siguiente:
- 1) verificar la vigencia e integridad de los datos de navegación de la aeronave;
 - 2) verificar si el sistema RNP ha realizado con éxito las autoverificaciones;
 - 3) inicializar la posición del sistema de navegación;
 - 4) encontrar y seleccionar una SID o STAR RNP 1 básica para realizarla con la transición apropiada;
 - 5) observar las limitaciones de velocidad y/o altitud relacionadas con una SID o STAR RNP 1 básica;
 - 6) seleccionar la STAR o SID RNP 1 básica apropiada para la pista activa en uso y estar familiarizado con los procedimientos para llevar a cabo un cambio de pista;
 - 7) verificar los puntos de recorrido y la programación del plan de vuelo;
 - 8) volar directamente hasta un punto de recorrido;
 - 9) volar con rumbo/por derrota hasta un punto de recorrido;
 - 10) interceptar un rumbo/derrota;
 - 11) volar según vectores radar y volver a una ruta RNP 1 básica desde el modo “rumbo”;
 - 12) determinar el error/desviación lateral; más específicamente, se deben comprender y respetar las desviaciones máximas permitidas en apoyo de la RNP 1 básica;
 - 13) resolver las discontinuidades de ruta;
 - 14) extraer información y volver a seleccionar el sensor de navegación;
 - 15) cuando sea obligatorio, confirmar la exclusión de una ayuda para la navegación específica o de un tipo de ayuda para la navegación;
 - 16) cambiar el aeropuerto de llegada y el aeropuerto de alternativa;
 - 17) realizar funciones de desplazamiento paralelo si se tiene la capacidad. Los pilotos deberían saber la forma en que se aplican los desplazamientos, la funcionalidad de sus sistemas RNP y la necesidad de avisar al ATC si esta funcionalidad no está disponible;
 - 18) realizar funciones de espera RNAV;
- h) niveles de automatización recomendados por el explotador según la fase de vuelo y la carga de trabajo, incluidos los métodos para reducir al mínimo el error lateral a fin de mantener el eje de la ruta;
- i) fraseología R/T para aplicaciones RNAV/RNP; y

j) procedimientos de contingencia para fallas RNAV/RNP.

9. Base de datos de navegación

9.1 La base de datos de navegación debería obtenerse de un proveedor que cumple los requisitos del documento DO 200A de RTCA/ED 76 de EUROCAE, Normas para el procesamiento de datos aeronáuticos y debería ser compatible con la función prevista del equipo (Anexo 6, Parte 1, Capítulo 7, de la OACI). Una carta de aceptación (LOA) expedida por la autoridad de reglamentación competente para cada uno de los participantes en la cadena de datos demuestra el cumplimiento de este requisito (por ejemplo, LOA de la FAA expedida de conformidad con AC 20-153 de la FAA o LOA de EASA expedida de conformidad con IR 21, Subparte G, de EASA).

9.2 Se deben comunicar al proveedor de bases de datos de navegación las discrepancias que invalidan una SID o STAR y las SID o STAR afectadas deben quedar prohibidas mediante notificación del explotador a su tripulación de vuelo.

9.3 Los explotadores de aeronaves deberían considerar la necesidad de realizar verificaciones periódicas de las bases de datos de navegación en servicio a fin de cumplir los requisitos vigentes del sistema de control de la calidad.

Nota.- A fin de minimizar el error de definición de la trayectoria, la base de datos debería ajustarse a DO 200A, o debería haber un medio operacional equivalente para asegurar la integridad de la base de datos para las SID y STAR RNP 1 básica.

10. Vigilancia de los explotadores

10.1 Una autoridad de reglamentación puede considerar los informes de error de navegación para determinar las medidas correctivas. Los casos de errores de navegación atribuidos a una pieza específica del equipo de navegación y que se repiten pueden resultar en la cancelación de la aprobación para el uso de ese equipo.

10.2 La información que indica la posibilidad de errores repetidos puede hacer que sea necesario modificar el programa de instrucción de un explotador. La información que atribuye errores múltiples a una tripulación de pilotos en particular indica la necesidad de instrucción de recuperación o la revisión de las licencias.

11. Ayuda de trabajo

Al final de esta sección se presenta la ayuda de trabajo relacionada con la aprobación de aeronaves y explotadores para operaciones RNP 1 básica.

AYUDA DE TRABAJO RNP 1 básica**SOLICITUD PARA REALIZAR OPERACIONES RNP 1 básica****1. Introducción**

Esta Ayuda de Trabajo fue desarrollada por la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC), para proveer orientación y guía a los explotadores e inspectores respecto al proceso que debe seguir un explotador para obtener una autorización RNP 1 básica.

2. Propósitos de la Ayuda de Trabajo

- 2.1 Proporcionar información a explotadores e inspectores sobre los principales documentos de referencia RNP 1 básica.
- 2.2 Provee tablas que muestran el contenido de la aplicación, los párrafos de referencia relacionados, la ubicación en la aplicación del explotar donde los elementos RNP 1 básica son mencionados y columnas para que el inspector haga comentarios y realice el seguimiento del estatus de varios elementos RNP 1 básica.

3. Acciones recomendadas para el inspector y explotador

A continuación se detalla varias recomendaciones de cómo puede ser utilizada la ayuda de trabajo

- 3.1 En la reunión de pre-solicitud con el explotador, el inspector revisa los “eventos básicos del proceso de aprobación RNP 1 básica descritos en la Pare 1 de esta ayuda de trabajo, para proporcionar una visión general sobre los eventos del proceso de aprobación.
- 3.2 El inspector revisa esta ayuda de trabajo con el explotador para establecer la forma y el contenido de la solicitud para obtener una autorización RNP 1 básica.
- 3.3 El explotador utiliza esta ayuda de trabajo como guía para recopilar los documentos/anexos de la solicitud RNP 1 básica.
- 3.4 El explotador anota en la ayuda de trabajo las referencias que indican donde están ubicados en sus documentos, los elementos del programa RNP 1 básica.
- 3.5 El explotador envía al inspector la ayuda de trabajo y la solicitud (documentos /anexos).
- 3.6 El inspector anota en la ayuda de trabajo el cumplimiento satisfactorio de un ítem o que dicho ítem requiere acción correctiva.
- 3.7 El inspector informa al explotador tan pronto como sea posible cuando se requiere una acción correctiva por parte del explotador.
- 3.8 El explotador provee al inspector el material revisado cuando éste es solicitado.
- 3.9 La AAC emite al explotador las especificaciones relativas a las operaciones (OpSpecs) o una carta de autorización (LOA), como sea aplicable, cuando las tareas y documentos han sido completados.

4. Estructura de la Ayuda de Trabajo

Partes	Temas	Página
Parte 1	Información general	3
Parte 2	Información sobre la identificación de las aeronaves y explotadores	5
Parte 3	Solicitud del explotador (Anexos y documentos)	7
Parte 4	Contenido de la solicitud del explotador para RNP 1 básica	11
Parte 5	Guía para determinar la admisibilidad de las aeronaves RNP 1 básica	15
Parte 6	Procedimientos básicos de los pilotos para operaciones RNP 1 básica	19

5. Fuentes principales de documentos, información y contactos

Para acceder a la Ayuda de Trabajo RNP 1 básica, ingrese a la página Web de la Dirección General de Aeronáutica Civil (www.dgac.gob.bo) e ingrese a Reglamentación Aeronáutica Boliviana.

6. Documentos principales de referencia

Documentos de referencia	Títulos
Anexo 6	Operación de aeronaves
ICAO Doc 9613	Manual de navegación basada en la performance (PBN)
FAA AC 90-105 Apéndice 2	Criterios de calificación para operaciones RNP 1 (Terminales)
AMC 20-5	Métodos aceptables de cumplimiento para aprobación de aeronavegabilidad y criterio operacional para el uso del Sistema de posicionamiento global NAVSTAR (GPS)
AC 20-130A	Aprobación de aeronavegabilidad de los sistemas de manejo de navegación o vuelo integrando sensores de navegación múltiples
AC 20-138A	Aprobación de aeronavegabilidad del equipo del Sistema de navegación global por (GNSS)
TSO-C115b	Equipo de navegación aérea en vuelo usando entradas de sensores múltiples
TSO-C129a	Equipamiento de navegación suplementario en vuelo usando el sistema mundial de determinación de la posición (GPS)
TSO-C145a	Sensores de navegación en vuelo usando el sistema mundial de determinación de la posición (GPS) aumentado por el sistema de aumentación basado en satélite (WAAS)
TSO-C146a	Equipo de navegación en vuelo autónomo usando el sistema mundial de determinación de la posición (GPS) y el sistema de aumentación basado en satélite (WAAS)

PARTE 1: INFORMACIÓN GENERAL**Eventos básicos en el proceso de aprobación RNP 1 básica**

	Acciones del explotador	Acciones de la AAC
1	Establece la necesidad de obtener la autorización RNP 1 básica.	
2	Revisa el AFM, suplemento al AFM o la Hoja de datos del certificado de tipo (TCDS) u otros documentos apropiados (p. ej., Boletines de servicio (SB), Cartas de servicio (SL), etc.) para determinar la admisibilidad de la aeronave para RNP 1 básica. El explotador contacta al fabricante de la aeronave o del equipo de aviónica, si es necesario, para confirmar la admisibilidad RNP 1 o mejor de la aeronave.	
3	Contacta a la AAC para programar una reunión de pre-solicitud para discutir los requerimientos de la aprobación operacional.	
4		Durante la reunión de pre-solicitud, establece: <ul style="list-style-type: none"> • la forma y contenido de la solicitud; • los documentos que sustentan la autorización RNP 1 básica • la fecha en que será enviada la solicitud para evaluación • si es necesario realizar un vuelo de validación observado por la AAC
5	Envía la solicitud por lo menos 60 días antes de iniciar operaciones RNP 1 básica	
6		Revisa la solicitud del explotador
7	Una vez aprobados o aceptados las enmiendas a los manuales, programas y documentos imparte instrucción a la tripulación de vuelo, despachadores de vuelo y personal de mantenimiento y realiza un vuelo de validación, si es requerido por la AAC	Solamente si es requerido, participa en el vuelo de validación
8		Cuando los requisitos de operaciones y de aeronavegabilidad son completados, emite la aprobación operacional en forma de OpSpecs para explotadores RAB 121 o 135 o equivalentes o una LOA para exploradores RAB 91 o equivalentes, como sea apropiado.

Notas relacionadas con el proceso de aprobación

1. **Autoridad responsable.**
 - a. **Transporte aéreo comercial (RAB 121 y/o 135 o reglamentos equivalentes).**- El **Estado de matrícula** determina que la aeronave cumple con los requisitos de aeronavegabilidad. El **Estado del explotador** emite la autorización RNP 1 básica (p. ej., OpSpecs).
 - b. **Aviación general (RAB 91 o reglamento equivalente).**- El **Estado de matrícula** determina que la aeronave cumple con los requisitos de aeronavegabilidad y emite la autorización operacional (p. ej., una LOA).
2. La AAC no requiere emitir una LOA para cada área individual de operación en caso de explotadores LAR 91 o documento equivalente.
3. Los explotadores RAB 121 y/o 135 con autorización RNP 1 básica, deben listar en las OpSpecs esta autorización.
4. Secciones relacionadas de los Reglamentos Aeronáuticos Latinoamericanos (RAB) o de reglamentos equivalentes
 - a. RAB 91 Secciones 91.1015 y 91.1640 o equivalentes
 - b. RAB 121 Sección 121.995 (b) o equivalente
 - c. RAB 135 Sección 135.565 (c) o equivalente
5. Documentos de OACI relacionados
 - a. Anexo 6 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional – Operación de aeronaves
 - b. Anexo 10 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional – Telecomunicaciones aeronáuticas
 - c. Anexo 15 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional – Servicios de información aeronáutica
 - d. OACI Doc 9613 – Manual sobre navegación basada en la performance (PBN)
 - e. OACI Doc 4444 – Procedimientos para los servicios de navegación aérea – Gestión de tránsito aéreo

PARTE 2: INFORMACIÓN SOBRE LA IDENTIFICACIÓN DE LAS AERONAVES Y EXPLOTADORES

NOMBRE DEL EXPLOTADOR: _____

Fabricante, modelo y series de la aeronave	Números de matrícula	Números de serie	Sistema RNP 1 básica Número, fabricante y modelo	Especificación de navegación RNP requerida

FECHA DE LA REUNIÓN DE PRE-SOLICITUD _____

FECHA EN QUE FUE RECIBIDA LA SOLICITUD _____

FECHA EN QUE EL EXPLOTADOR PROPONE INICIAR OPERACIONES RNP 1 básica _____

¿ES ADECUADA LA FECHA DE NOTIFICACIÓN A LA AAC? SI _____ NO _____

INTENCIONALMENTE EN BLANCO

PARTE 3 – SOLICITUD DEL EXPLOTADOR (ANEXOS Y DOCUMENTOS)

Anexo	Título del Anexo/documento	Indicación de inclusión por parte del explotador	Comentarios del Inspector
A	Carta del explotador solicitando la autorización RNP 1 básica		
B	<p>Documentos de aeronavegabilidad que demuestren la admisibilidad RNP 1 básica de las aeronaves.</p> <p>AFM, Revisión del AFM, Suplemento del AFM u Hoja de datos del certificado de tipo (TCDS) que demuestren que el sistema RNP es admisible para RNP 1 básica o menor.</p> <p>Declaración del fabricante.- Las aeronaves que dispongan de una declaración del fabricante que documente el cumplimiento con los criterios de la CA 91-006 de la DGAC o equivalente, satisfacen los requisitos de performance y funcionales de dicho documento.</p>		
C	<p>Aeronaves modificadas para satisfacer estándares RNP 1 básica. Documentación de inspección y/o modificación de las aeronaves, si es aplicable. Registros de mantenimiento que documenten la instalación o modificación de los sistemas de las aeronaves (p. ej., FAA Form 337 – reparaciones y alteraciones mayores)</p>		
D	<p>Programa de mantenimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para aeronaves con prácticas de mantenimiento de los sistemas RNP 1 básica establecidas, la lista de referencias del documento o programa. • Para sistemas RNP 1 básica recién instalados, las prácticas de mantenimiento para revisión. 		
E	<p>Lista de Equipo Mínimo (MEL) (únicamente para explotadores que operan con sujeción a una MEL):</p> <p>MEL que muestre las disposiciones para los sistemas RNP 1 básica.</p>		
F	Instrucción		

Anexo	Título del Anexo/documento	Indicación de inclusión por parte del explotador	Comentarios del Inspector
	<p>Explotadores RAB 91 o equivalentes: Métodos de instrucción: Instrucción en domicilio, centros de instrucción LAR 142 u otros cursos de instrucción, registros de cumplimiento del curso.</p> <p>3. Explotadores RAB 121 y/o 135 o equivalentes: Programas de instrucción (currículos de instrucción) para las tripulaciones de vuelo, despachadores de vuelo y personal de mantenimiento.</p>		
G	<p>Políticas y procedimientos de operación</p> <p>3. Explotadores RAB 91 o equivalentes: Manual de operaciones (OM) o secciones que se adjunten a la solicitud, correspondientes a los procedimientos y políticas de operación RNP 1 básica.</p> <p>4. Explotadores RSN 121 y/o 135 o equivalentes: Manual de operaciones y listas de verificación.</p>		
H	<p>Base de datos de navegación</p> <p>Detalles del programa de validación de los datos de navegación</p>		
I	<p>Retiro de la aprobación RNP 1 básica</p> <p>Indicación de la necesidad de realizar acciones de seguimiento después de los reportes de errores de navegación presentados y el potencial de que la autorización RNP 1 básica sea retirada.</p>		
J	<p>Plan para el vuelo de validación: Solo si es requerido por la AAC</p>		

3. CONTENIDO DE LA APLICACIÓN A SER REMITIDA POR EL EXPLOTADOR

_____ **DOCUMENTACIÓN DE CUMPLIMIENTO RNP 1 BÁSICA DE LAS AERONAVES/SISTEMAS DE NAVEGACIÓN**

_____ **PROCEDIMIENTOS Y POLÍTICAS DE OPERACIÓN**

_____ **SECCIONES DEL MANUAL DE MANTENIMIENTO RELACIONADAS CON EL SISTEMA RNP 1 BÁSICA (si no han sido previamente revisadas)**

Nota 1: Los documentos pueden ser agrupados en una sola carpeta o pueden ser remitidos como documentos individuales

PARTE 4: CONTENIDO DE LA SOLICITUD DEL EXPLOTADOR PARA OPERACIONES RNP 1 BÁSICA

#	Contenido de la solicitud del explotador para RNP 1 básica	Párrafos de referencia CA 91-006	En que Anexos/Documentos del explotador están ubicados los contenidos de la solicitud	Comentarios y/o recomendaciones del Inspector	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
1	Carta de solicitud del explotador Declaración de intención para obtener la autorización RNP 1 básica.	Párrafo 9.1.1 b) 1) Apéndice 3, Párrafo e)			
2	Descripción del equipo de la aeronave	Párrafo 9.1.1 b) 2)			
3	Admisibilidad de los sistemas RNP 1 básica Documentos de aeronavegabilidad que establezcan la admisibilidad de los sistemas de navegación RNP 1 básica, su estatus de aprobación y una lista de las aeronaves para las que se solicita la aprobación.	Párrafo 9.1.1 b) 3) Párrafo 8.3			
4	Programa de instrucción 1. Explotadores RAB 121 o 135 o equivalentes: Programas de instrucción: Los explotadores desarrollarán un programa de instrucción inicial y periódico para las tripulaciones de vuelo, despachadores de vuelo, si corresponde y personal de mantenimiento. 2. Explotadores RAB 91 o equivalentes: Métodos de instrucción: Los siguientes métodos son aceptables para estos explotadores: Instrucción en domicilio, centros de instrucción LAR 142 u	Párrafo 9.1.1 b) 4) (a) Párrafo 11 Para mantenimiento Párrafo 9.1.1 b) 8) Párrafo 9.1.1 b) 4) (b) Párrafo 11			

#	Contenido de la solicitud del explotador para RNP 1 básica	Párrafos de referencia CA 91-006	En que Anexos/Documentos del explotador están ubicados los contenidos de la solicitud	Comentarios y/o recomendaciones del Inspector	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
	otros cursos de instrucción.				
5	<p>Procedimientos de operación</p> <p>1. Explotadores RAB 121 y/o 135 o equivalentes: Manual de operaciones y listas de verificación.</p> <p>2. Explotadores RAB 91 o equivalentes: Manual de operaciones o sección de la solicitud del explotador, que documenten las políticas y procedimientos de operación RNP 1 básica.</p>	<p>Párrafo 9.1.1 b) 5) (a)</p> <p>Párrafo 10</p> <p>Párrafo 9.1.1 b) 5) (b)</p> <p>Párrafo 10</p>			
6	<p>Prácticas de mantenimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> Para aeronaves con prácticas de mantenimiento para los sistemas de navegación RNP 1 básica establecidas, el explotador proveerá referencias de los documentos. Para sistemas nuevos RNP 1 básica instalados, el explotador proveerá prácticas de mantenimiento para revisión. 	<p>Párrafo 8.5 b)</p> <p>Párrafo 9.1.1 b) 7)</p>			
7	<p>Actualización de la Lista de equipo mínimo (MEL)</p> <p>Aplicable para explotadores que conducen operaciones según una MEL</p>	<p>Párrafos 8.5 a) y 9.1.1 b) 6)</p>			
8	<p>Programa de validación de los datos de</p>	<p>Párrafo 9.1.1 b) 9)</p>			

#	Contenido de la solicitud del explotador para RNP 1 básica	Párrafos de referencia CA 91-006	En que Anexos/Documentos del explotador están ubicados los contenidos de la solicitud	Comentarios y/o recomendaciones del Inspector	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
	navegación				
9	Retiro de la autorización de operación RNP 1 básica Indicación de la necesidad de realizar acciones de seguimiento después de los reportes de errores de navegación presentados y el potencial de que la autorización RNP 1 básica sea retirada.	Párrafo 13			
10	Plan para el vuelo de validación, solamente si es requerido El plan del vuelo de validación será presentado únicamente si es requerido.	Párrafo 9.1.1 d)			

INTENCIONALMENTE EN BLANCO

PARTE 5 – GUÍA PARA DETERMINAR LA ADMISIBILIDAD DE LAS AERONAVES RNP 1 BÁSICA

#	Temas	Párrafos de referencia CA 91-006	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones del Inspector	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
1	<p>Requisitos de admisibilidad de las aeronaves para operaciones RNP 1 básica en área terminal</p> <p>Sistemas RNP que utilizan entradas de datos desde el GNSS.</p> <p>Los siguientes sistemas instalados en las aeronaves satisfacen los requisitos definidos en la CA 91-006. Este equipo requiere evaluación por parte del fabricante y explotador contra todos los requisitos funcionales y de performance establecidos en esa CA:</p>	<p>Párrafo 8.1.3</p> <p>Párrafo 8.1.1 a) 2)</p>			
1a	Aeronaves con sistema E/TSO-C129a Clase A1 o sistema E/TSO-C146 () instalados para uso IFR de acuerdo con la FAA AC 20-138 o AC 20-138A	Párrafo 8.1.3 a)			
1b	Aeronaves con sensor E/TSO-C129a (Clase B o C) instalado en un sistema de gestión de vuelo (FMS) que satisface los requisitos de la TSO-C115b e instalado para uso IFR de acuerdo con la FAA AC 20-130A	Párrafo 8.1.3 b)			
1c	Aeronaves con sensor E/TSO-C145 () instalado en un FMS que satisface los requisitos de la TSO-C115b e instalado para uso IFR de acuerdo con la FAA AC 20-130A o AC 20-138A	Párrafo 8.1.3 c)			

#	Temas	Párrafos de referencia CA 91-006	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones del Inspector	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
1d	Aeronaves con capacidad RNP certificada o aprobada con estándares equivalentes	Párrafo 8.1.3 d)			
2	Requisitos de performance, control y alerta	Párrafo 8.1.2			
3	Admisibilidad de las aeronaves y sistemas para operaciones RNP 1 básica en área terminal 1. Aeronaves que cuentan con una declaración de cumplimiento con respecto a los criterios de la CA 91-006 de la DGAC o documento equivalente. 2. Aeronaves con declaración del fabricante. 3. Aeronaves modificadas 4. Sistemas autónomos GNSS aprobados de acuerdo con la TSO-C129a Clase A1 o TSO-C146 Clases operacionales 1, 2 o 3 (sin desviaciones de los requisitos funcionales descritos en la CA 91-006), instalados para uso IFR de acuerdo con la AC 20-138A 5. Aeronaves con sensor o sensores TSO-C129a Clases B o C o con sensor o sensores TSO-C145 y FMS que satisfacen los requisitos de la TSO-C115b y que son instalados para uso IFR de acuerdo con la FAA	Párrafo 8.3 Párrafo 8.3.1 Párrafo 8.3.2 Párrafo 8.3.3 Párrafo 8.3.4 Párrafo 8.3.5 Párrafo 8.3.6			

#	Temas	Párrafos de referencia CA 91-006	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones del Inspector	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
	<p>AC 20-130A</p> <p>6. Aeronave/equipo aprobado según la DGAC CA 91-003 o equivalente (p. ej., FAA AC 90-100A) para la utilización del GNSS, es aprobada según esta CA para operaciones RNP 1 básica</p> <p>7. Aeronave RNP con aprobación P-RNAV basada en capacidad GNSS satisface los requisitos funcionales de esta CA para operaciones RNP 1 básica, tales como SID y STAR. El equipo GNSS aprobado según la TSO-C129 y que satisface la detección de saltos de la seudodistancia y la comprobación del código de estado de salud del mensaje, contenidos en la TSO-C129A satisface los requisitos de performance P-RNAV.</p>	Párrafo 8.3.7			
5	Requisitos funcionales y explicación de los requisitos funcionales	Párrafo 8.4 Apéndice 1			
6	Requisitos de mantenimiento	Párrafo 8.5			
7	Base de datos de navegación Detalles del programa de validación de los datos de navegación	Párrafo 12 Apéndice 2			

INTENCIONALMENTE EN BLANCO

PARTE 6 - PROCEDIMIENTOS BÁSICOS DE LOS PILOTOS PARA OPERACIONES RNP 1 BÁSICA

Temas		Párrafos de referencia CA 91-006	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
Procedimientos de operación		Párrafo 10			
1	Planificación pre-vuelo	Párrafo 10.1 a)			
	Los explotadores y pilotos que intenten realizar SIDs y STARs RNP 1 básica deben llenar las casillas apropiadas del plan de vuelo OACI.	Párrafo 10.1 a) 1)			
	Los datos de navegación de a bordo deben estar vigentes e incluir procedimientos apropiados.	Párrafo 10.1 a) 2)			
	La disponibilidad de la infraestructura de las NAVAIDS, requeridas para las rutas proyectadas, incluyendo cualquier contingencia no RNP, debe ser confirmada para el período de operaciones previstas, utilizando toda la información disponible. Debido a que el Anexo 10 Volumen I requiere integridad en el GNSS (RAIM o SBAS), también se debe determinar como apropiada la disponibilidad de estos dispositivos. Para aeronaves que navegan con receptores SBAS [todos los receptores TSO-C145 () / C146 ()], los explotadores deberán verificar la disponibilidad apropiada de la RAIM	Párrafo 10.1 a) 3)			

	Temas	Párrafos de referencia CA 91-006	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
	del GPS en áreas donde la señal SBAS no esté disponible.				
	Disponibilidad de la RAIM (ABAS)	Párrafo 10.1 a) 4)			
2	Procedimientos de operación general	Párrafo 10.1 b)			
	el piloto deberá cumplir cualquier instrucción o procedimiento identificado por el fabricante, como sea necesario, para satisfacer los requisitos de performance de esta sección	Párrafo 10.1 b) 1)			
	Los explotadores y pilotos no deberán solicitar o presentar en el plan de vuelo procedimientos RNP 1 básica, a menos que satisfagan todos los criterios de esta CA. Si una aeronave que no cumple estos criterios recibe una autorización de parte del control de tránsito aéreo (ATC) para realizar un procedimiento RNP 1 básica, el piloto notificará al ATC que no puede aceptar la autorización y solicitará instrucciones alternas.	Párrafo 10.1 b) 2)			
	En la inicialización del sistema, los pilotos deben: (a) confirmar que la base de datos	Párrafo 10.1 b) 3)			

	Temas	Párrafos de referencia CA 91-006	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
	<p>de navegación esté vigente;</p> <p>(b) verificar que la posición de la aeronave ha sido ingresada correctamente;</p> <p>(c) verificar la entrada apropiada de la ruta ATC asignada una vez que reciban la autorización inicial y cualquier cambio de ruta subsiguiente; y</p> <p>(d) asegurarse que la secuencia de los WPT, representados en su sistema de navegación, coincida con la ruta trazada en las cartas apropiadas y con la ruta asignada.</p>				
	<p>Los pilotos no deberán volar un procedimiento RNP 1 básica, a menos que éste pueda ser recuperado por el nombre del procedimiento desde la base de datos de navegación de a bordo y se ajuste al procedimiento de la carta. Sin embargo, el procedimiento puede ser posteriormente modificado a través de la inserción o eliminación de WPT específicos en respuesta a las autorizaciones del ATC. No se permite la entrada manual o la creación de nuevos WPT mediante la inserción manual de la latitud y longitud o de los valores rho/theta.</p>	<p>Párrafo 10.1 b) 4)</p>			

	Temas	Párrafos de referencia CA 91-006	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
	Además, los pilotos no deben cambiar ningún tipo de WPT desde un WPT de paso a un WPT de sobrevuelo o viceversa.				
	Las tripulaciones de vuelo deberán hacer una verificación cruzada del plan de vuelo autorizado comparando las cartas u otros recursos aplicables con las presentaciones textuales del sistema de navegación y presentaciones de mapa de la aeronave, si es aplicable. Si es requerido, se debe confirmar la exclusión de NAVAIDS específicas. No deberá usarse un procedimiento si existen dudas sobre la validez del procedimiento en la base de datos de navegación.	Párrafo 10.1 b) 5)			
	No se requiere realizar una verificación cruzada con las NAVAIDS convencionales, en virtud que la ausencia de la alerta de integridad se considera suficiente para satisfacer los requisitos de integridad. No obstante, se sugiere el control de la razonabilidad de la navegación y cualquier pérdida de la capacidad RNP debe ser reportada al ATC.	Párrafo 10.1 b) 6)			

	Temas	Párrafos de referencia CA 91-006	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
	<p>Para procedimientos RNP 1 básica, los pilotos deben utilizar un indicador de desviación lateral, un FD o un AP en el modo de navegación lateral. Los pilotos de las aeronaves con una presentación de desviación lateral deben asegurarse que la escala de desviación lateral es adecuada para la precisión de navegación asociada con la ruta/procedimiento (p. ej., la deflexión a escala total: ± 1 NM para RNP 1 básica).</p>	Párrafo 10.1 b) 7)			
	<p>Se espera que todos los pilotos mantengan los ejes de ruta, como están representados en los indicadores de desviación lateral de a bordo y/o en la guía de vuelo, durante todas las operaciones RNP 1 básica, a menos que sean autorizados a desviarse por el ATC o por condiciones de emergencia. Para operaciones normales, el error/desviación en sentido perpendicular a la derrota de vuelo (la diferencia entre la trayectoria calculada por el sistema RNP y la posición de la aeronave relativa a la trayectoria, p. ej., FTE) deberá ser limitada a $\pm \frac{1}{2}$ de la precisión de navegación asociada con el procedimiento (p. ej., 0.5 NM para RNP 1 básica). Se permite desviaciones laterales pequeñas de</p>	Párrafo 10.1 b) 8)			

	Temas	Párrafos de referencia CA 91-006	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
	este requisito (p. ej., pasarse de la trayectoria o quedarse corto de la trayectoria) durante o inmediatamente después de un viraje, hasta un máximo de 1 vez (1xRNP) la precisión de navegación (p. ej., 1 NM para RNP 1 básica).				
	Si el ATC emite una asignación de rumbo que ubica a la aeronave fuera de la ruta, el piloto no deberá modificar el plan de vuelo en el sistema RNP, hasta que se reciba una nueva autorización que permita a la aeronave retornar a la ruta o hasta que el controlador confirma una nueva autorización de ruta. Cuando la aeronave no está en la ruta publicada RNP 1 básica, los requerimientos de precisión especificados no aplican.	Párrafo 10.1 b) 9)			
	La selección manual de las funciones que limitan el ángulo de inclinación lateral de la aeronave puede reducir la habilidad de la aeronave para mantener su derrota deseada y no es recomendada. Los pilotos deberían reconocer que la selección manual de las funciones que limitan el ángulo de inclinación lateral de la aeronave podría reducir su habilidad para satisfacer las expectativas de trayectoria del ATC,	Párrafo 10.1 b) 10)			

Temas	Párrafos de referencia CA 91-006	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
<p>especialmente cuando se realiza virajes con grandes ángulos de inclinación. Esto no debe interpretarse como un requisito para desviarse de los procedimientos del AFM. Se debe alentara a los pilotos a limitar la selección de tales funciones dentro de procedimientos aceptados.</p>				
<p>Los pilotos que operan aeronaves con un sistema de navegación vertical barométrica (baro-VNAV) pueden continuar utilizando dicho sistema mientras operan en procedimientos, SIDs y STARs RNP 1 básica. Los explotadores deben garantizar el cumplimiento de todas las limitaciones de altitud como están publicadas en el procedimiento utilizando como referencia al altímetro barométrico. La utilización de la capacidad de navegación vertical barométrica de la aeronave estará sujeta al grado de familiarización e instrucción de la tripulación de vuelo, así como a cualquier otro requisito de la aprobación operacional.</p>	Párrafo 10.1 b) 11)			
<p>Antes de iniciar un procedimiento RNP 1 básica, las tripulaciones de vuelo deben:</p> <p>a) confirmar que se ha</p>	Párrafo 10.1 b) 12)			

	Temas	Párrafos de referencia CA 91-006	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
	<p>seleccionado el procedimiento correcto. Este proceso incluye la verificación de la secuencia de los WPT, razonabilidad de los ángulos de derrota, distancias y de cualesquiera otros parámetros que pueden ser modificados por el piloto, tales como las limitaciones de altitud o velocidad; y</p> <p>b) para sistemas multisensores, deben verificar que se está utilizando el sensor correcto para el cálculo de posición.</p>				
3	<p>Aeronaves con capacidad de selección RNP</p> <p>Los pilotos de las aeronaves con capacidad de selección de entrada RNP deben seleccionar RNP 1 o menor para SIDs o STARs RNP 1 básica.</p>	Párrafo 10.1 c)			
4	<p>Requisitos específicos de SIDs RNP 1 básica</p>	Párrafo 10.1 d)			
	<p>Antes de iniciar el despegue, el piloto debe verificar que el sistema RNP 1 básica de la aeronave está disponible, opera correctamente y que los datos apropiados del aeródromo y pista han sido cargados. Antes del vuelo, los</p>	Párrafo 10.1 d) 1)			

	Temas	Párrafos de referencia CA 91-006	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
	<p>pilotos deben verificar que el sistema de navegación de su aeronave está operando correctamente y que la pista y el procedimiento de salida apropiado (incluyendo cualquier transición en ruta aplicable) han sido ingresados y están adecuadamente representados. Los pilotos que han sido asignados a un procedimiento de salida RNP 1 básica y que posteriormente reciben un cambio de pista, procedimiento o transición, deben verificar que se han ingresado los cambios apropiados y que están disponibles para la navegación antes del despegue. Se recomienda una verificación final de la entrada de la pista apropiada y de la representación de la ruta correcta, justo antes del despegue.</p>				
	<p><i>Altitud para conectar el equipo RNP.-</i> El piloto debe ser capaz de conectar el equipo RNP para seguir la guía de vuelo en el modo de navegación lateral RNP antes de alcanzar 153 m (500 ft) sobre la elevación del aeródromo.</p>	Párrafo 10.1 d) 2)			
	<p>Los pilotos deben utilizar un método autorizado (indicador de desviación lateral/presentación de mapa de navegación/FD/AP) para lograr un nivel apropiado de performance para</p>	Párrafo 10.1 d) 3)			

	Temas	Párrafos de referencia CA 91-006	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
	RNP 1 básica.				
	<p><i>Aeronave GNSS.</i>- Cuando se use un GNSS, la señal debe ser obtenida antes que comience el recorrido de despegue. Para aeronaves que utilizan equipo TSO-C129a, el aeródromo de despegue debe estar cargado dentro del plan de vuelo, a fin de lograr el monitoreo y la sensibilidad apropiada del sistema de navegación. Para aeronaves que utilizan equipo TSO-C145 (/)C146 (/), si la salida comienza en un punto de recorrido (WPT) de pista, entonces el aeródromo de salida no necesita estar en el plan de vuelo para obtener el control y sensibilidad apropiada referida. Si una SID RNP 1 básica se extiende más allá de 30 NM desde el aeródromo y se utiliza un indicador de desviación lateral, la sensibilidad de su escala completa debe ser seleccionada a un valor no mayor de 1 NM entre las 30 NM desde el aeródromo y la terminación de la SID RNP 1 básica.</p>	Párrafo 10.1 d) 4)			
	<p>Para aeronaves que utilizan una presentación de desviación lateral (p. ej., una presentación de mapa de navegación), se debe ajustar la escala para la SID RNP 1 básica y utilizar el FD o AP.</p>	Párrafo 10.1 d) 5)			

Temas		Párrafos de referencia CA 91-006	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
5	Requerimientos específicos de STARs RNP 1 básica	Párrafo 10.1 e)			
	Antes de la fase de llegada, la tripulación de vuelo deberá verificar que se ha cargado la ruta de área terminal correcta. El plan de vuelo activo deberá verificarse comparado las cartas con la presentación de mapa (si es aplicable) y la pantalla de control de multifunción (MCDU). Esto incluye, la confirmación de la secuencia de los WPT, la razonabilidad de los ángulos de derrota y las distancias, cualquier restricción de altitud o velocidad y, cuando sea posible, cuales WPT son de paso (fly-by WPT) y cuales son de sobrevuelo (flyover WPT). Si una ruta lo requiere, se debe hacer una verificación para confirmar que la actualización excluirá una NAVAID particular. No se utilizará una ruta si existen dudas sobre su validez en la base de datos de navegación.	Párrafo 10.1 e) 1)			
	La creación de nuevos WPT por parte de la tripulación de vuelo, mediante entradas manuales en el sistema RNP 1 básica, invalidará cualquier ruta y no es permitida.	Párrafo 10.1 e) 2)			
	Cuando los procedimientos de	Párrafo 10.1 e) 3)			

	Temas	Párrafos de referencia CA 91-006	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
	contingencia requieren revertir a una ruta de llegada convencional, la tripulación de vuelo debe realizar las preparaciones necesarias antes de comenzar el procedimiento RNP 1 básica.				
	Las modificaciones de un procedimiento en el área terminal pueden tomar la forma de rumbos radar o autorizaciones "directo a" (direct to), al respecto, la tripulación de vuelo debe ser capaz de reaccionar a tiempo. Esto puede incluir la inserción de WPT tácticos cargados desde la base de datos. No es permitido que la tripulación de vuelo realice una entrada manual o la modificación de una ruta cargada, utilizando WPT temporales o puntos de referencia no provistos en la base de datos.	Párrafo 10.1 e) 4)			
	Los pilotos deben verificar que el sistema de navegación de la aeronave esté operando correctamente y que el procedimiento de llegada correcto y la pista hayan sido ingresados y representados apropiadamente.	Párrafo 10.1 e) 5)			
	Aunque no se establece un método particular, se deberá observar cualquier restricción de altitud y	Párrafo 10.1 e) 6)			

	Temas	Párrafos de referencia CA 91-006	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
	velocidad.				
	Aeronaves con sistemas RNP GNSS TSO-C129a: Si una STAR RNP 1 básica comienza más allá de 30 NM desde el aeródromo y se utiliza un indicador de desviación lateral, la sensibilidad de su escala completa debe ser seleccionada a un valor no mayor de 1 NM antes de comenzar la STAR. Para aeronaves que utilizan una presentación de desviación lateral (p. ej., una presentación de mapa de navegación), se debe ajustar la escala para la STAR RNP 1 básica y utilizar el FD o AP.	Párrafo 10.1 e) 7)			
6	Procedimientos de contingencia	Párrafo 10.1 f)			
	El piloto debe notificar al ATC de cualquier pérdida de la capacidad RNP (alertas de integridad o pérdida de navegación), junto con el curso de acción propuesto. Si por cualquier razón no se puede cumplir con los requerimientos de una SID o STAR RNP 1 básica, los pilotos deben notificar al ATS tan pronto como sea posible. La pérdida de la capacidad RNP incluye cualquier falla o evento que ocasione que la aeronave no pueda satisfacer los requerimientos	Párrafo 10.1 f) 1)			

Temas	Párrafos de referencia CA 91-006	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
RNP 1 básica de la ruta.				
En el evento de falla de comunicaciones, la tripulación de vuelo debe continuar con el procedimiento de pérdida de comunicaciones establecido.	Párrafo 10.1 f) 2)			

**Sección 4 – Aprobación de operaciones RNP 1 avanzada
(TBD)**

INTENCIONALMENTE EN BLANCO

Sección 5 – Aprobación de operaciones RNP APCH hasta mínimos LNAV y LNAV/VNAV

1. Antecedentes

1.1 Esta sección trata de las aplicaciones de aproximación basadas en el GNSS que se clasifican como RNP APCH de conformidad con el concepto PBN y proveen acceso a los mínimos designados como LNAV o LNAV/VNAV.

1.2 Los procedimientos de aproximación RNP (RNP APCH) incluyen los procedimientos de aproximación RNAV (GNSS) existentes diseñados con un segmento recto. Se espera que varios organismos de reglamentación, incluidas la Agencia Europea de Seguridad Aérea (EASA) y la Administración Federal de Aviación (FAA) de los Estados Unidos autoricen los procedimientos RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV. La FAA ha publicado criterios de aeronavegabilidad, AC20-138A, para el equipo GNSS y los sistemas que son admisibles para esas operaciones. La EASA por su parte ha desarrollado textos de orientación (AMC20-27) para la aprobación de aeronavegabilidad y los criterios operacionales para las operaciones de aproximación RNP (RNP APCH). Si bien son similares en cuanto a los requisitos funcionales, hay ligeras diferencias entre estos dos conjuntos de criterios de aeronavegabilidad. A fin de lograr una norma mundial, los dos conjuntos de criterios se armonizaron en una norma de navegación única.

2. Objetivo

2.1 Esta sección proporciona orientación y guía a los IO sobre el proceso de aprobación de aeronaves y explotadores para operaciones RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV (que excluyen las operaciones RNP AR APCH). Los criterios descritos en esta sección respecto a la aprobación RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV, contienen los requisitos específicos de aeronavegabilidad y operacionales que combinados con los criterios establecidos en el MIO, Parte II, Volumen III, Capítulo 5 – Proceso genérico para aprobaciones RNP/RNP, permitirán a la AAC otorgar una autorización RNP APCH hasta mínimos LNAV y LNAV/VNAV.

2.2 Este material de orientación también provee una recomendación de la OACI sobre los requisitos de implantación y una combinación de criterios de aeronavegabilidad y operacionales RNAV europeos y estadounidenses.

2.3 Para los sistemas RNAV autónomos y multisensor que usan GNSS, el cumplimiento de la orientación europea (AMC 20-27 de EASA) y estadounidense (AC 20-138A, AC 20-130A o TSO C115b) de la FAA asegura el cumplimiento automático de esta especificación de la OACI, haciendo que sea innecesaria una mayor evaluación o documentación del AFM. Una aprobación operacional de este criterio permite al explotador realizar operaciones RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV en todo el mundo.

Nota.- Los sistemas multisensor pueden usar otras combinaciones de sensores tales como DME/DME o DME/DME/IRU que proporcionan una performance de navegación aceptable para la RNP APCH. Sin embargo, esos casos son limitados debido a la creciente complejidad de los requisitos y la evaluación de la infraestructura de ayudas para la navegación y no resulta práctico ni eficaz con relación al costo para una aplicación extendida.

2.4 Esta sección trata únicamente del requisito para el aspecto de la navegación lateral (navegación 2D) en segmentos rectos. Las aproximaciones en curva se tratan en la Sección 7 – Aprobación de operaciones RNP AR APCH. El aspecto de navegación vertical barométrica se trata en la Sección 8 – Aprobación de operaciones con baro-VNAV, de este capítulo.

3. Consideraciones del proveedor de servicios de navegación aérea (ANSP)

3.1 Infraestructura de ayudas para la navegación.-

3.1.1 El GNSS es el sistema de navegación primario de apoyo para procedimientos RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV.

3.1.2 El tramo de aproximación frustrada puede basarse en las ayudas para la navegación convencionales (p. ej., VOR, DME, NDB).

3.1.3 La aceptabilidad del riesgo de pérdida de capacidad RNP APCH para varias aeronaves debido a una falla del satélite o a la pérdida de las funciones de control y alerta de a bordo (p. ej., agujeros RAIM) debe ser considerada por la autoridad responsable del espacio aéreo.

3.2 Comunicaciones y vigilancia ATS.-

La RNP APCH no incluye requisitos específicos para comunicaciones o vigilancia ATS. Se logra un margen de franqueamiento de obstáculos adecuado mediante la performance de las aeronaves y procedimientos de operación.

3.3 Margen de franqueamiento de obstáculos.-

3.3.1 En los PANS-OPS (Doc 8168, Volumen II, de la OACI) se proporciona orientación detallada sobre el margen de franqueamiento de obstáculos; se aplican los criterios generales que figuran en las Partes I y III de dicho documento.

3.3.2 Los procedimientos de aproximación frustrada pueden ser apoyados, ya sea, por segmentos RNAV o convencionales (p. ej., basados en NDB, VOR, DME).

3.3.3 El diseño de procedimientos debe tener en cuenta la falta de capacidad de navegación vertical en la aeronave.

3.4 Consideraciones adicionales.-

3.4.1 Muchas aeronaves tienen capacidad para ejecutar una maniobra de circuito de espera utilizando su sistema RNP.

3.4.2 La orientación de este capítulo no reemplaza los requisitos de operación del AAC aplicables al equipo.

3.5 Publicación.-

La AIP debería indicar claramente que la aplicación de navegación es RNP APCH. El diseño del procedimiento debería tener perfiles de descenso normales y la publicación del Estado debería identificar los requisitos de altitud mínima de los segmentos, incluida una LNAV OCA(H). Si el tramo de aproximación frustrada se basa en medios convencionales, las instalaciones para la navegación aérea que son necesarias para realizar la aproximación deberán estar identificadas en las publicaciones pertinentes. Los datos de navegación publicados en la AIP del Estado para los procedimientos y las ayudas para la navegación de apoyo deben cumplir los requisitos del Anexo 4 - *Cartas aeronáuticas* y del Anexo 15 - *Servicios de información aeronáutica* (según corresponda). Todos los procedimientos deben estar basados en las coordenadas WGS-84.

3.6 Vigilancia de la infraestructura de las ayudas para la navegación.-

3.6.1 El proveedor de servicios debería vigilar la infraestructura de las ayudas para la navegación y, cuando corresponda, mantenerla; además, deberían expedirse oportunamente avisos de interrupción del servicio (NOTAM).

3.6.2 Debería proporcionarse información de conformidad con el Anexo 11 - *Servicios de tránsito aéreo* con respecto al estado de las instalaciones o servicios de navegación que puedan usarse en apoyo de la operación.

3.7 Vigilancia del sistema ATS.-

Las instalaciones ATS generalmente registran las observaciones radar de la proximidad a la derrota y la altitud de cada aeronave, cuando están disponibles, y se analizan las capacidades de las aeronaves para mantener la derrota. Si una observación o un análisis indican que ha ocurrido una pérdida de separación o de margen de franqueamiento de obstáculos, debería determinarse la razón de la desviación aparente de la derrota o altitud y deberían adoptarse medidas para impedir

que vuelva a ocurrir.

4. Proceso de aprobación

4.1 Para que un explotador de transporte aéreo comercial reciba una autorización RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV, éste deberá cumplir con dos tipos de aprobaciones:

- i) la aprobación de aeronavegabilidad que le incumbe al Estado de matrícula; y
- j) la aprobación operacional a cargo del Estado del explotador.

4.2 Las RAB 121.995 (b) y 135.565 (c) exigen que las aeronaves estén autorizadas por el Estado de matrícula y que los explotadores estén autorizados por sus respectivos Estados para llevar a cabo operaciones en las que se ha prescrito una especificación para la navegación basada en la performance.

4.3 Durante el proceso de aprobación para operaciones RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV, los IOs deben seguir las cinco fases establecidas en el MIO, Parte II, Volumen III, Capítulo 5 - *Proceso genérico para aprobaciones RNAV/RNP* y considerar los requisitos específicos de esta sección.

5. Aprobación de aeronavegabilidad

5.1 Admisibilidad de las aeronaves.-

Documentos de admisibilidad de aeronavegabilidad.- La documentación pertinente aceptable para la AAC del Estado de matrícula debe estar disponible para probar que la aeronave está equipada con un sistema RNP que cumple los requisitos RNP APCH. A fin de evitar actividades de reglamentación innecesarias, para determinar la admisibilidad de los sistemas existentes se debería considerar la aceptación de documentos del fabricante respecto al cumplimiento, p. ej., la serie AMC 20 de EASA. Los sistemas RNP AR APCH se consideran calificados para operaciones RNP APCH sin más examen.

5.2 Requisitos de las aeronaves.-

5.2.1 Performance, vigilancia y alerta del sistema.-

5.2.1.1 *Precisión.-* Durante las operaciones en los segmentos inicial e intermedio y para la aproximación frustrada RNAV, de un procedimiento RNP APCH, el error lateral del sistema total no excederá de ± 1 NM para, por lo menos, el 95% del tiempo total de vuelo. El error a lo largo de la derrota tampoco excederá de ± 1 NM para, por lo menos, el 95% del tiempo total de vuelo.

5.2.1.2 Durante las operaciones en el tramo de aproximación final de una RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV, el error lateral del sistema total no excederá de ± 0.3 NM para, por lo menos, el 95% del tiempo total de vuelo. El error a lo largo de la derrota tampoco excederá de ± 0.3 NM para, por lo menos, el 95% del tiempo total de vuelo.

5.2.1.3 Para satisfacer el requisito de precisión, el FTE de 95% no debería exceder de 0.5 NM en los segmentos inicial e intermedio y para la aproximación frustrada RNP de un RNP APCH. El FTE de 95% no debería exceder de 0.25 NM en el tramo de aproximación final de un RNP APCH.

Nota.- Se considera que el uso de un indicador de desviación con deflexión máxima de 1 NM en los segmentos inicial e intermedio y para la aproximación frustrada RNAV y deflexión máxima de 0.3 NM en el tramo de aproximación final es un medio de cumplimiento aceptable. Se considera que el uso de un piloto automático o director de vuelo es un medio aceptable de cumplimiento (los sistemas de estabilización de balanceo no reúnen las condiciones).

5.2.1.4 *Integridad.-* El mal funcionamiento del equipo de navegación de la aeronave se clasifica como una condición de falla importante en virtud de los reglamentos de aeronavegabilidad (es decir, 10^{-5} por hora).

5.2.1.5 *Continuidad.-* La pérdida de función se clasifica como una condición de menor

importancia si el explotador puede revertir a un sistema de navegación diferente y dirigirse a un aeropuerto adecuado. Si el procedimiento de aproximación frustrada se basa en medios convencionales (p. ej., NDB, VOR, DME), el correspondiente equipo de navegación debe estar instalado y en condiciones de servicio.

5.2.1.6 Control y alerta de la performance.- Durante las operaciones, en los segmentos inicial e intermedio y para la aproximación frustrada RNAV de una RNP APCH, el sistema RNP o el sistema RNP y el piloto combinados proporcionarán una alerta si no se cumple el requisito de precisión o si la probabilidad de que el TSE lateral exceda de 2 NM es superior a 10^{-5} . Durante las operaciones en el tramo de aproximación final de un RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV, el sistema RNP o el sistema RNP y el piloto combinados proporcionarán una alerta si el requisito de precisión no se cumple o si la probabilidad de que el TSE lateral exceda de 0.6 NM es superior a 10^{-5} .

5.2.1.7 Señal en el espacio.- Durante las operaciones, en los segmentos inicial e intermedio y para la aproximación frustrada RNAV de un RNP APCH, el equipo de navegación de la aeronave proporcionará una alerta si la probabilidad de que los errores de señal en el espacio que causan un error de posición lateral superior a 2 NM excede de 10^{-7} por hora (Anexo 10, Volumen I, Tabla 3.7.2.4-1). Durante las operaciones, en el tramo de aproximación final de un RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV, el equipo de navegación de la aeronave proporcionará una alerta si la probabilidad de que los errores de señal en el espacio que causan un error de posición lateral superior a 0,6 NM excede de 10^{-7} por hora (Anexo 10, Volumen I, Tabla 3.7.2.4-1).

Nota 1.- No hay requisito RNP APCH para la aproximación frustrada si se basa en medios convencionales (VOR, DME, NDB) o en navegación a estima.

Nota 2.- El cumplimiento del requisito de vigilancia y alerta de la performance no supone la vigilancia automática de un error técnico de vuelo. La función de vigilancia y alerta de a bordo debería consistir en por lo menos un algoritmo de vigilancia y alerta del error del sistema de navegación (NSE) y una presentación de desviación lateral que permita a la tripulación vigilar el error técnico de vuelo (FTE). En la medida que los procedimientos operacionales se usan para vigilar el FTE, el procedimiento de la tripulación, las características del equipo y la instalación se evalúan por su eficacia y equivalencia como se describe en los requisitos funcionales y procedimientos de operación. El error de definición de la trayectoria (PDE) se considera insignificante debido al proceso de garantía de calidad (Párrafo 9) y a los procedimientos de la tripulación (Párrafo 7).

Nota 3.- Los sistemas que siguen cumplen los requisitos de precisión, integridad y continuidad de estos criterios:

- a) sistemas GNSS autónomos, el equipo debería estar aprobado de conformidad con TSO-C129a/ETSO-C129a Clase A1 o E/TSO-C146() Clase gamma y Clase operacional 1,2 ó 3;
- b) sensores GNSS utilizados en un sistema multisensor (p. ej., FMS), el equipo debería estar aprobado de conformidad con TSO C129()/ETSO-C129() Clases B1, C1, B3, C3 o E/TSO C145() Clases 1, 2 ó 3. Para receptores GNSS aprobados de conformidad con E/TSO-C129(), se recomienda capacidad para detección de fallas y exclusión (FDE) de satélite a fin de mejorar la continuidad de la función; y
- c) sistemas multisensor que usan GNSS, deberían estar aprobados de conformidad con AC20-130A o TSO-C115b, así como haber demostrado capacidad para RNP APCH.

5.3 Criterios para sistemas de navegación específicos.-

La RNP APCH se basa en la determinación de la posición del GNSS. Los datos para determinar la posición provenientes de otros tipos de sensores de navegación pueden estar integrados con los datos GNSS siempre que los otros datos no causen errores de posición que excedan la ponderación del error del sistema total (TSE), o si se prevén medios para cancelar los otros tipos de sensores de navegación.

5.4 Requisitos funcionales.-

5.4.1 Presentaciones de navegación y funciones requeridas.-

5.4.1.1 Los datos de navegación, incluida una indicación hasta/desde y una indicación de falla, deben presentarse en una presentación de desviación lateral [(CDI, (E)HSI] y/o en una presentación

cartográfica. Estas pueden usarse como instrumentos de vuelo primarios para la navegación, para anticipación de maniobras y para indicación de fallas/estado/integridad:

- a) las presentaciones deberían ser visibles para el piloto cuando éste mire hacia adelante a lo largo de la trayectoria de vuelo y estar situadas en su principal campo de visión (± 15 grados de visibilidad directa);
- b) la escala de presentación de desviación lateral debería ser compatible con los límites de alerta e indicación;
- c) la presentación de desviación lateral debe tener también una deflexión máxima apropiada para la fase de vuelo en curso y debe basarse en el requisito del error del sistema total (TSE). La escala es ± 1 NM para los segmentos inicial e intermedio y $\pm 0,3$ NM para el segmento final;
- d) la escala de presentación deber quedar automáticamente establecida por lógica implícita o establecida según un valor obtenido de una base de datos de navegación. El valor de deflexión máxima debe ser conocido o debe estar disponible para presentarlo al piloto de forma que corresponda a los valores de aproximación;
- e) como medio alternativo, una presentación cartográfica debe proporcionar una funcionalidad equivalente a una presentación de desviación lateral con las escalas cartográficas apropiadas (la escala puede establecerla manualmente el piloto). Para que la presentación cartográfica sea aprobada se debe demostrar que satisface los requisitos TSE;
- f) se recomienda que el selector de rumbo de la presentación de desviación esté automáticamente controlado según la trayectoria RNAV calculada;

Nota.- Esto no se aplica a las instalaciones en que la presentación cartográfica electrónica contiene una presentación gráfica de la trayectoria de vuelo y la desviación de la trayectoria.

- g) para este tipo de operación no se requiere un director de vuelo y/o piloto automático; sin embargo, si el TSE lateral no puede demostrarse sin estos sistemas, será obligatorio. En este caso, el acoplamiento del director de vuelo y/o piloto automático del sistema RNAV debe estar claramente indicado a nivel del puesto de pilotaje; y
- h) la presentación de navegación mejorada (p. ej., presentación cartográfica electrónica o EHSI) para aumentar la consciencia de la situación lateral, la vigilancia de la navegación y la verificación de la aproximación (verificación del plan de vuelo) podría ser obligatoria si la instalación RNAV no da apoyo a la presentación de la información necesaria para la realización de estas tareas de la tripulación.

5.4.1.2 Como mínimo, se requieren las siguientes funciones (capacidades) del sistema:

- a) La capacidad de presentar continuamente al piloto a los mandos, en los instrumentos de vuelo primarios para la navegación de la aeronave (presentación de navegación primaria), la trayectoria RNAV calculada que se desea y la posición de la aeronave con relación a la trayectoria. Para las aeronaves en que la tripulación de vuelo mínima es de dos pilotos, también deben proporcionarse los medios para que el piloto que no está a los mandos verifique la trayectoria deseada y la posición de la aeronave con relación a la trayectoria.
- b) Una base de datos de navegación que contenga datos de navegación vigentes, oficialmente promulgados por la aviación civil, que pueden actualizarse de conformidad con el ciclo de reglamentación y control de información aeronáutica (AIRAC) y de la que pueden extraerse procedimientos de aproximación y cargarlos en el sistema RNAV. La resolución de los datos almacenados debe ser suficiente para mantener la precisión requerida de la derrota. La base de datos debe estar protegida contra la modificación por el piloto de los datos almacenados.
- c) Los medios para presentar al piloto el período de validez de los datos de navegación.
- d) Los medios para extraer y presentar datos almacenados en la base de datos de navegación

- relacionados con cada punto de recorrido y las ayudas para la navegación, a fin de que el piloto pueda verificar el procedimiento que se ha de realizar.
- e) Capacidad para cargar de la base de datos en el sistema RNAV la totalidad de la aproximación que se ha de realizar. La aproximación debe extraerse de la base de datos y cargarse en el sistema RNAV, por su nombre.
 - f) Los medios para presentar los elementos que siguen en el campo de visión primario del piloto o en una página de presentación fácilmente accesible:
 - 1) identificación del punto de recorrido activo (To);
 - 2) distancia y rumbo al punto de recorrido activo (To); y
 - 3) velocidad respecto al suelo o tiempo al punto de recorrido activo (To).
 - g) El medio para presentar los siguientes elementos en una página de presentación fácilmente accesible:
 - 1) presentación de la distancia entre los puntos de recorrido del plan de vuelo;
 - 2) presentación de la distancia que se habrá de recorrer;
 - 3) presentación de las distancias a lo largo de la derrota; y
 - 4) tipo del sensor de navegación activo, si hay otro sensor además del sensor GNSS.
 - h) La capacidad de ejecutar una función “Direct to”.
 - i) La capacidad de secuenciamiento automático de los tramos, en la presentación de secuencias al piloto.
 - j) La capacidad de ejecutar procedimientos extraídos de la base de datos de a bordo, incluida la capacidad de ejecutar virajes de sobrevuelo y de paso.
 - k) La capacidad para ejecutar automáticamente transiciones de tramo y mantener derrotas compatibles con las siguientes terminaciones de trayectoria ARINC 424 o su equivalente.
 - 1) terminación de trayectoria ARINC 424
 - 2) punto de referencia inicial (IF)
 - 3) derrota a punto de referencia (TF)
 - 4) directo a punto de referencia (DF)

Nota.- Las terminaciones de trayectoria están definidas en la especificación 424 de ARINC y su aplicación está descrita con más detalles en los documentos DO 236B y DO-201A de RTCA.

- l) La capacidad de presentar una indicación de la falla del sistema RNAV, incluidos los sensores conexos, en el campo de visión primario del piloto.
- m) La capacidad de indicar a la tripulación de vuelo cuando se ha excedido el límite de alerta NSE (alerta proporcionada por la función de “control y alerta de la performance de a bordo”).

5.5 Aeronavegabilidad continuada.-

5.5.1 Los explotadores de aeronaves aprobadas para realizar operaciones RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV, deben asegurar la continuidad de la capacidad técnica de ellas para satisfacer los requisitos técnicos establecidos en esta sección.

5.5.2 Cada explotador que solicite una aprobación operacional RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV, deberá presentar a la AAC del Estado de matrícula un programa de mantenimiento e inspección que incluya todos aquellos requisitos de mantenimiento necesarios para asegurar que los sistemas de navegación sigan cumpliendo el criterio de aprobación RNP APCH

hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV.

5.5.3 Los siguientes documentos de mantenimiento deben ser revisados, según corresponda, para incorporar los aspectos RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV:

- a) Manual de control de mantenimiento (MCM);
- b) Catálogos ilustrados de partes (IPC); y
- c) Programa de mantenimiento.

5.5.4 El programa de mantenimiento aprobado para las aeronaves afectadas debe incluir las prácticas de mantenimiento que se indican en los correspondientes manuales de mantenimiento del fabricante de la aeronave y de sus componentes y debe considerar:

- a) que los equipos involucrados en la operación RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV deben mantenerse de acuerdo con las instrucciones del fabricante de los componentes;
- b) que cualquier modificación o cambio del sistema de navegación que afecte de cualquier forma a la aprobación inicial RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV, debe ser objeto de comunicación y revisión por la AAC para su aceptación o aprobación de dichos cambios previo a su aplicación; y
- c) que cualquier reparación que no se incluya en la documentación aprobada/aceptada de mantenimiento y que pueda afectar a la integridad de la performance de navegación, debe ser objeto de comunicación a la AAC para su aceptación o aprobación de las mismas.

5.5.5 Dentro de la documentación relativa al mantenimiento RNP, se debe presentar el programa de instrucción del personal de mantenimiento, que entre otros aspectos, debe contemplar:

- a) concepto PBN;
- b) aplicación de la RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV;
- c) equipos involucrados en una operación RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV; y
- d) utilización de la MEL.

6. Aprobación operacional

6.1 Bases reglamentarias.-

6.1.1 La aprobación de aeronavegabilidad por sí sola no autoriza a un solicitante o explotador a realizar operaciones RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV. Además de la aprobación de aeronavegabilidad, el solicitante o explotador debe obtener una aprobación operacional para confirmar la adecuación de los procedimientos normales y de contingencia respecto a la instalación del equipo particular.

6.1.2 En transporte aéreo comercial, la AAC del Estado del explotador llevará a cabo la evaluación de la solicitud para una aprobación operacional RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV según las reglas de operación vigentes (p. ej., RAB 121.995 (b) y RAB 135.565 (c) o equivalentes) apoyadas por los criterios descritos en esta CA.

6.1.3 Para la aviación general, El Estado de matrícula será el responsable de la evaluación de la solicitud para una aprobación operacional RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV según las reglas de operación vigentes. (p. ej., RAB 91.1015 y RAB 91.1640 o equivalentes) apoyadas por los criterios establecidos en esta CA.

6.2 Requisitos para obtener la aprobación operacional.-

6.2.1 Para obtener la autorización RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV, el solicitante o explotador cumplirá los siguientes pasos considerando los criterios establecidos en este párrafo y en los párrafos siguientes de esta sección:

- a) *Aprobación de aeronavegabilidad.*- Las aeronaves deberán contar con las correspondientes aprobaciones de aeronavegabilidad según lo establecido en el Párrafo 5 de esta sección.
- b) *Solicitud.*- El explotador presentará a la ACC la siguiente documentación:
- 1) *La solicitud para la aprobación operacional RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV;*
 - 2) *Descripción del equipo de la aeronave.*- El explotador proveerá una lista de configuración que detalle los componentes pertinentes y el equipo que va a ser utilizado en las operaciones RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV. La lista deberá incluir cada fabricante, modelo y versión del equipo GNSS y del software del FMS instalado.
 - 3) *Documentos de aeronavegabilidad relativos a la admisibilidad de las aeronaves.*- El explotador presentará documentación pertinente, aceptable para la AAC, que permita establecer que la aeronave está equipada con sistemas RNP que satisfacen los requisitos RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV, según lo descrito en el Párrafo 5 de esta sección. El explotador presentará las partes del AFM o del suplemento del AFM donde se incluya la declaración de aeronavegabilidad.
 - 4) *Programas de instrucción para la tripulación de vuelo y despachadores de vuelo (DV).*-
 - (a) Los explotadores comerciales (p. ej., explotadores RAB 121 y RAB 135) presentarán a la ACC los currículos de instrucción RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV para demostrar que los procedimientos y prácticas operacionales y los aspectos de adiestramiento descritos en el Párrafo 8 han sido incorporados en los currículos de instrucción inicial, de promoción o periódica para la tripulación de vuelo y DV.

Nota.- No se requiere establecer un programa de instrucción separado si la instrucción sobre RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV identificada en el Párrafo 8, ya ha sido integrada en el programa de instrucción del explotador. Sin embargo, debe ser posible identificar cuales aspectos RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV son cubiertos dentro de un programa de instrucción.
 - (b) Los explotadores no comerciales (p. ej. explotadores RAB 91) deben estar familiarizados y demostrar que operarán utilizando los procedimientos y prácticas operacionales y los aspectos de instrucción del Párrafo 8.
 - 5) *Manual de operaciones y listas de verificación*
 - (a) Los explotadores comerciales (p. ej., explotadores RAB 121 y 135) deben revisar el manual de operaciones (OM) y las listas de verificación para incluir la información y guía sobre los procedimientos de operación detallados en el Párrafo 7 de esta CA. Los manuales apropiados deben contener las instrucciones de operación de los equipos de navegación y los procedimientos de contingencia. Los manuales y las listas de verificación deben ser presentadas para revisión como adjuntos de la solicitud formal en la Fase dos del proceso de aprobación.
 - (b) Los explotadores no comerciales (p. ej., explotadores RAB 91) deben establecer instrucciones de operación sobre los equipos de navegación y procedimientos de contingencia. Esta información debe estar disponible para las tripulaciones en el OM o en el manual de operación del piloto (POH). Estos manuales y las instrucciones del fabricante para la operación del equipo de navegación de la aeronave, como sea apropiado, deben ser presentadas como adjuntos de la solicitud formal para revisión de la AAC.
 - 6) *Lista de equipo mínimo (MEL).*- El explotador remitirá para aprobación de la AAC, cualquier revisión a la MEL, necesaria para la realización de las operaciones RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV. Si se otorga una aprobación operacional RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV en base a un procedimiento operacional

específico, los explotadores deben modificar la MEL y especificar las condiciones de despacho requeridas.

- 7) *Mantenimiento.*- El explotador presentará para aprobación un programa de mantenimiento para llevar a cabo las operaciones RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV.
 - 8) *Programa de instrucción para el personal de mantenimiento.*- Los explotadores remitirán los currículos de instrucción correspondientes al personal de mantenimiento de acuerdo con el Párrafo 5.5.5.
 - 9) *Programa de validación de datos de navegación.*- El explotador presentará los detalles del programa de validación de los datos de navegación según lo descrito en el Apéndice 1 de la CA 91-008 - Aprobación de aeronaves y explotadores para operaciones RNP APCH hasta mínimos LNAV y LNAV/VNAV.
- c) *Impartición de la instrucción.*- Una vez aceptadas o aprobadas las enmiendas a los manuales, programas y documentos remitidos y antes de iniciar las operaciones RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV, el explotador impartirá la instrucción requerida a su personal.
- d) *Vuelo de validación.*- La AAC podrá estimar conveniente la realización de un vuelo de validación antes de conceder la aprobación operacional. El vuelo de validación se realizará de acuerdo con los criterios y procedimientos establecidos en el Capítulo 11 - Pruebas de validación del Volumen II, Parte II de este manual. Para determinar si el vuelo de validación puede llevarse a cabo en operaciones comerciales se consultará el Capítulo 11 referido.
- e) *Emisión de la autorización para realizar operaciones RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV.*- Una vez que el explotador ha finalizado con éxito el proceso de aprobación operacional, la AAC emitirá al explotador la autorización para que realice operaciones RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV.
- 1) Explotadores RAB 121 y/o 135.- Para explotadores RAB 121 y/o RAB 135, la AAC emitirá las correspondientes especificaciones relativas a las operaciones (OpSpecs) que reflejarán la autorización RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV.
 - 2) Explotadores RAB 91.- Para explotadores RAB 91, la AAC emitirá una carta de autorización (LOA).

7. Procedimientos de operación

También se requiere la aprobación operacional para confirmar que los procedimientos normales y de contingencia del explotador son adecuados para la instalación del equipo en particular. Los siguientes procedimientos deberán ser observados por los explotadores, pilotos y despachadores de vuelo:

7.1 Planificación previa a los vuelos.-

7.1.1 Los explotadores y pilotos que prevean realizar operaciones usando un procedimiento RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV deben presentar los sufijos pertinentes de los planes de vuelo y los datos de navegación de a bordo deben estar vigentes e incluir los procedimientos apropiados.

Nota.- Se espera que las bases de datos de navegación estén vigentes durante la duración del vuelo. Si el ciclo AIRAC debe cambiar durante el vuelo, los explotadores y pilotos deberían establecer procedimientos para asegurar la precisión de los datos de navegación y que las instalaciones de navegación utilizadas sean adecuadas para definir las rutas y los procedimientos para el vuelo.

7.1.2 Además de las verificaciones normales previas al vuelo, se debe incluir lo siguiente:

- a) el piloto debe asegurarse de que las aproximaciones que pueden utilizarse para el vuelo previsto (que incluyen aeródromos de alternativa) se han seleccionado de una base de datos

de navegación válida (ciclo AIRAC vigente), han sido verificadas mediante los procesos apropiados (proceso de integridad de la base de datos de navegación) y no están prohibidas por instrucciones de la empresa o NOTAM;

- b) con sujeción a los reglamentos del Estado, durante la fase previa al vuelo, el piloto debería asegurarse de que hay medios suficientes disponibles para navegar y aterrizar en el lugar de destino o en un aeródromo de alternativa en caso de pérdida de la capacidad RNP APCH instalada a bordo;
- c) los explotadores y las tripulaciones de vuelo deben tener en cuenta todo NOTAM o texto de información del explotador que pudiera perjudicar la operación de los sistemas de la aeronave, o la disponibilidad o idoneidad de los procedimientos en el aeropuerto de aterrizaje o en cualquier aeropuerto de alternativa; y
- d) para los procedimientos de aproximación frustrada basados en medios convencionales (VOR, NDB), los explotadores y las tripulaciones de vuelo deben asegurarse de que el equipo de a bordo apropiado requerido para este procedimiento esté instalado en la aeronave y en condiciones de servicio y que las correspondientes ayudas para la navegación basadas en tierra están en condiciones de servicio.

7.1.3 La disponibilidad de la infraestructura de ayudas para la navegación requerida para las rutas previstas, incluida toda contingencia no-RNAV, debe estar confirmada para el período de las operaciones previstas utilizando toda la información disponible. Puesto que el Anexo 10, Volumen I, requiere la integridad GNSS (RAIM o señal SBAS), la disponibilidad de éstas también debe determinarse como corresponde. Para las aeronaves que navegan con receptores SBAS [todos los TSO-C145()/C146()], los explotadores deberían verificar la disponibilidad de la GPS RAIM apropiada en las zonas en que no se dispone de señal SBAS.

7.2 Disponibilidad del GNSS.-

7.2.1 Disponibilidad del ABAS.-

7.2.1.1 Los niveles RAIM requeridos para RNP APCH pueden verificarse sea por medio de NOTAM (cuando estén disponibles) o de servicios de predicción. La autoridad competente puede proporcionar orientación específica sobre cómo cumplir este requisito (por ejemplo, si hay suficientes satélites disponibles, quizá no sea necesaria una predicción). Los explotadores deberían estar familiarizados con la información de predicción disponible para la ruta prevista.

7.2.1.2 La predicción de disponibilidad RAIM debería tener en cuenta los últimos NOTAM de la constelación GPS y el modelo de aviónica (cuando estén disponibles). El servicio pueden proporcionarlo el ANSP, el fabricante de aviónica u otras entidades y puede obtenerse por medio de la capacidad de predicción RAIM de un receptor de a bordo.

7.2.1.3 En el caso de una pérdida predicha y continua del nivel apropiado de detección de fallas de más de cinco minutos para cualquier parte de la operación RNP APCH, la planificación del vuelo debería revisarse (por ejemplo, retardando la salida o planificando un procedimiento de salida diferente).

7.2.1.4 El programa de predicción de disponibilidad RAIM no garantiza el servicio, más bien es una herramienta para evaluar la capacidad prevista de satisfacer la performance de navegación requerida. Debido a la falla no prevista de algunos elementos GNSS, los pilotos/ANSP deben darse cuenta de que la función RAIM o la navegación GPS debe haberse perdido completamente mientras se estaba en el aire, lo que puede exigir la reversión a un medio de navegación alternativo. Por lo tanto, los pilotos deberían evaluar su capacidad de navegar (posiblemente a un destino de alternativa) en caso de falla de la navegación GPS.

7.2.2 Disponibilidad del SBAS y otros sistemas GNSS aumentados.-

7.2.2.1 La Sección 6 de este capítulo contiene criterios para evaluar la disponibilidad de la guía

vertical GNSS SBAS.

7.2.2.2 Si la aeronave utiliza otras aumentaciones GNSS o mejoras a la capacidad del GNSS básico (p. ej., utilización de múltiples constelaciones, doble frecuencia,.....), la operación RNP APCH debe ser apoyada por una capacidad de predicción basada en las características específicas de estas otras aumentaciones.

7.3 Antes de comenzar el procedimiento.-

7.3.1 Además del procedimiento normal antes de comenzar la aproximación (antes del IAF y de modo compatible con la carga de trabajo de la tripulación), la tripulación de vuelo debe verificar si el procedimiento cargado es el correcto comparándolo con las cartas de aproximación. Esta verificación debe incluir:

- a) la secuencia de puntos de recorrido; y
- b) la razonabilidad de las derrotas y distancias de los tramos de aproximación y la precisión del rumbo de acercamiento y la longitud del tramo de aproximación final.

Nota. - Como mínimo, esta verificación podría ser una simple inspección de una presentación cartográfica adecuada que logre los objetivos de este párrafo.

7.3.2 La tripulación debe verificar también, empleando las cartas publicadas, la presentación cartográfica o la unidad de control y visualización (CDU), cuáles son los puntos de recorrido de paso y cuáles son los puntos de recorrido de sobrevuelo.

7.3.3 Para los sistemas multisensor, la tripulación debe cerciorarse de que durante la aproximación se utilice el sensor GNSS para calcular la posición.

7.3.4 Para un sistema RNP con ABAS que requiere altitud barométrica corregida, se debe ingresar el reglaje barométrico vigente del altímetro para el aeropuerto en la hora y lugar apropiados, compatible con la performance de la operación de vuelo.

7.3.5 Cuando la operación se basa en la disponibilidad de ABAS, la tripulación de vuelo debería llevar a cabo una nueva verificación de disponibilidad RAIM si la hora de llegada prevista (ETA) difiere en más de 15 minutos de la ETA utilizada durante la planificación previa al vuelo. Esta verificación también se procesa automáticamente 2 NM antes del FAF para un receptor E/TSO-C129a Clase A1.

7.3.6 Las intervenciones tácticas ATC en el área terminal pueden incluir rumbos radar, autorizaciones “direct to” que evitan los tramos iniciales de una aproximación, interceptación de un segmento inicial o intermedio de una aproximación o la inserción de puntos de recorrido extraídos de la base de datos. Al cumplir las instrucciones ATC, la tripulación de vuelo debería estar consciente de las implicaciones del sistema RNP:

- a) la entrada manual de coordenadas en el sistema RNP por la tripulación de vuelo para operar dentro del área terminal no está permitida; y
- b) las autorizaciones “direct to” pueden ser aceptadas para el punto de referencia intermedio (IF) siempre que el cambio de derrota resultante en el IF no exceda de 45 grados.

Nota. - La autorización “direct to” al FAF no es aceptable.

7.3.7 La tripulación de vuelo no debe modificar bajo ninguna circunstancia la definición lateral de la trayectoria de vuelo entre el FAF y el punto de aproximación frustrada (MAPt).

7.4 Durante el procedimiento.-

7.4.1 Antes de comenzar el descenso, la aeronave debe estar establecida en el curso de aproximación final a más tardar en el FAF (para asegurar el margen de franqueamiento del terreno y los obstáculos).

7.4.2 La tripulación de vuelo debe verificar si el indicador del modo de aproximación (o su equivalente) indica correctamente la integridad del modo de aproximación dentro de 2 NM antes del FAF.

Nota.- Esto no se aplica a ciertos sistemas RNP (por ejemplo, aeronaves que ya han sido aprobadas con capacidad RNP demostrada). Para esos sistemas, hay otros medios disponibles entre los que se incluyen presentaciones cartográficas electrónicas, indicaciones de modo de guía de vuelo, etc., que indican claramente a la tripulación que el modo aproximación está activado.

7.4.3 Las presentaciones pertinentes deben estar seleccionadas de modo que se pueda vigilar la siguiente información:

- a) la trayectoria deseada (DTK) calculada RNAV; y
- b) la posición de la aeronave con relación a la trayectoria (desviación lateral) para vigilar el FTE.

7.4.4 El procedimiento debe interrumpirse:

- a) si la presentación de navegación se indica como inválida; o
- b) en caso de pérdida de la función de alerta de la integridad; o
- c) si la función de alerta de la integridad se anuncia como no disponible antes de pasar el FAF; o

Nota.- La interrupción del procedimiento quizá no sea necesaria para un sistema RNP multisensor que incluye capacidad RNP demostrada sin GNSS. Se debería examinar la documentación del fabricante para determinar el alcance en que el sistema se puede utilizar en esa configuración.

- d) si el FTE es excesivo.

7.4.5 La aproximación frustrada se debe realizar de conformidad con el procedimiento publicado. La utilización del sistema RNP durante la aproximación frustrada es aceptable siempre que:

- a) el sistema RNP funcione (por ejemplo, no haya pérdida de función, no haya alerta NSE, no haya indicación de fallas); y
- b) la totalidad del procedimiento (incluida la aproximación frustrada) se haya cargado desde la base de datos de navegación.

7.4.6 Durante el procedimiento RNP APCH, los pilotos deben usar un indicador de desviación lateral, director de vuelo y/o piloto automático en modo de navegación lateral. Los pilotos de las aeronaves provistas de indicador de desviación lateral (por ejemplo, CDI) deben asegurarse de que la escala del indicador de desviación lateral (deflexión máxima) es adecuada para la precisión de navegación asociada con los diversos segmentos del procedimiento (es decir, $\pm 1,0$ NM para los segmentos inicial e intermedio, $\pm 0,3$ NM para el segmento de aproximación final hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV y $\pm 1,0$ NM para el segmento de aproximación frustrada). Se espera que todos los pilotos mantengan el eje de la ruta, como lo representan los indicadores de desviación lateral y/o guía de vuelo de a bordo, durante todo el procedimiento de aproximación, a menos que estén autorizados a desviarse por el ATC o en condiciones de emergencia. Para las operaciones normales, el error/desviación lateral respecto a la derrota (la diferencia entre la trayectoria calculada por el sistema RNP y la posición de la aeronave con relación a la trayectoria) debería limitarse a $\pm 1/2$ de la precisión de navegación correspondiente al procedimiento (es decir, 0,5 NM para los segmentos inicial e intermedio, 0,15 NM para el segmento de aproximación final y 0,5 NM para el segmento de aproximación frustrada). Las desviaciones breves de este requisito (por ejemplo, recorrer una distancia demasiado larga o demasiado corta) durante e inmediatamente después de un viraje están permitidas hasta un máximo igual a la precisión de navegación (es decir, 1,0 NM para los segmentos inicial e intermedio).

7.4.7 Cuando se usa VNAV barométrica para guía de trayectoria vertical durante el segmento de aproximación final, las desviaciones por encima y por debajo de la trayectoria VNAV barométrica

no deben exceder de +22 m/-22m (+75 ft/-75 ft), respectivamente.

7.4.8 Los pilotos deben ejecutar una aproximación frustrada si las desviaciones laterales o las verticales, si ocurren, exceden los criterios antes mencionados, a menos que el piloto tenga a la vista las referencias visuales requeridas para continuar la aproximación.

7.5 Procedimientos de operación generales.-

7.5.1 Los explotadores y pilotos no deben solicitar un procedimiento RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV a menos que satisfagan todos los criterios indicados en los documentos pertinentes del Estado. Si una aeronave que no satisface estos criterios recibe una autorización del ATC para realizar un procedimiento RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV, el piloto debe comunicar al ATC que no puede aceptar la autorización y debe solicitar otras instrucciones.

7.5.2 El piloto debe cumplir las instrucciones o procedimientos identificados por el fabricante como necesarios para cumplir los requisitos de performance de este capítulo.

7.5.3 Si el procedimiento de aproximación frustrada se basa en medios convencionales (p. ej., NDB, VOR, DME), el correspondiente equipo de navegación debe estar instalado y en condiciones de servicio.

7.5.4 Se alienta a los pilotos a utilizar el director de vuelo y/o piloto automático en modo de navegación lateral, si están disponibles.

7.6 Procedimientos de contingencia.-

7.6.1 El piloto debe notificar al ATC toda pérdida de la capacidad RNP APCH, juntamente con el curso de acción propuesto. Si no puede cumplir los requisitos de un procedimiento RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV, los pilotos deben comunicar al ATS lo antes posible. En la pérdida de capacidad RNP APCH queda incluida toda falla o suceso que haga que la aeronave deje de satisfacer los requisitos RNP APCH del procedimiento. El explotador debería elaborar procedimientos de contingencia a fin de reaccionar en condiciones de seguridad operacional después de la pérdida de la capacidad RNP APCH durante la aproximación.

7.6.2 En caso de falla de las comunicaciones, la tripulación de vuelo debe continuar con la RNP APCH de conformidad con el procedimiento de pérdida de comunicación publicado.

8. Programa de instrucción

8.1 El programa debe proporcionar suficiente instrucción (por ejemplo, simulador, dispositivos de instrucción o aeronaves) sobre el sistema RNP de la aeronave en la medida que los pilotos no reciban orientación sobre las tareas solamente, esto incluye:

- a) la información de este capítulo;
- b) importancia y uso correcto de los sistemas RNP;
- c) características de los procedimientos determinadas a partir de la representación cartográfica y la descripción textual;
- d) conocimiento respecto a la representación de los tipos de puntos de recorrido (de sobrevuelo y de paso), terminaciones de trayectoria requeridas (IF, TF, DF) y cualquier otro tipo utilizado por el explotador así como las correspondientes trayectorias de vuelo de las aeronaves;
- e) conocimiento del equipo de navegación requerido a fin de realizar operaciones RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV (por lo menos un sistema RNP basado en GNSS);
- f) conocimiento de información específica sobre el sistema RNP:
 - 1) niveles de automatización, indicaciones de modo, cambios, alertas, interacciones, reversiones y degradación;

- 2) integración funcional con otros sistemas de la aeronave;
 - 3) significado y pertinencia de las discontinuidades de rutas así como los procedimientos conexos de la tripulación de vuelo;
 - 4) procedimientos de vigilancia para cada fase del vuelo;
 - 5) tipos de sensores de navegación utilizados por el sistema RNP y la correspondiente priorización/ ponderación/lógica del sistema;
 - 6) anticipación de virajes teniendo en consideración los efectos de la velocidad y la altitud; e
 - 7) interpretación de presentaciones y símbolos electrónicos;
- g) conocimiento de los procedimientos de operación del equipo RNP aplicables, incluida la forma de realizar lo siguiente:
- 1) verificar la vigencia de los datos de navegación de la aeronave;
 - 2) verificar si el sistema RNP ha realizado con éxito las autoverificaciones;
 - 3) inicializar la posición del sistema RNP;
 - 4) extraer y realizar una RNP APCH;
 - 5) observar las restricciones de velocidad y/o altitud relacionadas con un procedimiento de aproximación;
 - 6) realizar la interceptación de un segmento inicial o intermedio de una aproximación después de la notificación ATC;
 - 7) verificar los puntos de recorrido y la programación del plan de vuelo;
 - 8) volar directamente hasta un punto de recorrido;
 - 9) determinar el error/desviación lateral;
 - 10) insertar y suprimir la discontinuidad de la ruta;
 - 11) cuando lo requiera la administración de aviación del Estado, realizar verificaciones de errores crasos de navegación utilizando ayudas para la navegación convencionales; y
 - 12) cambiar el aeropuerto de llegada y el aeropuerto de alternativa;
- h) conocimiento de los niveles de automatización por fase de vuelo y carga de trabajo recomendados por el explotador, que incluyen métodos para minimizar el error lateral para mantener el eje del procedimiento;
- i) conocimiento de fraseología de radiotelefonía para aplicaciones RNP; y
- j) competencia para realizar procedimientos de contingencia a raíz de fallas del sistema RNP.

9. Base de datos de navegación

9.1 La base de datos de navegación debería obtenerse de un proveedor que cumple los requisitos del documento DO 200A de RTCA/ED 76 de EUROCAE, Normas para el procesamiento de datos aeronáuticos. Una carta de aceptación (LOA) expedida por la autoridad de reglamentación competente demuestra cumplimiento con este requisito (por ejemplo, LOA de la FAA expedida de conformidad con AC 20-153 de la FAA o LOA de EASA expedida de conformidad con EASA OPINION Nr. 01/2005).

9.2 Se deben comunicar al proveedor de bases de datos de navegación las discrepancias que invalidan un procedimiento y los procedimientos afectados deben quedar prohibidos mediante notificación del explotador a su tripulación de vuelo.

9.3 Los explotadores de aeronaves deberían considerar la necesidad de realizar verificaciones periódicas de las bases de datos de navegación en servicio a fin de cumplir los requisitos vigentes del sistema de control de la calidad.

10. Vigilancia de los explotadores

10.1 Una autoridad de reglamentación puede considerar los informes de error de navegación para determinar las medidas correctivas. Los casos de errores de navegación atribuidos a una pieza específica del equipo de navegación y que se repiten pueden resultar en la cancelación de la aprobación para el uso de ese equipo.

10.2 La información que indica la posibilidad de errores repetidos puede hacer que sea necesario modificar el programa de instrucción del explotador. La información que atribuye errores múltiples a una tripulación de pilotos en particular indica la necesidad de instrucción de recuperación o la revisión de las licencias.

11. Ayuda de trabajo

Al final de esta sección se presenta la ayuda de trabajo relacionada con la aprobación de aeronaves y explotadores para operaciones RNP APCH hasta mínimos LNAV y LNAV/VNAV.

INTENCIONALMENTE EN BLANCO

AYUDA DE TRABAJO RNP APCH HASTA MÍNIMOS LNAV Y LNAV/VNAV**SOLICITUD PARA REALIZAR OPERACIONES RNP APCH HASTA MÍNIMOS LNAV O LNAV/VNAV****1. Introducción**

Esta Ayuda de Trabajo fue desarrollada por la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) de Latinoamérica, para proveer orientación y guía a los explotadores e inspectores respecto al proceso que debe seguir un explotador para obtener una autorización RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV.

2. Propósitos de la Ayuda de Trabajo

- 2.1 Proporcionar información a explotadores e inspectores sobre los principales documentos de referencia RNP APCH hasta mínimos LNAV y LNAV/VNAV.
- 2.2 Provee tablas que muestran el contenido de la aplicación, los párrafos de referencia relacionados, la ubicación en la aplicación del explotar donde los elementos RNP APCH son mencionados y columnas para que el inspector haga comentarios y realice el seguimiento del estatus de varios elementos RNP APCH.

3. Acciones recomendadas para el inspector y explotador

A continuación se detalla varias recomendaciones de cómo puede ser utilizada la ayuda de trabajo

- 3.1 En la reunión de pre-solicitud con el explotador, el inspector revisa los “eventos básicos del proceso de aprobación RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV descritos en la Pare 1 de esta ayuda de trabajo, para proporcionar una visión general sobre los eventos del proceso de aprobación.
- 3.2 El inspector revisa esta ayuda de trabajo con el explotador para establecer la forma y el contenido de la solicitud para obtener una autorización RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV.
- 3.3 El explotador utiliza esta ayuda de trabajo como guía para recopilar los documentos/anexos de la solicitud RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV.
- 3.4 El explotador anota en la ayuda de trabajo las referencias que indican donde están ubicados en sus documentos, los elementos del programa RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV.
- 3.5 El explotador envía al inspector la ayuda de trabajo y la solicitud (documentos /anexos).
- 3.6 El inspector anota en la ayuda de trabajo el cumplimiento satisfactorio de un ítem o que dicho ítem requiere acción correctiva.
- 3.7 El inspector informa al explotador tan pronto como sea posible cuando se requiere una acción correctiva por parte del explotador.
- 3.8 El explotador provee al inspector el material revisado cuando éste es solicitado.
- 3.9 La AAC emite al explotador las especificaciones relativas a las operaciones (OpSpecs) o una carta de autorización (LOA), como sea aplicable, cuando las tareas y documentos han sido completados.

Estructura de la Ayuda de Trabajo

Partes	Temas	Página
Parte 1	Información general	3
Parte 2	Información sobre la identificación de las aeronaves y explotadores	5
Parte 3	Solicitud del explotador (Anexos y documentos)	7
Parte 4	Contenido de la solicitud del explotador para RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV	11
Parte 5	Guía para determinar la admisibilidad de las aeronaves RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV	15
Parte 6	Procedimientos básicos de los pilotos para operaciones RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV	19

4. Fuentes principales de documentos, información y contactos

Para acceder a la Circular de asesoramiento (CA) 91-008 – Aprobación de aeronaves y explotadores para operaciones de aproximación RNP (RNP APCH) hasta mínimos LNAV y LNAV/VNAV, ingrese a la página Web de la Dirección General de Aeronáutica Civil (www.dgac.gob.bo) e ingrese a Reglamentación Aeronáutica Boliviana.

5. Documentos principales de referencia

Documentos de referencia	Títulos
Anexo 6	Operaciones de aeronaves
ICAO Doc 9613	Manual de navegación basada en la performance (PBN)
FAA AC 90-105 Apéndice 1	Criterios de calificación para operaciones de aproximación RNP
EASA AMC 20-27	Aprobación de aeronavegabilidad y criterios de operacionales para operaciones de aproximación RNP (RNP APCH) incluyendo operaciones APV BARO-VNAV
FAA AC 20-130A	Aprobación de aeronavegabilidad de los sistemas de gestión de navegación o vuelo integrando sensores de navegación múltiples
FAA AC 20-138A	Aprobación de aeronavegabilidad del equipo del Sistema mundial de navegación por satélite (GNSS)
FAA AC 20-138B	Aprobación de aeronavegabilidad de los sistemas de determinación de la posición y navegación
TSO-C115b	Equipo de navegación aérea en vuelo usando entradas de sensores múltiples
TSO-C129a	Equipamiento de navegación suplementario en vuelo usando el sistema mundial de determinación de la posición (GPS)
TSO-C145a	Sensores de navegación en vuelo usando el sistema mundial de determinación de la posición (GPS) aumentado por el sistema de aumentación basado en satélite (WAAS)
TSO-C146a	Equipo de navegación en vuelo autónomo usando el sistema mundial de determinación de la posición (GPS) y el sistema de aumentación basado en satélite (WAAS)

PARTE 1: INFORMACIÓN GENERAL**Eventos básicos en el proceso de aprobación RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV**

	Acciones del explotador	Acciones de la AAC
1	Establece la necesidad de obtener la autorización RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV.	
2	Revisa el AFM, suplemento al AFM o la Hoja de datos del certificado de tipo (TCDS) u otros documentos apropiados (p. ej., Boletines de servicio (SB), Cartas de servicio (SL), etc.) para determinar la admisibilidad de la aeronave para RNP APCH. El explotador contacta al fabricante de la aeronave o del equipo de aviónica, si es necesario, para confirmar la admisibilidad RNP APCH o mejor de la aeronave.	
3	Contacta a la AAC para programar una reunión de pre-solicitud para discutir los requerimientos de la aprobación operacional.	
4		Durante la reunión de pre-solicitud, establece: <ul style="list-style-type: none"> • la forma y contenido de la solicitud; • los documentos que sustentan la autorización RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV • la fecha en que será enviada la solicitud para evaluación • si es necesario realizar un vuelo de validación observado por la AAC
5	Envía la solicitud por lo menos 60 días antes de iniciar operaciones RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV	
6		Revisa la solicitud del explotador
7	Una vez aprobados o aceptados las enmiendas a los manuales, programas y documentos imparte instrucción a la tripulación de vuelo, despachadores de vuelo y personal de mantenimiento y realiza un vuelo de validación, si es requerido por la AAC	Solamente si es requerido, participa en el vuelo de validación
8		Cuando los requisitos de operaciones y de aeronavegabilidad son completados, emite la aprobación operacional en forma de OpSpecs para explotadores RAB 121 o 135 o equivalentes o una LOA para exploradores RAB 91 o equivalentes, como sea apropiado.

Notas relacionadas con el proceso de aprobación

1. **Autoridad responsable.**
 - a. **Transporte aéreo comercial (RAB 121 y/o 135 o reglamentos equivalentes).**- El **Estado de matrícula** determina que la aeronave cumple con los requisitos de aeronavegabilidad. El **Estado del explotador** emite la autorización RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV (p. ej., OpSpecs).
 - b. **Aviación general (RAB 91 o reglamento equivalente).**- El **Estado de matrícula** determina que la aeronave cumple con los requisitos de aeronavegabilidad y emite la autorización operacional (p. ej., una LOA).
2. La AAC no requiere emitir una LOA para cada área individual de operación en caso de explotadores RAB 91 o equivalentes.
3. Los explotadores RAB 121 y/o 135 con autorización RNP APCH, deben listar en las OpSpecs esta autorización.
4. Secciones relacionadas de los Reglamentos Aeronáuticos Latinoamericanos (RAB) o de reglamentos equivalentes
 - a. RAB 91 Secciones 91.1015 y 91.1640 o equivalentes
 - b. RAB 121 Sección 121.995 (b) o equivalente
 - c. RAB 135 Sección 135.565 (c) o equivalente
5. Documentos de OACI relacionados
 - a. Anexo 6 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional – Operación de aeronaves
 - b. Anexo 10 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional – Telecomunicaciones aeronáuticas
 - c. Anexo 15 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional – Servicios de información aeronáutica
 - d. OACI Doc 9613 – Manual sobre navegación basada en la performance (PBN)
 - e. OACI Doc 4444 – Procedimientos para los servicios de navegación aérea – Gestión de tránsito aéreo

PARTE 2: INFORMACIÓN SOBRE LA IDENTIFICACIÓN DE LAS AERONAVES Y EXPLOTADORES

NOMBRE DEL EXPLOTADOR: _____

Fabricante, modelo y series de la aeronave	Números de matrícula	Números de serie	Sistema RNP APCH Número, fabricante y modelo	Especificación de navegación RNP requerida

FECHA DE LA REUNIÓN DE PRE-SOLICITUD _____

FECHA EN QUE FUE RECIBIDA LA SOLICITUD _____

FECHA EN QUE EL EXPLOTADOR PROPONE INICIAR OPERACIONES RNP APCH _____

¿ES ADECUADA LA FECHA DE NOTIFICACIÓN A LA AAC? SI _____ NO _____

INTENCIONALMENTE EN BLANCO

PARTE 3 – SOLICITUD DEL EXPLOTADOR (ANEXOS Y DOCUMENTOS)

Anexo	Título del Anexo/documento	Indicación de inclusión por parte del explotador	Comentarios del Inspector
A	Carta del explotador solicitando la autorización RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV		
B	<p>Documentos de aeronavegabilidad que demuestren la admisibilidad RNP APCH de las aeronaves.</p> <p>AFM, Revisión del AFM, Suplemento del AFM u Hoja de datos del certificado de tipo (TCDS) que demuestren que el sistema RNP es admisible para RNP APCH o menor.</p> <p>Declaración del fabricante.- Las aeronaves que dispongan de una declaración del fabricante que documente el cumplimiento con los criterios de la CA 91-008 de la DGAC o equivalente, satisfacen los requisitos de performance y funcionales de dicho documento.</p>		
C	<p>Aeronaves modificadas para satisfacer estándares RNP APCH. Documentación de inspección y/o modificación de las aeronaves, si es aplicable. Registros de mantenimiento que documenten la instalación o modificación de los sistemas de las aeronaves (p. ej., FAA Form 337 – reparaciones y alteraciones mayores)</p>		
D	<p>Programa de mantenimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para aeronaves con prácticas de mantenimiento de los sistemas RNP establecidas, la lista de referencias del documento o programa. • Para sistemas RNP recién instalados, las prácticas de mantenimiento para revisión. 		
E	Lista de equipo mínimo (MEL) (únicamente para explotadores que operan con sujeción a una MEL):		

Anexo	Título del Anexo/documento	Indicación de inclusión por parte del explotador	Comentarios del Inspector
	MEL que muestre las disposiciones para los sistemas RNP APCH.		
F	<p>Instrucción</p> <p>4. Explotadores RAB 91 o equivalentes: Métodos de instrucción: Instrucción en domicilio, centros de instrucción LAR 142 u otros cursos de instrucción, registros de cumplimiento del curso.</p> <p>5. Explotadores RAB 121 y/o 135 o equivalentes: Programas de instrucción (currículos de instrucción) para las tripulaciones de vuelo, despachadores de vuelo y personal de mantenimiento.</p>		
G	<p>Políticas y procedimientos de operación</p> <p>5. Explotadores RAB 91 o equivalentes: Manual de operaciones (OM) o secciones que se adjunten a la solicitud, correspondientes a los procedimientos y políticas de operación RNP APCH.</p> <p>6. Explotadores RAB 121 y/o 135 o equivalentes: Manual de operaciones y listas de verificación.</p>		
H	<p>Base de datos de navegación</p> <p>Detalles del programa de validación de los datos de navegación</p>		
I	<p>Retiro de la autorización RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV</p> <p>Indicación de la necesidad de realizar acciones de seguimiento después de los reportes de errores de navegación presentados y el potencial de que la autorización RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV sea retirada.</p>		
J	<p>Plan para el vuelo de validación: Solo si es requerido por la AAC</p>		

CONTENIDO DE LA APLICACIÓN A SER REMITIDA POR EL EXPLOTADOR

- _____ DOCUMENTACIÓN DE CUMPLIMIENTO RNP APCH DE LAS AERONAVES/SISTEMAS DE NAVEGACIÓN
- _____ PROCEDIMIENTOS Y POLÍTICAS DE OPERACIÓN
- _____ SECCIONES DEL MANUAL DE MANTENIMIENTO RELACIONADAS CON EL SISTEMA RNP (si no han sido previamente revisadas)

Nota 1: Los documentos pueden ser agrupados en una sola carpeta o pueden ser remitidos como documentos individuales

INTENCIONALMENTE EN BLANCO

PARTE 4: CONTENIDO DE LA SOLICITUD DEL EXPLOTADOR PARA OPERACIONES RNP APCH HASTA MÍNIMOS LNAV O LNAV/VNAV

#	Contenido de la solicitud del explotador para RNP APCH	Párrafos de referencia CA 91-008	En que Anexos/Documentos del explotador están ubicados los contenidos de la solicitud	Comentarios y/o recomendaciones del Inspector	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
1	<p>Carta de solicitud del explotador</p> <p>Declaración de intención para obtener la autorización RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV.</p>	<p>Párrafo 10.1 b) 1) Apéndice 2, Párrafo e)</p>			
2	<p>Tipo de aeronave y descripción del equipo de la aeronave</p> <p>Una lista de configuración que detalle los componentes pertinentes y el equipo que va a ser utilizado en la operación. La lista deberá incluir cada fabricante, modelo y versión del equipo GNSS y del software del FMS instalado</p>	<p>Párrafo 10.1 b) 3) Párrafo 10.2</p>			
3	<p>Admisibilidad y calificación de las aeronaves y sistemas de navegación para RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV</p> <p>Documentos de aeronavegabilidad que establezcan la admisibilidad y calificación de las aeronaves y sistemas de navegación para operaciones RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV, su estatus de aprobación y una lista de las aeronaves para las que se solicita la aprobación.</p>	<p>Párrafo 10.1 b) 2) Párrafos 9.2, 9.4 y 10.3</p>			

#	Contenido de la solicitud del explotador para RNP APCH	Párrafos de referencia CA 91-008	En que Anexos/Documentos del explotador están ubicados los contenidos de la solicitud	Comentarios y/o recomendaciones del Inspector	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
4	<p>Programa de instrucción</p> <p>a) Explotadores RAB 121 o 135 o equivalentes – Programas de instrucción: Los explotadores desarrollarán un programa de instrucción inicial y periódico para las tripulaciones de vuelo, despachadores de vuelo y personal de mantenimiento.</p> <p>b) Explotadores RAB 91 o equivalentes - Métodos de instrucción: Los siguientes métodos son aceptables para estos explotadores: Instrucción en domicilio, centros de instrucción RAB 142 u otros cursos de instrucción.</p> <p>Mantenimiento Los explotadores remitirán los sílabos de instrucción correspondientes al personal de mantenimiento de acuerdo con los requisitos del Párrafo 9.6 e) de la CA 91-008.</p>	<p>Párrafo 10.1 b) 6) Párrafo 10.8</p> <p>Párrafo 10.1 b) 7)</p>			
5	<p>Manual de operaciones (OM) y listas de verificación</p> <p>a) Explotadores RAB 121 y/o 135 o equivalentes: Manual de operaciones y listas de</p>	<p>Párrafo 10.1 b) 4) y 8) Párrafo 10.6 y 10.7</p>			

#	Contenido de la solicitud del explotador para RNP APCH	Párrafos de referencia CA 91-008	En que Anexos/Documents del explotador están ubicados los contenidos de la solicitud	Comentarios y/o recomendaciones del Inspector	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
	verificación. b) Explotadores RAB 91 o equivalentes: Manual de operaciones o sección de la solicitud del explotador, que documenten las políticas y procedimientos de operación RNP APCH.				
6	Procedimientos de mantenimiento <ul style="list-style-type: none"> Para aeronaves con prácticas de mantenimiento establecidas para los sistemas de navegación RNP APCH, el explotador proveerá referencias de los documentos. Para sistemas nuevos RNP APCH instalados, el explotador proveerá prácticas de mantenimiento para revisión. 	Párrafo 10.1 b) 9)			
7	Lista de equipo mínimo (MEL) El explotador remitirá cualquier revisión a la MEL, necesaria para la realización de las operaciones RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV	Párrafo 10.1 b) 10)			
8	Programa de validación de los datos de navegación	Párrafo 10.1 b) 5)			

#	Contenido de la solicitud del explotador para RNP APCH	Párrafos de referencia CA 91-008	En que Anexos/Documents del explotador están ubicados los contenidos de la solicitud	Comentarios y/o recomendaciones del Inspector	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
	Detalles del programa de validación de los datos de navegación				
9	<p>Retiro de la autorización para operaciones RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV</p> <p>Indicación de la necesidad de realizar acciones de seguimiento después de los reportes de errores de navegación presentados y el potencial de que la autorización RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV sea retirada.</p>	Párrafo 10.10			
10	<p>Plan para el vuelo de validación, solamente si es requerido</p> <p>El plan del vuelo de validación será presentado únicamente si es requerido.</p>	Párrafo 10.1 d)			

PARTE 5 – GUÍA PARA DETERMINAR LA ADMISIBILIDAD DE LAS AERONAVES RNP APCH HASTA MÍNIMOS LNAV O LNAV/VNAV

#	Temas	Párrafos de referencia CA 91-008	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones del Inspector	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
1	Requisitos de la aeronave y del sistema	Párrafo 9.2			
	a) Aeronaves aprobadas para realizar aproximaciones RNAV _(GNSS) o GNSS cumplen con los requisitos de performance y funcionales de la CA 91-008 para aproximaciones por instrumentos RNP APCH sin tramos con arco de radio constante hasta un punto de referencia (sin tramos RF)	Párrafo 9.2 a)			
	b) Aeronaves que cuentan con un declaración acerca del cumplimiento de la CA 91-008 o documentos equivalentes (EASA AMC 20-27 / FAA AC 90-105 Apéndice 1) en el manual de vuelo del avión (AFM), suplemento del AFM, manual de operación del piloto (POH) o manual de operación del equipo de aviónica cumplen con los requisitos de performance y funcionales de la CA 91-008.	Párrafo 9.2 b)			
	c) Aeronaves que cuentan con una declaración del fabricante respecto al cumplimiento de la CA 91-008 o documentos equivalentes (EASA AMC 20-27 / FAA AC 90-105 Apéndice 1) satisfacen los requisitos de performance y funcionales de la	Párrafo 9.2 c)			

#	Temas	Párrafos de referencia CA 91-008	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones del Inspector	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
	CA 91-008				
	d) Instalación RNP basada en un sistema GNSS autónomo	Párrafo 9.2 d)			
	e) Instalación RNP basada en sensores GNSS utilizados en un sistema multisensor	Párrafo 9.2 e)			
	f) Sistema multisensor que utiliza GNSS	Párrafo 9.2 f)			
2	Admisibilidad para operaciones RNP APCH	Párrafo 9.4 b)			
	a) Los sistemas que cumplen con los ítems del Párrafo 1 anterior son admisibles para operaciones RNP APCH.	Párrafo 9.4 b)			
	b) aeronaves calificadas de acuerdo con la CA 91-009 (RNP AR APCH) de la DGAC o equivalentes, p. ej., la AC 90-101 de la FAA o la AMC 20-26 de EASA son consideradas calificadas para operaciones de aproximación RNP APCH sin evaluación adicional	Párrafo 9.4 b)			
3	Admisibilidad del sistema para operaciones RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV	Párrafo 9.4 c)			
	a) Calificación de la línea de mínimos	Párrafo 9.4 c) 2)			

#	Temas	Párrafos de referencia CA 91-008	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones del Inspector	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
	LNAV				
	1) Sistemas autónomos	Párrafo 9.4 c) 2) (a)			
	2) Sistemas multisensor	Párrafo 9.4 c) 2) (b)			
	b) Calificación de la línea de mínimos LNAV/VNAV	Párrafo 9.4 c) 3)			
	1) Sistemas autónomos	Párrafo 9.4 c) 3) (a)			
	2) Sistema multisensor	Párrafo 9.4 c) 3) (b)			
4	Aeronaves modificadas	Párrafo 9.5			
5	Requisitos de performance y funcionales para los sistemas RNP APCH	Párrafo 9.3			
6	Base de datos de navegación Detalles del programa de validación de los datos de navegación	Párrafo 10.9 Apéndice 1			

INTENCIONALMENTE EN BLANCO

PARTE 6 - PROCEDIMIENTOS BÁSICOS DE LOS PILOTOS PARA OPERACIONES RNP APCH HASTA MÍNIMOS LNAV O LNAV/VNAV

Temas		Párrafos de referencia CA 91-008	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
Procedimientos de operación		Párrafo 10.6			
1	Planificación pre-vuelo	Párrafo 10.6 a)			
	Los explotadores y pilotos que prevean realizar operaciones RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV deben presentar los sufijos pertinentes de los planes de vuelo y los datos de navegación de a bordo deben estar vigentes e incluir los procedimientos apropiados.	Párrafo 10.6 a) 1)			
	A inicializar el sistema, los pilotos deben confirmar que la base de datos de navegación esté vigente y que incluya los procedimientos apropiados. Asimismo, los pilotos también deben verificar que la posición de la aeronave sea la correcta. <i>Nota.- Se espera que las bases de datos de navegación estén vigentes durante el vuelo. Si el ciclo AIRAC debe cambiar durante el vuelo, los explotadores y pilotos deberán establecer procedimientos para asegurar la precisión de los datos de navegación, incluyendo la capacidad de las instalaciones de navegación utilizadas para definir las rutas y procedimientos para el vuelo. Tradicionalmente, esto ha sido realizado verificando los datos electrónicos versus los documentos en papel. Un método aceptable es comparar las cartas aeronáuticas (nuevas y viejas), a fin de verificar los puntos de referencia de navegación antes del despacho. Si se publica una carta enmendada para el procedimiento, la base de datos no debe ser utilizada para realizar la operación.</i>	Párrafo 10.6 a) 2)			

Temas	Párrafos de referencia CA 91-008	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
<p>Los pilotos deben verificar el ingreso apropiado de la ruta ATC asignada una vez que han recibido la autorización inicial y de cualquier cambio posterior en la ruta. De igual manera, los pilotos deben garantizar que la secuencia de los WPT presentados en el sistema de navegación coincidan con la ruta asignada y con la ruta presentada en las cartas apropiadas</p> <p><i>Nota.- Los pilotos pueden notar una ligera diferencia entre la información de navegación descrita en la carta y el rumbo mostrado en la presentación de navegación primaria. Una diferencia de 3 grados o menor puede ser producida por la aplicación de una variación magnética del fabricante del equipo y ser operacionalmente aceptable.</i></p> <p><i>Nota.- La selección manual de las funciones que limitan el ángulo de inclinación lateral de la aeronave puede reducir la habilidad de ésta para mantener la derrota deseada y no se recomienda hacerlo.</i></p>	Párrafo 10.6 a) 3)			
<p>La capacidad RNP de la aeronave depende del equipo operacional de la misma. La tripulación de vuelo debe estar en capacidad de evaluar el efecto de una falla del equipo en una operación RNP APCH prevista y tomar la acción apropiada. Cuando el despacho de un vuelo se fundamenta en realizar una aproximación RNP APCH que requiere el uso del AP o FD en el aeródromo de destino y/o de alternativa, el explotador debe determinar que el AP y/o FD estén instalados y en condiciones de servicio.</p>	Párrafo 10.6 a) 4)			
<p>Los pilotos deben asegurarse que las</p>	Párrafo 10.6 a) 5)			

Temas	Párrafos de referencia CA 91-008	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
<p>aproximaciones que pueden utilizarse para el vuelo previsto (que incluyen aeródromos de alternativa):</p> <p>(a) se han seleccionado de una base de datos de navegación válida (ciclo AIRAC vigente);</p> <p>(b) han sido verificadas mediante un proceso apropiado (proceso de integridad de la base de datos de navegación); y</p> <p>(c) no están prohibidas por una instrucción de la compañía o aviso a los aviadores (NOTAM).</p>				
<p>Los pilotos deben asegurarse que hay medios suficientes disponibles para navegar y aterrizar en el aeródromo de destino o de alternativa en caso de pérdida de la capacidad RNP APCH instalada a bordo.</p>	Párrafo 10.6 a) 6)			
<p>Los explotadores y las tripulaciones de vuelo deben tener en cuenta todo NOTAM o texto de información del explotador que pudiera afectar adversamente la operación del sistema de la aeronave o la disponibilidad o idoneidad de los procedimientos en el aeródromo de aterrizaje o en cualquier aeródromo de alternativa.</p>	Párrafo 10.6 a) 7)			
<p>Para los procedimientos de aproximación frustrada basados en medios convencionales (VOR, NDB), los explotadores y tripulaciones de vuelo deben asegurarse que el equipo de</p>	Párrafo 10.6 a) 8)			

Temas	Párrafos de referencia CA 91-008	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
<p>a bordo apropiado requerido para estos procedimientos esté instalado en la aeronave y en condiciones de servicio y que las correspondientes ayudas para la navegación basadas en tierra están en condiciones de servicio.</p>				
<p>La disponibilidad de la infraestructura de las NAVAIDS, requerida para las rutas y aproximaciones RNP APCH previstas, incluida toda contingencia no-RNP, debe estar confirmada para el período de las operaciones previstas, utilizando toda la información disponible. Puesto que el Anexo 10, Volumen I, requiere la integridad GNSS (RAIM o señal SBAS), la disponibilidad de éstas también debe determinarse como corresponde.</p>	Párrafo 10.6 a) 9)			
<p>Disponibilidad del GNSS.- La predicción RAIM debe realizarse antes de la salida</p> <p>(a) Disponibilidad del ABAS</p> <p>(1) Los niveles RAIM requeridos para la RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV pueden verificarse sea por medio NOTAMs (cuando estén disponibles) o servicios de predicción. La autoridad competente puede proporcionar orientación específica sobre como cumplir este requisito (p. ej., si hay suficientes satélites disponibles, quizá no sea necesaria una predicción). Los explotadores</p>	Párrafo 10.6 a) 10)			

Temas	Párrafos de referencia CA 91-008	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
<p>deberán familiarizarse con la información de predicción disponible para la ruta prevista.</p> <p>(2) La predicción de disponibilidad de la RAIM deberá tener en cuenta los últimos NOTAMs de la constelación GPS y utilizar un algoritmo idéntico de aquel utilizado en el equipo de a bordo, o un algoritmo basado en hipótesis para una predicción RAIM que provea un resultado más conservador.</p> <p>(3) Se puede proveer el servicio de predicción RAIM por medio de los ANSP, fabricantes de aviónica, otras entidades o mediante la capacidad de predicción RAIM de un receptor de a bordo. La disponibilidad RAIM puede ser confirmada a través de la utilización de un programa de predicción RAIM para un modelo específico.</p> <p>(4) En el evento de una pérdida predicha y continua del nivel apropiado de detección de falla (FD) por más de 5 minutos en cualquier parte de la operación RNP APCH, el vuelo deberá ser demorado, cancelado o asignado a otra ruta en la que se puedan cumplir los requisitos RAIM.</p> <p>(5) El programa de predicción de disponibilidad RAIM no garantiza el</p>				

Temas	Párrafos de referencia CA 91-008	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
<p>servicio, más bien es una herramienta para evaluar la capacidad prevista de satisfacer la performance de navegación requerida.</p> <p>(6) Debido a la falla no prevista de algunos elementos GNSS, los pilotos/ANSP deben darse cuenta de que la función RAIM o la navegación GPS debe haberse perdido completamente mientras se estaba en el aire, lo que puede exigir la reversión a un medio de navegación alternativo. Por lo tanto, los pilotos deberían evaluar su capacidad de navegar (posiblemente a un destino de alternativa) en caso de falla de la navegación GPS.</p> <p>(7) La capacidad de predicción debe considerar los espacios sin cobertura, conocidos y previstos de los satélites GPS u otros efectos en los sensores del sistema de navegación.</p> <p>(8) El programa de predicción no deberá utilizar un ángulo de enmascaramiento inferior a 5 grados, puesto que la experiencia operacional indica que las señales del satélite en elevaciones bajas no son confiables.</p>				

Temas	Párrafos de referencia CA 91-008	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
<p>Para las aeronaves que navegan con receptores SBAS (todos los sistemas TSO-C145/C146/ ETSO-C145/C146), los explotadores deberán tener en cuenta los últimos NOTAMs de la constelación GPS y SBAS. Si los NOTAMs indican que la señal SBAS no está disponible sobre la ruta de vuelo prevista, los explotadores deberán verificar la disponibilidad apropiada del GPS RAIM.</p>	Párrafo 10.6 a) 11)			
2 Antes de comenzar el procedimiento	Párrafo 10.6 b)			
<p>Además del procedimiento normal, antes de iniciar la aproximación (previo al punto de referencia de aproximación inicial (IAF) y de modo compatible con la carga de trabajo de la tripulación), la tripulación de vuelo debe verificar si el procedimiento cargado es el correcto—comparándolo con las cartas de aproximación. Esta verificación debe incluir:</p> <ul style="list-style-type: none"> (a) la secuencia de los WPT; (b) la razonabilidad de las derrotas y distancias de los tramos de la aproximación, la precisión del curso de acercamiento y la longitud del segmento de aproximación final. <p><i>Nota.- Como mínimo, esta verificación podría ser una simple inspección de una presentación de mapa adecuada que logre los objetivos de este párrafo.</i></p>	Párrafo 10.6 b) 1)			
La tripulación de vuelo debe verificar	Párrafo 10.6 b) 2)			

Temas	Párrafos de referencia CA 91-008	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
también, empleando las cartas publicadas, la presentación de mapa o la unidad de control y visualización (CDU), cuáles son los WPT de paso y cuáles son los WPT de sobrevuelo.				
Para los sistemas multisensor, la tripulación de vuelo debe cerciorarse que durante la aproximación se utilice el sensor GNSS para calcular la posición.	Párrafo 10.6 b) 3)			
Para un sistema RNP con un sistema de aumentación basado en la aeronave (ABAS) que requiere altitud barométrica corregida, se debe ingresar el reglaje del altímetro barométrico vigente para el aeródromo en la hora y lugar apropiados, compatible con la performance de la operación de vuelo.	Párrafo 10.6 b) 4)			
Cuando la operación se basa en la disponibilidad del ABAS, la tripulación de vuelo debe realizar una nueva verificación de disponibilidad RAIM si la hora de llegada prevista (ETA) difiere en más de 15 minutos de la ETA utilizada durante la planificación previa al vuelo. Esta verificación también se procesa automáticamente 2 NM antes del FAF para un receptor TSO-C129a/ ETSO-C129a Clase A1.	Párrafo 10.6 b) 5)			
Las intervenciones tácticas ATC en el área terminal pueden incluir: rumbos radar; autorizaciones “directo a”, que evitan los tramos iniciales de una aproximación; la	Párrafo 10.6 b) 6)			

Temas	Párrafos de referencia CA 91-008	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
<p>interceptación de un segmento inicial o intermedio de una aproximación o la inserción de WPT extraídos de la base de datos de navegación. Al cumplir las instrucciones ATC, la tripulación de vuelo debe estar consciente de las implicaciones del sistema RNP.</p> <p>(a) La entrada manual de coordenadas en el sistema RNP por la tripulación de vuelo para operar dentro del área terminal no está permitida; y</p> <p>(b) las autorizaciones “directo a” pueden ser aceptadas hasta el punto de referencia intermedio (IF), siempre que el cambio de derrota resultante en el IF no exceda de 45°.</p> <p><i>Nota.- La autorización “directo a” al FAF no es aceptable.</i></p>				
<p>La tripulación de vuelo no debe revisar (modificar) bajo ninguna circunstancia la definición lateral de la trayectoria de vuelo entre el FAF y el punto de aproximación frustrada (MAPt).</p>	Párrafo 10.6 b) 7)			
<p>3 Durante el procedimiento</p>	Párrafo 10.6 c)			
<p>Los pilotos deben cumplir con las instrucciones o procedimientos identificados por el explotador, como fuera necesario, para satisfacer los requisitos de performance de esta CA.</p>	Párrafo 10.6 c) 1)			

Temas	Párrafos de referencia CA 91-008	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
<p>Antes de iniciar el descenso, la aeronave debe estar establecida en el curso de aproximación final a más tardar en el punto de referencia de aproximación final (FAF), para asegurar el margen de franqueamiento del terreno y los obstáculos.</p>	Párrafo 10.6 c) 2)			
<p>La tripulación de vuelo debe verificar si el indicador del modo de aproximación (o su equivalente) indica correctamente la integridad del modo de aproximación dentro de 2 NM antes del (FAF).</p> <p><i>Nota.- Esta verificación no se aplica a ciertos sistemas RNP (p. ej., aeronaves que ya han sido aprobadas con capacidad RNP demostrada). Para tales sistemas, hay otros medios disponibles entre los que se incluyen presentaciones de mapa electrónicos, indicaciones de modo de guía de vuelo, etc. que indican claramente a la tripulación de vuelo que el modo de aproximación se encuentra activado.</i></p>	Párrafo 10.6 c) 3)			
<p>Las presentaciones pertinentes deben estar seleccionadas de modo que se pueda vigilar la siguiente información:</p> <ul style="list-style-type: none"> (a) la trayectoria deseada (DTK) calculada RNP y (b) la posición de la aeronave con relación a la trayectoria para vigilar el error técnico de vuelo (FTE). 	Párrafo 10.6 c) 4)			
<p>Una aproximación RNP APCH debe interrumpirse:</p> <ul style="list-style-type: none"> (a) si la presentación de navegación se 	Párrafo 10.6 c) 5)			

Temas	Párrafos de referencia CA 91-008	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
<p>indica como inválida: o</p> <p>(b) en caso de pérdida de la función de alerta de la integridad; o</p> <p>(c) si la función de alerta de la integridad se anuncia como no disponible antes de pasar el FAF; o</p> <p><i>Nota.- La interrupción del procedimiento quizá no sea necesaria para un sistema RNP multisensor que incluye capacidad RNP demostrada sin GNSS. Se deberá examinar la documentación del fabricante para determinar el alcance en que el sistema se puede utilizar en esa configuración.</i></p> <p>(d) si el FTE es excesivo.</p>				
<p>La aproximación frustrada se debe realizar de acuerdo con el procedimiento publicado. La utilización del sistema RNP durante la aproximación frustrada es aceptable siempre que:</p> <p>(a) el sistema RNP funcione (p. ej., no haya pérdida de función, no haya alerta NSE y no haya indicación de fallas); y</p> <p>(b) la totalidad del procedimiento (incluyendo la aproximación frustrada) se haya cargado de la base de datos de navegación.</p>	Párrafo 10.6 c) 6)			
<p>Durante el procedimiento RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV, los pilotos deben utilizar un indicador de desviación lateral, FD y/o AP en el modo de navegación lateral. Aunque la escala debería cambiar</p>	Párrafo 10.6 c) 7)			

Temas	Párrafos de referencia CA 91-008	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
<p>automáticamente, los pilotos de las aeronaves provistas de indicador de desviación lateral (p. ej., CDI) deben asegurarse que la escala del indicador de desviación lateral (deflexión máxima) es adecuada para la precisión de navegación relacionada con los diversos segmentos del procedimiento (es decir ± 1.0 NM para los segmentos inicial, intermedio y de aproximación frustrada y de ± 0.3 NM para el segmento de aproximación final hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV).</p>				
<p>Se espera que todos los pilotos mantengan el eje de la ruta, como lo representan los indicadores de desviación lateral y/o de guía de vuelo de a bordo durante todo el procedimiento de aproximación RNP APCH, a menos que estén autorizados a desviarse por el ATC o en condiciones de emergencia.</p>	Párrafo 10.6 c) 8)			
<p>Para las operaciones normales, el error/desviación lateral respecto a la derrota (la diferencia entre la trayectoria calculada por el sistema RNP y la posición de la aeronave con relación a la trayectoria) debe limitarse a $\pm \frac{1}{2}$ de la precisión de navegación correspondiente al procedimiento (es decir 0.5 NM para los segmentos inicial, intermedio y de aproximación frustrada y 0.15 NM para el segmento de aproximación final). Las desviaciones breves de este requisito (p. ej., sobrepasarse o quedarse corto) durante o inmediatamente después de un viraje, están permitidas hasta un valor</p>	Párrafo 10.6 c) 9)			

Temas	Párrafos de referencia CA 91-008	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
máximo igual a la precisión de navegación (es decir 1.0 NM para los segmentos inicial e intermedio).				
Cuando se utilice baro-VNAV para guía de trayectoria vertical durante el segmento de aproximación final, las desviaciones por encima o por debajo de la trayectoria baro-VNAV no deben exceder de +75 ft/-75 ft respectivamente.	Párrafo 10.6 c) 10)			
Los pilotos deben ejecutar una aproximación frustrada si las desviaciones laterales o verticales, si ocurren, exceden los criterios antes mencionados, salvo que el piloto tenga a la vista las referencias visuales requeridas para continuar la aproximación.	Párrafo 10.6 c) 11)			
Para aeronaves que requieren dos pilotos, los tripulantes de vuelo deben verificar que cada uno de los altímetros del piloto tenga el reglaje vigente antes de iniciar la aproximación final de un procedimiento de aproximación RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV. La tripulación de vuelo debe observar también cualquier limitación operacional relacionada con las fuentes para el reglaje del altímetro y la latencia de verificación y reglaje de los altímetros al aproximarse al FAF.	Párrafo 10.6 c) 12)			
Los procedimientos de aproximación RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV requieren que las tripulaciones de vuelo	Párrafo 10.6 c) 13)			

Temas	Párrafos de referencia CA 91-008	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
<p>monitoreen las desviaciones de las derrotas laterales y, si está instalado, las desviaciones de las derrotas verticales en las presentaciones de las pantallas primarias de vuelo (PFD) del piloto para asegurar que la aeronave se mantiene dentro de los límites definidos por el procedimiento.</p>				
<p>4 Procedimientos de operación generales</p>	<p>Párrafo 10.7</p>			
<p>Los explotadores y pilotos no deben solicitar un procedimiento RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV a menos que satisfagan todos los criterios indicados en los documentos pertinentes de la AAC. Si una aeronave que no satisface estos criterios recibe una autorización del ATC para realizar un procedimiento RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV, el piloto debe comunicar al ATC que no puede aceptar la autorización y debe solicitar otras instrucciones.</p>	<p>Párrafo 10.7 a)</p>			
<p>El piloto debe cumplir las instrucciones o procedimientos identificados por el fabricante como necesarios para cumplir los requisitos de performance de esta CA.</p>	<p>Párrafo 10.7 b)</p>			
<p>Se alienta a los pilotos a que cuando realicen operaciones en segmentos RNP usen director de vuelo y/o piloto automático en modo de navegación lateral, si están disponibles.</p>	<p>Párrafo 10.7 c)</p>			

Temas		Párrafos de referencia CA 91-008	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
5	Procedimientos de contingencia	Párrafo 10.8			
	Los pilotos deben notificar al ATC toda pérdida de la capacidad RNP APCH, junto con el curso de acción propuesto.	Párrafo 10.8 a)			
	En caso que los pilotos no puedan cumplir con los requisitos de un procedimiento RNP APCH hasta mínimos LNAV o LNAV/VNAV, ellos deben notificar al servicio de tránsito aéreo (ATS) lo antes posible.	Párrafo 10.8 b)			
	La pérdida de la capacidad RNP APCH incluye cualquier falla o evento que cause que la aeronave deje de satisfacer los requisitos RNP APCH del procedimiento.	Párrafo 10.8 c)			
	Los explotadores deben desarrollar procedimientos de contingencia para reaccionar en condiciones de seguridad después de la pérdida de la capacidad RNP APCH durante la aproximación.	Párrafo 10.8 d)			
	En el evento de falla de comunicaciones, la tripulación de vuelo debe continuar con la aproximación RNP APCH de acuerdo con el procedimiento de pérdida de comunicación publicado.	Párrafo 10.8 e)			
	Los procedimientos de contingencia del explotador deben referirse por lo menos a las siguientes condiciones: 1) falla de los componentes del sistema	Párrafo 10.8 f)			

Temas	Párrafos de referencia CA 91-008	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
<p>RNP, incluyendo aquellos que afectan la performance de desviación lateral o vertical (p.ej., fallas de un sensor GPS, FD o AP); y</p> <p>2) pérdida de la señal en el espacio (pérdida o degradación de la señal exterior).</p>				
<p>El piloto debe asegurar la capacidad de navegar y aterrizar en un aeródromo de alternativa si ocurre una pérdida de la capacidad de aproximación RNP APCH.</p>	Párrafo 10.8 g)			

Sección 6 – Aprobación de operaciones RNP APCH hasta mínimos LP y LPV utilizando GNSS aumentado por SBAS

1. Antecedentes

1.1 Esta sección trata de las aplicaciones de aproximación basadas en GNSS aumentado por SBAS, que se clasifican como RNP APCH de conformidad con el concepto PBN y proveen acceso a mínimos designados como LP y LPV. Si bien el SBAS es un medio de cumplimiento, otros sistemas GNSS que proveen performance de guía lateral y/o vertical de acuerdo con los requisitos del Anexo 10, Volumen 1 (Tabla 3.7.2.4-1 – APV 1, APV 2 o CAT 1), pueden también ser utilizados para apoyar la RNP APCH hasta mínimos LP o LPV, cuando se utilicen de conformidad con las disposiciones de esta especificación para la navegación.

1.2 Los procedimientos de aproximación RNP (RNP APCH) incluyen los procedimientos de aproximación RNAV (GNSS) existentes que se llevan a cabo hasta mínimos LP y LPV. Estos procedimientos RNP APCH son autorizados por varias agencias de reglamentación incluyendo a la Agencia Europea de Seguridad Aérea (EASA) y a la Administración de Aviación Federal (FAA) de los Estados Unidos de Norteamérica. La FAA ha publicado la AC 20-138 () para la aprobación de aeronavegabilidad del equipo GNSS y de los sistemas que son admisibles para esas operaciones. Por su parte, la EASA ha desarrollado los métodos aceptables de cumplimiento (AMC) 20-28 - Aprobación de aeronavegabilidad y criterios operacionales para las operaciones RNP APCH hasta mínimos LPV utilizando SBAS que son consistentes con la AC 20-138 () de la FAA (Sección relacionada con la aprobación de aeronavegabilidad para operaciones de aproximación LPV). A fin de lograr un estándar mundial, los dos conjuntos de criterios fueron armonizados por la OACI en un material de orientación único.

1.3 La RNP APCH hasta mínimos LPV puede proveer acceso a un rango diferente de mínimos, dependiendo de la performance de los sistemas de navegación y de la evaluación de la autoridad responsable del espacio aéreo. Las disposiciones provistas en esta especificación para la navegación son consistentes con estos diferentes grupos de mínimos LPV, hasta 200 ft.

1.4 A pesar que las operaciones RNP APCH hasta mínimos LP y LPV utilizando GNSS aumentado por SBAS, no se prevén en un futuro cercano en la Región Sudamericana (SAM) por falta de infraestructura de ayudas para la navegación, esta condición no impide a los explotadores de esta región, solicitar y obtener de sus AAC las autorizaciones respectivas para llevar a cabo este tipo de procedimientos donde han sido publicados. En este sentido se provee orientación y guía a los IO para que puedan llevar a cabo el proceso de aprobación correspondiente.

2. Objetivo

2.1 Esta sección proporciona orientación y guía a los IO sobre el proceso de aprobación de aeronaves y explotadores para operaciones RNP APCH hasta mínimos LP o LPV utilizando GNSS aumentado por SBAS. Los criterios descritos en esta sección respecto a la aprobación RNP APCH hasta mínimos LP o LPV, contienen los requisitos específicos de aeronavegabilidad y operacionales que combinados con los criterios establecidos en el MIO, Parte II, Volumen III, Capítulo 5 – Proceso genérico para aprobaciones RNV/RNP, permitirán a la AAC otorgar una autorización RNP APCH hasta mínimos LP o LPV.

2.2 Este documento también proporciona una recomendación de la OACI sobre los requisitos de implantación y una combinación de criterios de aeronavegabilidad y operacionales RNAV europeos y estadounidenses. Para sistemas RNP autónomos y multisensor que utilizan GNSS aumentado por SBAS, el cumplimiento de la orientación europea (AMC 20-28 de EASA) y estadounidense (AC 20-138B, AC 20-130A o TSO C115b) de la FAA, asegura el cumplimiento automático de esta especificación de la OACI, haciendo que sea innecesaria una mayor evaluación o documentación del AFM. Una aprobación operacional de este criterio permite al explotador realizar

operaciones RNP APCH hasta mínimos LP o LPV en todo el mundo.

Nota.- La aprobación de las operaciones RNP APCH hasta mínimos LP o LPV puede ser requerida por las autoridades nacionales en el Estado de las operaciones previstas.

2.3 Esta sección trata únicamente del requisito para el aspecto de la navegación a lo largo de un segmento recto de aproximación final y la continuación en línea recta de la aproximación final en la aproximación frustrada.

2.4 Los requisitos de navegación para los segmentos inicial e intermedio y para los otros segmentos de la aproximación frustrada son tratados en la Sección 5 – Aprobación de operaciones RNP APCH hasta mínimos LNAV y LNAV/VNAV. Las aproximaciones en curva se tratan en la Sección 7 – Aprobación de las operaciones RNP AR APCH.

Nota.- Procedimientos de aproximación LP. En algunos aeropuertos puede no ser posible satisfacer los requisitos para publicar un procedimiento de aproximación con guía vertical LPV. Esto puede ser debido a: obstáculos y terreno a lo largo de la trayectoria deseada de aproximación final, deficiencias en la estructura del aeropuerto o la no capacidad del SBAS para proveer la disponibilidad deseada de guía vertical (p. ej., un aeropuerto localizado en la franja del área de servicio del SBAS). Cuando esto ocurre, un Estado puede proveer un procedimiento de aproximación LP basado en la performance lateral del SBAS. El procedimiento de aproximación LP es un procedimiento de aproximación que no es de precisión (NPA) con guía lateral angular equivalente a una aproximación con localizador. Por ser una NPA, un procedimiento de aproximación LP provee guía de navegación lateral hasta una altitud mínima de descenso (MDA); sin embargo, la integración del SBAS no provee guía vertical para las aproximaciones LP. Con excepción del material directamente relacionado con la guía vertical SBAS, el material de orientación de esta sección aplica a ambas operaciones de aproximación LP y LPV.

3. Consideraciones del proveedor de servicios de navegación aérea (ANSP)

3.1 Infraestructura de ayudas para la navegación.-

3.1.1 El GNSS aumentado es el sistema de navegación primario de apoyo para operaciones RNP APCH hasta mínimos LP y LPV.

3.1.2 El tramo de aproximación frustrada puede basarse en las ayudas para la navegación convencionales (p. ej., VOR, DME, NDB).

3.1.3 La aceptabilidad del riesgo de pérdida de capacidad RNP APCH para varias aeronaves debido a una falla del satélite y/o del sistema GNSS aumentado debe ser considerada por la autoridad responsable del espacio aéreo.

3.2 Comunicaciones y vigilancia ATS.-

La operación de aproximación RNP APCH hasta mínimos LP o LPV utilizando GNSS aumentado no incluye requisitos específicos para comunicaciones o vigilancia ATS. Se logra un margen de franqueamiento de obstáculos adecuado mediante la performance de las aeronaves y procedimientos de operación.

3.3 Margen de franqueamiento de obstáculos.-

3.3.1 En los PANS-OPS (Doc 8168, Volumen II, de la OACI) se proporciona orientación detallada sobre el margen de franqueamiento de obstáculos; se aplican los criterios generales que figuran en las Partes I y III de dicho documento, junto con los criterios de aproximación del Doc 8168, Volumen II, Parte III, Sección 1, Capítulo 5 y Sección 3, Capítulo 5 relacionados con el SBAS.

3.3.2 Los procedimientos de aproximación frustrada pueden ser apoyados, ya sea, por segmentos RNAV o convencionales (p. ej., basados en NDB, VOR, DME).

3.4 Consideraciones adicionales.-

3.4.1 La AAC debe verificar que el sistema GNSS aumentado y que el proveedor de servicios del sistema GNSS, utilizados para apoyar las operaciones RNP APCH, están aprobados de acuerdo con el reglamento apropiado.

3.4.2 La orientación de este capítulo no reemplaza los requisitos de operación de la AAC aplicables al equipo.

3.5 Publicación.-

3.5.1 La AIP debería indicar claramente que la aplicación de navegación es RNP APCH. Las cartas deberían seguir las normas del Anexo 4 - *Cartas aeronáuticas* para la designación de un procedimiento RNAV en que la trayectoria de vuelo vertical está geométricamente especificada por el bloque de datos del tramo de aproximación final (FAS). La designación cartográfica seguirá siendo compatible con la convención actual [RNAV_(GNSS)] y será promulgada como una LP o LPV OCA (H).

Nota.- Los mínimos LP, LPV, LNAV y LNAV/VNAV pueden ser indicados en la misma carta titulada RNAV_(GNSS).

3.5.2 Si el tramo de aproximación frustrada se basa en medios convencionales, las instalaciones para la navegación aérea que son necesarias para realizar la aproximación deberán estar identificadas en las publicaciones pertinentes.

3.5.3 Los datos de navegación publicados en la AIP del Estado para los procedimientos y las ayudas para la navegación de apoyo deben cumplir los requisitos del Anexo 4 - *Cartas aeronáuticas* y del Anexo 15 - *Servicios de información aeronáutica* (según corresponda).

3.5.4 Todos los procedimientos deben estar basados en las coordenadas WGS-84.

3.5.5 El tramo de aproximación final de las operaciones RNP APCH hasta mínimos LP y LPV se caracteriza especialmente por un FAS definido geométricamente. El FAS es la trayectoria de la aproximación que está definida lateralmente por el punto de alineación de la trayectoria de vuelo (EFAP) y el punto de umbral de aterrizaje/punto de umbral ficticio (LTP/FTP), y verticalmente por la altura de franqueamiento del umbral (TCH) y el ángulo de trayectoria de planeo (GPA). El FAS será promulgado utilizando el proceso del bloque de datos FAS. Este bloque de datos FAS contiene los parámetros lateral y vertical que definen la aproximación a ser volada. Cada bloque de datos FAS termina con una verificación por redundancia cíclica (CRC) que almacena los datos de la aproximación.

3.5.6 El tramo de aproximación final puede ser interceptado por una transición de aproximación (p. ej., RNAV 1) o por un tramo inicial o intermedio de una aproximación RNP APCH o mediante guía vectorial radar (p. ej., interceptación del tramo extendido de la aproximación final).

3.6 Vigilancia de la infraestructura de las ayudas para la navegación.-

3.6.1 El proveedor de servicios debería vigilar la infraestructura de las ayudas para la navegación y, cuando corresponda, mantenerla; además, deberían expedirse oportunamente avisos de interrupción del servicio (NOTAM).

3.6.2 Debería proporcionarse información de conformidad con el Anexo 11 - *Servicios de tránsito aéreo* con respecto al estado de las instalaciones o servicios de navegación que puedan utilizarse en apoyo de la operación.

3.7 Vigilancia del sistema ATS.-

Si una observación o un análisis indican que se ha producido una pérdida de margen de franqueamiento de obstáculos, debería determinarse la razón de la desviación aparente de la derrota o altitud y adoptarse medidas para impedir que vuelva a ocurrir.

4. Proceso de aprobación

4.1 Para que un explotador de transporte aéreo comercial reciba una autorización RNP APCH hasta mínimos LP y LPV, éste deberá cumplir con dos tipos de aprobaciones:

- a) la aprobación de aeronavegabilidad que le incumbe al Estado de matrícula; y
- b) la aprobación operacional a cargo del Estado del explotador.

4.2 Las RAB 121.995 (b) y 135.565 (c) exigen que las aeronaves estén autorizadas por el Estado de matrícula y que los explotadores estén autorizados por sus respectivos Estados para llevar a cabo operaciones en las que se ha prescrito una especificación para la navegación basada en la performance.

4.3 Durante el proceso de aprobación para operaciones RNP APCH hasta mínimos LP y LPV, los IOs deben seguir las cinco fases establecidas en el MIO, Parte II, Volumen III, Capítulo 5 – Proceso genérico para aprobaciones RNP/RNP y considerar los requisitos específicos de esta sección.

5. Aprobación de aeronavegabilidad

5.1 Admisibilidad de las aeronaves.-

Documentos de admisibilidad de aeronavegabilidad.- La documentación pertinente aceptable para el Estado de matrícula debe estar disponible para probar que la aeronave está equipada con un sistema RNP que cumpla los requisitos de las operaciones RNP APCH hasta mínimos LP y LPV.

5.2 Requisitos de las aeronaves.-

5.2.1 Performance, vigilancia y alerta del sistema.-

5.2.1.1 Precisión.- Durante el tramo de aproximación final y en la continuación en línea recta de la aproximación final en la aproximación frustrada, el error lateral y vertical del sistema total depende del error del sistema de navegación (NSE), error de definición de la trayectoria (PDE) y error técnico de vuelo (FTE).

- a) NSE: La precisión (el error estimado con el 95 % de probabilidad) cambia por sí misma debido a las geometrías diferentes de los satélites. La evaluación basada en mediciones dentro de una ventana de tiempo variable no es adecuada para el GNSS. Por lo tanto la precisión del GNSS se especifica como una probabilidad para cada muestra del NSE. Los requisitos son cumplidos sin ninguna demostración si el equipo calcula la posición tridimensional utilizando una solución lineal ponderada al cuadrado, de acuerdo con el Apéndice J del RTCA DO 229C (o versión posterior).
- b) FTE: La performance del FTE se considera aceptable si la deflexión máxima de la presentación lateral y vertical es compatible con los requisitos no numéricos de desviación lateral y vertical del RTCA DO 229 C (o versión posterior), y si la tripulación de vuelo mantiene a la aeronave dentro de 1/3 de deflexión máxima para la desviación lateral y dentro de 1/2 de deflexión máxima para la desviación vertical.
- c) PDE: El PDE se considera insignificante basado en el proceso de especificación de trayectoria a especificación de datos y la garantía de calidad que se incluye en el proceso de generación del bloque de datos FAS. Las responsabilidades para la generación del bloque de datos FAS recae en el proveedor de servicios de navegación aérea (ANSP).

Nota.- La performance FTE se considera aceptable si se utiliza el modo de aproximación del sistema de guía de vuelo durante la aproximación.

5.2.1.2 Integridad.- La presentación simultánea de guía lateral, guía vertical y de datos de distancia erróneos durante una operación RNP APCH hasta mínimos LP o LPV se considera una condición de falla peligrosa (extremadamente remota).

5.2.1.3 Continuidad.- La pérdida de la capacidad de aproximación se considera una condición de falla menor si el explotador puede revertir a un sistema de navegación diferente y dirigirse a un aeropuerto adecuado.

5.2.1.4 Control y alerta de la performance a bordo.- Durante las operaciones en el tramo de aproximación final de una operación RNP APCH hasta mínimos LP y LPV, la función de control y alerta de la performance de a bordo se cumple mediante:

- a) el control y alerta del NSE (véase la sección relacionada con la señal en el espacio).
- b) el control y alerta del FTE: La guía de la aproximación LPV debe ser mostrada en las presentaciones de desviación lateral y vertical (HSI, EHSI, CDI/VDI) incluyendo un indicador de falla. La presentación de desviación debe tener una deflexión máxima adecuada basada en el mantenimiento de la precisión de la derrota requerida. Las deflexiones máximas lateral y vertical son angulares y asociadas a las definiciones lateral y vertical del tramo de aproximación final contenidas en el bloque de datos FAS.
- c) base de datos de navegación: Una vez que el bloque de datos FAS ha sido decodificado, el equipo aplicará la CRC al bloque de datos para determinar si la información es válida. Si el bloque de datos FAS no pasa la prueba CRC, el equipo no permitirá la activación de la operación de aproximación LP o LPV.

5.2.1.3 Señal en el espacio.-

5.2.1.3.1 Entre 2 NM del FAP, el equipo de navegación de la aeronave proveerá una alerta dentro de 10 segundos si los errores de la señal en el espacio que causan un error de posición lateral es mayor de 0.3 NM con una probabilidad de 10^{-7} por hora (Anexo 10, Volumen I, Tabla 3.7.2.4-1).

5.2.1.3.2 Después del secuenciamiento del FAP y durante operaciones en el tramo de aproximación final de una operación RNP APCH hasta mínimos LP o LPV:

- a) el equipo de navegación de una aeronave proveerá una alerta dentro de 6 segundos si los errores de la señal en el espacio que causan un error de posición lateral es mayor de 40 m, con una probabilidad de $1-2 \cdot 10^{-7}$ en cualquier aproximación (Anexo 10, Volumen I, Tabla 3.7.2.4-1); y
- b) el equipo de navegación de una aeronave proveerá una alerta dentro de 6 segundos si los errores de la señal en el espacio que causan un error de posición vertical es mayor de 50 m (o 35 m para mínimos LPV hasta 200 ft), con una probabilidad de $1-2 \cdot 10^{-7}$ en cualquier aproximación (Anexo 10, Volumen I, Tabla 3.7.2.4-1)

Nota 1.- No hay requisitos RNP APCH para la aproximación frustrada si ésta se basa en medios convencionales (VOR, DME, NDB) o en navegación a estima. Los requisitos para la continuación en línea recta de la aproximación final en la aproximación frustrada, están de acuerdo con el RTCA DO 229C (o versiones posteriores).

Nota 2.- El cumplimiento del requisito de control y alerta de la performance no supone la vigilancia automática de un error técnico de vuelo. La función de control y alerta de a bordo debería consistir en por lo menos un algoritmo de control y alerta del error del sistema de navegación (NSE) y una presentación de desviación lateral y vertical que permita a la tripulación vigilar el error técnico de vuelo (FTE). En la medida que los procedimientos operacionales se usan para vigilar el FTE, el procedimiento de la tripulación, las características del equipo y la instalación se evalúan por su eficacia y equivalencia como se describe en los requisitos funcionales y procedimientos de operación. El error de definición de la trayectoria (PDE) se considera insignificante debido al proceso de garantía de calidad (Párrafo 9) y a los procedimientos de la tripulación (Párrafo 7).

Nota 3.- Los sistemas que siguen cumplen los requisitos de precisión, integridad y continuidad de estos criterios:

- a) equipo GNSS SBAS autónomo aprobado de conformidad con E/TSO-C146a (o versión posterior). La aplicación de esta disposición técnica normalizada (TSO) garantiza que el equipo cumple al menos con el RTCA DO 229C. El equipo deberá ser Clase gamma y Clase operacional 3;
- b) para un sistema de navegación integrado (p. ej., FMS) que incorpora un sensor GNSS SBAS, la E/TSO C115b y AC 20-130A proveen un medio aceptable de cumplimiento para la aprobación de este sistema de navegación cuando es aumentado por las siguientes directrices:
 - 1) se demuestra los requisitos de performance de la E/TSO-C146a (o versión posterior) que aplican a la Clase gamma funcional, Clase operacional 3 o Delta 4;
 - 2) se aprueba el sensor GNSS SBAS de acuerdo con E/TSO C145a Clase beta, Clase 3 operacional.
- c) sistema de aproximación que incorpora un equipo GNSS SBAS Clase delta aprobado de acuerdo con E/TSO

C146a (o versión posterior). Esta norma garantiza que el equipo cumple por lo menos con el RTCA DO 229C. El equipo debería ser un Clase Delta 4; y

- d) se espera que los futuros sistemas GNSS aumentados cumplan estos requisitos.

5.3 Criterios para sistemas de navegación específicos.-

Las operaciones RNP APCH hasta mínimos LP y LPV se basan en la posición del GNSS aumentado. Los datos para determinar la posición provenientes de otros tipos de sensores de navegación pueden estar integrados con los datos GNSS siempre que los otros datos no causen errores de posición que excedan la ponderación del error del sistema total (TSE), o si se prevén medios para cancelar los otros tipos de sensores de navegación.

5.4 Requisitos funcionales.-

5.4.1 Presentaciones de navegación y funciones requeridas.-

5.4.1.1 La guía de la aproximación debe mostrarse en una presentación de desviación lateral y vertical (HSI, EHSI, CDI/VDI) incluyendo un indicador de falla y deben satisfacerse los siguientes requisitos:

- a) esta presentación debe ser utilizada como instrumento de vuelo primario para la aproximación;
- b) la presentación debe ser visible y estar situada en el campo de visión principal del piloto (± 15 grados desde la línea de vista normal del piloto) cuando éste mira hacia delante a lo largo de la trayectoria de vuelo;
- c) la presentación de desviación debe tener una deflexión máxima apropiada basada en el mantenimiento de la precisión de la derrota requerida;

Las deflexiones máximas lateral y vertical son angulares y asociadas a las definiciones lateral y vertical del tramo de aproximación final contenido en el bloque de datos FAS.

Nota 1.- Cuando la tripulación mínima es dos pilotos, debería ser posible para el piloto que no está a los mandos verificar la trayectoria deseada y la posición de la aeronave con relación a la trayectoria.

Nota 2.- Para mayores detalles sobre las escalas de presentación de desviación lateral y vertical, véanse los requisitos no numéricos de desviación lateral y vertical del DO 229C (o versión posterior).

5.4.1.2 Como mínimo, se requieren las siguientes funciones del sistema:

- a) la capacidad para presentar el modo de aproximación del GNSS (p. ej., LP, LPV, LNAV/VNAV, LNAV) en el campo de visión principal. Este anuncio indica a la tripulación de vuelo el modo de aproximación activo para correlacionarlo con la respectiva línea de mínimos de la carta de aproximación. También puede detectar un nivel de degradación del servicio (p. ej., degradación desde LPV a LNAV). El sistema de a bordo debería automáticamente proveer el nivel de servicio más alto disponible para el anuncio del modo de aproximación GNSS, cuando se selecciona la aproximación.
- b) la capacidad de mostrar continuamente la distancia al punto de umbral de aterrizaje/punto de umbral ficticio (LTP/FTP).
- c) la base de datos de navegación debe contener toda la información/datos necesarios para volar el procedimiento de aproximación publicado (tramo de aproximación final). A pesar que los datos pueden ser almacenados o transmitidos en diferentes formas, éstos deben ser organizados en bloques de datos para calcular el CRC. Este formato provee protección de integridad para los datos que almacena. Consecuentemente, cada tramo de aproximación final está definido por un “bloque de datos FAS” que contiene los parámetros lateral y vertical necesarios para representar la aproximación a ser volada. Una vez que el bloque de datos FAS ha sido decodificado, el equipo aplicará el CRC a dicho bloque para determinar si los datos son válidos. Si el bloque de datos FAS no pasa la prueba CRC, el equipo no permitirá la

activación de la operación de aproximación.

- d) la capacidad para cargar desde la base de datos al sistema RNAV, la totalidad del procedimiento de aproximación que se ha de realizar (por el número de canal SBAS y/o nombre de la aproximación).
- e) la indicación de pérdida de navegación (p. ej., falla del sistema) en el campo de visión principal del piloto por medio de una bandera de aviso o indicador equivalente en la presentación de navegación lateral y/o vertical.
- f) la indicación de pérdida de la función de integridad (LOI) en el campo de visión principal del piloto (p. ej., por medio de un anunciador localizado apropiadamente).
- g) la capacidad para proveer inmediatamente indicaciones de desviación de la derrota relativas al tramo extendido de aproximación final, para facilitar la interceptación de dicho tramo desde un vector radar [p. ej., la función vector a final (VTF)].

Nota.- Estos requisitos están limitados al tramo de aproximación final, a la continuación en línea recta del tramo de aproximación final en la aproximación frustrada y a la interceptación del tramo de aproximación final extendido. Si el sistema instalado también es capaz de realizar los tramos inicial, intermedio y de aproximación frustrada de la aproximación, éste debe ser aprobado de acuerdo con el requisito correspondiente (p. ej., RNP APCH o criterios RNAV 1).

5.5 Aeronavegabilidad continuada.-

5.5.1 Los explotadores de aeronaves aprobadas para realizar operaciones RNP APCH hasta mínimos LP o LPV, deben asegurar la continuidad de la capacidad técnica de ellas para satisfacer los requisitos técnicos establecidos en esta CA.

5.5.2 Cada explotador que solicite una aprobación operacional RNP APCH hasta mínimos LP o LPV, deberá presentar a la AAC del Estado de matrícula un programa de mantenimiento e inspección que incluya todos aquellos requisitos de mantenimiento necesarios para asegurar que los sistemas de navegación sigan cumpliendo el criterio de aprobación RNP APCH hasta mínimos LP o LPV.

5.5.3 Los siguientes documentos de mantenimiento deben ser revisados, según corresponda, para incorporar los aspectos RNP APCH hasta mínimos LP o LPV:

- a) Manual de control de mantenimiento (MCM);
- b) Catálogos ilustrados de partes (IPC); y
- c) Programa de mantenimiento.

5.5.4 El programa de mantenimiento aprobado para las aeronaves afectadas debe incluir las prácticas de mantenimiento que se indican en los correspondientes manuales de mantenimiento del fabricante de la aeronave y de sus componentes y debe considerar:

- a) que los equipos involucrados en la operación RNP APCH hasta mínimos LP o LPV deben mantenerse de acuerdo con las instrucciones del fabricante de los componentes;
- b) que cualquier modificación o cambio del sistema de navegación que afecte de cualquier forma a la aprobación inicial RNP APCH hasta mínimos LP o LPV, debe ser objeto de comunicación y revisión por la AAC para su aceptación o aprobación de dichos cambios previo a su aplicación; y
- c) que cualquier reparación que no se incluya en la documentación aprobada/aceptada de mantenimiento y que pueda afectar a la integridad de la performance de navegación, debe ser objeto de comunicación a la AAC para su aceptación o aprobación de las mismas.

5.5.5 Dentro de la documentación relativa al mantenimiento RNP, se debe presentar el programa de instrucción del personal de mantenimiento, que entre otros aspectos, debe contemplar:

- a) concepto PBN;
- b) aplicación de la RNP APCH hasta mínimos LP o LPV;
- c) equipos involucrados en una operación RNP APCH hasta mínimos LP o LPV; y
- d) utilización de la MEL.

6. Aprobación operacional

6.1 Bases reglamentarias.-

6.1.1 La aprobación de aeronavegabilidad por sí sola no autoriza a un solicitante o explotador a realizar operaciones RNP APCH hasta mínimos LP o LPV. Además de la aprobación de aeronavegabilidad, el solicitante o explotador debe obtener una aprobación operacional para confirmar la adecuación de los procedimientos normales y de contingencia respecto a la instalación del equipo particular.

6.1.2 En transporte aéreo comercial, la AAC del Estado del explotador llevará a cabo la evaluación de la solicitud para una aprobación operacional RNP APCH hasta mínimos LP y LPV según las reglas de operación vigentes (p. ej., RAB 121.995 (b) y RAB 135.565 (c) o equivalentes) apoyadas por los criterios descritos en esta sección.

6.1.3 Para la aviación general, El Estado de matrícula será el responsable de la evaluación de la solicitud para una aprobación operacional RNP APCH hasta mínimos LP y LPV según las reglas de operación vigentes. (p. ej., RAB 91.1015 y RAB 91.1640 o equivalentes) apoyadas por los criterios establecidos en esta sección.

6.2 Requisitos para obtener la aprobación operacional.-

6.2.1 Para obtener la autorización RNP APCH hasta mínimos LP o LPV, el solicitante o explotador cumplirá los siguientes pasos considerando los criterios establecidos en este párrafo y en los párrafos siguiente de esta sección:

- a) *Aprobación de aeronavegabilidad.-* las aeronaves deberán contar con las correspondientes aprobaciones de aeronavegabilidad según lo establecido en el Párrafo 5 de esta sección.
- b) *Solicitud.-* El explotador presentará a la AAC la siguiente documentación:
 - 1) *la solicitud para la aprobación operacional RNP APCH* hasta mínimos LP y LPV;
 - 2) *documentos de aeronavegabilidad relativos a la admisibilidad de las aeronaves.-* El explotador presentará documentación relevante, aceptable para la AAC, que permita establecer que la aeronave está dotada con sistemas de navegación RNP que satisfacen los requisitos RNP APCH hasta mínimos LP y LPV, según lo descrito en el Párrafo 5 de esta sección. El explotador presentará las partes del AFM o del suplemento del AFM donde se incluya la declaración de aeronavegabilidad.
 - 3) *descripción del equipo de la aeronave.-* El explotador proveerá una lista de configuración que detalle los componentes pertinentes y el equipo que va a ser utilizado en las operaciones RNP APCH hasta mínimos LP y LPV. La lista deberá incluir cada fabricante, modelo y versión del equipo GNSS aumentado por SBAS y del software del FMS instalado.
 - 4) *Programa de instrucción para la tripulación de vuelo y despachadores de vuelo (DV)*
 - (a) Los explotadores comerciales (p. ej., explotadores RAB 121 y 135) presentarán a la AAC los currículos de instrucción RNP APCH hasta mínimos LP y LPV y otro material apropiado (p. ej., instrucción basada en computadora) para demostrar que los procedimientos y prácticas operacionales y los aspectos de instrucción descritos en el Párrafo 8, relacionados con las operaciones RNP APCH hasta mínimos LP y LPV, han sido incorporados en los currículos de instrucción inicial,

de promoción o periódicos para la tripulación de vuelo y DV.

Nota.- No se requiere establecer un programa de instrucción separado si la instrucción sobre RNP APCH hasta mínimos LP o LPV, identificada en el Párrafo 8, ya ha sido integrada en el programa de instrucción del explotador. Sin embargo, debe ser posible identificar cuales aspectos RNP APCH hasta mínimos LP y LPV son cubiertos dentro de un programa de instrucción.

- (b) Los explotadores no comerciales (p. ej. explotadores RAB 91) deben estar familiarizados y demostrar que operarán utilizando los procedimientos y prácticas operacionales y los aspectos de instrucción del Párrafo 8.
- 5) *Manual de operaciones y listas de verificación.*
- (a) Los explotadores comerciales (p. ej., explotadores RAB 121 y 135) deben revisar el manual de operaciones (OM) y las listas de verificación para incluir información y guía sobre los procedimientos de operación que se detallan en el Párrafo 7 de esta sección. Los manuales apropiados deben contener las instrucciones de operación sobre los equipos de navegación y procedimientos de contingencia. Los manuales y las listas de verificación deben ser presentadas para revisión como adjuntos de la solicitud formal en la Fase dos del proceso de aprobación.
 - (b) Los explotadores no comerciales (p. ej., explotadores RAB 91) deben establecer instrucciones de operación sobre los equipos de navegación y procedimientos de contingencia. Esta información debe estar disponible para las tripulaciones en el OM o en el manual de operación del piloto (POH). Estos manuales y las instrucciones del fabricante para la operación del equipo de navegación de la aeronave, como sea apropiado, deben ser presentadas como adjuntos de la solicitud formal para revisión de la AAC.
- 6) *Lista de equipo mínimo (MEL).*- El explotador remitirá para aprobación de la AAC, cualquier revisión a la MEL, necesaria para la realización de las operaciones RNP APCH hasta mínimos LP o LPV. Si se otorga una autorización operacional RNP APCH hasta mínimos LP o LPV en base a un procedimiento operacional específico, los explotadores deben modificar la MEL y especificar las condiciones de despacho requeridas.
- 7) *Mantenimiento.*- Los explotadores o propietarios presentarán junto con la solicitud formal, los requisitos de mantenimiento según lo establecido en el Párrafo 5.5 de esta sección.
- 8) *Programa de instrucción para el personal de mantenimiento.*- Los explotadores remitirán los currículos de instrucción correspondientes al personal de mantenimiento de conformidad con el Párrafo 5.5.5 de esta sección.
- 9) *Antecedentes de performance (si aplica).*- En la solicitud se incluirá los antecedentes de operación del explotador. El solicitante incluirá los eventos o incidentes relacionados con errores de navegación RNP (p. ej., aquellos reportados en los formularios de investigación de errores de navegación de cada AAC) y los métodos por los cuales el explotador trató tales eventos o incidentes mediante programas de instrucción nuevos o revisados, procedimientos, mantenimiento o modificaciones de la aeronave.
- 10) *Programa de validación de los datos de navegación.*- El explotador presentará los detalles del programa de validación de los datos de navegación según lo descrito en el Apéndice 1 de la CA 91-011 de la DGAC – Aprobación de aeronaves y explotadores para operaciones RNP APCH hasta mínimos LP y LPV utilizando SBAS.
- c) *Impartición de la instrucción.*- Una vez aceptadas o aprobadas las enmiendas a los manuales, programas y documentos remitidos y antes de iniciar operaciones RNP APCH hasta mínimos LP y LPV, el explotador impartirá la instrucción requerida a su personal.
 - d) *Vuelo de validación.*- La AAC podrá estimar conveniente la realización de un vuelo de validación antes de conceder la autorización RNP APCH hasta mínimos LP y LPV. El vuelo de validación se realizará de acuerdo con los criterios y procedimientos establecidos en el

Capítulo 11 - Pruebas de validación del Volumen II, Parte II de este manual. Para determinar si el vuelo de validación puede llevarse a cabo en operaciones comerciales se consultará el Capítulo 11 referido.

- e) *Emisión de la autorización para realizar operaciones RNP APCH hasta mínimos LP y LPV.*- Una vez que el explotador ha finalizado con éxito el proceso de aprobación operacional, la AAC emitirá al explotador la autorización para que realice operaciones RNP APCH hasta mínimos LP y LPV.
- 1) Explotadores RAB 121 y/o 135.- Para explotadores RAB 121 y/o RAB 135, la AAC emitirá las correspondientes especificaciones relativas a las operaciones (OpSpecs) que reflejarán la autorización RNP APCH hasta mínimos LP y LPV.
 - 2) Explotadores RAB 91.- Para explotadores RAB 91, la AAC emitirá una carta de autorización (LOA).

7. Procedimientos de operación

También se requiere la aprobación operacional para confirmar que los procedimientos normales y de contingencia del explotador son adecuados para la instalación del equipo en particular. Los siguientes procedimientos deberán ser observados por los explotadores, pilotos y despachadores de vuelo:

7.1 Planificación previa a los vuelos.-

7.1.1 Los explotadores y pilotos que prevean realizar una operación RNP APCH hasta mínimos LP o LPV deben presentar los sufijos pertinentes de los planes de vuelo. Los datos de navegación de a bordo deben estar vigentes e incluir los procedimientos apropiados.

Nota.- Se espera que las bases de datos de navegación estén vigentes durante la duración del vuelo. Si el ciclo AIRAC debe cambiar durante el vuelo, los explotadores y pilotos deberían establecer procedimientos para asegurar la precisión de los datos de navegación, incluyendo la disponibilidad de las instalaciones de navegación utilizadas para definir las rutas y los procedimientos de vuelo.

7.1.2 Además de las verificaciones normales previas al vuelo, se debe incluir lo siguiente:

- a) el piloto debe asegurarse de que los procedimientos de aproximación que pueden utilizarse para el vuelo previsto (que incluyen aeródromos de alternativa) se han seleccionado de una base de datos de navegación válida (ciclo AIRAC vigente), han sido verificadas mediante los procesos apropiados y no están prohibidas por instrucciones de la empresa o NOTAMs;
- b) con sujeción a los reglamentos de la AAC, durante la fase previa al vuelo, el piloto debería asegurarse de que hay medios suficientes disponibles para navegar y aterrizar en el lugar de destino o en un aeródromo de alternativa en caso de pérdida de la capacidad LP o LPV de a bordo;
- c) los explotadores y las tripulaciones de vuelo deben tener en cuenta todo NOTAM (incluyendo los NOTAMs SBAS) o texto de información del explotador que pudiera perjudicar la operación de los sistemas de la aeronave, o la disponibilidad o idoneidad de los procedimientos en el aeropuerto de aterrizaje o en cualquier aeropuerto de alternativa.
- d) Si un procedimiento de aproximación frustrada está basado en medios convencionales (p. ej., VOR, NDB), el equipo de a bordo apropiado requerido para volar este procedimiento debe estar instalado en la aeronave y en condiciones de servicio. Las ayudas para la navegación basadas en tierra también debe estar en condiciones de servicio. Si el procedimiento de aproximación frustrada está basado en RNAV (aproximación frustrada convencional o a estima no disponibles), el equipo de a bordo apropiado requerido para volar este procedimiento debe estar instalado en la aeronave y en condiciones de servicio.

7.1.3 La disponibilidad de la infraestructura de ayudas para la navegación requerida para las

rutas previstas, incluida toda contingencia no-RNAV, debe estar confirmada para el período de las operaciones previstas utilizando toda la información disponible. Puesto que el Anexo 10, Volumen I, requiere la integridad GNSS, la disponibilidad de éste también debe determinarse como corresponde.

7.2 Disponibilidad del GNSS aumentado.-

7.2.1 Los niveles de servicio requeridos para operaciones RNP APCH hasta mínimos LP o LPV pueden verificarse sea por medio de NOTAMs (cuando estén disponibles) o mediante servicios de predicción. La autoridad de operación puede proporcionar orientación específica sobre cómo cumplir este requisito. Los explotadores deberían familiarizarse con la información de predicción disponible para la ruta prevista.

7.2.2 La predicción de disponibilidad del servicio LP o LPV debería tener en cuenta los últimos NOTAMs del estado de la constelación GPS y sistema SBAS, y del modelo de aviónica (cuando estén disponibles). El servicio puede ser provisto por el ANSP, el fabricante de aviónica, otras entidades o a través de la capacidad de predicción del servicio de un receptor de a bordo LP o LPV.

7.2.3 En el caso de una pérdida predicha y continua del nivel apropiado de detección de falla (FD) de más de cinco minutos para cualquier parte de la operación RNP APCH, la planificación del vuelo debería revisarse (por ejemplo, retardando la salida o planificando un procedimiento de salida diferente).

7.2.4 El software de predicción de disponibilidad del servicio no garantiza dicho servicio, más bien es una herramienta para evaluar la capacidad prevista de satisfacer la performance de navegación requerida. Debido a la falla no prevista de algunos elementos GNSS o SBAS, los pilotos/ANSP deben darse cuenta que la navegación GPS o SBAS puede perderse completamente mientras se está en el aire, lo que puede exigir la reversión a un medio de navegación alternativo. Por lo tanto, los pilotos deberían evaluar su capacidad de navegar (posiblemente a un destino de alternativa) en caso de falla de la navegación GPS más SBAS.

7.2.5 Se espera que los servicios de predicción de la disponibilidad también sean desarrollados para futuros sistemas GNSS con performance equivalente a SBAS.

7.3 Antes de comenzar el procedimiento.-

7.3.1 Además del procedimiento normal antes de comenzar la aproximación (antes del IAF y de modo compatible con la carga de trabajo de la tripulación), la tripulación de vuelo debe verificar si el procedimiento cargado es el correcto comparándolo con las cartas de aproximación. Esta verificación debe incluir:

- a) la secuencia de puntos de recorrido;
- b) la razonabilidad de las derrotas y distancias de los tramos de aproximación y la precisión del curso de acercamiento y la longitud del tramo de aproximación final; y

Nota.- Como mínimo, esta verificación podría ser una simple inspección de una presentación cartográfica adecuada.

- c) el ángulo de trayectoria vertical.

7.3.2 Las intervenciones tácticas ATC en el área terminal pueden incluir rumbos radar, autorizaciones “directo a/direct to” que evitan los tramos iniciales de una aproximación, interceptación de un segmento inicial o intermedio de una aproximación o la inserción de puntos de recorrido extraídos de la base de datos. Al cumplir las instrucciones ATC, la tripulación de vuelo debería estar consciente de las implicaciones del sistema de navegación RNP:

- a) la entrada manual de coordenadas en el sistema RNAV por la tripulación de vuelo para operar dentro del área terminal no está permitida.
- b) las autorizaciones “directo a” pueden ser aceptadas para el punto de referencia intermedio (IF) siempre que el cambio de derrota resultante en el IF no exceda de 45 grados.

Nota.- La autorización "directo a" al FAF no es aceptable.

7.3.3 El sistema de aproximación provee la capacidad para que el piloto intercepte la derrota de aproximación final mucho antes del FAF (función de vector a final (VTF) o equivalente). Esta función debería ser utilizada para respetar una autorización ATC promulgada.

7.4 Durante el procedimiento.-

7.4.1 El modo de aproximación será activado automáticamente por el sistema RNP. Cuando se realice una transición directa al procedimiento de aproximación (p. ej., cuando la aeronave recibe vectores de ATC hacia el tramo de la aproximación final extendida y la tripulación selecciona la función VTF o una función equivalente), el modo de aproximación LP o LPV también se activará inmediatamente.

7.4.2 El sistema provee guía lateral y/o vertical relativa al tramo de aproximación final LP o LPV o al tramo de aproximación final extendido (para una transición directa).

7.4.3 La tripulación debe verificar que el modo de aproximación GNSS indique LP o LPV (o un anuncio equivalente) 2 NM antes del FAF.

7.4.4 El tramo de aproximación final debería ser interceptado a más tardar en el FAF para que la aeronave se establezca correctamente en el curso de aproximación final antes de iniciar el descenso (para asegurar el margen de franqueamiento del terreno y obstáculos).

7.4.5 Las presentaciones pertinentes deben estar seleccionadas de modo que se pueda vigilar la siguiente información:

- a) la posición de la aeronave relativa a la trayectoria lateral;
- b) la posición de la aeronave relativa a la trayectoria vertical; y
- c) la ausencia de alerta de pérdida de la integridad (LOI)

7.4.6 La tripulación de vuelo debería respetar todas las restricciones de altitud y velocidad.

7.4.7 Antes del secuenciamiento del FAF, la tripulación debe interrumpir el procedimiento de aproximación si existe:

- a) pérdida de navegación indicada por una bandera de aviso (p. ej., ausencia de energía, falla del equipo,...);
- b) pérdida de vigilancia de la integridad (LOI), anunciada por un indicador local o equivalente; y
- c) alerta de baja altitud (si aplica).

7.4.8 Después del secuenciamiento del FAF, el procedimiento debe discontinuarse, a menos que el piloto tenga a la vista las referencias visuales requeridas para continuar la aproximación, si:

- a) se indica la pérdida de navegación mediante una bandera de aviso (p. ej., bandera lateral, bandera vertical o ambas banderas);

Nota.- La pérdida de la vigilancia de la integridad (LOI) después del secuenciamiento del FAF, resulta en una pérdida de la condición de navegación (bandera de aviso)

- b) se indica la pérdida de la guía vertical (aún si la guía lateral ya está presentada); y
- c) el FTE es excesivo y no puede ser corregido oportunamente.

7.4.9 Los pilotos deben ejecutar una aproximación frustrada si encuentran desviaciones lateral y vertical excesivas y no pueden ser corregidas oportunamente, a menos que el piloto tenga a la vista las referencias visuales requeridas para continuar la aproximación. La aproximación frustrada se debe realizar de conformidad con el procedimiento publicado (p. ej., RNAV o convencional).

7.5 Procedimientos de operación generales.-

7.5.1 Los explotadores y pilotos no deben solicitar una operación RNP APCH hasta mínimos LP o LPV a menos que satisfagan todos los criterios indicados en los documentos pertinentes de la AAC. Si una aeronave que no satisface estos criterios recibe una autorización del ATC para realizar dicha operación, el piloto debe comunicar al ATC que no puede aceptar la autorización y debe solicitar otras instrucciones.

7.5.2 El piloto debe cumplir las instrucciones o procedimientos identificados por el fabricante como necesarios para cumplir los requisitos de performance de esta sección.

7.5.3 Si el procedimiento de aproximación frustrada se basa en medios convencionales (p. ej., NDB, VOR, DME), el correspondiente equipo de navegación debe estar instalado y en condiciones de servicio.

7.5.3 Se alienta a los pilotos a utilizar el director de vuelo y/o piloto automático en modo de navegación lateral, si están disponibles.

7.6 Procedimientos de contingencia.-

7.6.1 El explotador deberá desarrollar procedimientos de contingencia para reaccionar en condiciones de seguridad operacional después de la pérdida de la capacidad RNP APCH durante la aproximación.

7.6.2 El piloto debe notificar al ATC toda pérdida de la capacidad RNP APCH, juntamente con el curso de acción propuesto. Si no puede cumplir los requisitos de un procedimiento RNP APCH hasta mínimos LP o LPV, los pilotos deben comunicar al ATS lo antes posible. La pérdida de capacidad RNP APCH hasta mínimos LP o LPV incluye cualquier falla o suceso que haga que la aeronave deje de satisfacer los requisitos RNP APCH del procedimiento. El explotador debería elaborar procedimientos de contingencia a fin de reaccionar en condiciones de seguridad operacional después de la pérdida de la capacidad RNP APCH durante la aproximación.

7.6.3 En caso de falla de las comunicaciones, la tripulación de vuelo debe continuar con el procedimiento RNP APCH de conformidad con los procedimientos de pérdida de comunicación publicados.

8. Programa de instrucción

8.1 El programa de instrucción de la tripulación de vuelo deberá ser estructurado para proveer suficiente adiestramiento, utilizando un simulador, un dispositivo de instrucción o capacitación en línea en el avión, sobre la utilización del sistema de aproximación de la aeronave para asegurar que los pilotos no reciben orientación sobre las tareas solamente. El siguiente sílabo debería ser considerado como una enmienda mínima al programa de instrucción para apoyar las operaciones:

- a) el concepto de aproximación RNP que contiene mínimos LP y LPV:
 - 1) teoría de las operaciones de aproximación;
 - 2) cartografía de la aproximación;
 - 3) utilización del sistema de aproximación que incluya:
 - selección del procedimiento de aproximación LP o LPV;
 - principio “parecido al ILS/ILS look alike”;
 - 4) utilización del modo (s) de navegación lateral y de las técnicas de control lateral asociadas;
 - 5) utilización del modo (s) de navegación vertical y de las técnicas de control vertical asociadas;
 - 6) fraseología de radiotelefonía (R/T) para las operaciones de aproximación LP o LPV;

- 7) la implicación para las operaciones de aproximación LP o LPV del malfuncionamiento de los sistemas que no están relacionados con el sistema de aproximación (p. ej., falla hidráulica o del motor); y
- b) Operación de aproximación RNP con mínimos LP o LPV:
 - 1) definición de las operaciones de aproximación LP o LPV y su relación directa con los procedimientos RNAV(GNSS);
 - 2) requisitos reglamentarios para las operaciones LP o LPV;
 - 3) equipo de navegación requerido para las operaciones de aproximación LP o LPV:
 - conceptos y características GPS;
 - características del GNSS aumentado; y
 - MEL.
 - 4) características del procedimiento:
 - descripción cartográfica;
 - descripción de la presentación de la aeronave; y
 - mínimos.
 - 5) extracción del procedimiento de aproximación LP o LPV de la base de datos (p. ej., utilizando su nombre o el número de canal SBAS);
 - 6) cambiar el aeropuerto de llegada y aeropuerto de alternativa.
 - 7) Ejecución del procedimiento:
 - utilización del piloto automático, aceleradores automáticos y director de vuelo;
 - comportamiento del modo de guía de vuelo (FG);
 - gestión de la trayectoria lateral y vertical;
 - observación de las restricciones de velocidad y/o altitud;
 - interceptación de un tramo inicial o intermedio de una aproximación después de una notificación ATC;
 - interceptación de un tramo de aproximación final extendido;
 - consideración de la indicación del modo de aproximación del GNSS (LP, LPV, LNAV/VNAV, LNAV,...); y
 - utilización de otro equipo de la aeronave para apoyar la vigilancia de la derrota y evitar condiciones meteorológicas y obstáculos.
 - 8) procedimientos ATC;
 - 9) procedimientos normales; y
 - 10) procedimientos de contingencia.

9. Base de datos de navegación

9.1 El explotador no debería utilizar una base de datos de navegación para las operaciones de aproximación a menos que el proveedor de la base de datos de navegación posea una carta de aceptación (LOA) Tipo 2.

9.2 EASA expide una LOA Tipo 2 de conformidad con el documento EASA OPINION Nr. 01/2005 - Aceptación de los proveedores de base de datos de navegación de fecha 14 de enero de

2005. La FAA por su parte expide una LOA Tipo 2 de acuerdo con la AC 20-153, mientras que Transport Canada expide una carta de reconocimiento de un proceso de datos aeronáuticos que utiliza la misma base de los documentos anteriores.

9.3 El documento EUROCAE/RTCA ED-76/DO-200A – Normas para el procesamiento de datos aeronáuticos contiene guía relacionada con el proceso que un proveedor puede seguir. La LOA demuestra cumplimiento con este estándar.

9.4 El explotador deberá implementar procedimientos para asegurar la distribución e inserción oportuna de los datos electrónicos de navegación vigentes y no alterados para todas las aeronaves que lo requieran.

10. Vigilancia de los explotadores

10.1 Una autoridad de reglamentación puede considerar los informes de error de navegación para determinar las medidas correctivas. Los casos de errores de navegación atribuidos a una pieza específica del equipo de navegación y que se repiten pueden resultar en la cancelación de la aprobación para el uso de ese equipo.

10.2 La información que indica la posibilidad de errores repetidos puede hacer que sea necesario modificar el programa de instrucción del explotador. La información que atribuye errores múltiples a una tripulación de pilotos en particular indica la necesidad de instrucción de recuperación o la revisión de las licencias.

11. Ayuda de trabajo

Al final de esta sección se presenta la ayuda de trabajo relacionada con la aprobación de aeronaves y explotadores para operaciones RNP APCH hasta mínimos LP y LPV (A ser desarrollada).

INTENCIONALMENTE EN BLANCO

AYUDA DE TRABAJO RNP APCH hasta mínimos LP y LPV utilizando GNSS aumentado por SBAS
SOLICITUD PARA REALIZAR OPERACIONES RNP APCH hasta mínimos LP y LPV

1. Introducción

Esta Ayuda de Trabajo fue desarrollada por la Dirección General e Aeronáutica Civil (DGAC) de Latinoamérica, para proveer orientación y guía a los explotadores e inspectores respecto al proceso que debe seguir un explotador para obtener una autorización RNP APCH hasta mínimos LP y LPV.

2. Propósitos de la Ayuda de Trabajo

- 2.1 Proporcionar información a explotadores e inspectores sobre los principales documentos de referencia RNP APCH hasta mínimos LP y LPV.
- 2.2 Provee tablas que muestran el contenido de la aplicación, los párrafos de referencia relacionados, la ubicación en la aplicación del explotar donde los elementos RNP APCH hasta mínimos LP y LPV son mencionados y columnas para que el inspector haga comentarios y realice el seguimiento del estatus de varios elementos RNP APCH hasta mínimos LP y LPV.

3. Acciones recomendadas para el inspector y explotador

A continuación se detalla varias recomendaciones de cómo puede ser utilizada la ayuda de trabajo

- 3.1 En la reunión de pre-solicitud con el explotador, el inspector revisa los “eventos básicos del proceso de aprobación RNP APCH hasta mínimos LP y LPV descritos en la Pare 1 de esta ayuda de trabajo, para proporcionar una visión general sobre los eventos del proceso de aprobación.
- 3.2 El inspector revisa esta ayuda de trabajo con el explotador para establecer la forma y el contenido de la solicitud para obtener una autorización RNP APCH hasta mínimos LP y LPV.
- 3.3 El explotador utiliza esta ayuda de trabajo como guía para recopilar los documentos/anexos de la solicitud RNP APCH hasta mínimos LP y LPV.
- 3.4 El explotador anota en la ayuda de trabajo las referencias que indican donde están ubicados en sus documentos, los elementos del programa RNP APCH hasta mínimos LP y LPV.
- 3.5 El explotador envía al inspector la ayuda de trabajo y la solicitud (documentos /anexos).
- 3.6 El inspector anota en la ayuda de trabajo el cumplimiento satisfactorio de un ítem o que dicho ítem requiere acción correctiva.
- 3.7 El inspector informa al explotador tan pronto como sea posible cuando se requiere una acción correctiva por parte del explotador.
- 3.8 El explotador provee al inspector el material revisado cuando éste es solicitado.
- 3.9 La AAC emite al explotador las especificaciones relativas a las operaciones (OpSpecs) o una carta de autorización (LOA), como sea aplicable, cuando las tareas y documentos han sido completados.

4. Estructura de la Ayuda de Trabajo

Partes	Temas	Página
Parte 1	Información general	3
Parte 2	Información sobre la identificación de las aeronaves y explotadores	5
Parte 3	Solicitud del explotador (Anexos y documentos)	7
Parte 4	Contenido de la solicitud del explotador para RNP APCH hasta mínimos LP o LPV	11
Parte 5	Guía para determinar la admisibilidad de las aeronaves RNP APCH hasta mínimos LP o LPV	15
Parte 6	Procedimientos básicos de los pilotos para operaciones RNP APCH hasta mínimos LP o LPV	19

5. Fuentes principales de documentos, información y contactos

Para acceder a la Circular de Asesoramiento CA 91-011 – Aprobación de aeronaves y explotadores para operaciones RNP APCH hasta mínimos LP y LPV utilizando GNSS aumentado por SBAS, ingrese a la página Web de la Dirección General de Aeronáutica Civil (www.dgac.gob.bo) e ingrese a Reglamentación Aeronáutica Boliviana.

6. Documentos principales de referencia

Documentos de referencia	Títulos
Anexo 6	Operaciones de aeronaves
ICAO Doc 9613	Manual de navegación basada en la performance (PBN)
EASA AMC 20-28	Aprobación de aeronavegabilidad y criterio operacional para operaciones de aproximación RNAV GNSS a mínima LPV utilizando SBAS
FAA AC 20-130A	Aprobación de aeronavegabilidad de los sistemas de gestión de navegación o vuelo integrando sensores de navegación múltiples
FAA AC 20-138B	Aprobación de aeronavegabilidad de los sistemas de determinación de la posición y navegación
TSO-C115b	Equipo de navegación aérea en vuelo usando entradas de sensores múltiples
TSO-C129a	Equipamiento de navegación suplementario en vuelo usando el sistema mundial de determinación de la posición (GPS)
TSO-C145a	Sensores de navegación en vuelo usando el sistema mundial de determinación de la posición (GPS) aumentado por el sistema de aumentación basado en satélite (WAAS)
TSO-C146a	Equipo de navegación en vuelo autónomo usando el sistema mundial de determinación de la posición (GPS) y el sistema de aumentación basado en satélite (WAAS)

PARTE 1: INFORMACIÓN GENERAL**Eventos básicos en el proceso de aprobación RNP APCH hasta mínimos LP y LPV**

	Acciones del explotador	Acciones de la AAC
1	Establece la necesidad de obtener la autorización RNP APCH hasta mínimos LP y LPV.	
2	Revisa el AFM, suplemento al AFM o la Hoja de datos del certificado de tipo (TCDS) u otros documentos apropiados (p. ej., Boletines de servicio (SB), Cartas de servicio (SL), etc.) para determinar la admisibilidad de la aeronave para RNP APCH hasta mínimos LP y LPV. El explotador contacta al fabricante de la aeronave o del equipo de aviónica, si es necesario, para confirmar la admisibilidad RNP APCH hasta mínimos LP y LPV o mejor de la aeronave.	
3	Contacta a la AAC para programar una reunión de pre-solicitud para discutir los requisitos de la aprobación operacional.	
4		Durante la reunión de pre-solicitud, establece: <ul style="list-style-type: none"> • la forma y contenido de la solicitud; • los documentos que sustentan la autorización RNP APCH hasta mínimos LP y LPV • la fecha en que será enviada la solicitud para evaluación • si es necesario, la realización de un vuelo de validación observado por la AAC
5	Envía la solicitud por lo menos 60 días antes de iniciar operaciones RNP APCH hasta mínimos LP y LPV	
6		Revisa la solicitud del explotador
7	Una vez aprobados o aceptados las enmiendas a los manuales, programas y documentos imparte instrucción a la tripulación de vuelo, despachadores de vuelo y personal de mantenimiento y realiza un vuelo de validación, si es requerido por la AAC	Solamente si es requerido, participa en el vuelo de validación
8		Cuando los requisitos de operaciones y de aeronavegabilidad son completados, emite la aprobación operacional en forma de OpSpecs para explotadores LAR 121 o 135 o equivalentes o una LOA para exploradores LAR 91 o equivalentes, como sea apropiado.

Notas relacionadas con el proceso de aprobación

1. Autoridad responsable.

- a. **Transporte aéreo comercial (RAB 121 y/o 135 o reglamentos equivalentes).**- El **Estado de matrícula** determina que la aeronave cumple con los requisitos de aeronavegabilidad. El **Estado del explotador** emite la autorización RNP APCH hasta mínimos LP y LPV (p. ej., OpSpecs).
- b. **Aviación general (RAB 91 o reglamento equivalente).**- El **Estado de matrícula** determina que la aeronave cumple con los requisitos de aeronavegabilidad y emite la autorización operacional (p. ej., una LOA).

2. La AAC no requiere emitir una LOA para cada área individual de operación en caso de explotadores RAB 91 o equivalentes.
3. Los explotadores RAB 121 y/o 135 con autorización RNP APCH hasta mínimos LP y LPV, deben listar en las OpSpecs esta autorización.
4. Secciones relacionadas de los Reglamentos Aeronáuticos Latinoamericanos (RAB) o de reglamentos equivalentes

- a. RAB 91 Secciones 91.1015 y 91.1640 o equivalentes
- b. RAB 121 Sección 121.995 (b) o equivalente
- c. RAB 135 Sección 135.565 (c) o equivalente

5. Documentos de OACI relacionados

- a. Anexo 6 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional – Operación de aeronaves
- b. Anexo 10 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional – Telecomunicaciones aeronáuticas
- c. Anexo 15 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional – Servicios de información aeronáutica
- d. OACI Doc 9613 – Manual sobre navegación basada en la performance (PBN)
- e. OACI Doc 4444 – Procedimientos para los servicios de navegación aérea – Gestión de tránsito aéreo

PARTE 2: INFORMACIÓN SOBRE LA IDENTIFICACIÓN DE LAS AERONAVES Y EXPLOTADORES

NOMBRE DEL EXPLOTADOR: _____

Fabricante, modelo y series de la aeronave	Números de matrícula	Números de serie	Sistema RNP APCH hasta mínimos LP y LPV Número, fabricante y modelo	Especificación de navegación RNP requerida

FECHA DE LA REUNIÓN DE PRE-SOLICITUD _____

FECHA EN QUE FUE RECIBIDA LA SOLICITUD _____

FECHA EN QUE EL EXPLOTADOR PROPONE INICIAR OPERACIONES RNP APCH HASTA MÍNIMOS LP Y LPV _____

¿ES ADECUADA LA FECHA DE NOTIFICACIÓN A LA AAC? SI _____ NO _____

INTENCIONALMENTE EN BLANCO

PARTE 3 – SOLICITUD DEL EXPLOTADOR (ANEXOS Y DOCUMENTOS)

Anexo	Título del Anexo/documento	Indicación de inclusión por parte del explotador	Comentarios del Inspector
A	Carta del explotador solicitando la autorización RNP APCH hasta mínimos LP o LPV		
B	<p>Documentos de aeronavegabilidad que demuestren la admisibilidad RNP APCH de las aeronaves hasta mínimos LP o LPV.</p> <p>AFM, Revisión del AFM, Suplemento del AFM u Hoja de datos del certificado de tipo (TCDS) que demuestren que el sistema RNP es admisible para operaciones RNP APCH hasta mínimos LP y LPV o menor.</p> <p>Declaración del fabricante.- Las aeronaves que dispongan de una declaración del fabricante que documente el cumplimiento con los criterios de la CA 91-011 de la DGAC o equivalente, satisfacen los requisitos de performance y funcionales de dicho documento.</p>		
C	<p>Aeronaves modificadas para satisfacer estándares RNP APCH hasta mínimos LP o LPV. Documentación de inspección y/o modificación de las aeronaves, si es aplicable. Registros de mantenimiento que documenten la instalación o modificación de los sistemas de las aeronaves (p. ej., FAA Form 337 – reparaciones y alteraciones mayores)</p>		
D	<p>Programa de mantenimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para aeronaves con prácticas de mantenimiento de los sistemas RNP establecidas, la lista de referencias del documento o programa. • Para sistemas RNP recién instalados, las prácticas de mantenimiento para revisión. 		
E	Lista de Equipo Mínimo (MEL) (únicamente para explotadores que		

Anexo	Título del Anexo/documento	Indicación de inclusión por parte del explotador	Comentarios del Inspector
	<p>operan con sujeción a una MEL): MEL que muestre las disposiciones para los sistemas RNP APCH hasta mínimos LP y LPV.</p>		
F	<p>Instrucción</p> <p>6. Explotadores RAB 91 o equivalentes: Métodos de instrucción: Instrucción en domicilio, centros de instrucción LAR 142 u otros cursos de instrucción, registros de cumplimiento del curso.</p> <p>7. Explotadores RAB 121 y/o 135 o equivalentes: Programas de instrucción (currículos de instrucción) para las tripulaciones de vuelo, despachadores de vuelo y personal de mantenimiento.</p>		
G	<p>Políticas y procedimientos de operación</p> <p>7. Explotadores RAB 91 o equivalentes: Manual de operaciones (OM) o secciones que se adjunten a la solicitud, correspondientes a los procedimientos y políticas de operación RNP APCH hasta mínimos LP y LPV.</p> <p>8. Explotadores RAB 121 y/o 135 o equivalentes: Manual de operaciones y listas de verificación.</p>		
H	<p>Base de datos de navegación</p> <p>Detalles del programa de validación de los datos de navegación</p>		
I	<p>Retiro de la aprobación RNP APCH hasta mínimos LP o LPV</p> <p>Indicación de la necesidad de realizar acciones de seguimiento después de los reportes de errores de navegación presentados y el potencial de que la autorización RNP APCH hasta mínimos LP o LPV sea retirada.</p>		
J	<p>Plan para el vuelo de validación: Solo si es requerido por la AAC</p>		

CONTENIDO DE LA APLICACIÓN A SER REMITIDA POR EL EXPLOTADOR

- _____ **DOCUMENTACIÓN DE CUMPLIMIENTO RNP APCH DE LAS AERONAVES/SISTEMAS DE NAVEGACIÓN HASTA MÍNIMOS LP Y LPV**
- _____ **PROCEDIMIENTOS Y POLÍTICAS DE OPERACIÓN**
- _____ **SECCIONES DEL MANUAL DE MANTENIMIENTO RELACIONADAS CON EL SISTEMA RNP (si no han sido previamente revisadas)**

Nota 1: *Los documentos pueden ser agrupados en una sola carpeta o pueden ser remitidos como documentos individuales*

INTENCIONALMENTE EN BLANCO

PARTE 4: CONTENIDO DE LA SOLICITUD DEL EXPLOTADOR PARA OPERACIONES RNP APCH HASTA MÍNIMOS LP O LPV

#	Contenido de la solicitud del explotador para RNP APCH hasta mínimos LP y LPV	Párrafos de referencia CA 91-011	En que Anexos/Documentos del explotador están ubicados los contenidos de la solicitud	Comentarios y/o recomendaciones del Inspector	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
1	Carta de solicitud del explotador Declaración de intención para obtener la autorización RNP APCH hasta mínimos LP o LPV.	Párrafo 9.1 b) 1) Apéndice 2, Párrafo e)			
2	Descripción del equipo de la aeronave Una lista de configuración que detalle los componentes pertinentes y el equipo que va a ser utilizado en las operaciones RNP APCH hasta mínimos LP o LPV. La lista deberá incluir cada fabricante, modelo y versión del equipo GNSS aumentado por SBAS y del software del FMS instalado.	Párrafo 9.1 b) 3)			
3	Documentos de aeronavegabilidad relativos a la admisibilidad de las aeronaves El explotador presentará documentación relevante, aceptable para la AAC, que permita establecer que la aeronave está dotada con sistemas de navegación RNP que satisfacen los requisitos RNP APCH hasta mínimos LP o LPV, según lo descrito en el Párrafo 8 de la CA 91-011. El explotador presentará las	Párrafo 9.1 b) 2)			

#	Contenido de la solicitud del explotador para RNP APCH hasta mínimos LP y LPV	Párrafos de referencia CA 91-011	En que Anexos/Documentos del explotador están ubicados los contenidos de la solicitud	Comentarios y/o recomendaciones del Inspector	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
	partes del AFM o del suplemento del AFM donde se incluya la declaración de aeronavegabilidad				
4	<p>Programa de instrucción</p> <p>c) Explotadores RAB 121 o 135 o equivalentes.- Los explotadores comerciales (p. ej., explotadores RAB 121 y 135) presentarán a la AAC los currículos de instrucción RNP APCH hasta mínimos LP o LPV y otro material apropiado (p. ej., instrucción basada en computadora) para demostrar que los procedimientos y prácticas operacionales y los aspectos de instrucción descritos en el Párrafo 9.3 de la CAA 91-011, relacionados con las operaciones RNP APCH hasta mínimos LP o LPV, han sido incorporados en los currículos de instrucción inicial, de promoción o periódicos para la tripulación de vuelo y DV.</p> <p><i>Nota.- No se requiere establecer un programa de instrucción separado si la instrucción sobre RNP APCH hasta mínimos LP o LPV, identificada en el Párrafo 9.3 de la CA 91-011, ya ha sido integrada en el programa de instrucción del explotador. Sin embargo, debe ser posible identificar cuales aspectos RNP APCH hasta mínimos LP o LPV son cubiertos dentro de un programa de instrucción.</i></p>	<p>Párrafo 9.1 b) 4) (a)</p> <p>Párrafo 9.3</p>			

#	Contenido de la solicitud del explotador para RNP APCH hasta mínimos LP y LPV	Párrafos de referencia CA 91-011	En que Anexos/Documents del explotador están ubicados los contenidos de la solicitud	Comentarios y/o recomendaciones del Inspector	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
	<p>se detallan en el Párrafo 9.2 de la CA 91-011. Los manuales apropiados deben contener las instrucciones de operación sobre los equipos de navegación y procedimientos de contingencia. Los manuales y las listas de verificación deben ser presentadas para revisión como adjuntos de la solicitud formal en la Fase dos del proceso de aprobación</p> <p>d) Explotadores RAB 91 o equivalentes.- Los explotadores no comerciales (p. ej., explotadores RAB 91) deben establecer instrucciones de operación sobre los equipos de navegación y procedimientos de contingencia. Esta información debe estar disponible para las tripulaciones en el OM o en el manual de operación del piloto (POH). Estos manuales y las instrucciones del fabricante para la operación del equipo de navegación de la aeronave, como sea apropiado, deben ser presentadas como adjuntos de la solicitud formal para revisión de la AAC</p>	<p>Párrafo 9.1 b) 5) (b)</p> <p>Párrafo 9.2</p>			

#	Contenido de la solicitud del explotador para RNP APCH hasta mínimos LP y LPV	Párrafos de referencia CA 91-011	En que Anexos/Documents del explotador están ubicados los contenidos de la solicitud	Comentarios y/o recomendaciones del Inspector	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
6	<p>Procedimientos de mantenimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para aeronaves con prácticas de mantenimiento establecidas para los sistemas de navegación RNP APCH hasta mínimos LP o LPV, el explotador proveerá referencias de los documentos. • Para sistemas nuevos RNP APCH hasta mínimos LP o LPV instalados, el explotador proveerá prácticas de mantenimiento para revisión. 	Párrafos 8.6 y 8.7			
7	<p>Lista de equipo mínimo (MEL)</p> <p>El explotador remitirá cualquier revisión a la MEL, necesaria para la realización de las operaciones RNP APCH hasta mínimos LP o LPV. Si se otorga una autorización operacional RNP APCH hasta mínimos LP o LPV en base a un procedimiento operacional específico, los explotadores deben modificar la MEL y especificar las condiciones de despacho requeridas</p>	Párrafo 9.1 b) 6)			
8	<p>Programa de validación de los datos de navegación</p> <p>Detalles del programa de validación de los datos de navegación de acuerdo con el Apéndice 1 de la Ca 91-011</p>	Párrafo 9.1 b) 10)			

#	Contenido de la solicitud del explotador para RNP APCH hasta mínimos LP y LPV	Párrafos de referencia CA 91-011	En que Anexos/Documents del explotador están ubicados los contenidos de la solicitud	Comentarios y/o recomendaciones del Inspector	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
9	<p>Retiro de la autorización de operación RNP APCH hasta mínimos LP o LPV</p> <p>Una autoridad de reglamentación podrá considerar los informes de errores de navegación en la determinación de medidas correctivas. Los casos de errores de navegación atribuidos a una pieza específica del equipo de navegación y que se repiten, pueden resultar en la cancelación de la aprobación para el uso de ese equipo</p>	Párrafo 10 a)			
10	<p>Plan para el vuelo de validación, solamente si es requerido</p> <p>El plan del vuelo de validación será presentado únicamente si es requerido.</p>	Párrafo 9.1 d)			

PARTE 5 – GUÍA PARA DETERMINAR LA ADMISIBILIDAD DE LAS AERONAVES RNP APCH HASTA MÍNIMOS LP Y LPV

#	Temas	Párrafos de referencia CA 91-011	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones del Inspector	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
1	Criterios de aeronavegabilidad aplicables a la instalación de los sistemas RNP requeridos para operaciones RNP APCH hasta mínimos LP o LPV	Párrafo 8.1			
	g) Sistemas aprobados según la AC 20-138A (o versión posterior)	Párrafo 8.1 a) 1)			
	h) Se demostrará cumplimiento de los códigos de aeronavegabilidad aplicables y criterios funcionales de la CA 91-011.	Párrafo 8.1 a) 2)			
2	Calificación del equipo e instalación en la aeronave	Párrafo 8.2			
	a) Sistema de navegación autónomo GNSS SBAS El equipo autónomo GNSS SBAS debe ser aprobado de acuerdo con la E/TSO-C146a (o versión posterior). La aplicación de esta disposición garantiza que el equipo por lo menos cumple con el RTCA DO-229C (o versión posterior). El equipo debe ser Clase Gamma, Clase operacional 3.	Párrafo 8.2 a)			
	b) Sistema de navegación integrado que incorpora un sensor GNSS SBAS	Párrafo 8.2 b)			

#	Temas	Párrafos de referencia CA 91-011	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones del Inspector	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
	<p>Para un sistema de navegación integrado (p. ej., FMS) que incorpora un sensor GNSS SBAS, la E/TSO C115b y AC 20-130A proveen un medio aceptable de cumplimiento para la aprobación de este sistema de navegación cuando es aumentado por las siguientes directrices:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) se demuestra los requisitos de performance de la E/TSO-C146a (o versión posterior) que aplican a la Clase gamma funcional, Clase operacional 3 o Delta 4; y 2) se aprueba el sensor GNSS SBAS de acuerdo con la E/TSO C145a Clase beta, Clase operacional 3. 				
	<p>c) Sistema de aproximación que incorpora un equipo Clase delta GNSS SBAS</p> <p>El equipo debe ser aprobado de acuerdo con la E/TSO-C146a (o versión posterior). Esta disposición garantiza que el equipo cumple por lo menos con el RTCA DO-229C (o versión posterior). El equipo debe ser Clase delta 4.</p>	Párrafo 8.2 c)			
3	Admisibilidad para operaciones RNP APCH hasta mínimos LP y LPV	Párrafo 5.4			

#	Temas	Párrafos de referencia CA 91-011	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones del Inspector	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
	Para los sistemas RNP autónomos y multisensor existentes que utilizan GNSS aumentado por SBAS, el cumplimiento del material de orientación europea (AMC 20-28 de EASA) y estadounidense [AC 20-138(), AC 20-130A o TSO C115b] de la FAA, asegura el cumplimiento automático de esta CA, obviando la necesidad de una evaluación adicional o documentación del AFM	Párrafo 5.4			
4	Requisitos de la aeronave	Párrafo 8.3			
	Performance, control y alerta del sistema Se demostrará cumplimiento con los siguientes requisitos	Párrafo 8.3.1			
	c) Precisión	Párrafo 8.3.1 a)			
	d) Integridad	Párrafo 8.3.1 b)			
	e) Continuidad	Párrafo 8.3.1 c)			
	f) Control y alerta de la performance de abordó	Párrafo 8.3.1 d)			
	g) Señal en el espacio	Párrafo 8.3.1 e)			
5	Requisitos funcionales	Párrafo 8.4			
6	Aeronaves modificadas	Párrafo 8.5			

#	Temas	Párrafos de referencia CA 91-011	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones del Inspector	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
7	Cumplimiento de aeronavegabilidad	Párrafo 8.6			
8	Aeronavegabilidad continuada	Párrafo 8.7			
9	Base de datos de navegación Detalles del programa de validación de los datos de navegación	Párrafo 9.4 Apéndice 1			

PARTE 6 - PROCEDIMIENTOS BÁSICOS DE LOS PILOTOS PARA OPERACIONES RNP APCH HASTA MÍNIMOS LP O LPV

Temas		Párrafos de referencia CA 91-011	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
Procedimientos de operación		Párrafo 9.2			
1	Planificación pre-vuelo	Párrafo 9.2 a)			
	<p>Los explotadores y pilotos que prevean realizar una operación RNP APCH hasta mínimos LP o LPV deben presentar los sufijos pertinentes del plan de vuelo ATC. Los datos de navegación de a bordo deben estar vigentes e incluir los procedimientos apropiados.</p> <p><i>Nota.- Se espera que las bases de datos de navegación estén vigentes para la duración del vuelo. Si el ciclo AIRAC debe cambiar durante el vuelo, los explotadores y pilotos deberían establecer procedimientos para asegurar la precisión de los datos de navegación, incluyendo la disponibilidad de las instalaciones de navegación utilizadas para definir las rutas y los procedimientos de vuelo.</i></p>	Párrafo 9.2 a) 1)			
	<p>Además de la planificación normal previa al vuelo, se deben realizar las siguientes verificaciones:</p> <p>(a) el piloto debe asegurarse que los procedimientos de aproximación que pueden utilizarse para el vuelo previsto (que incluyen aeródromos de alternativa) se pueden seleccionar de una base de datos de navegación válida (ciclo AIRAC vigente), han sido verificados por medio de procesos apropiados y no están prohibidos por instrucciones de la</p>	Párrafo 9.2 a) 2)			

Temas	Párrafos de referencia CA 91-011	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
<p>empresa o NOTAMs;</p> <p>(b) con sujeción a los reglamentos de la AAC, durante la fase previa al vuelo, el piloto deberá asegurarse de que hay medios suficientes disponibles para navegar y aterrizar en el destino o en un aeródromo de alternativa en caso de pérdida de la capacidad LP o LPV de a bordo;</p> <p>(c) los explotadores y las tripulaciones de vuelo deben tener en cuenta cualquier NOTAM (incluyendo los NOTAMs SBAS) o texto de información del explotador que pudiera perjudicar la operación de los sistemas de la aeronave, o la disponibilidad o idoneidad de los procedimientos en el aeródromo de aterrizaje o en cualquier aeródromo de alternativa.</p> <p>(d) Si un procedimiento de aproximación frustrada está basado en medios convencionales (p. ej., VOR, NDB), el equipo de a bordo apropiado, requerido para volar este procedimiento debe estar instalado en la aeronave y en condiciones de servicio. Las ayudas para la navegación basadas en tierra relacionadas, también deben estar en condiciones de servicio. Si el procedimiento de aproximación frustrada está basado en RNAV (aproximación frustrada convencional o a estima no disponibles), el equipo de a bordo</p>				

	Temas	Párrafos de referencia CA 91-011	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
	apropiado requerido para volar este procedimiento debe estar instalado en la aeronave y en condiciones de servicio.				
	La disponibilidad de la infraestructura de ayudas para la navegación requerida para las rutas previstas, incluida toda contingencia no-RNAV, debe estar confirmada para el período de las operaciones previstas utilizando toda la información disponible. Puesto que el Anexo 10, Volumen I, requiere la integridad GNSS, la disponibilidad de este sistema también debe determinarse como corresponda.	Párrafo 9.2 a) 3)			
2	Disponibilidad del GNSS aumentado	Párrafo 9.2 a) 4)			
	Los niveles de servicio requeridos para operaciones RNP APCH hasta mínimos LP o LPV pueden verificarse sea por medio de NOTAMs (cuando estén disponibles) o mediante servicios de predicción. La autoridad de operación puede proporcionar orientación específica sobre cómo cumplir este requisito. Los explotadores deberán familiarizarse con la información de predicción disponible para la ruta prevista.	Párrafo 9.2 b) 1)			
	La predicción de disponibilidad del servicio LP o LPV deberá tener en cuenta los últimos NOTAMs sobre la condición de la constelación GPS y sistema SBAS, y el modelo de aviónica (cuando estén disponibles). El servicio puede ser provisto por el ANSP, el fabricante de aviónica, otras entidades o a través de la capacidad de	Párrafo 9.2 b) 2)			

	Temas	Párrafos de referencia CA 91-011	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
	predicción del servicio de un receptor de a bordo LP o LPV.				
	En el evento de una pérdida predicha y continua del nivel apropiado de detección de fallas (FD) de más de cinco minutos para cualquier parte de la operación RNP APCH hasta mínimos LP o LPV, la planificación del vuelo debería revisarse (por ejemplo, retardando la salida o planificando un procedimiento de salida diferente).	Párrafo 9.2 b) 3)			
	El programa de predicción de disponibilidad del servicio no garantiza el servicio, más bien es una herramienta para evaluar la capacidad prevista de satisfacer las performances de navegación requeridas. Debido a la falla no prevista de algunos elementos GNSS o SBAS, los pilotos/ANSP deben darse cuenta que la navegación GNSS o SBAS puede perderse completamente mientras se está en el aire, lo que puede exigir la reversión a un medio de navegación alternativo. Por lo tanto, los pilotos deberán evaluar su capacidad de navegar (posiblemente a un destino de alternativa) en caso de falla de la navegación GNSS más SBAS.	Párrafo 9.2 b) 4)			
	Se espera que los servicios de predicción de la disponibilidad también sean desarrollados para futuros sistemas GNSS con performances equivalente a SBAS.	Párrafo 9.2 b) 5)			
3	Antes de comenzar el procedimiento	Párrafo 9.2 c)			

Temas	Párrafos de referencia CA 91-011	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
<p>Además del procedimiento normal, antes de comenzar la aproximación (antes del IAF y en compatibilidad con la carga de trabajo de la tripulación), la tripulación de vuelo debe verificar la exactitud del procedimiento cargado comparándolo con la cartas de aproximación apropiadas. Esta verificación debe incluir:</p> <p>(a) la secuencia de puntos de recorrido;</p> <p>(b) la razonabilidad de las derrotas y distancias de los tramos de aproximación y la precisión del curso de acercamiento y la longitud del tramo de aproximación final; y</p> <p><i>Nota.- Como mínimo, esta verificación podría ser una simple inspección de una presentación cartográfica adecuada.</i></p> <p>(c) el ángulo de trayectoria vertical.</p>	Párrafo 9.2 c) 1)			
<p>Las intervenciones tácticas ATC en el área terminal pueden incluir rumbos radar, autorizaciones “directo a” que evitan los tramos iniciales de una aproximación, interceptación de un segmento inicial o intermedio de una aproximación o la inserción de puntos de recorrido cargados desde la base de datos. Al cumplir las instrucciones ATC, la tripulación de vuelo deberá estar consciente de las implicaciones del sistema de navegación RNP.</p> <p>(a) la entrada manual de coordenadas en el sistema RNAV por la tripulación de</p>	Párrafo 9.2 c) 2)			

	Temas	Párrafos de referencia CA 91-011	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
	<p>vuelo para operar dentro del área terminal no está permitida.</p> <p>(b) las autorizaciones “directo a” pueden ser aceptadas para el punto de referencia intermedio (IF) siempre que el cambio de derrota resultante en el IF no exceda de 45°.</p> <p><i>Nota.- La autorización “directo a” al FAF no es aceptable.</i></p>				
	<p>El sistema de aproximación provee la capacidad para que el piloto intercepte la derrota de aproximación final mucho antes del FAF [función de vector a final (VTF) o función equivalente]. Esta función se deberá utilizar para respetar una autorización promulgada por el ATC.</p>	Párrafo 9.2 c) 3)			
4	Durante el procedimiento	Párrafo 9.2 d)			
	<p>El modo de aproximación será activado automáticamente por el sistema RNP.- Cuando se realice una transición directa al procedimiento de aproximación (p. ej., cuando la aeronave reciba vectores del ATC hacia el tramo de la aproximación final extendido y la tripulación seleccione la función VTF o una función equivalente), el modo de aproximación LP o LPV también se activa inmediatamente.</p>	Párrafo 9.2 d) 1)			
	<p>El sistema provee guía lateral y/o vertical relativa al tramo de aproximación final LP o LPV o al tramo de aproximación final extendido (para una transición directa).</p>	Párrafo 9.2 d) 2)			

	Temas	Párrafos de referencia CA 91-011	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
	La tripulación debe verificar que el modo de aproximación GNSS indique LP o LPV (o un anuncio equivalente) 2 NM antes del FAP.	Párrafo 9.2 d) 3)			
	El tramo de aproximación final deberá ser interceptado a más tardar en el FAP para que la aeronave se establezca correctamente en el curso de aproximación final antes de iniciar el descenso (para asegurar el margen de franqueamiento del terreno y obstáculos).	Párrafo 9.2 d) 4)			
	Las presentaciones pertinentes deben estar seleccionadas de modo que se pueda vigilar la siguiente información: (a) la posición de la aeronave relativa a la trayectoria lateral; (b) la posición de la aeronave relativa a la trayectoria vertical; y (c) la ausencia de alerta de pérdida de la integridad (LOI)	Párrafo 9.2 d) 5)			
	La tripulación de vuelo deberá respetar todas las restricciones de altitud y velocidad.	Párrafo 9.2 d) 6)			
	Antes del secuenciamiento del FAP, la tripulación debe interrumpir el procedimiento de aproximación si hay: (a) pérdida de navegación indicada por una bandera de aviso (p. ej., ausencia de energía, falla del equipo,...); (b) pérdida de vigilancia de la integridad	Párrafo 9.2 d) 7)			

	Temas	Párrafos de referencia CA 91-011	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
	(LOI), anunciada por un indicador local o equivalente; y (c) alerta de baja altitud (si aplica).				
	Después del secuenciamiento del FAP, el procedimiento debe discontinuarse, a menos que el piloto tenga a la vista las referencias visuales requeridas para continuar la aproximación, si: (a) se indica la pérdida de navegación mediante una bandera de aviso (p. ej., bandera lateral, bandera vertical o ambas banderas); <i>Nota.- La pérdida de la vigilancia de la integridad (LOI) después del secuenciamiento del FAF, resulta en una pérdida de la condición de navegación (bandera de aviso).</i> (a) se indica la pérdida de la guía vertical (aún si la guía lateral ya está presentada); y (b) el FTE es excesivo y no puede ser corregido oportunamente.	Párrafo 9.2 d) 8)			
	Los pilotos deben ejecutar una aproximación frustrada si encuentran desviaciones lateral y/o vertical excesivas y no pueden ser corregidas oportunamente, a menos que el piloto tenga a la vista las referencias visuales requeridas para continuar la aproximación. La aproximación frustrada se debe realizar de conformidad con el procedimiento publicado (p. ej., RNAV o convencional).	Párrafo 9.2 d) 9)			

Temas		Párrafos de referencia CA 91-011	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
5	Procedimientos de operación generales	Párrafo 9.2 e)			
	Los explotadores y pilotos no deben solicitar una operación RNP APCH hasta mínimos LP o LPV a menos que satisfagan todos los criterios indicados en los documentos pertinentes de la AAC. Si un piloto de una aeronave que no satisface estos criterios recibe una autorización del ATC para realizar dicha operación, el piloto debe comunicar al ATC que no puede aceptar la autorización y debe solicitar otras instrucciones.	Párrafo 9.2 e) 1)			
	El piloto debe cumplir las instrucciones o procedimientos identificados por el fabricante como necesarios para satisfacer los requisitos de performance de esta sección.	Párrafo 9.2 e) 2)			
	Si el procedimiento de aproximación frustrada se basa en medios convencionales (p. ej., NDB, VOR, DME), el correspondiente equipo de navegación debe estar instalado y en condiciones de servicio.	Párrafo 9.2 e) 3)			
	Se alienta a los pilotos a utilizar el director de vuelo y/o piloto automático (AP) en modo de navegación lateral, si están disponibles.	Párrafo 9.2 e) 4)			
6	Procedimientos de contingencia	Párrafo 9.2 f)			
	El explotador deberá desarrollar procedimientos de contingencia para reaccionar con seguridad después de la pérdida de la capacidad RNP APCH durante la	Párrafo 9.2 f) 1)			

Temas	Párrafos de referencia CA 91-011	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
aproximación.				
El piloto debe notificar al ATC toda pérdida de la capacidad RNP APCH, juntamente con el curso de acción propuesto. Si no puede cumplir los requisitos de un procedimiento RNP APCH hasta mínimos LP o LPV, los pilotos deben comunicar al ATS lo antes posible. La pérdida de capacidad RNP APCH hasta mínimos LP o LPV incluye cualquier falla o evento que haga que la aeronave deje de satisfacer los requisitos RNP APCH del procedimiento.	Párrafo 9.2 f) 2)			
En el evento de falla de comunicaciones, la tripulación de vuelo debe continuar con el procedimiento RNP APCH de conformidad con los procedimientos de pérdida de comunicación publicados.	Párrafo 9.2 f) 3)			

Sección 7 – Aprobación de operaciones RNP AR APCH

1. Antecedentes

La Administración Federal de Aviación (FAA) de Los Estados Unidos de Norteamérica publicó el 15 de diciembre de 2005, la AC 90-101 - Orientación para la aprobación de procedimientos RNP con autorización especial obligatoria para aeronaves y tripulaciones de vuelo. Asimismo, La Agencia Europea de Seguridad Aérea (EASA) publicó el 23 de diciembre de 2009, los métodos aceptables de cumplimiento (AMC) 20-26 – Aprobación de aeronavegabilidad y criterios operacionales para las operaciones RNP con autorización obligatoria (RNP AR). Las aproximaciones RNP con autorización obligatoria (RNP AR APCH) representan la versión OACI de los criterios de la FAA y EASA referidos anteriormente.

2. Objetivo

2.1 Esta sección proporciona orientación y guía a los IO sobre el proceso de aprobación de aeronaves y explotadores para operaciones RNP AR APCH. Los criterios descritos en esta sección respecto a la aprobación RNP AR APCH, contienen los requisitos específicos de aeronavegabilidad y operacionales que combinados con los criterios establecidos en el MIO, Parte II, Volumen III, Capítulo 5 – Proceso genérico para aprobaciones RNV/RNP, permitirán a la AAC otorgar una autorización RNP AR APCH.

2.2 Esta sección no trata de todos los requisitos que se pueden especificar para las operaciones de un procedimiento. Esos requisitos están especificados en otros documentos, tales como las publicaciones de información aeronáutica (AIP) y los *Procedimientos suplementarios regionales* (Doc 7030). Si bien la aprobación operacional está relacionada primordialmente con los requisitos de navegación del espacio aéreo, los explotadores y las tripulaciones de vuelo de todos modos deben tener en cuenta todos los documentos operacionales relacionados con el espacio aéreo que exige la AAC, antes de realizar vuelos en ese espacio aéreo.

3. Consideraciones del proveedor del servicio de navegación aérea (ANSP)

3.1 Infraestructura de ayudas para la navegación.-

Las RNP AR APCH se autorizan únicamente basadas en el GNSS como infraestructura primaria de ayudas para la navegación. El uso de DME/DME como capacidad de reversión puede autorizarse para explotadores en particular allí donde la infraestructura dé apoyo a la performance requerida. Las RNP AR APCH no se usarán en áreas de interferencia de la señal de navegación (GNSS) conocida.

Nota.- Los sistemas RNAV más modernos darán prioridad a la información GNSS y después a la determinación de la posición por DME/DME. Si bien la determinación de la posición por VOR/DME generalmente se realiza dentro de una computadora de gestión de vuelo cuando los criterios de determinación de la posición DME/DME no existen, la variabilidad de la aviónica y la infraestructura presenta serios retos para la normalización.

3.2 Comunicaciones y vigilancia ATS.-

Las RNP AR APCH no exigen consideraciones únicas respecto a comunicaciones y vigilancia ATS.

3.3 Margen de franqueamiento de obstáculos y espaciado entre rutas.-

3.3.1 La orientación sobre el diseño de procedimientos de aproximación RNP AR figura en el Doc 9905 - *Manual de diseño de procedimientos de performance de navegación requerida con autorización obligatoria (RNP AR)* de la OACI.

3.3.2 Los datos sobre el terreno y los obstáculos en las cercanías de la aproximación deberían publicarse de conformidad con el Anexo 15 - *Servicios de información aeronáutica*.

3.3.3 El franqueamiento de obstáculos debe asegurarse de conformidad con el Doc 9905 - *Manual de diseño de procedimientos de performance de navegación requerida con autorización obligatoria (RNP AR)* de la OACI. Una vez determinado el espaciamiento entre rutas debe realizarse una evaluación de la seguridad operacional.

3.4 Consideraciones adicionales.-

3.4.1 La orientación que figura en esta sección no reemplaza los requisitos de operación de la AAC aplicables al equipamiento.

3.4.2 Los reglajes vigentes de presión local deben proporcionarse en apoyo de las RNP AR APCH cuando la trayectoria vertical lograda por la aeronave depende de ese reglaje. La falta de notificación de un reglaje correcto puede conducir a que la aeronave salga del área libre de obstáculos.

3.4.3 Los criterios de esta especificación para la navegación deben satisfacer los criterios de evaluación de la seguridad operacional indicados en el Apéndice A de esta sección. Como resultado, la evaluación de la seguridad operacional para cada procedimiento debe concentrarse únicamente en áreas de riesgo operacional único.

3.5 Validación en tierra y en vuelo.-

3.5.1 Dado que las aproximaciones RNP AR no tienen una instalación de navegación subyacente específica, no hay un requisito de inspección en vuelo de las señales de navegación. Debido a la importancia de publicar datos correctos, la validación (en tierra y en vuelo) del procedimiento debe realizarse de conformidad con los PANS-OPS, Volumen II, Parte I, Sección 2, Capítulo 4, 4.6. El procedimiento de validación antes de la publicación debería confirmar lo siguiente: datos sobre los obstáculos, posibilidad de aplicar el procedimiento en la práctica, longitud de las derrotas, ángulos de inclinación lateral, pendientes de descenso, alineación de pistas y compatibilidad con funciones de advertencia anticipada sobre peligros relacionados con el terreno (por ejemplo, sistemas de advertencia y de alarma respecto al terreno) así como los otros factores enumerados en los PANS-OPS. Cuando el Estado puede verificar mediante validación en tierra que todos los datos considerados en el diseño de procedimientos y todos los otros factores normalmente considerados en la validación en vuelo son precisos y completos podrá suspenderse el requisito de validación en vuelo con respecto a esos factores en particular.

3.5.2 Dada la naturaleza única de los procedimientos de aproximación RNP AR, durante la validación en tierra el procedimiento debería evaluarse con simulador a fin de evaluar los factores, incluida la posibilidad de aplicar el procedimiento en la práctica, que habrán de considerarse en la validación en vuelo y en la medida posible antes de la validación en vuelo. Debido a las variaciones de las velocidades de las aeronaves, el diseño del sistema de control de vuelo y el diseño del sistema de navegación, la validación en tierra y en vuelo no confirma la posibilidad de aplicar el procedimiento en la práctica para las diversas aeronaves que realizan procedimientos de aproximación RNP AR. Por lo tanto, no se requiere una evaluación completa de la posibilidad de aplicar el procedimiento en la práctica antes de la publicación, puesto que dicha posibilidad la evalúa el explotador como parte de la actualización de la base de datos y del proceso de mantenimiento.

3.6 Publicación.-

3.6.1 La AIP debería indicar claramente que la aplicación de navegación es RNP AR APCH y que la autorización es obligatoria. Todas las rutas deben basarse en coordenadas WGS-84.

3.6.2 Los datos de navegación publicados en la AIP del Estado para los procedimientos y las ayudas para la navegación deben satisfacer los requisitos del Anexo 15 - *Servicios de información aeronáutica* y del Anexo 4 - *Cartas aeronáuticas* (cuando corresponda). Los datos originales que definen el procedimiento deberían estar disponibles para los explotadores de forma apropiada para habilitarlos a verificar sus datos de navegación. La precisión de navegación para todos los procedimientos RNP AR APCH debería estar claramente publicada en la AIP.

4. Proceso de aprobación

4.1 Para que un explotador de transporte aéreo comercial reciba una autorización RNP AR APCH, éste deberá cumplir con dos tipos de aprobaciones:

- a) la aprobación de aeronavegabilidad que le incumbe al Estado de matrícula; y
- b) la aprobación operacional a cargo del Estado del explotador.

4.2 Las RAB 121.995 (b) y 135.565 (c) exigen que las aeronaves estén autorizadas por el Estado de matrícula y que los explotadores estén autorizados por sus respectivos Estados para llevar a cabo operaciones en las que se ha prescrito una especificación para la navegación basada en la performance.

4.3 Durante el proceso de aprobación para operaciones RNP AR APCH, los IOs deben seguir las cinco fases establecidas en el MIO, Parte II, Volumen III, Capítulo 5 – Proceso genérico para aprobaciones RNV/RNP y considerar los requisitos específicos de esta sección.

4.4 Todo explotador con una aprobación operacional apropiada puede realizar procedimientos de aproximación por instrumentos RNP AR APCH del mismo modo que los explotadores que tienen una autorización apropiada pueden realizar operaciones ILS CAT II y CAT III.

4.5 Debido a que los requisitos para las operaciones RNP AR APCH son únicos y a la necesidad de procedimientos de la tripulación específicos para cada aeronave y sistema de navegación en particular, la documentación de apoyo operacional para RNP AR APCH debe obtenerse del fabricante. La documentación debería describir las capacidades de navegación del solicitante de la aeronave en el contexto de las operaciones RNP AR APCH y debería proporcionar todas las hipótesis, limitaciones e información de apoyo necesarias para la realización de las operaciones RNP AR APCH en condiciones de seguridad operacional. Este documento sirve como apoyo para que los IO puedan otorgar una autorización RNP AR APCH.

4.6 Los explotadores deberían emplear las recomendaciones del fabricante cuando elaboren sus procedimientos y soliciten la aprobación. La instalación del equipo no es suficiente para obtener una autorización RNP AR APCH.

5. Aprobación de aeronavegabilidad

5.1 Admisibilidad de las aeronaves.-

5.1.1 La admisibilidad de las aeronaves debe determinarse demostrando el cumplimiento de conformidad con los criterios de aeronavegabilidad pertinentes. Las secciones del manual de vuelo de la aeronave (AFM) no son obligatorias si el Estado acepta la documentación del fabricante. La admisibilidad de las aeronaves con respecto al equipo requiere:

- a) cumplimiento de los requisitos;
- b) procedimientos de mantenimiento establecidos; y
- c) revisión de la MEL.

5.2 Requisitos de las aeronaves.-

Este párrafo describe la performance de la aeronave y los criterios funcionales para que la aeronave reúna las condiciones para la RNP AR APCH. Además de la orientación específica de esta sección, la aeronave debe cumplir los requisitos de AC 20-129 y AC 20-130 o AC 20-138 de la FAA o equivalente.

5.2.1 Performance, control y alerta del sistema.-

5.2.1.1 Este párrafo define los requisitos generales de performance que deben satisfacer las

aeronaves. Los requisitos para la RNP AR APCH son únicos debido al margen reducido de franqueamiento de obstáculos y a la moderna funcionalidad; por lo tanto, los requisitos de esta sección no emplean la misma estructura que la RNP 4, RNP 1 básica y RNP APCH.

5.2.1.2 *Definición de la trayectoria.*- La performance de la aeronave se evalúa según la trayectoria definida en el procedimiento publicado y DO-236B de RTCA, Sección 3.2; ED-75B de EUROCAE. Todas las trayectorias verticales empleadas juntamente con el segmento de aproximación final estarán definidas por un ángulo de trayectoria de vuelo (DO 236B, Sección 3.2.8.4.3, de RTCA) como una línea recta hacia un punto de referencia y altitud.

5.2.1.3 *Precisión lateral.*- Para las aeronaves que ejecutan procedimientos RNP AR APCH el error de navegación lateral no debe ser mayor que el valor de precisión aplicable (0,1 NM a 0,3 NM) al 95% del tiempo de vuelo. Esto incluye error de determinación de la posición, error técnico de vuelo (FTE), error de definición de la trayectoria (PDE) y error de presentación en pantalla. Además, el error de determinación de la posición de la aeronave a lo largo de la derrota no debe ser mayor que el valor de precisión aplicable al 95% del tiempo de vuelo.

5.2.1.4 *Precisión vertical.*- Los errores del sistema en sentido vertical incluyen error de altimetría (suponiendo la temperatura y las gradientes verticales de temperatura de la atmósfera tipo internacional), el efecto del error a lo largo de la derrota, el error de cálculo del sistema, el error de resolución de datos y el error técnico de vuelo. El 99,7% del error del sistema en sentido vertical debe ser inferior a (en pies):

$$\sqrt{((6076.115)(1.225)\mathbf{RNP} \cdot \tan\theta)^2 + (60 \tan\theta)^2 + 75^2 + ((-8.8 \cdot 10^{-8})(\mathbf{h} + \Delta\mathbf{h})^2 + (6.5 \cdot 10^{-3})(\mathbf{h} + \Delta\mathbf{h}) + 50)^2}$$

donde θ es el ángulo de trayectoria de navegación vertical (VNAV), h es la altura a la que se encuentra la estación local de información altimétrica y Δh es la altura a la que se encuentra la aeronave por encima de la estación transmisora de información.

5.2.1.5 *Control del sistema.*- Un componente crítico de la RNP son los requisitos RNP de la aproximación, la capacidad del sistema de navegación de la aeronave para vigilar la performance de navegación lograda y para que el piloto identifique si durante la operación se cumple o no el requisito operacional (por ejemplo, "Unable RNP", "Nav Accur Downgrad").

5.2.1.6 Confinamiento del espacio aéreo:

- a) *Aeronaves con capacidad RNP y VNAV barométrica.*- Este sección proporciona un medio aceptable detallado de cumplimiento para las aeronaves que usan un sistema RNP basado primordialmente en el GNSS y un sistema VNAV basado en altimetría barométrica. Las aeronaves y operaciones que satisfacen esta especificación para la navegación proporcionan el confinamiento de espacio aéreo necesario por medio de una variedad de vigilancias y alertas (por ejemplo, "Unable RNP"), límite de alerta GNSS y vigilancia de desviación de la trayectoria.
- b) *Otros sistemas o medios de cumplimiento alternativos.*- Para otros sistemas o medios de cumplimiento alternativos, la probabilidad de que la aeronave salga de la dimensión lateral y vertical del volumen de franqueamiento de obstáculos [definido en el Doc 9905 - Manual de diseño de procedimientos de performance de navegación requerida con autorización obligatoria (RNP AR) de la OACI], no debe exceder de 10⁻⁷ por aproximación, que incluye la aproximación y la aproximación frustrada. Este requisito puede satisfacerse mediante una evaluación de la seguridad operacional que aplique:
 - 1) métodos numéricos cuantitativos apropiados;
 - 2) consideraciones operacionales y de procedimientos cualitativas y mitigaciones; o
 - 3) una combinación apropiada de métodos cuantitativos y cualitativos.

Nota 1.- Este requisito se aplica a la probabilidad total de salir del volumen de franqueamiento de obstáculos, que incluye sucesos causados por condiciones latentes (integridad) y por condiciones detectadas (continuidad) si la

aeronave no permanece dentro del volumen de franqueamiento de obstáculos después que se ha indicado una falla (considerando la envergadura de la aeronave). El límite de la alerta, la latencia de la alerta, el tiempo de reacción de la tripulación y la respuesta de la aeronave deberían considerarse a la hora de asegurarse de que la aeronave no salga del volumen de franqueamiento de obstáculos. El requisito se aplica a una aproximación única, considerando el tiempo de exposición de la operación, la geometría de las ayudas para la navegación y la performance de navegación disponible para cada aproximación publicada.

Nota 2.- Este requisito de confinamiento se deriva del requisito operacional que es notablemente diferente al requisito de confinamiento especificado en RTCA/DO 236B (EUROCAE ED-75B). El requisito de DO-236B de RTCA (ED-75B de EUROCAE) fue elaborado para facilitar el diseño del espacio aéreo y no equivale directamente al franqueamiento de obstáculos.

5.2.2 Criterios para servicios de navegación específicos.-

5.2.2.1 Este párrafo identifica problemas únicos para los sensores de navegación en el contexto de las RNP AR APCH.

5.2.2.2 *Sistema mundial de determinación de la posición (GPS):*

- a) El sensor debe cumplir las directrices de AC 20-138(). Para los sistemas que cumplen AC 20-138(), en el análisis de la precisión del sistema total pueden usarse, sin corroboración adicional, las siguientes precisiones de sensor: precisión del sensor GPS es mejor que 36 m (119 ft) (95%), y la precisión del sensor con aumentación GPS (GBAS o SBAS) es mejor que 2 m (7 ft) (95%).
- b) En caso de falla latente del satélite GPS y geometría marginal del satélite GPS [por ejemplo, límite de integridad horizontal (HIL) igual al límite de alerta horizontal], la probabilidad de que la aeronave permanezca dentro del volumen de franqueamiento de obstáculos utilizada para evaluar el procedimiento debe ser superior al 95% (tanto en sentido lateral como vertical).

Nota.- Los sensores basados en GNSS producen un HIL, llamado también nivel de protección horizontal (HPL) (véase en AC 20-138A, Appendix 1, y DO-229C de RTCA una explicación de estos términos). El HIL es una medida del error de estimación de la posición suponiendo que existe una falla latente. En vez de un análisis detallado de los efectos de las fallas latentes en el error del sistema total, un medio aceptable de cumplimiento para los sistemas basados en el GNSS es asegurar que el HIL se mantiene menor que el doble de la precisión de navegación, menos el 95% de FTE, durante la operación RNP AR APCH.

5.2.2.3 *Sistema de referencia inercial (IRS).-* Un sistema de referencia inercial debe satisfacer los criterios de USA 14 CFR Part 121, Appendix G, o su equivalente. Si bien el Apéndice G define el requisito de velocidad de deriva (95%) de 2 NM por hora para vuelos de hasta 10 horas, esta velocidad puede no aplicarse a un sistema RNAV después de la pérdida de actualización de la posición. Puede suponerse que los sistemas que han demostrado que cumplen los requisitos de la Parte 121, Apéndice G, tienen una velocidad de deriva inicial de 8 NM/hora durante los primeros 30 minutos (95%) sin más corroboración. Los fabricantes de aeronaves y los solicitantes pueden demostrar una performance inicial mejorada de conformidad con los métodos descritos en el Apéndice 1 ó 2 de la Order 8400.12A de la FAA.

Nota.- Las soluciones de posición GPS/INS integrada reducen la tasa de degradación después de la pérdida de actualización de la posición. Para GPS/IRU “muy acoplados”, DO-229C de RTCA, Appendix R, proporciona orientación adicional.

5.2.2.4 *Equipo radiotelemétrico (DME).-* La iniciación de todos los procedimientos RNP AR APCH se basan en la actualización GNSS. Salvo cuando se designe específicamente en un procedimiento como no autorizada (“Not authorized”) la actualización DME/DME puede usarse como modo de reversión durante la aproximación o la aproximación frustrada cuando el sistema cumple el requisito de precisión de navegación. El fabricante debería identificar cualquier restricción en la infraestructura DME o el procedimiento para que una aeronave dada cumpla este requisito.

5.2.2.5 *Estación de radiofaro omnidireccional VHF (VOR).-* Para la implantación RNP AR APCH

inicial, el sistema RNAV puede no usar la actualización VOR. El fabricante debería identificar cualquier restricción en la infraestructura VOR o el procedimiento para que una aeronave dada cumpla este requisito.

Nota. - Este requisito no implica que deba existir una capacidad del equipo que proporcione un medio directo de inhibir la actualización VOR. Un procedimiento para que la tripulación de vuelo inhiba la actualización VOR o ejecute una aproximación frustrada, si revierte a la actualización VOR, puede satisfacer este requisito.

5.2.2.6 Para los sistemas multisensor, debe haber una reversión automática a un sensor RNAV alternativo si falla el sensor RNAV primario. La reversión automática de un sistema multisensor a otro sistema multisensor no es obligatoria.

5.2.2.7 El 99,7% del error del sistema altimétrico de la aeronave para cada aeronave (suponiendo la temperatura y las gradientes verticales de la Atmósfera Tipo Internacional) con la aeronave en la configuración de aproximación debe ser inferior o igual a lo siguiente:

$$ASE = -8,8 \cdot 10^{-8} \cdot H^2 + 6,5 \cdot 10^{-3} \cdot H + 50 \text{ (ft)}$$

Donde **H** es la altitud verdadera de la aeronave.

5.2.2.8 *Sistemas de compensación de temperatura.*- Los sistemas que proporcionan correcciones basadas en la temperatura a la guía VNAV barométrica deben cumplir lo previsto en RTCA/DO-236B, Apéndice H.2. Esto se aplica al tramo de aproximación final. El cumplimiento de este requisito debería documentarse para que el explotador pueda realizar aproximaciones RNP cuando la temperatura real sea inferior o superior al límite del diseño del procedimiento publicado. El Apéndice H también proporciona orientación sobre cuestiones operacionales relacionadas con sistemas de compensación térmica, tales como interceptación de la trayectoria estabilizada desde altitudes de procedimiento no estabilizadas.

5.2.3 Requisitos funcionales.-

Nota. - La orientación e información adicional relativa a muchas de las funciones requeridas figuran en ED-75A de EUROCAE/DO-236B de RTCA.

5.2.3.1 Requisitos generales.-

5.2.3.1.1 *Definición de trayectoria y planificación de vuelos:*

- a) *Mantenimiento de la derrota y tramos de transición.* La aeronave debe tener la capacidad de ejecutar tramos de transición y mantener derrotas compatibles con las siguientes trayectorias:
- 1) una línea geodésica entre dos puntos de referencia (TF);
 - 2) una trayectoria directa hasta un punto de referencia (DF);
 - 3) una derrota especificada hasta un punto de referencia, definida por un curso (CF); y
 - 4) una derrota especificada hasta una altitud (FA).

Nota 1. - Las normas de la industria para estas trayectorias pueden encontrarse en ED-75A de EUROCAE/DO-236B de RTCA y Especificación ARINC 424, que se refiere a ellas como terminaciones de trayectoria TF, DF, CF, y FA. Además, algunos procedimientos requieren tramos RF. ED-75A de EUROCAE/DO-236B y ED 77/DO-201A de RTCA describen la aplicación de estas trayectorias con más detalles.

Nota 2. - El sistema de navegación puede adaptarse a otras terminaciones de trayectoria ARINC 424 [por ejemplo, rumbo a terminación manual (VM)] y el procedimiento de aproximación frustrada puede usar estos tipos de trayectorias cuando no hay un requisito para confinamiento RNP.

- b) *Puntos de referencia de paso y de sobrevuelo.* La aeronave debe tener la capacidad de ejecutar puntos de referencia de paso y de sobrevuelo. Para los virajes de paso, el sistema de navegación debe limitar la definición de la trayectoria dentro del área de transición teórica definida en ED-75B de EUROCAE/DO-236B de RTCA y en condiciones de viento identificadas

en el Doc 9905 - Manual de diseño de procedimientos de performance de navegación requerida con autorización obligatoria (RNP AR). El viraje de sobrevuelo no es compatible con las derrotas de vuelo RNP y no se usarán cuando las trayectorias repetibles no sean un requisito.

- c) *Error de resolución del punto de recorrido.* La base de datos de navegación debe proporcionar una resolución de datos suficiente para asegurar que el sistema de navegación logre la precisión requerida. El error de resolución del punto de recorrido debe ser inferior o igual a 60 ft, incluyendo tanto la resolución de almacenamiento de datos como la resolución computacional del sistema RNP usada internamente para la construcción de puntos de recorrido del plan de vuelo. La base de datos de navegación debe contener ángulos verticales (ángulos de trayectoria de vuelo) almacenados con una resolución de centésimos de grado, con una resolución computacional tal que la trayectoria definida por el sistema esté a menos de 1,5 m (5 ft) de la trayectoria publicada.
- d) *Capacidad para una función “direct to”.* El sistema de navegación debe tener una función “direct to” (directo a) que la tripulación de vuelo pueda activar en todo momento. Esta función debe estar disponible para cualquier punto de referencia. El sistema de navegación también debe poder generar una trayectoria geodésica hasta el punto de referencia designado “To”, sin virajes en S y sin demoras innecesarias.
- e) *Capacidad para definir una trayectoria vertical.* El sistema de navegación debe tener la capacidad de definir una trayectoria vertical mediante un ángulo de trayectoria de vuelo hasta un punto de referencia. El sistema debe tener también capacidad para especificar una trayectoria vertical entre restricciones de altitud en dos puntos de referencia del plan de vuelo. Las restricciones de altitud en los puntos de referencia deben estar definidas como una de las siguientes:
- 1) una restricción de altitud “AT” (en) o “ABOVE” (por encima de) (por ejemplo, 2400A puede ser apropiada para situaciones en que no es obligatorio limitar la trayectoria vertical);
 - 2) una restricción de altitud “AT” (en) o “BELOW” (por debajo de) (por ejemplo, 4800B puede ser apropiada para situaciones en que no es obligatorio limitar la trayectoria vertical);
 - 3) una restricción de altitud “AT” (en) (por ejemplo, 5200); o
 - 4) una restricción “WINDOW” (ventana) (por ejemplo, 2400A, 3400B).
- Nota.- Para los procedimientos RNP AR APCH, todo segmento con una trayectoria vertical publicada definirá dicha trayectoria basada en un ángulo al punto de referencia y la altitud.*
- f) Las altitudes y/o velocidades relacionadas con procedimientos de área terminal publicados deben extraerse de la base de datos de navegación.
- g) El sistema debe tener capacidad para construir una trayectoria que dé guía a partir de la posición actual a un punto de referencia con restricción vertical.
- h) Capacidad para cargar procedimientos extraídos de una base de datos de navegación. El sistema de navegación debe tener la capacidad de cargar en el sistema RNP el procedimiento completo que se ha de realizar extrayéndolo de la base de datos de navegación de a bordo. Esto incluye la aproximación (que incluye ángulo vertical), la aproximación frustrada y las aproximaciones de transición para el aeropuerto y la pista seleccionados.
- i) *Medios para recuperar y presentar datos de navegación.* El sistema de navegación debe ofrecer a la tripulación de vuelo la capacidad de verificar el procedimiento que se ha de realizar mediante el examen de los datos almacenados en la base de datos de navegación de a bordo.

Esto incluye la capacidad de examinar los datos de cada punto de recorrido y las ayudas para la navegación.

- j) *Variación magnética.* Para las trayectorias definidas por un rumbo [terminaciones de trayectoria con rumbo hasta punto de referencia (CF) y rumbo desde un punto de referencia hasta una altitud (FA)], el sistema de navegación debe usar el valor de variación magnética para el procedimiento en la base de datos de navegación.
- k) *Cambios en la precisión de navegación.* Los cambios RNP a una precisión de navegación más baja deben completarse mediante el punto de referencia que define el tramo con la precisión de navegación más baja, considerando la latencia de alerta del sistema de navegación. Todos los procedimientos operacionales necesarios para lograr esto deben estar identificados.
- l) *Secuenciamiento automático de tramos.* El sistema de navegación debe proporcionar la capacidad de poner automáticamente en secuencia el tramo siguiente y presentar el secuenciamiento a la tripulación de vuelo de un modo fácilmente visible.
- m) Debe haber una presentación de las restricciones de altitud relacionadas con los puntos de referencia del plan de vuelo disponible para el piloto. Si hay un procedimiento especificado de la base de datos de navegación con un ángulo de trayectoria de vuelo relacionado con cualquier tramo del plan de vuelo, el equipo debe presentar el ángulo de trayectoria de vuelo para ese tramo.

5.2.3.1.2 *Demostración de la performance de control de la trayectoria.* La demostración de la performance de control de la trayectoria (error técnico de vuelo) debe completarse en diversas condiciones operacionales, es decir, condiciones normales infrecuentes y condiciones anormales (por ejemplo, véase AC 120-29A, 5.19.2.2 y 5.19.3.1 de la FAA). Deberían usarse procedimientos realistas y representativos (por ejemplo, número de puntos de recorrido, emplazamiento de puntos de recorrido, geometría de tramos, tipos de los segmentos, etc.). La evaluación de lo anormal debería considerar lo siguiente:

- a) Criterios aceptables que han de usarse para evaluar fallas probables y fallas del motor durante la calificación de la aeronave demostrarán que la trayectoria de la aeronave se mantiene dentro de un corredor de 1 x RNP, y 22 m (75 ft) vertical. La documentación correcta de esta demostración en el manual de vuelo de la aeronave (AFM), extensión AFM o documento apropiado para apoyo operacional de la aeronave, facilita las evaluaciones operacionales.
- b) Los casos de falla RNP importante improbable deberían ser evaluados para demostrar que, en estas condiciones, la aeronave puede ser sacada del procedimiento en condiciones de seguridad operacional. Los casos de falla pueden incluir reinicializaciones de sistema doble, funcionamiento incontrolado del timón y pérdida completa de la función de guía de vuelo.
- c) La demostración de la performance de la aeronave durante las evaluaciones operacionales puede basarse en una mezcla de análisis y evaluaciones técnicas de vuelo empleando el juicio de expertos.

5.2.3.1.3 *Presentaciones en pantalla:*

- a) *Presentación continua de desviación.* El sistema de navegación debe ofrecer la capacidad de presentar continuamente al piloto a los mandos, en los instrumentos de vuelo primarios de navegación, la posición de la aeronave con relación a la trayectoria RNP definida (desviación lateral y vertical). La presentación debe permitir al piloto distinguir fácilmente si la desviación lateral excede la precisión de navegación (o un valor menor) o si la desviación vertical excede de 22 m (75 ft) (o un valor menor).

Se recomienda que una pantalla no numérica de desviación (es decir, indicador de desviación lateral e indicador de desviación vertical) con la escala apropiada esté situada en el campo de visión óptimo del piloto. Un CDI de escala fija es aceptable siempre que demuestre tener escala y sensibilidad apropiadas para la precisión de navegación prevista y la operación. Con

un CDI de escala variable, la escala debería derivarse de la selección de RNP y no necesitar una selección independiente de una escala CDI. Los límites de alerta e indicación también deben guardar correspondencia con los valores de la escala. Si el equipo usa precisión de navegación implícita para describir el modo operacional (por ejemplo, en ruta, área terminal y aproximación), presentar el modo operacional es un medio aceptable por el que la tripulación de vuelo puede derivar la sensibilidad de la escala del CDI.

La presentación numérica de desviación o la representación gráfica en una presentación cartográfica, sin un indicador apropiado de desviación a escala, generalmente no se considera aceptable para vigilar la desviación. El uso de una presentación numérica y cartográfica es posible dependiendo de la carga de trabajo de la tripulación de vuelo, de las características de la presentación en pantalla y de los procedimientos y la instrucción de la tripulación de vuelo. Por consiguiente, se necesita instrucción básica y periódica adicional (o experiencia en el puesto de trabajo) para la tripulación de vuelo, esa solución podría aumentar la carga de trabajo de la tripulación de vuelo durante la aproximación e imponer costos adicionales al explotador relacionados con las necesidades de instrucción.

- b) *Identificación del punto de recorrido activo (To)*. El sistema de navegación debe tener una presentación en pantalla que identifique el punto de recorrido activo, sea en el campo de visión óptimo del piloto o en una presentación fácilmente accesible y visible para la tripulación de vuelo.
- c) *Presentación de distancia y rumbo*. El sistema de navegación debe tener una pantalla de distancia y rumbo al punto de recorrido activo (To) en el campo de visión óptimo del piloto. Cuando esto no sea viable, los datos podrán presentarse en una página fácilmente accesible de una unidad de control y visualización que la tripulación de vuelo pueda ver fácilmente.
- d) *Presentación de velocidad respecto al suelo y tiempo hasta el punto de recorrido activo (To)*. El sistema de navegación debe presentar en pantalla la velocidad respecto al suelo y el tiempo hasta el punto de recorrido activo (To) en el campo de visión óptimo del piloto. Cuando esto no sea viable, los datos podrán presentarse en una página fácilmente accesible de una unidad de control y visualización que la tripulación de vuelo pueda ver fácilmente.
- e) *Presentación del punto de referencia activo "To/From"*. El sistema de navegación debe ofrecer una presentación "To/From" en el campo de visión óptimo del piloto.
- f) *Presentación de la derrota deseada*. El sistema de navegación debe tener la capacidad de presentar continuamente al piloto a los mandos la derrota deseada de la aeronave. Esta presentación debe estar en los instrumentos de vuelo primarios para la navegación de la aeronave.
- g) *Presentación de la derrota de la aeronave*. El sistema de navegación debe ofrecer una visualización de la derrota real de la aeronave (o error del ángulo de derrota) sea en el campo de visión óptimo del piloto, o en una presentación fácilmente accesible y visible para la tripulación de vuelo.
- h) *Indicación de falla*. La aeronave debe ofrecer un medio para indicar las fallas de cualquier componente del sistema RNP de la aeronave, incluidos los sensores de navegación. La indicación debe ser visible para el piloto y estar situada en su campo de visión óptimo.
- i) *Selector de rumbo controlado*. El sistema de navegación debe tener un selector de rumbo automáticamente controlado por la trayectoria RNP calculada.
- j) *Presentación de la trayectoria RNP*. El sistema de navegación debe ofrecer un medio fácilmente visible para que el piloto vigile la trayectoria RNP definida y la posición de la aeronave con relación a la trayectoria definida.
- k) *Presentación de la distancia por recorrer*. El sistema de navegación debe ofrecer la capacidad de presentar la distancia por recorrer hasta cualquier punto de recorrido seleccionado por la

tripulación de vuelo.

- l) *Presentación de la distancia entre puntos de recorrido del plan de vuelo.* El sistema de navegación debe tener la capacidad de presentar la distancia entre puntos de recorrido del plan de vuelo.
- m) *Presentación de la desviación.* El sistema de navegación debe ofrecer una presentación numérica de la desviación vertical con una resolución de 3 m (10 ft) o menos, y la desviación lateral con una resolución de 0,01 NM o menos.
- n) *Presentación de la altitud barométrica.* La aeronave debe presentar la altitud barométrica desde dos fuentes altimétricas independientes, una en cada uno de los campos de visión óptimos del piloto.

Nota 1.- Esta presentación da apoyo a una verificación cruzada operacional (monitor comparador) de fuentes de altitud. Si las fuentes de altitud de la aeronave se comparan automáticamente, la información de las fuentes altimétricas independientes, que incluyen los sistemas independientes de presión estática de la aeronave, debe ser analizada para asegurarse de que proporcionan una alerta en el campo de visión óptimo del piloto cuando las desviaciones entre las fuentes exceden de 30 m (± 100 ft). Esta función de monitor comparador debería documentarse, dado que puede eliminar la necesidad de una mitigación operacional.

Nota 2.- La información del reglaje del altímetro deben usarla simultáneamente el sistema altimétrico de la aeronave y el sistema RNP. Solo es necesaria una información para prevenir posibles errores de la tripulación. Está prohibido tener reglajes del altímetro separados para el sistema RNP.

- o) *Presentación de sensores activos.* La aeronave debe presentar los sensores de navegación en uso. Se recomienda que esta presentación esté en el campo de visión óptimo del piloto.

Nota.- Esta presentación se usa en apoyo de los procedimientos operacionales de contingencia. Si esa presentación no está en el campo de visión óptimo del piloto, los procedimientos de la tripulación pueden mitigar la necesidad de esta presentación si se determina que la carga de trabajo es aceptable.

5.2.3.1.4 *Garantía de diseño.* La garantía de diseño del sistema debe ser compatible con por lo menos una condición de falla importante para la presentación de guía lateral o vertical errónea en una RNP AR APCH.

Nota.- La presentación de guía RNP lateral o vertical errónea se considera una condición de falla peligrosa (grave, importante) para las RNP AR APCH con una precisión de navegación inferior a RNP-0,3. Los sistemas diseñados de conformidad con este efecto deberían documentarse dado que pueden eliminar la necesidad de algunas mitigaciones operacionales para la aeronave.

5.2.3.1.5 *Base de datos de navegación.* El sistema de navegación de la aeronave debe usar una base de datos de navegación de a bordo que pueda recibir actualizaciones de conformidad con el ciclo AIRAC y permita recuperar procedimientos RNP AR APCH y cargarlos en el sistema RNP. La base de datos de navegación de a bordo debe estar protegida para que la tripulación de vuelo no pueda modificar los datos almacenados.

Nota.- Cuando se carga un procedimiento de la base de datos, el sistema RNP debe realizar el procedimiento como está publicado. Esto no impide que la tripulación de vuelo tenga los medios para modificar un procedimiento o una ruta ya cargada en el sistema RNP. Sin embargo, los procedimientos almacenados en la base de datos no deben ser modificados y deben permanecer intactos en la base de datos de navegación para ser usados en el futuro y como referencia.

5.2.3.1.6 La aeronave debe ofrecer un medio para presentar el período de validez de la base de datos de navegación de a bordo a la tripulación de vuelo.

5.2.3.2 Requisitos para aproximaciones RNP AR con tramos RF

5.2.3.2.1 El sistema de navegación debe tener la capacidad de ejecutar tramos de transición y mantener derrotas compatibles con un tramo RF entre dos puntos de referencia.

5.2.3.2.2 La aeronave debe tener una presentación cartográfica electrónica del procedimiento

seleccionado.

5.2.3.2.3 El FMC, el sistema director de vuelo y el piloto automático deben tener la capacidad de mando de un ángulo de inclinación lateral de hasta 25° por encima de 121 m (400 ft) sobre el nivel del suelo (AGL) y hasta 8° por debajo de 121 m (400 ft) AGL.

5.2.3.2.4 Al iniciar una maniobra de motor y al aire o aproximación frustrada (mediante activación de TOGA u otros medios), el modo guía de vuelo debería permanecer en LNAV para habilitar la guía de derrota continua durante un tramo RF.

5.2.3.2.5 Cuando se evalúa un error técnico de vuelo en tramos RF, debería tenerse en cuenta el efecto de balanceo al entrar y salir del viraje. El procedimiento está diseñado para prever un margen de 5° de maniobra, a fin de que la aeronave pueda volver a la derrota deseada después de un ligero sobrepaso al comenzar el viraje.

5.2.3.3 Requisitos para aproximaciones RNP AR inferiores a RNP 0,3

5.2.3.3.1 *Ningún punto de falla único.* Ningún punto de falla puede por sí solo causar la pérdida de guía que satisface la precisión de navegación relacionada con la aproximación. Típicamente, la aeronave debe tener por lo menos el siguiente equipo: sensores GNSS dobles, sistemas de gestión de vuelo dobles, sistemas de datos aerodinámicos dobles, pilotos automáticos dobles y una unidad de referencia inercial (IRU) única.

5.2.3.3.2 *Garantía de diseño.* La garantía de diseño del sistema debe ser compatible con por lo menos una condición de falla importante para la pérdida de guía lateral o vertical en una RNP AR APCH, en que se requiere RNP inferior a 0,3 para evitar obstáculos o el terreno mientras se ejecuta una aproximación.

Nota.- Para las operaciones RNP AR APCH que requieren menos de 0,3 para evitar obstáculos o el terreno, la pérdida de la presentación de guía lateral se considera una condición de falla peligrosa (grave, importante). El AFM debería documentar los sistemas diseñados de un modo compatible con este efecto. Esta documentación debería describir la configuración específica de la aeronave o el modo de operación que logra precisión de navegación inferior a 0,3. Satisfacer este requisito puede sustituir el requisito general de equipo doble descrito antes.

5.2.3.3.3 *Guía para motor y al aire.* Una vez iniciada una maniobra de motor y al aire o aproximación frustrada [por medio de la activación de empuje de despegue/motor y al aire (TOGA) u otros medios], el modo de guía de vuelo debería permanecer en LNAV para habilitar la guía de derrota continua durante un tramo RF. Si la aeronave no tiene esta capacidad, se aplican los siguientes requisitos:

- a) Si la aeronave apoya tramos RF, la trayectoria lateral después de iniciar una maniobra de motor y al aire (TOGA) (dado un segmento recto de 50 segundos como mínimo entre el punto final de RF y la DA) debe estar a menos de 1° de la derrota definida por el segmento recto a través del punto DA. El viraje anterior puede tener una amplitud de ángulo arbitraria y el radio pequeño, tan pequeño como 1 NM, con velocidades proporcionadas con el entorno de aproximación y el radio del viraje.
- b) La tripulación de vuelo debe poder acoplar el piloto automático o el director de vuelo con el sistema RNP (activar LNAV) a 121 m (400 ft) AGL.

5.2.3.3.4 *Pérdida del GNSS.* Después de iniciar una maniobra de motor y al aire o una aproximación frustrada a raíz de la pérdida del GNSS, la aeronave debe revertir automáticamente a otro medio de navegación que satisfaga la precisión de navegación.

5.2.3.4. Requisitos para aproximaciones con aproximación frustrada inferior a RNP 1,0

5.2.3.4.1 *Punto de falla único.* Ningún punto de falla por sí solo puede causar la pérdida de guía que satisface la precisión de navegación relacionada con el procedimiento de aproximación frustrada. Típicamente, la aeronave debe tener por lo menos el siguiente equipo: sensores GNSS dobles, sistemas de gestión de vuelo dobles, sistemas de datos aerodinámicos dobles, pilotos

automáticos dobles y una unidad de referencia inercial (IRU) única.

5.2.3.4.2 *Garantía de diseño.* La garantía de diseño del sistema debe ser compatible con por lo menos una condición de falla importante para la pérdida de guía lateral o vertical en una RNP AR APCH, en que se requiere RNP inferior a 1,0 para evitar obstáculos o el terreno mientras se ejecuta una aproximación frustrada.

Nota.- Para las operaciones de aproximación frustrada RNP AR APCH que requieren menos de 1,0 para evitar obstáculos o el terreno, la pérdida de la presentación de guía lateral se considera una condición de falla peligrosa (grave, importante). El AFM debería documentar los sistemas diseñados de un modo compatible con este efecto. Esta documentación debería describir la configuración específica de la aeronave o el modo de operación que logra precisión de navegación inferior a 1,0. Satisfacer este requisito puede sustituir el requisito general de equipo doble descrito antes.

5.2.3.4.3 *Guía para motor y al aire.* Una vez iniciada una maniobra de motor y al aire o aproximación frustrada [por medio de la activación de empuje de despegue/motor y al aire (TOGA) u otros medios], el modo de guía de vuelo debería permanecer en LNAV para permitir la guía de derrota continua durante un tramo RF. Si la aeronave no tiene esta capacidad, se aplican los siguientes requisitos:

- a) Si la aeronave apoya tramos RF, la trayectoria lateral después de iniciar una maniobra de motor y al aire (TOGA) (dado un tramo recto de 50 segundos como mínimo entre el punto final de RF y la DA) debe estar a menos de 1° de la derrota definida por el segmento recto a través del punto DA. El viraje anterior puede tener una amplitud de ángulo arbitraria y el radio, tan pequeño como 1 NM, con velocidades proporcionadas con el entorno de aproximación y el radio del viraje.
- b) La tripulación de vuelo debe poder acoplar el piloto automático o el director de vuelo con el sistema RNP (activar LNAV) a 122 m (400 ft) AGL.

5.2.3.4.4 *Pérdida de GNSS.* Después de iniciar una maniobra de motor y al aire o una aproximación frustrada a raíz de la pérdida de GNSS, la aeronave debe revertir automáticamente a otro medio de navegación que satisfaga la precisión de navegación.

5.3 Aeronavegabilidad continuada.-

5.3.1 Los explotadores de aeronaves aprobadas para realizar operaciones RNP AR APCH, deben asegurar la continuidad de la capacidad técnica de ellas para satisfacer los requisitos técnicos establecidos en esta CA.

5.3.2 Cada explotador que solicite una aprobación operacional RNP AR APCH, deberá presentar a la AAC del Estado de matrícula un programa de mantenimiento e inspección que incluya todos aquellos requisitos de mantenimiento necesarios para asegurar que los sistemas de navegación sigan cumpliendo el criterio de aprobación RNP AR APCH.

5.3.3 Los siguientes documentos de mantenimiento deben ser revisados, según corresponda, para incorporar los aspectos RNP AR APCH:

- a) Manual de control de mantenimiento (MCM);
- b) Catálogos ilustrados de partes (IPC); y
- c) Programa de mantenimiento.

5.3.4 El programa de mantenimiento aprobado para las aeronaves afectadas debe incluir las prácticas de mantenimiento que se indican en los correspondientes manuales de mantenimiento del fabricante de la aeronave y de sus componentes y debe considerar:

- a) que los equipos involucrados en la operación RNP AR APCH deben mantenerse de acuerdo con las instrucciones del fabricante de los componentes;
- b) que cualquier modificación o cambio del sistema de navegación que afecte de cualquier forma

a la aprobación inicial RNP AR APCH, debe ser objeto de comunicación y revisión por la AAC para su aceptación o aprobación de dichos cambios previo a su aplicación; y

- c) que cualquier reparación que no se incluya en la documentación aprobada/aceptada de mantenimiento y que pueda afectar a la integridad de la performance de navegación, debe ser objeto de comunicación a la AAC para su aceptación o aprobación de las mismas.

5.3.5 Dentro de la documentación relativa al mantenimiento RNP, se debe presentar el programa de instrucción del personal de mantenimiento, que entre otros aspectos, debe contemplar:

- a) concepto PBN;
- b) aplicación de la RNP AR APCH;
- c) equipos involucrados en una operación RNP AR APCH; y
- d) utilización de la MEL.

6. Aprobación operacional

6.1 Bases reglamentarias.-

6.1.1 La aprobación de aeronavegabilidad por sí sola no autoriza a un solicitante o explotador a realizar operaciones RNP AR APCH. Además de la aprobación de aeronavegabilidad, el solicitante o explotador debe obtener una aprobación operacional para confirmar la adecuación de los procedimientos normales y de contingencia respecto a la instalación del equipo particular.

6.1.2 En transporte aéreo comercial, la AAC del Estado del explotador llevará a cabo la evaluación de la solicitud para una aprobación operacional RNP AR APCH según las reglas de operación vigentes (p. ej., RAB 121.995 (b) y RAB 135.565 (c) o equivalentes) apoyadas por los criterios descritos en esta sección.

6.1.3 Para la aviación general, El Estado de matrícula será el responsable de la evaluación de la solicitud para una aprobación operacional RNP AR APCH según las reglas de operación vigentes. (p. ej., RAB 91.1015 y RAB 91.1640 o equivalentes) apoyadas por los criterios establecidos en esta sección.

6.2 Requisitos para obtener la aprobación operacional.-

6.2.1 Para obtener la autorización RNP AR APCH, el explotador cumplirá los siguientes pasos considerando los criterios establecidos en los Párrafos 7, 8, 9 y 10.

- a) *Aprobación de aeronavegabilidad.-* las aeronaves deberán contar con las correspondientes aprobaciones de aeronavegabilidad según lo establecido en el Párrafo 5 de esta sección.
- b) *Solicitud.-* El explotador presentará a la AAC la siguiente documentación:
 - 1) *la solicitud para obtener una autorización RNP AR APCH;*
 - 2) *documentación de calificación de la aeronave.-* Documentación que demuestre que el equipo de la aeronave propuesta satisface los requisitos descritos en el Párrafo 5. Esta documentación deberá contener cualquier requisito de equipo hardware y software, procedimientos y limitaciones.
 - 3) *Tipo de aeronave y descripción del equipo de la aeronave que va a ser utilizado.-* El explotador proveerá una lista de configuración que detalle los componentes pertinentes y el equipo que va a ser utilizado en la operación. La lista deberá incluir cada fabricante, modelo y versión del software del FMS instalado.
 - 4) *Procedimientos y prácticas de operación.-* Los manuales de un explotador comercial o privado deben indicar adecuadamente las características del área propuesta de operación y las prácticas y procedimientos operacionales (de navegación) identificados en el Párrafo

- 7 de esta sección. Los explotadores RAB 91 deberán confirmar que operarán utilizando prácticas y procedimientos identificados.
- 5) *Programa de validación de los datos de navegación.*- El explotador presentará los detalles del programa de validación de los datos de navegación según la CA 91-009 de la DGAC.
 - 6) *Programas de instrucción para la tripulación de vuelo.* De acuerdo con el Párrafo 8 de esta sección, los explotadores deben remitir los sílabos de instrucción y otro material didáctico apropiado para demostrar que las operaciones han sido incorporadas dentro de sus programas. Los programas de instrucción deben de manera adecuada referirse a las características especiales del área propuesta de operación y a las prácticas y procedimientos de operación (navegación) identificados en el Párrafo 7 de esta sección.
 - 7) *Instrucción en simulador de vuelo.*- Los explotadores deben remitir una descripción de la instrucción a ser conducida utilizando simulación, los créditos otorgados para la simulación, la calificación del simulador y como esta instrucción será utilizada para la calificación en línea de los pilotos. Normalmente este adiestramiento estará incluido en el programa de instrucción de la tripulación de vuelo.
 - 8) *Programas de instrucción para despachadores y seguidores de vuelo.*- Los explotadores remitirán los sílabos de instrucción y otro material didáctico apropiado para demostrar que los procedimientos para este personal han sido incorporados dentro de sus programas según los lineamientos establecidos en el Párrafo 8 de esta sección.
 - 9) *Programa de instrucción para el personal de mantenimiento.*- Los explotadores remitirán los sílabos de instrucción correspondientes al personal de mantenimiento según lo establecido en el Párrafo 5.3.5.
 - 10) *Manual de operaciones y listas de verificación.*- Los explotadores remitirán los manuales de operación y las listas de verificación que incluyan información y guía relacionada con los procedimientos contenidos en el Párrafo 7 de esta sección.
 - 11) *Procedimientos de mantenimiento.*- De acuerdo con el Párrafo 5, el explotador remitirá los procedimientos de mantenimiento que incluyan las instrucciones de aeronavegabilidad y mantenimiento de los sistemas y equipo a ser utilizados en la operación. El explotador proveerá un procedimiento para remover y luego retornar una aeronave a la capacidad operacional RNP AR APCH.
 - 12) *Programa de monitoreo RNP AR APCH.*- El explotador debe remitir un programa que recopile datos sobre los procedimientos RNP AR APCH realizados. Cada operación debe ser registrada y los intentos no satisfactorios deben incluir los factores que previnieron la finalización exitosa de una operación.
 - 13) *MEL.*- El explotador remitirá cualquier revisión a la MEL, necesaria para la realización de las operaciones.
 - 14) *Validación.*- El explotador remitirá un plan de pruebas de validación para demostrar que es capaz de realizar la operación propuesta. El plan de validación al menos deberá incluir lo siguiente:
 - (a) una declaración que indique que el plan de validación ha sido designado para demostrar la capacidad de la aeronave en la ejecución de los procedimientos RNP AR APCH;
 - (b) los procedimientos de operación y de despacho del explotador; y
 - (c) los procedimientos de la MEL.

Nota 1.- El plan de validación deberá beneficiarse de los dispositivos de instrucción en tierra, simuladores de vuelo y demostraciones de las aeronaves. Si la validación es conducida en una aeronave, ésta debe ser realizada de día y en VMC.

Nota 2.- las validaciones pueden ser requeridas para cada fabricante, modelo y versión de software del FMS instalado.

- 15) *Condiciones o limitaciones necesarias o requeridas para las autorizaciones.-* El explotador remitirá cualquier condición o limitación que sean necesaria o requerida para las autorizaciones.
- 16) *Evaluación de la seguridad operacional de vuelo (FOSA).-* El explotador remitirá la metodología y el proceso desarrollado.
- c) *Impartición de la instrucción.-* Una vez aceptadas o aprobadas las enmiendas a los manuales, programas y documentos remitidos y antes de iniciar las operaciones RNP AR APCH, el explotador impartirá la instrucción requerida a su personal.
- d) *Vuelos de validación.-* Los vuelos de validación se realizarán de acuerdo con los criterios y procedimientos establecidos en el Capítulo 11 - Pruebas de validación del Volumen II, Parte II de este manual. Para determinar si el vuelo de validación puede llevarse a cabo en operaciones comerciales se consultará el Capítulo 11 referido. Estos vuelos se llevarán a cabo de conformidad con el Subpárrafo 6.2.1 b) 14) anterior.
- e) *Emisión de la autorización provisional para realizar operaciones RNP AR APCH.-* Una vez que el explotador ha finalizado con éxito el proceso de aprobación operacional, la AAC emitirá al explotador la autorización provisional para que realice operaciones RNP AR APCH.
 - 1) *Explotadores RAB 121 y/o 135.-* Para explotadores RAB 121 y/o RAB 135, la AAC emitirá las correspondientes OpSpecs que reflejarán la autorización provisional RNP AR APCH.
 - 2) *Explotadores RAB 91.-* Para explotadores RAB 91, la AAC emitirá una carta de autorización (LOA) en la que se emitirá una autorización provisional para realizar operaciones RNP AR APCH según los lineamientos de esta sección.
- f) *Emisión de la autorización final.-* La AAC emitirá las OpSpecs enmendadas o la LOA enmendada, autorizando la utilización de los mínimos más bajos aplicables después que los explotadores han completado satisfactoriamente el período de tiempo y el número de aproximaciones requeridas por la AAC.

La autorización debería identificar el tipo de procedimientos para el cual se otorga la aprobación al explotador: la menor precisión de navegación, procedimientos con tramos RF y procedimientos con precisión requerida en la aproximación frustrada inferior a 1,0 NM. Las configuraciones del equipo, los modos de selección y los procedimientos de la tripulación deben definirse para cada tipo de procedimiento RNP AR APCH.

7. Procedimientos de operación

También se requiere la aprobación operacional para confirmar que los procedimientos normales y de contingencia del explotador son adecuados para la instalación del equipo en particular. Los siguientes procedimientos deberán ser observados por los explotadores, pilotos y despachadores de vuelo:

7.1 Consideraciones previas al vuelo.-

7.1.1 *Lista de equipo mínimo (MEL).* La MEL del explotador debería ser elaborada/revisada para prever los requisitos respecto al equipo para las aproximaciones por instrumentos RNP AR APCH. La orientación para estos requisitos respecto al equipo se obtiene del fabricante de la aeronave. El equipo requerido puede depender de la precisión de navegación deseada y de si la aproximación frustrada requiere una RNP inferior a 1,0. Por ejemplo, el GNSS y el piloto automático son típicamente obligatorios para una precisión de navegación pequeña. El equipo doble es típicamente obligatorio para aproximaciones que usan mínimos inferiores a RNP 0,3 y/o cuando la aproximación frustrada tiene una RNP inferior a 1,0. Para todos los procedimientos RNP AR APCH se requiere un sistema de advertencia y alarma de impacto (TAWS) de clase A. Se recomienda que

el TAWS use una altitud que compense los efectos de la presión y temperatura locales (por ejemplo, altitud barométrica y GNSS corregida) e incluye datos importantes sobre el terreno y los obstáculos. La tripulación de vuelo debe conocer el equipo requerido.

7.1.2 *Piloto automático y director de vuelo.* Los procedimientos RNP AR APCH con una precisión de navegación inferior a RNP 0,3 o con tramos RF requieren el uso de un piloto automático o director de vuelo controlado por un sistema RNP en todos los casos. Por lo tanto, el piloto automático/director de vuelo debe funcionar con precisión adecuada para seguir las trayectorias laterales y verticales requeridas por un procedimiento RNP AR APCH específico. Cuando el despacho de un vuelo se funda en realizar una RNP AR APCH que requiere piloto automático en el aeródromo de destino y/o de alternativa, el despachador debe cerciorarse de que el piloto automático está instalado y en condiciones de funcionamiento.

7.1.3 *Evaluación de la RNP en el despacho.* El explotador debe tener una capacidad predictiva de performance que pueda pronosticar si la RNP especificada estará disponible, o no, a la hora y en el lugar de una operación RNP AR APCH deseada. Esta capacidad puede ser un servicio en tierra y no es necesario que esté instalada en el equipo de aviónica de la aeronave. El explotador debe establecer procedimientos que requieren el uso de esta capacidad, tanto como una herramienta de despacho previo al vuelo como una herramienta después del vuelo en el caso de informes sobre fallas. La evaluación RNP debe tener en cuenta la combinación específica de la capacidad de la aeronave (sensores e integración).

- a) *Evaluación RNP con actualización GNSS.* Esta capacidad de predicción debe responder por interrupciones conocidas y predichas del servicio de los satélites GNSS u otras repercusiones en los sensores del sistema de navegación. El programa de predicción no debería usar un ángulo de enmascaramiento de menos de 5°, dado que la experiencia operacional indica que las señales de satélite a baja altura no son fiables. La predicción debe usar la constelación GPS real con el algoritmo (RAIM) (o equivalente) idéntico al utilizado en el equipo real. Para las RNP AR APCH con terreno elevado, debe usarse un ángulo de enmascaramiento apropiado para el terreno.
- b) Inicialmente, los procedimientos RNP AR APCH requieren actualización GNSS.

7.1.4 *Exclusión de radioayudas para la navegación.* El explotador debe establecer procedimientos para excluir las instalaciones de radioayudas para la navegación de conformidad con los NOTAM (por ejemplo, DME, VOR, localizadores). Las verificaciones internas de razonabilidad de la aviónica quizá no sean adecuadas para las operaciones RNP AR APCH.

7.1.5 *Vigencia de la base de datos de navegación.* Durante la inicialización del sistema, los pilotos de aeronaves equipadas con un sistema RNP certificado deben confirmar que la base de datos de navegación está vigente. Se espera que las bases de datos de navegación estén vigentes por la duración del vuelo. Si el ciclo AIRAC cambia durante el vuelo, los explotadores deben establecer procedimientos para asegurar la precisión de los datos de navegación, e incluso si las instalaciones de navegación usadas para definir las rutas y procedimientos para el vuelo son adecuadas. Habitualmente, esto se ha logrado verificando los datos electrónicos comparándolos con productos impresos. Una forma aceptable es comparar las cartas aeronáuticas (nuevas y viejas) para verificar los puntos de referencia de navegación antes del despacho. Si se publica una carta enmendada para el procedimiento, la base de datos no se debe usar para realizar la operación.

7.2 Consideraciones durante el vuelo.-

7.2.1 *Modificación del plan de vuelo.* Los pilotos no están autorizados a realizar un procedimiento RNP AR APCH publicado a menos que pueda extraerse de la base de datos de navegación de la aeronave por el nombre del procedimiento y que sea conforme al procedimiento publicado. La trayectoria lateral no debe ser modificada, con excepción de aceptar una autorización para ir directamente a un punto de referencia en el procedimiento de aproximación que está antes del FAF y que no precede inmediatamente un tramo RF. La única otra modificación permitida al procedimiento

cargado es cambiar las restricciones de altitud y/o velocidad aerodinámica del punto de recorrido en los segmentos inicial, intermedio o final de la aproximación frustrada (por ejemplo, aplicar correcciones de baja temperatura o cumplir una autorización/instrucción del ATC).

7.2.2 *Lista de equipo obligatoria.* La tripulación de vuelo debe tener una lista de equipo obligatoria para realizar operaciones RNP AR APCH u otros medios para resolver en vuelo fallas de equipo que prohíben RNP AR APCH (por ejemplo, un manual de referencia rápida).

7.2.3 *Gestión RNP.* Los procedimientos de operación de la tripulación de vuelo deben asegurar que el sistema de navegación use la precisión de navegación apropiada durante toda la aproximación. Si en la carta de aproximación figuran múltiples mínimas relacionadas con una precisión de navegación diferente, la tripulación debe confirmar que se ha ingresado en el sistema RNP la precisión de navegación deseada. Si el sistema de navegación no extrae y establece la precisión de navegación de la base de datos de navegación de a bordo para cada tramo del procedimiento, los procedimientos de operación de la tripulación de vuelo deben asegurar que antes de iniciar la aproximación [por ejemplo, antes del punto de referencia de aproximación inicial (IAF)] se selecciona la menor precisión de navegación requerida para completar la aproximación o la aproximación frustrada. Diferentes IAF pueden tener diferentes valores de precisión de navegación, que están anotados en la carta de aproximación.

7.2.4 *Actualización GNSS.* Inicialmente, todos los procedimientos de aproximación por instrumentos RNP AR APCH requieren actualización GNSS de la solución de posición de navegación. La tripulación de vuelo debe cerciorarse de que la actualización GNSS está disponible antes de comenzar la RNP AR APCH. Durante la aproximación, si en cualquier momento se pierde la actualización GNSS y el sistema de navegación no tiene la performance para continuar la aproximación, la tripulación de vuelo debe abandonar la RNP AR APCH a menos que el piloto tenga a la vista las referencias visuales necesarias para continuar la aproximación.

7.2.5 *Actualización por radio.* La iniciación de todos los procedimientos RNP AR APCH se basan en la disponibilidad de actualización GNSS. Excepto cuando un procedimiento se designe específicamente como “no autorizado”, la actualización DME/DME puede usarse como un modo reversionario durante la aproximación o la aproximación frustrada cuando el sistema satisface la precisión de navegación. La actualización VOR no está autorizada en este momento. La tripulación de vuelo debe cumplir los procedimientos del explotador para inhibir instalaciones específicas.

7.2.6 *Confirmación del procedimiento de aproximación.* La tripulación de vuelo debe confirmar que se ha seleccionado el procedimiento correcto. Este proceso incluye confirmación de la secuencia de puntos de recorrido, razonabilidad de los ángulos de derrota y distancias, y todo otro parámetro que el piloto pueda alterar, tales como restricciones de altitud o velocidad. No se puede usar un procedimiento si la validez de la base de datos de navegación está en duda. Debe usarse una presentación textual del sistema de navegación o una presentación cartográfica de navegación.

7.2.7 *Vigilancia de desviaciones de la derrota.* Los pilotos deben usar un indicador de desviación lateral, director de vuelo y/o piloto automático en el modo de navegación lateral en los procedimientos RNP AR APCH. Los pilotos de las aeronaves con un indicador de desviación lateral deben asegurarse de que la escala del indicador de desviación lateral (deflexión máxima) es adecuada para la precisión de navegación relacionada con los diversos segmentos del procedimiento RNP AR APCH. Se espera que todos los pilotos mantengan el eje de la ruta, como lo representan los indicadores de desviación lateral y/o guía de vuelo de a bordo durante todas las operaciones RNP descritas en este manual, a menos que estén autorizados a desviarse por el ATC o en condiciones de emergencia. Para las operaciones normales, el error/desviación lateral (la diferencia entre la trayectoria calculada por el sistema RNP y la posición de la aeronave con relación a la trayectoria) deberían limitarse a $\pm 1/2$ de la precisión de navegación correspondiente al segmento del procedimiento. Las desviaciones breves de esta norma (por ejemplo, recorrer una distancia demasiado larga o demasiado corta) durante o inmediatamente después de un viraje, están permitidas hasta un máximo igual a la precisión del tramo del procedimiento.

7.2.8 La desviación vertical no excederá de 22 m (75 ft) durante el tramo de aproximación final. La desviación vertical debería vigilarse por encima y por debajo de la trayectoria de planeo; si bien estar por encima de la trayectoria de planeo da un margen respecto a los obstáculos en la aproximación final, esto puede resultar en una decisión de motor y al aire más cerca de la pista y reducir el margen respecto a los obstáculos en la aproximación frustrada.

7.2.9 Los pilotos deben ejecutar una aproximación frustrada si la desviación lateral excede de $1 \times \text{RNP}$ o la desviación vertical excede de 22 m (75 ft), a menos que el piloto tenga a la vista las referencias visuales requeridas para continuar la aproximación.

- a) Las presentaciones de navegación de algunas aeronaves no incorporan desviaciones laterales o verticales a escala para cada operación RNP AR APCH en el campo de visión óptimo del piloto. Cuando se use una carta móvil, un indicador de desviación vertical de baja resolución (VDI), o presentación numérica de desviaciones, la instrucción y los procedimientos de la tripulación de vuelo deben asegurar la eficacia de estas presentaciones. Típicamente, esto supone la demostración del procedimiento con varias tripulaciones capacitadas y la inclusión de este procedimiento de vigilancia en el programa de instrucción periódica sobre RNP AR APCH.
- b) Para las instalaciones que usan un CDI para el seguimiento de la trayectoria lateral, el manual de vuelo de la aeronave (AFM) o la guía de calificación de la aeronave deberían indicar para qué precisión de navegación y qué operaciones tiene capacidad la aeronave y los efectos operacionales en la escala CDI. La tripulación de vuelo debe conocer el valor de deflexión máxima del CDI. La aviónica puede establecer automáticamente la escala del CDI (dependiendo de la fase de vuelo) o la tripulación de vuelo puede establecer la escala manualmente. Si la tripulación de vuelo selecciona manualmente la escala del CDI, el explotador debe tener procedimientos e instrucción para asegurar que la escala del CDI que se ha seleccionado es apropiada para la operación RNP prevista. El límite de desviación debe aparecer fácilmente una vez dada la escala (por ejemplo, deflexión máxima).

7.2.10 *Verificación cruzada del sistema.* Para las aproximaciones con una precisión de navegación inferior a RNP 0,3, la tripulación de vuelo debe vigilar la guía lateral y vertical proporcionada por el sistema de navegación asegurándose de que es compatible con otros datos y presentaciones disponibles proporcionadas por un medio independiente.

Nota.- Esta verificación cruzada quizá no sea necesaria si los sistemas de guía lateral y vertical se han construido de un modo compatible con una condición de falla peligrosa (grave, importante) respecto a la información errónea y si la performance normal del sistema da apoyo para el confinamiento del espacio aéreo.

7.2.11 *Procedimientos con tramos RF.* Un procedimiento RNP AR APCH puede requerir la capacidad de ejecutar un tramo RF para evitar el terreno u obstáculos. Dado que no todas las aeronaves tienen esta capacidad, las tripulaciones de vuelo deben estar conscientes de si ellas pueden realizar estos procedimientos. Cuando se vuela en un tramo RF, es indispensable que la tripulación de vuelo cumpla los requisitos de la trayectoria deseada para mantener la derrota prevista.

- a) Si se inicia una maniobra de motor y al aire durante o después de un tramo RF, la tripulación de vuelo debe tener conciencia de la importancia de mantener la trayectoria publicada lo más exactamente posible. Los procedimientos operacionales son obligatorios para las aeronaves que no permanecen en LNAV cuando se inicia una maniobra de motor y al aire para asegurar que se mantiene la derrota RNP AR APCH.
- b) Los pilotos no deben exceder las velocidades aerodinámicas máximas indicadas en la Tabla 7-1 durante todo el tramo RF. Por ejemplo, una Categoría C A320 debe disminuir la velocidad a 160 KIAS en el FAF o puede volar con una velocidad de 185 KIAS si usa Categoría D mínima. Una aproximación frustrada antes de la altitud de decisión (DA) puede hacer que sea obligatorio mantener la velocidad para ese segmento.

Tabla 7-1 - Velocidad aerodinámica máxima por segmento y categoría

<i>Velocidad aerodinámica indicada (nudos)</i>					
<i>Segmento</i>	<i>Velocidad aerodinámica indicada por categoría de aeronave</i>				
	<i>Cat A</i>	<i>Cat B</i>	<i>Cat C</i>	<i>Cat D</i>	<i>Cat E</i>
Inicial e intermedio (IAF a FAF)	150	180	240	250	250
Final (FAF a DA)	100	130	160	185	Según especificación
Aproximación frustrada (DA a MAHF)	110	150	240	265	Según especificación
Restricción a la velocidad aerodinámica*	Según especificación				
* Las restricciones a la velocidad aerodinámica deben usarse para reducir el radio de los virajes independientemente de la categoría de la aeronave.					

7.2.12 *Compensación de temperatura.* Para las aeronaves con capacidad de compensación de temperatura, las tripulaciones de vuelo pueden no tener en cuenta los límites de temperatura en los procedimientos RNP AR APCH si el explotador proporciona instrucción a los pilotos sobre el uso de la función de compensación de temperatura. La compensación de temperatura por el sistema se aplica para la guía VNAV y no es un sustituto para que la tripulación de vuelo compense los efectos de la baja temperatura en las altitudes mínimas o en la altitud de decisión. Las tripulaciones de vuelo deberían estar familiarizadas con los efectos de la compensación de temperatura sobre la interceptación de la trayectoria compensada descrita en ED-75B de EUROCAE/DO-236B de RTCA, Apéndice H.

7.2.13 *Reglaje del altímetro.* Debido al margen de franqueamiento de obstáculos reducido inherente a los procedimientos de aproximación por instrumentos RNP AR APCH, la tripulación de vuelo debe cerciorarse de que el reglaje del altímetro se haga para el aeropuerto local antes del punto de referencia de aproximación final (FAF). La ejecución de un procedimiento de aproximación por instrumentos RNP AR APCH requiere que el reglaje del altímetro se ajuste al aeropuerto en el que se prevé aterrizar. No se permite el reglaje del altímetro a distancia.

7.2.14 *Verificación cruzada del altímetro.* La tripulación de vuelo debe completar una verificación cruzada del altímetro para asegurarse de que los altímetros de ambos pilotos coinciden antes de 30 m (± 100 ft) del FAF, pero no antes del IAF. Si la verificación cruzada del altímetro fracasa, el procedimiento no puede continuar. Si los sistemas de aviónica proporcionan un sistema de advertencia comparador para los altímetros de los pilotos, los procedimientos de la tripulación de vuelo deberían tener en cuenta las medidas que deben tomar si se produce una advertencia del comparador para los altímetros de los pilotos cuando se realiza un procedimiento RNP AR APCH.

Nota. - Esta verificación cruzada operacional no es necesaria si la aeronave compara automáticamente las altitudes a menos de 30 m (100 ft) [véase también párrafos de presentaciones en pantalla y presentación de la altitud barométrica].

7.2.15 *Transiciones de altitud VNAV.* El sistema VNAV barométrico de la aeronave proporciona guía vertical de paso y puede resultar en una trayectoria que comienza para interceptar la trayectoria de planeo antes del FAF a fin de asegurar una transición suave. El pequeño desplazamiento vertical

que puede ocurrir en una restricción vertical (por ejemplo, el FAF se considera operacionalmente aceptable, y deseable, para asegurar una captura asintótica de un nuevo (siguiente) segmento vertical. Esta desviación momentánea por debajo de la altitud mínima publicada del procedimiento es aceptable siempre que la desviación se limite a no más de 30 m (100 ft) y sea el resultado de una captura VNAV normal. Esto se aplica tanto en los segmentos de “nivelación” como de “obtención de altitud” que siguen a un ascenso o descenso, al inicio de un segmento de ascenso o descenso vertical o cuando se unen a trayectorias de ascenso o descenso con pendientes diferentes.

7.2.16 *Pendiente de ascenso no normalizada.* Cuando el explotador prevé usar una DA asociada con una pendiente de ascenso no normalizada para una aproximación frustrada, debe asegurarse de que la aeronave podrá cumplir el requisito de pendiente de ascenso publicada para la carga de la aeronave, las condiciones atmosféricas y los procedimientos de operación previstos antes de realizar la operación. Cuando los explotadores tienen especialistas en performance que determinan si sus aeronaves pueden cumplir los requisitos respecto a las pendientes de ascenso publicadas, los especialistas deberían proporcionar a los pilotos información que les indique la pendiente de ascenso que pueden esperar lograr.

7.2.17 *Procedimientos con un motor fuera de servicio.* Las aeronaves pueden demostrar un error técnico de vuelo aceptable con un motor que no funciona para realizar operaciones RNP AR APCH. De no ser así, las tripulaciones de vuelo deben adoptar medidas apropiadas en caso de falla de un motor durante una aproximación de modo que no se requiera una calificación específica de la aeronave. La calificación de la aeronave debería identificar los límites de performance en caso de falla del motor para dar apoyo a la definición de los procedimientos apropiados de la tripulación de vuelo. Debería prestarse atención particular a los procedimientos con pendientes no normalizadas publicadas.

7.2.18 *Aproximación frustrada o motor y al aire.* Cuando sea posible, la aproximación frustrada requerirá RNP 1,0. La aproximación frustrada de estos procedimientos es similar a una aproximación frustrada de una aproximación RNP APCH. Cuando sea necesario, en la aproximación frustrada se usará una precisión de navegación inferior a RNP 1,0. La aprobación para realizar estas aproximaciones, el equipamiento y los procedimientos deben satisfacer los criterios mencionados en 5.2.3.4, “Requisitos para aproximaciones con aproximación frustrada inferior a RNP 1,0”.

7.2.19 En muchas aeronaves, cuando se ejecuta una maniobra de motor y al aire o de aproximación frustrada, la activación de empuje de despegue/motor y al aire (TOGA) puede causar un cambio en la navegación lateral, es decir, que TOGA desactiva el piloto automático y el director de vuelo de la guía LNAV, y el director de vuelo revierte al mantenimiento de la derrota derivado del sistema inercial. En estos casos, se debería volver a activar la guía LNAV para el piloto automático y el director de vuelo tan pronto como sea posible.

7.2.10 Los procedimientos y la instrucción de la tripulación de vuelo deben tener en cuenta las repercusiones en la capacidad de navegación y la guía de vuelo si el piloto inicia una maniobra de motor y al aire mientras la aeronave está en un viraje. Cuando se inicia temprano una maniobra de motor y al aire, la tripulación de vuelo debería seguir el resto de la derrota de aproximación y la derrota de aproximación frustrada, a menos que el ATC haya dado una autorización diferente. La tripulación de vuelo también debería estar consciente de que los tramos RF están diseñados tomando como base la velocidad verdadera máxima a altitudes normales, y que iniciando temprano una maniobra de motor y al aire se reducirá el margen de maniobra con la posibilidad de que resulte impráctico mantener el viraje a velocidades de aproximación frustrada.

7.2.11 Con la pérdida de la actualización GNSS, la guía RNAV puede comenzar a “navegar” con la IRU, si está instalada, y derivar, degradando la solución de posición de navegación. Por lo tanto, cuando las operaciones de aproximación frustrada RNP AR APCH se basan en la “navegación” IRU, la guía inercial solo puede proporcionar guía RNP por una cantidad de tiempo especificada.

7.2.12 *Procedimientos de contingencia — falla en ruta.* La capacidad RNP de la aeronave depende del equipo de la aeronave que funciona y del GNSS. La tripulación de vuelo debe poder

evaluar las repercusiones de la falla del equipo en la RNP AR APCH anticipada y tomar las medidas apropiadas. Como se describe en párrafo relacionado con la “Evaluación RNP en el despacho”, la tripulación de vuelo también debe ser capaz de evaluar las repercusiones de cambios en la constelación GNSS y tomar las medidas apropiadas.

7.2.13 *Procedimientos de contingencia — falla en la aproximación.* Es necesario que los procedimientos de contingencia del explotador tengan en cuenta por lo menos las siguientes condiciones: falla de los componentes del sistema RNP, incluidas las que afectan a la performance de desviación lateral y vertical (por ejemplo, fallas de un sensor GPS, del director de vuelo o del piloto automático); y pérdida de señal en el espacio para la navegación (pérdida o degradación de la señal externa).

8. Programa de instrucción

El explotador debe proporcionar instrucción para el personal clave (por ejemplo, miembros de la tripulación de vuelo y despachadores de vuelo) sobre el uso y la aplicación de procedimientos RNP AR APCH. Para la operación de aeronaves en condiciones de seguridad durante operaciones RNP AR APCH es crítica una comprensión cabal de los procedimientos operacionales y las mejores prácticas. Este programa debe proporcionar suficientes detalles sobre los sistemas de control de vuelo y navegación de la aeronave a fin de que los pilotos estén capacitados para identificar las fallas que afectan a la capacidad RNP de la aeronave y también los procedimientos anormales/de emergencia apropiados. La instrucción debe incluir evaluaciones de los conocimientos y la pericia de los miembros de la tripulación y también de las funciones de los despachadores.

8.1 Responsabilidades del explotador.-

- a) Cada explotador es responsable de la instrucción de las tripulaciones de vuelo para las operaciones RNP AR APCH específicas ejecutadas por el explotador. El explotador debe incluir instrucción sobre los diferentes tipos de procedimientos RNP AR APCH y el equipo requerido. La instrucción debe incluir el examen de los requisitos reglamentarios RNP AR APCH. El explotador debe incluir estos requisitos y procedimientos en sus manuales de operaciones de vuelo e instrucción (cuando corresponda). Estos textos deben abarcar todos los aspectos de las operaciones RNP AR APCH del explotador, incluida la autorización operacional aplicable (por ejemplo, especificaciones para las operaciones). Los miembros del personal deben haber completado el segmento de instrucción en vuelo o en tierra apropiado antes de participar en operaciones RNP AR APCH.
- b) Los segmentos de instrucción de vuelo deben incluir instrucción y módulos de verificación representativos del tipo de operaciones RNP AR APCH que realiza el explotador durante las actividades de vuelo orientadas a las líneas aéreas. Muchos explotadores pueden dar instrucción para procedimientos RNP AR APCH en el marco de las normas y disposiciones de instrucción establecidas para programas de capacitación avanzada (AQP). Ellos pueden realizar evaluaciones en escenarios de instrucción de vuelo orientada a las líneas aéreas (LOFT), escenarios de instrucción sobre sucesos seleccionados (SET) o una combinación de ambos. El explotador puede realizar los módulos de instrucción de vuelo requeridos en aparatos de instrucción de vuelo, simuladores de aeronaves y otros aparatos de instrucción avanzados siempre que estos aparatos de instrucción reproduzcan fielmente el equipo del explotador y las operaciones RNP AR APCH.
- c) Los explotadores deben abordar la instrucción básica RNP AR APCH y las calificaciones durante los programas de instrucción y calificación básica, de transición, de actualización, periódica, sobre diferencias o independiente en la respectiva categoría de calificación. Las normas de calificación evalúan la capacidad de cada piloto para comprender y usar correctamente los procedimientos RNP AR APCH (Evaluación inicial RNP AR APCH). El explotador debe elaborar también normas de calificación periódica para asegurarse de que sus

tripulaciones de vuelo mantienen el conocimiento y las competencias RNP AR APCH apropiadas (calificación periódica RNP AR APCH).

- d) Los explotadores pueden abordar los temas de operaciones RNP AR APCH separadamente o integrarlos con otros elementos del programa de capacitación. Por ejemplo, una calificación RNP AR APCH de la tripulación de vuelo puede concentrarse en una aeronave específica durante los cursos de transición, actualización o diferencias. La instrucción general también puede tratar la calificación RNP AR APCH, por ejemplo, durante la instrucción periódica o durante verificaciones tales como verificación periódica de las competencias/evaluación de la capacitación orientada a las líneas aéreas o instrucción operacional especial. Un programa de calificación RNP AR APCH independiente también puede abarcar la instrucción RNP AR APCH, por ejemplo, completando un programa RNP AR APCH especial en un centro de instrucción del explotador o en bases de afectación designadas.
- e) Los explotadores que prevén recibir créditos por instrucción RNP cuando el programa que proponen se funda en instrucción previa (p. ej., IAP especiales sobre RNP), deben recibir autorización específica de su inspector de operaciones/inspector de operaciones de vuelo principal. Además del programa de instrucción RNP en curso, el transportista aéreo necesitará proporcionar instrucción sobre diferencias entre el programa de instrucción existente y los requisitos de instrucción RNP AR APCH.
- f) La instrucción para los despachadores de vuelo debe incluir: la explicación de los diferentes tipos de procedimientos RNP AR APCH, la importancia del equipo de navegación específico y otros equipos durante las operaciones RNP AR APCH y los requisitos y procedimientos reglamentarios RNP AR APCH. Los manuales de procedimiento e instrucción de los despachadores deben incluir estos requisitos (si son aplicables). Este material debe abarcar todos los aspectos de las operaciones RNP AR APCH del explotador, incluidas las autorizaciones aplicables [p. ej., OpsSpecs, manual de operaciones, módulos de especificaciones (MSpecs o LOA)]. Los miembros del personal deben haber completado el curso de instrucción pertinente antes de participar en operaciones RNP AR APCH. Además, la instrucción de los despachadores debe tratar de la forma de determinar la disponibilidad de RNP AR APCH (considerando las capacidades del equipo de la aeronave), los requisitos de la MEL, la performance de la aeronave y la disponibilidad de la señal de navegación (p. ej., GPS RAIM /herramienta predictiva de la capacidad RNP) para aeropuertos de destino y de alternativa.

8.2 Contenido de los segmentos de instrucción en tierra.-

8.2.1 En un programa académico de instrucción RNP AR APCH aprobado, durante la instrucción inicial de un miembro de la tripulación para sistemas y operaciones RNP AR APCH, los segmentos de la instrucción en tierra deben tratar como módulos de instrucción los temas indicados más adelante. Para los programas periódicos, en el plan de estudios es necesario examinar únicamente los temas obligatorios y tratar los elementos nuevos, revisados, o profundizados.

8.2.2 Conceptos generales de operación RNP AR APCH. La instrucción académica RNP AR APCH debe abarcar la teoría de sistemas RNP AR APCH en la medida apropiada para asegurar un uso operacional correcto. Las tripulaciones de vuelo deben comprender los conceptos básicos de operación, las clasificaciones y las limitaciones de los sistemas RNP AR APCH. La instrucción debe incluir conocimientos generales y la aplicación operacional de procedimientos de aproximación por instrumentos RNP AR APCH. Este módulo de instrucción debe tratar los siguientes elementos específicos:

- a) definición de RNP AR APCH;
- b) diferencias entre RNAV y RNP;
- c) tipos de procedimientos RNP AR APCH y familiarización con la cartografía de estos procedimientos;

- d) programación y presentación de RNP y presentaciones específicas en las aeronaves [p. ej., performance de navegación real (presentación ANP)];
- e) forma de activar y desactivar los modos de actualización de la navegación relacionados con la RNP;
- f) precisión de navegación apropiada para diferentes fases del vuelo y procedimientos RNP AR APCH y forma de seleccionar la precisión de navegación, si corresponde;
- g) uso de pronósticos GPS RAIM (o equivalente) y efectos de la disponibilidad de RAIM en procedimientos RNP AR APCH (tripulación de vuelo y despachadores);
- h) cómo y cuándo terminar la navegación RNP y transferir a navegación tradicional debido a la pérdida de RNP y/o equipo requerido;
- i) cómo determinar la vigencia de la base de datos y si la misma contiene los datos de navegación requeridos para usar puntos de recorrido GNSS;
- j) explicación de los diferentes componentes que contribuyen al error del sistema total y características de los mismos (p. ej., efecto de la temperatura en la baro-VNAV y características de deriva cuando se usa IRU sin ninguna actualización por radio);
- k) compensación de temperatura - las tripulaciones de vuelo que operan los sistemas de aviónica con compensación para errores altimétricos introducidos por desviaciones de la ISA pueden pasar por alto los límites de temperatura de los procedimientos RNP AR APCH, si el explotador proporciona la instrucción del piloto sobre el uso de la función de compensación de temperatura y la tripulación utiliza la función de compensación. Sin embargo, la instrucción también debe reconocer que la compensación de temperatura por el sistema es aplicable a la guía VNAV y no es un sustituto para que la tripulación de vuelo compense los efectos de la baja temperatura en altitudes mínimas o en la altitud de decisión.

8.2.3 *Comunicación y coordinación con ATC para usar RNP AR APCH.* La instrucción en tierra debe capacitar a las tripulaciones de vuelo sobre clasificaciones correctas del plan de vuelo y los procedimientos de control de tránsito aéreo (ATC) aplicables a las operaciones RNP AR APCH. Las tripulaciones de vuelo deben recibir instrucción sobre la necesidad de avisar al ATC inmediatamente cuando la performance del sistema de navegación de la aeronave deja de ser adecuada para que el procedimiento RNP AR APCH continúe. Las tripulaciones de vuelo deben saber también que los sensores de navegación constituyen la base para el cumplimiento de los requisitos RNP AR APCH y que sus miembros deben tener la capacidad de evaluar las repercusiones de una falla de aviónica o de una pérdida conocida de los sistemas de tierra sobre el resto del plan de vuelo.

8.2.4 *Componentes, controles, presentaciones y alertas del equipo RNP AR APCH.* La instrucción académica debe incluir el examen de terminología, simbología, operación, controles opcionales y características de presentación en pantalla RNP que incluyan elementos únicos de la implantación o los sistemas de un explotador. La instrucción debe abordar las alertas de fallas y las limitaciones del equipo pertinentes. Las tripulaciones de vuelo y los despachadores deberían lograr una comprensión completa del equipo que se usa en operaciones RNP y de las limitaciones al uso del equipo durante esas operaciones.

8.2.5 *Información del AFM y procedimientos operacionales.* El AFM y otras pruebas de admisibilidad de la aeronave deben tratar de los procedimientos de operaciones normales y anormales de la tripulación de vuelo, respuestas a las alertas de falla y toda limitación del equipo, incluida la información relacionada con los modos de operación RNP. La instrucción debe abordar también los procedimientos de contingencia para la pérdida o degradación de la capacidad RNP. Los manuales de operaciones de vuelo aprobados para su uso por las tripulaciones de vuelo [por ejemplo, manual de operaciones de vuelo (FOM) o manual de utilización del avión (POH)] deberían contener esta información.

8.2.6 *Disposiciones de operación de la MEL.* Las tripulaciones de vuelo deben tener un

conocimiento completo de los requisitos de la MEL respecto a las operaciones RNP AR APCH.

8.3 Contenido de los segmentos de instrucción en vuelo.-

8.3.1 Los programas de instrucción deben abarcar la ejecución correcta de los procedimientos RNP AR APCH de conformidad con la documentación del fabricante del equipo original (OEM). La instrucción operacional debe incluir: procedimientos y limitaciones RNP AR APCH; normalización de la configuración de las presentaciones electrónicas en el puesto de pilotaje durante un procedimiento RNP AR APCH; reconocimiento de avisos sonoros, alertas y otras indicaciones que pueden repercutir en el cumplimiento de un procedimiento RNP AR APCH; y respuestas oportunas y correctas ante la pérdida de capacidad RNP AR APCH en diversos escenarios, teniendo en cuenta el alcance de los procedimientos RNP AR APCH que el explotador prevé completar. En dicha instrucción se pueden usar también aparatos de instrucción o simuladores de vuelo aprobados. Esta instrucción debe abordar los siguientes elementos específicos:

- a) Procedimientos para verificar que el altímetro de cada piloto tiene el reglaje vigente antes de iniciar la aproximación final de un procedimiento RNP AR APCH, incluida toda limitación operacional relacionada con las fuentes para el reglaje del altímetro y la latencia de verificación y reglaje de los altímetros al aproximarse al FAF.
- b) Uso del radar de la aeronave, TAWS, GPWS u otros sistemas de aviónica para que la tripulación de vuelo vigile la derrota y evite condiciones meteorológicas y obstáculos.
- c) Efecto del viento en la performance de la aeronave durante los procedimientos RNP AR APCH y necesidad de permanecer dentro del área de confinamiento RNP, incluida toda limitación operacional debida al viento y la configuración de la aeronave que sea esencial para completar en condiciones de seguridad operacional un procedimiento RNP AR APCH.
- d) El efecto de la velocidad respecto al suelo sobre el cumplimiento de los procedimientos RNP AR APCH y restricciones al ángulo de inclinación lateral que repercuten en la capacidad de permanecer en el eje del rumbo. Para procedimientos RNP AR APCH, las aeronaves deben mantener las velocidades estándar asociadas con la categoría aplicable.
- e) La relación entre RNP y la línea de mínimos de aproximación en un procedimiento RNP AR APCH publicado y aprobado y cualquier limitación operacional, si la RNP se degrada o no está disponible antes de una aproximación (esto debería incluir procedimientos de la tripulación de vuelo fuera del FAF en comparación con dentro del FAF).
- f) Informes concisos y completos de la tripulación de vuelo para todos los procedimientos RNP AR APCH e importancia del papel que desempeña la gestión de los recursos en el puesto de pilotaje (CRM) para completar con éxito un procedimiento RNP AR APCH.
- g) Alertas debido a la carga y uso de datos de precisión de navegación incorrectos para un segmento deseado de un procedimiento RNP AR APCH.
- h) Requisito de performance para acoplar el piloto automático/director de vuelo a la guía lateral del sistema de navegación en procedimientos RNP AR APCH que requieren una RNP inferior a RNP 0,3.
- i) Importancia de la configuración de la aeronave para asegurar que ésta mantiene las velocidades requeridas durante los procedimientos RNP AR APCH.
- j) Sucesos que provocan una aproximación frustrada cuando se usa la capacidad RNP de la aeronave.
- k) Restricciones o limitaciones al ángulo de inclinación lateral en los procedimientos RNP AR APCH.
- l) Posible efecto perjudicial en la capacidad de realizar un procedimiento RNP AR APCH cuando se reduce el reglaje de los flaps o el ángulo de inclinación lateral, o se aumenta la velocidad

aerodinámica.

- m) Competencias y conocimientos de la tripulación de vuelo necesarios para realizar correctamente operaciones RNP AR APCH.
- n) Programación y operación de la FMC, piloto automático, mando automático de gases, radar, GPS, INS, EFIS (incluida la carta móvil) y TAWS en apoyo de procedimientos RNP AR APCH.
- o) Efecto de activar TOGA durante un viraje.
- p) Vigilancia y repercusiones del FTE en la decisión de motor y al aire y en la operación.
- q) Pérdida de GNSS durante un procedimiento.
- r) Cuestiones de performance asociadas con la reversión a la actualización por radio y limitaciones al uso de DME y actualización VOR.
- s) Procedimientos de contingencia de la tripulación de vuelo para una pérdida de capacidad de RNP durante una aproximación frustrada. Debido a la falta de guía de navegación, la instrucción debería poner énfasis en las medidas de contingencia de la tripulación de vuelo que logran la separación respecto al terreno y los obstáculos. El explotador debería adecuar estos procedimientos de contingencia a sus procedimientos RNP AR APCH específicos.
- t) Como mínimo, cada piloto debe completar dos procedimientos de aproximación RNP que empleen las características RNP AR APCH únicas de los procedimientos aprobados del explotador (es decir, tramos RF y aproximación frustrada RNP). Un procedimiento debe culminar en una transición para aterrizar y el otro debe culminar en la ejecución de un procedimiento de aproximación frustrada RNP.

8.4 Módulo de evaluación

8.4.1 *Evaluación inicial de los conocimientos y los procedimientos RNP AR APCH.* El explotador debe evaluar el conocimiento de cada miembro de la tripulación de vuelo respecto a los procedimientos RNP AR APCH antes de emplearlos. Como mínimo, el examen debe incluir una evaluación completa de procedimientos de los pilotos y los requisitos específicos de performance de la aeronave para las operaciones RNP AR APCH. Un medio aceptable para realizar esta evaluación inicial incluye uno de los siguientes elementos:

- a) evaluación de un instructor/evaluador autorizado o piloto inspector empleando un simulador o un aparato de instrucción aprobado;
- b) evaluación de un instructor/evaluador autorizado o piloto inspector durante operaciones de línea, vuelos de instrucción, verificaciones de idoneidad profesional, pruebas prácticas, experiencia de operaciones, verificaciones de la competencia en ruta o en línea; o
- c) programas de instrucción de vuelo orientada a las líneas aéreas (LOFT)/evaluación orientada a las líneas aéreas (LOE) empleando un simulador aprobado que incorpora operaciones RNP con características RNP AR APCH únicas (es decir, tramos RF, aproximación frustrada RNP) de los procedimientos aprobados del explotador.

8.4.2 *Contenido de la evaluación.* Los elementos específicos de este módulo de evaluación son:

- a) demostrar el uso de cualquiera de los límites RNP que pueden repercutir en varias RNP AR APCH;
- b) demostrar la aplicación de procedimientos de actualización por radio, tales como habilitar y deshabilitar la actualización por radio basada en tierra de la FMC (es decir, actualización DME/DME y VOR/DME) y conocimiento de cuándo se debe usar esta función. Si la aviónica de la aeronave no incluye la capacidad de desactivar la actualización por radio, la instrucción debe asegurar que la tripulación de vuelo puede realizar las actividades operacionales que

mitigan la falta de esta función;

- c) demostrar competencia para vigilar las trayectorias de vuelo lateral y vertical reales relacionadas con la trayectoria de vuelo programada y completar los procedimientos de la tripulación de vuelo apropiados cuando se exceda un límite FTE lateral o vertical;
- d) demostrar competencia para leer y adaptarse a un pronóstico RAIM (o equivalente), incluidos pronósticos de falta de disponibilidad RAIM;
- e) demostrar la configuración apropiada de: FMC, radar meteorológico, TAWS y carta móvil para las diversas operaciones RNP AR APCH y de escenarios de los planes que el explotador prevé realizar;
- f) demostrar el uso de informes y listas de verificación de la tripulación de vuelo para las operaciones RNP AR APCH con énfasis en CRM;
- g) demostrar conocimientos y competencia para ejecutar un procedimiento de aproximación frustrada RNP AR APCH en diversos escenarios operacionales (es decir, pérdida de navegación o imposibilidad de obtener condiciones de vuelo visual);
- h) demostrar control de velocidad durante los segmentos con restricciones de velocidad para asegurar el cumplimiento de un procedimiento RNP AR APCH;
- i) demostrar un uso competente de placas, fichas de síntesis y listas de verificación RNP AR APCH;
- j) demostrar competencia para completar un ángulo de inclinación lateral RNP AR APCH estable, control de velocidad y permanecer en el eje del procedimiento; y
- k) conocimiento del límite operacional para la desviación por debajo de la trayectoria deseada en una RNP AR APCH y de la forma de vigilar con exactitud la posición de la aeronave con relación a la trayectoria de vuelo vertical.

9. Instrucción periódica.-

9.1 El explotador debería incorporar instrucción RNP periódica que emplee las características de aproximación únicas (AR) de los procedimientos aprobados del explotador como parte del programa general.

9.2 Cada piloto debe realizar un mínimo de dos RNP AR APCH por cada puesto (piloto a los mandos y piloto supervisor), una que culmine en un aterrizaje y una que culmine en una aproximación frustrada y que pueda ser sustituida por cualquier aproximación tipo “de precisión” requerida.

Nota. - Las aproximaciones RNP equivalentes pueden acreditarse para este requisito.

9. Base de datos de navegación

El procedimiento almacenado en la base de datos de navegación define la guía lateral y vertical. La actualización de la base de datos de navegación se hace cada 28 días y los datos de navegación de cada actualización son críticos para la integridad de cada operación RNP AR APCH. Dado el margen reducido para el franqueamiento de obstáculos asociado con estas aproximaciones, la validación de los datos de navegación merece consideración especial. Esta sección contiene orientación respecto a los procedimientos del explotador para validar los datos de navegación relacionados con las operaciones RNP AR APCH.

9.1 Procesos de datos.-

9.1.1 El explotador debe identificar el administrador responsable de los procesos de actualización de datos para sus procedimientos.

9.1.2 El explotador debe documentar un proceso para aceptar, verificar y cargar datos de

navegación en la aeronave.

9.1.3 El explotador debe poner su proceso de datos documentado bajo control de la configuración.

9.1.4 *Validación inicial de los datos.* El explotador debe validar cada procedimiento RNP AR APCH antes de realizar el procedimiento en condiciones meteorológicas de vuelo por instrumentos (IMC) para asegurarse de la compatibilidad con sus aeronaves y de que la trayectoria resultante concuerda con el procedimiento publicado. Como mínimo, el explotador debe:

- a) comparar los datos de navegación para el procedimiento que debe cargarse en el sistema de gestión de vuelo con el procedimiento publicado;
- b) validar los datos de navegación cargados para el procedimiento, sea en un simulador o en una aeronave real en condiciones meteorológicas de vuelo visual (VMC). El procedimiento representado en una presentación cartográfica debe compararse con el procedimiento publicado. El procedimiento debe realizarse en su totalidad para asegurarse de que la trayectoria no tiene ninguna interrupción de trayectoria lateral o vertical aparente y que es compatible con el procedimiento publicado; y
- c) una vez que se ha validado el procedimiento, retener y conservar una copia de los datos de navegación validados para compararlos con las actualizaciones de datos subsiguientes.

9.1.5 *Actualizaciones de datos.* Después de recibir cada actualización de datos de navegación, y antes de usar los datos de navegación en la aeronave, el explotador debe comparar la actualización con el procedimiento validado. Esta comparación debe identificar y resolver cualquier discrepancia en los datos de navegación. Si hubiera cambios importantes (todo cambio que afecte a la trayectoria de aproximación o la performance) en cualquier porción de un procedimiento y los datos de origen confirman los cambios, el explotador debe validar el procedimiento enmendado de conformidad con la validación inicial de los datos.

9.1.6 *Proveedores de datos.* Los proveedores de datos deben tener una carta de aceptación (LOA) para procesar datos de navegación [por ejemplo, AC 20 153 de la FAA o el documento sobre condiciones para la emisión de cartas de aceptación para proveedores de datos de navegación por parte de la Agencia Europea de Seguridad Aérea (EASA) o documento equivalente]. Una LOA reconoce que la calidad e integridad de los datos y las prácticas de gestión de la calidad del proveedor de datos concuerdan con los criterios de DO-200A/ED-76. El proveedor del explotador (p. ej., empresa proveedora de FMS) debe tener una LOA de Tipo 2 y sus proveedores deben tener una LOA de Tipo 1 ó 2.

9.1.7 *Modificaciones a la aeronave.* Si se modifica un sistema de la aeronave requerido para RNP AR APCH (p. ej., un cambio del soporte lógico), el explotador es responsable de validar los procedimientos RNP AR APCH utilizando la base de datos de navegación y el sistema modificado. Esto puede realizarse sin ninguna evaluación directa si el fabricante verifica que la modificación no tiene efectos en la base de datos de navegación ni en el cálculo de la trayectoria. Si no se tiene esta garantía del fabricante, el explotador debe realizar una validación inicial de los datos utilizando el sistema modificado.

10. Vigilancia de los explotadores

10.1 Una autoridad de reglamentación puede considerar cualesquiera informes de errores de navegación para determinar las medidas correctivas necesarias. Los casos de errores de navegación repetidos que se atribuyen a una pieza del equipo de navegación pueden resultar en la cancelación de la aprobación para usar ese equipo.

10.2 La información que indica la posibilidad de errores repetidos puede hacer que sea necesario modificar el programa de instrucción del explotador. La información que atribuye errores múltiples a una tripulación de pilotos en particular indica la necesidad de instrucción de recuperación

o la revisión de las licencias.

10.3 Los explotadores deben tener un programa de seguimiento para la RNP a fin de asegurar el cumplimiento continuo de la orientación de este capítulo e identificar cualquier tendencia negativa en la performance. Como mínimo, este programa debe abordar la información mencionada más adelante. Durante la aprobación provisional, los explotadores deben presentar la información que sigue cada 30 días a la autoridad que les otorga la autorización. Posteriormente, los explotadores deben continuar compilando y examinando periódicamente estos datos para identificar las posibilidades de problemas de seguridad operacional y para mantener resúmenes de estos datos:

- a) total de procedimientos RNP AR APCH realizados;
- b) número de aproximaciones satisfactorias por aeronave/sistema (satisfactoria si se completó tal como estaba previsto y sin anomalías del sistema de navegación o de guía);
- c) razones de las aproximaciones insatisfactorias, tales como:
 - 1) UNABLE REQ NAV PERF, NAV ACCUR DOWNGRAD, u otros mensajes RNP que se activen durante las aproximaciones;
 - 2) desviación lateral o vertical excesiva;
 - 3) advertencia del TAWS;
 - 4) desconexión del sistema de piloto automático;
 - 5) errores de los datos de navegación; y
 - 6) informes del piloto respecto a cualquier anomalía;
- d) comentarios de la tripulación.

11. Ayuda de trabajo

Al final de esta sección se presenta la ayuda de trabajo relacionada con la aprobación de aeronaves y explotadores para operaciones RNP APCH hasta mínimos LNAV y LNAV/VNAV.

AYUDA DE TRABAJO RNP AR APCH

SOLICITUD PARA REALIZAR OPERACIONES RNP AR APCH

1. Introducción

Esta Ayuda de Trabajo, desarrollada por la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC), provee orientación y guía a los explotadores e inspectores sobre el proceso de aprobación que debe seguir un solicitante para obtener una autorización RNP AR APCH.

2. Propósitos de la Ayuda de Trabajo

- 2.1 Proporcionar información a explotadores e inspectores sobre los principales documentos de referencia RNP AR APCH.
- 2.2 Provee tablas que muestran el contenido de la aplicación, los párrafos de referencia relacionados, la ubicación en la aplicación del explotar donde los elementos RNP AR APCH son mencionados y columnas para que el inspector haga comentarios y realice el seguimiento del estatus de varios elementos RNP AR APCH.

3. Acciones recomendadas para el inspector y explotador

A continuación se detalla varias recomendaciones de cómo puede ser utilizada la ayuda de trabajo

- 3.1 En la reunión de pre-solicitud con el explotador, el inspector revisa los “eventos básicos del proceso de aprobación RNP AR APCH descritos en la Pare 1 de esta ayuda de trabajo, para proporcionar una visión general sobre los eventos del proceso de aprobación.
- 3.2 El inspector revisa esta ayuda de trabajo con el explotador para establecer la forma y el contenido de la solicitud para obtener una autorización RNP AR APCH.
- 3.3 El explotador utiliza esta ayuda de trabajo como guía para recopilar los documentos/anexos de la solicitud RNP AR APCH.
- 3.4 El explotador anota en la ayuda de trabajo las referencias que indican donde están ubicados en sus documentos, los elementos del programa RNP AR APCH.
- 3.5 El explotador envía al inspector la ayuda de trabajo y la solicitud (documentos /anexos).
- 3.6 El inspector anota en la ayuda de trabajo el cumplimiento satisfactorio de un ítem o que dicho ítem requiere acción correctiva.
- 3.7 El inspector informa al explotador tan pronto como sea posible cuando se requiere una acción correctiva por parte del explotador.
- 3.8 El explotador provee al inspector el material revisado cuando éste es solicitado.
- 3.9 La AAC emite al explotador las especificaciones relativas a las operaciones (OpSpecs) o una carta de autorización (LOA), como sea aplicable, cuando las tareas y documentos han sido completados.

4. Estructura de la Ayuda de Trabajo

Partes	Temas	Página
Parte 1	Información general	3
Parte 2	Información sobre la identificación de las aeronaves y explotadores	5
Parte 3	Solicitud del explotador (Anexos y documentos)	7
Parte 4	Contenido de la solicitud del explotador para RNP AR APCH	11
Parte 5	Guía para determinar la admisibilidad de las aeronaves RNP AR APCH	15
Parte 6	Procedimientos básicos de los pilotos para operaciones RNP AR APCH	21

5. Fuentes principales de documentos, información y contactos

Para acceder a la Circular de Asesoramiento CA 91-009 – Aprobación de aeronaves y explotadores para operaciones de aproximación RNP con autorización obligatoria (RNP AR APCH), ingrese a la página Web de la Dirección General de Aeronáutica Civil (www.dgac.gob.bo) e ingrese a Reglamentación Aeronáutica Boliviana.

6. Documentos principales de referencia

Documentos de referencia	Títulos
Anexo 6	Operaciones de aeronaves
ICAO Doc 9613	Manual de navegación basada en la performance (PBN)
FAA AC 90-101	Aprobación de orientación para procedimientos RNP con SAAAR
EASA AMC 20-26	Aprobación de aeronavegabilidad y criterios operacionales para operaciones RNP con autorización requerida (RNP AR)
FAA AC 20-130A	Aprobación de aeronavegabilidad de los sistemas de gestión de navegación o vuelo integrando sensores de navegación múltiples
FAA AC 20-138A	Aprobación de aeronavegabilidad del equipo del Sistema mundial de navegación por satélite (GNSS)
TSO-C115b	Equipo de navegación aérea en vuelo usando entradas de sensores múltiples
TSO-C129a	Equipamiento de navegación suplementario en vuelo usando el sistema mundial de determinación de la posición (GPS)
TSO-C145a	Sensores de navegación en vuelo usando el sistema mundial de determinación de la posición (GPS) aumentado por el sistema de aumentación basado en satélite (WAAS)
TSO-C146a	Equipo de navegación en vuelo autónomo usando el sistema mundial de determinación de la posición (GPS) y el sistema de aumentación basado en satélite (WAAS)

PARTE 1: INFORMACIÓN GENERAL**Eventos básicos en el proceso de aprobación RNP AR APCH**

	Acciones del explotador	Acciones de la AAC
1	Establece la necesidad de obtener la autorización RNP AR APCH.	
2	Revisa el AFM, suplemento al AFM o la Hoja de datos del certificado de tipo (TCDS) u otros documentos apropiados (p. ej., Boletines de servicio (SB), Cartas de servicio (SL), etc.) para determinar la admisibilidad de la aeronave para RNP AR APCH. El explotador contacta al fabricante de la aeronave o del equipo de aviónica, si es necesario, para confirmar la admisibilidad RNP AR APCH o mejor de la aeronave.	
3	Contacta a la AAC para programar una reunión de pre-solicitud para discutir los requerimientos de la aprobación operacional.	
4		Durante la reunión de pre-solicitud, establece: <ul style="list-style-type: none"> • la forma y contenido de la solicitud; • los documentos que sustentan la autorización RNP AR APCH • la fecha en que será enviada la solicitud para evaluación • si es necesario realizar un vuelo de validación observado por la AAC
5	Envía la solicitud por lo menos 60 días antes de iniciar operaciones RNP AR APCH	
6		Revisa la solicitud del explotador
7	Una vez aprobados o aceptados las enmiendas a los manuales, programas y documentos imparte instrucción a la tripulación de vuelo, despachadores de vuelo y personal de mantenimiento y realiza un vuelo de validación, si es requerido por la AAC	Solamente si es requerido, participa en el vuelo de validación
8		Cuando los requisitos de operaciones y de aeronavegabilidad son completados, emite la aprobación operacional en forma de OpSpecs para explotadores LAR 121 o 135 o equivalentes o una LOA para exploradores LAR 91 o equivalentes, como sea apropiado.

Notas relacionadas con el proceso de aprobación

1. **Autoridad responsable.**
 - a. **Transporte aéreo comercial (RAB 121 y/o 135 o reglamentos equivalentes).**- El **Estado de matrícula** determina que la aeronave cumple con los requisitos de aeronavegabilidad. El **Estado del explotador** emite la autorización RNP AR APCH (p. ej., OpSpecs).
 - b. **Aviación general (RAB 91 o reglamento equivalente).**- El **Estado de matrícula** determina que la aeronave cumple con los requisitos de aeronavegabilidad y emite la autorización operacional (p. ej., una LOA).
2. La AAC no requiere emitir una LOA para cada área individual de operación en caso de explotadores RAB 91 o documento equivalente.
3. Los explotadores RAB 121 y/o 135 con autorización RNP AR APCH, deben listar en las OpSpecs esta autorización.
4. Secciones relacionadas de los Reglamentación Aeronáutica Boliviana (RAB) o de reglamentos equivalentes
 - a. RAB 91 Secciones 91.1015 y 91.1640 o equivalentes
 - b. RAB 121 Sección 121.995 (b) o equivalente
 - c. RAB 135 Sección 135.565 (c) o equivalente
5. Documentos de OACI relacionados
 - a. Anexo 6 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional – Operación de aeronaves
 - b. Anexo 10 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional – Telecomunicaciones aeronáuticas
 - c. Anexo 15 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional – Servicios de información aeronáutica
 - d. OACI Doc 9613 – Manual sobre navegación basada en la performance (PBN)
 - e. OACI Doc 9905 - Manual de diseño de procedimientos de performance de navegación requerida con autorización obligatoria (RNP AR) (borrador final)
 - f. OACI Doc 4444 – Procedimientos para los servicios de navegación aérea – Gestión de tránsito aéreo

PARTE 2: INFORMACIÓN SOBRE LA IDENTIFICACIÓN DE LAS AERONAVES Y EXPLOTADORES**NOMBRE DEL EXPLOTADOR:** _____

Fabricante, modelo y series de la aeronave	Números de matrícula	Números de serie	Sistema RNP AR APCH Número, fabricante y modelo	Especificación de navegación RNP requerida

FECHA DE LA REUNIÓN DE PRE-SOLICITUD _____

FECHA EN QUE FUE RECIBIDA LA SOLICITUD _____

FECHA EN QUE EL EXPLOTADOR PROPONE INICIAR OPERACIONES RNP AR APCH _____

¿ES ADECUADA LA FECHA DE NOTIFICACIÓN A LA AAC? SI _____ NO _____

INTENCIONALMENTE EN BLANCO

PARTE 3 – SOLICITUD DEL EXPLOTADOR (ANEXOS Y DOCUMENTOS)

Anexo	Título del Anexo/documento	Indicación de inclusión por parte del explotador	Comentarios del Inspector
A	Solicitud de aprobación RNP AR APCH		
B	<p>Documentos de aeronavegabilidad que demuestren la admisibilidad RNP AR APCH de las aeronaves.</p> <p>AFM, Revisión del AFM, Suplemento del AFM u Hoja de datos del certificado de tipo (TCDS) que demuestren que el sistema RNP es admisible para RNP AR APCH.</p> <p>Documentación producida por el fabricante.- Las aeronaves que cuenten con documentación del fabricante que documente el cumplimiento con los criterios de la CA 91-009 de la DGAC o documentos equivalentes, satisfacen los requisitos de performance y funcionales de dicho documento.</p>		
C	<p>Aeronaves modificadas para satisfacer estándares RNP AR APCH. Documentación de inspección y/o modificación de las aeronaves, si es aplicable. Registros de mantenimiento que documenten la instalación o modificación de los sistemas de las aeronaves (p. ej., FAA Form 337 – reparaciones y alteraciones mayores)</p>		
D	<p>Programa de mantenimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para aeronaves con prácticas de mantenimiento establecidas para los sistemas RNP AR APCH, la lista de referencias del documento o programa. • Para sistemas RNP AR APCH recién instalados, las prácticas de mantenimiento para revisión. 		
E	<p>Lista de Equipo Mínimo (MEL) (únicamente para explotadores que operan con sujeción a una MEL):</p> <p>MEL que muestre las disposiciones para los sistemas RNP AR</p>		

Anexo	Título del Anexo/documento	Indicación de inclusión por parte del explotador	Comentarios del Inspector
	APCH.		
F	<p>Instrucción</p> <p>1. Explotadores RAB 91 o equivalentes: Métodos de instrucción: Instrucción en domicilio, centros de instrucción RAB 142 u otros cursos de instrucción, registros de cumplimiento del curso.</p> <p>2. Explotadores RAB 121 y/o 135 o equivalentes: Programas de instrucción (currículos de instrucción) para las tripulaciones de vuelo, despachadores de vuelo y personal de mantenimiento.</p>		
G	<p>Políticas y procedimientos de operación</p> <p>1. Explotadores RAB 91 o equivalentes: Manual de operaciones (OM) o secciones que se adjunten a la solicitud, correspondientes a los procedimientos y políticas de operación RNP AR APCH.</p> <p>2. Explotadores RAB 121 y/o 135 o equivalentes: Manual de operaciones y listas de verificación.</p>		
H	<p>Base de datos de navegación</p> <p>Detalles del programa de validación de los datos de navegación</p>		
I	<p>Retiro de la aprobación RNP AR APCH</p> <p>Indicación de la necesidad de realizar acciones de seguimiento después de los reportes de errores de navegación presentados y el potencial de que la autorización RNP AR APCH sea retirada.</p>		
J	<p>Plan para el vuelo de validación</p> <p>Plan que demuestre que el explotador es capaz de realizar las operaciones solicitadas</p>		

Anexo	Título del Anexo/documento	Indicación de inclusión por parte del explotador	Comentarios del Inspector
K	Programa de monitoreo de las aproximaciones RNP AR APCH Programa que recopile los datos de los procedimientos RNP AR APCH a ser conducidos		

CONTENIDO DE LA APLICACIÓN A SER REMITIDA POR EL EXPLOTADOR

- ___ **DOCUMENTACIÓN DE CUMPLIMIENTO RNP AR APCH DE LAS AERONAVES/SISTEMAS DE NAVEGACIÓN**
- ___ **PROCEDIMIENTOS Y POLÍTICAS DE OPERACIÓN**
- ___ **SECCIONES DEL MANUAL DE MANTENIMIENTO RELACIONADAS CON EL SISTEMA RNP AR APCH (si no han sido previamente revisadas)**

Nota 1: Los documentos pueden ser agrupados en una sola carpeta o pueden ser remitidos como documentos individuales

INTENCIONALMENTE EN BLANCO

PARTE 4: CONTENIDO DE LA SOLICITUD DEL EXPLOTADOR PARA OPERACIONES RNP AR APCH

#	Contenido de la solicitud del explotador para RNP AR APCH	Párrafos de referencia CA 91-009	En que Anexos/Documentos del explotador están ubicados los contenidos de la solicitud	Comentarios y/o recomendaciones del Inspector	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
1	Carta de solicitud del explotador Carta de solicitud para obtener la autorización RNP AR APCH.	Apéndice 7, Párrafo b) 1)			
2	Tipo de aeronave y descripción del equipo de la aeronave Una lista de configuración que detalle los componentes pertinentes y el equipo que va a ser utilizado en la operación. La lista deberá incluir cada fabricante, modelo y versión del equipo y del software del FMS instalado.	Apéndice 7, Párrafo b) 3)			
3	Documentación de calificación de la aeronave Documentación que demuestre que el equipo de la aeronave propuesta satisface los requerimientos del Apéndice 2 de la CA 91-009 o documentos equivalentes (p. ej., FAA AC 90-101 Appendix 2). Esta documentación deberá contener cualquier requerimiento de equipo hardware y software, requerimientos de procedimientos y limitaciones	Apéndice 7, Párrafo b) 2)			
4	Programas de instrucción a) Explotadores RAB 121 o 135 o equivalentes – Programas de instrucción: Los explotadores desarrollarán un programa de instrucción inicial y periódico para las tripulaciones de vuelo, despachadores de vuelo y personal de mantenimiento. b) Explotadores RAB 91 o equivalentes - Métodos de	Apéndice 7, Párrafo b) 6)			

#	Contenido de la solicitud del explotador para RNP AR APCH	Párrafos de referencia CA 91-009	En que Anexos/Documentos del explotador están ubicados los contenidos de la solicitud	Comentarios y/o recomendaciones del Inspector	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
	instrucción: Los siguientes métodos son aceptables para estos explotadores: Instrucción en domicilio, centros de instrucción LAR 142 u otros cursos de instrucción.				
5	Manual de operaciones (OM) y listas de verificación a) Explotadores RAB 121 y/o 135 o equivalentes: Manual de operaciones y listas de verificación. b) Explotadores RAB 91 o equivalentes: Manual de operaciones o sección de la solicitud del explotador, que documenten las políticas y procedimientos de operación RNP AR APCH.	Apéndice 7, Párrafo b) 10)			
6	Procedimientos de mantenimiento <ul style="list-style-type: none"> • Para aeronaves con prácticas de mantenimiento establecidas para los sistemas de navegación RNP AR APCH, el explotador proveerá referencias de los documentos. • Para sistemas nuevos RNP AR APCH instalados, el explotador proveerá prácticas de mantenimiento para revisión. 	Apéndice 7, Párrafo b) 11)			
7	Lista de equipo mínimo (MEL) El explotador revisará la MEL para incorporar los aspectos necesarios para realizar las operaciones RNP AR APCH	Apéndice 7, Párrafo b) 13)			
8	Programa de validación de los datos de navegación	Apéndice 7, Párrafo b) 5)			

#	Contenido de la solicitud del explotador para RNP AR APCH	Párrafos de referencia CA 91-009	En que Anexos/Documentos del explotador están ubicados los contenidos de la solicitud	Comentarios y/o recomendaciones del Inspector	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
	El explotador desarrollará los detalles del programa de validación de los datos de navegación				
9	<p>Programa de monitoreo RNP AR APCH</p> <p>El explotador establecerá un programa de monitoreo que recopile los datos de los procedimientos RNP AR APCH realizados. Cada operación debe ser registrada y los intentos no satisfactorios deben incluir los factores que previnieron la finalización exitosa de una operación</p>	Apéndice 7, Párrafo b) 12)			
10	<p>Plan de pruebas de validación</p> <p>El explotador desarrollará el plan de pruebas de validación para demostrar que es capaz de realizar la operación propuesta. El plan incluirá por lo menos lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) una declaración que indique que el plan de validación ha sido designado para demostrar la capacidad de la aeronave en la ejecución de los procedimientos RNP AR APCH; b) los procedimientos de operación y de despacho del explotador; y c) los procedimientos de la MEL. 	Apéndice 7, Párrafo b) 14)			
11	<p>Evaluación de la seguridad operacional de vuelo (FOSA)</p> <p>El explotador establecerá una metodología para el análisis y evaluación cuantitativa y cualitativa de los sistemas de navegación, sistemas de las aeronaves, procedimientos operacionales, peligros, mitigaciones de fallas, condiciones normales, poco normales, no normales y del entorno</p>	Apéndice 7, Párrafo b) 16)			

#	Contenido de la solicitud del explotador para RNP AR APCH	Párrafos de referencia CA 91-009	En que Anexos/Documentos del explotador están ubicados los contenidos de la solicitud	Comentarios y/o recomendaciones del Inspector	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
	operacional, relacionadas con la seguridad operacional.				

PARTE 5 – GUÍA PARA DETERMINAR LA ADMISIBILIDAD DE LAS AERONAVES RNP AR APCH

#	Temas	Párrafos de referencia CA 91-009	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones del Inspector	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
1	Admisibilidad de las aeronaves	Párrafo 9.2			
	a) Para aeronaves nuevas.- Documentación de calificación de la aeronave que puede ser aprobada por la AAC como parte de un proyecto de certificación de una aeronave que estará reflejada en el AFM y en documentos relacionados	Párrafo 9.2 a)			
	b) Para aeronaves en servicio que no cuenten con una declaración en el AFM.- Documentación producida por el fabricante.	Párrafo 9.2 b)			
	c) Aeronaves modificadas para satisfacer estándares RNP AR APCH.- Documentación de inspección y/o modificación de las aeronaves, si es aplicable. Registros de mantenimiento que documenten la instalación o modificación de los sistemas de las aeronaves (p. ej., FAA Form 337 – reparaciones y alteraciones mayores)	Párrafo 9.2			
2	Calificación de la aeronave	Apéndice 2			
	a) Aeronaves previamente certificadas.- Los explotadores de aeronaves previamente certificadas pueden documentar cumplimiento con la CA 91-009 (RNP AR APCH) o documentos equivalentes sin un proyecto nuevo de aeronavegabilidad (p. ej., sin un cambio en el AFM) y comunicarán a la AAC de cualquier nuevo performance no cubierto por la	Apéndice 2 Párrafo 1. c)			

#	Temas	Párrafos de referencia CA 91-009	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones del Inspector	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
	aprobación original de aeronavegabilidad.				
	b) El AFM u otra evidencia de calificación de la aeronave deberán indicar los procedimientos normales y no normales de la tripulación de vuelo, las respuestas a las alertas de fallas y cualquier otra limitación, incluyendo información relacionada sobre los modos de operación requeridos para volar un procedimiento RNP AR APCH.	Apéndice 2 Párrafo 1. d)			
	c) Además de la guía específica RNP AR APCH presentada en la CA 91-009 o documentos equivalentes (p. ej., EASA AMC 20-26 o FAA AC 90-101), la aeronave debe cumplir con la AC 20-129 y, ya sea, con la AC 20-130 () o la AC 20-138 ().	Apéndice 2 Párrafo 1. e)			
3	Sensores de navegación.- En el plano horizontal, el equipo RNP utiliza entradas de datos desde los siguientes tipos de sensores de posición, pero cuya base primaria en la determinación de la posición es el GNSS: a) Sistema mundial de navegación por satélite (GNNS). b) Sistema de navegación inercial (INS) o Sistema de referencia inercial (IRS), con actualización automática de posición desde un equipo de navegación idóneo basado en radio. c) Equipo radiotelemétrico (DME) cuando el procedimiento RNP AR APCH así lo autorice.	Párrafo 6.1 b)			
	Sistema mundial de determinación de la	Apéndice 2			

#	Temas	Párrafos de referencia CA 91-009	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones del Inspector	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
	<p>posición (GPS)</p> <p>a) El sensor debe cumplir con los criterios de la AC 20-138 () de la FAA. Para los sistemas que satisfacen esta AC, las siguientes precisiones del sensor pueden ser utilizadas en el análisis total de la precisión del sistema sin ninguna justificación adicional:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) que la precisión del sensor GPS sea mejor que 36 m (95%); y 2) que la precisión del sensor GPS con aumentación (GBAS o SBAS) sea mejor que 2 m (95%). 	Párrafo 3. a) 1)			
	<p>Sistema de referencia inercial (IRS).- Un IRS debe satisfacer los criterios del Apéndice G del LAR 121 o del Apéndice G de la Parte 121 del 14 CFR de los Estados Unidos o equivalentes. Los fabricantes de aeronaves y solicitantes pueden demostrar performance inercial mejorado de acuerdo con los métodos descritos en el Apéndice 1 o 2 de la Orden 8400.12A de la FAA.</p>	Apéndice 2 Párrafo 3. a) 2)			
	<p>Equipo radiotelemétrico (DME).- La iniciación de todos los procedimientos RNP AR APCH se basa en la actualización del GNSS. Excepto cuando se indique específicamente en un procedimiento como “no autorizado” el uso del DME, la actualización DME/DME puede ser utilizada como un modo de reversión durante la aproximación y la aproximación frustrada cuando el sistema cumple con la precisión de navegación. El fabricante y el explotador deberán identificar cualquier limitación en la infraestructura del DME o en el procedimiento</p>	Apéndice 2 Párrafo 3. a) 3)			

#	Temas	Párrafos de referencia CA 91-009	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones del Inspector	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
	para que un tipo de aeronave pueda cumplir con este requerimiento.				
	Radiofaro omnidireccional VHF (VOR). - Para la implementación inicial de las operaciones RNP AR APCH, el sistema RNP no puede utilizar la actualización VOR. El fabricante y el explotador deberán identificar cualesquiera limitaciones en la infraestructura del VOR o en el procedimiento para que un tipo de aeronave pueda cumplir con este requerimiento.	Apéndice 2 Párrafo 3. a) 4)			
	Sistemas multisensor. - Para los sistemas multisensor debe existir una reversión automática a un sensor alternativo RNAV si falla el sensor primario RNAV. No se requiere una reversión automática de un sistema multisensor a otro sistema multisensor.	Apéndice 2 Párrafo 3. a) 5)			
	Error del sistema altimétrico. - El 99.7% del error del sistema altimétrico para cada aeronave (asumiendo la temperatura y el gradiente adiabático de la atmósfera tipo internacional) debe ser menor o igual a lo siguiente con la aeronave en configuración de aproximación: $ASE = -8.8 \cdot 10^{-8} \cdot H^2 + 6.5 \cdot 10^{-3} \cdot H + 50$ Donde H es la altitud verdadera de la aeronave	Apéndice 2 Párrafo 3. a) 6)			
	Sistemas de compensación de temperatura. - Los sistemas que proveen correcciones basadas en temperatura a la guía VNAV barométrica, deben cumplir con el Apéndice H.2 del documento RTCA/DO-236. Esto aplica al	Apéndice 2 Párrafo 3. a) 7)			

#	Temas	Párrafos de referencia CA 91-009	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones del Inspector	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
	segmento de aproximación final. El cumplimiento de este requisito deberá ser documentado para permitir al explotador realizar aproximaciones RNP AR APCH cuando la temperatura real está por encima o por debajo del límite del diseño del procedimiento publicado. El Apéndice H.2 también provee orientación en aspectos operacionales asociados con los sistemas de compensación de la temperatura, tales como, la interceptación de trayectorias compensadas desde altitudes de procedimientos no compensadas.				
4	Requerimientos de performance y funcionales de los sistemas RNP AR APCH	Apéndice 2			
5	Base de datos de navegación Detalles del programa de validación de los datos de navegación	Apéndice 3			

INTENCIONALMENTE EN BLANCO

PARTE 6 - PROCEDIMIENTOS BÁSICOS DE LOS PILOTOS PARA OPERACIONES RNP AR APCH

Temas		Párrafos de referencia CA 91-009	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
Procedimientos de operación		Apéndice 4			
1	Consideraciones durante el pre-vuelo	Apéndice 4 Párrafo 2			
	Lista de equipo mínimo (MEL). - La MEL de los explotadores deberá ser desarrollada o revisada para indicar los requerimientos de equipo para las aproximaciones instrumentales RNP AR APCH. Orientación sobre estos requerimientos de equipo se encuentra disponible en los documentos del fabricante de la aeronave. El equipo requerido puede depender de la precisión de la navegación prevista y si la aproximación frustrada requiere o no un valor RNP menor que 1.0. Por ejemplo, el GNSS y el AP son normalmente requeridos para una precisión de navegación pequeña. Habitualmente se requiere equipo dual para aproximaciones cuando se utiliza una línea de mínimos menor que RNP 0.3 y/o cuando la aproximación frustrada tiene un valor RNP menor que 1.0. Un sistema mejorado de advertencia de la proximidad del terreno (EGPWS/TAWS) operable es requerido para todos los procedimientos RNP AR APCH. Es recomendable que el EGPWS/TAWS utilice altitud que sea compensada por los efectos de presión y temperatura locales (p. ej., altitud GNSS y barométrica corregida) y que incluya datos sobre obstáculos y terreno significantes. La tripulación de vuelo debe estar informada sobre el requerimiento del equipo.	Apéndice 4 Párrafo 2 a)			
	Piloto automático (AP) y Director de vuelo (FD). - Para los procedimientos con una precisión de navegación menor que RNP 0.3 o con tramos RF, se requiere utilizar en todos los casos el AP y el FD guiados por el sistema RNP de la aeronave. Por lo tanto, el AP y el FD deben operar con una precisión apropiada para seguir las trayectorias	Apéndice 4 Párrafo 2 b)			

Temas	Párrafos de referencia CA 91-009	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
<p>laterales y verticales requeridas por un procedimiento específico RNP AR APCH. Cuando el despacho o liberación de un vuelo se fundamenta en volar una aproximación RNP AR APCH que requiere la utilización del AP en el aeródromo de destino y/o de alternativa, el despachador de vuelo o piloto al mando debe determinar que el AP esté instalado y operativo.</p>				
<p>Evaluación de un despacho o liberación RNP AR APCH.- El explotador debe disponer de una capacidad de performance predictiva que pueda pronosticar si el RNP específico estará o no disponible en el lugar y hora de una operación RNP AR APCH deseada. Esta capacidad puede ser provista a través de un servicio en tierra y no necesita estar a bordo en el equipo de aviónica de la aeronave. El explotador debe establecer procedimientos que requieran la utilización de esta capacidad como una herramienta de despacho o liberación y como una herramienta de seguimiento de vuelo en el evento de fallas reportadas. La evaluación RNP debe considerar la combinación específica de la capacidad de la aeronave (sensores e integración).</p> <p>a) Evaluación RNP AR APCH con actualización GNSS.- La capacidad predictiva debe considerar la suspensión temporal conocida o pronosticada de los satélites GNSS u otros efectos negativos en los sensores del sistema de navegación. El programa de predicción no deberá utilizar un ángulo de enmascaramiento bajo 5°, en virtud que la experiencia operacional indica que las señales de los satélites a elevaciones bajas no son confiables. La predicción debe utilizar la constelación GPS actual con el algoritmo idéntico al utilizado en el equipo de la aeronave. Para aproximaciones RNP AR APCH en terreno alto, el explotador debe utilizar un ángulo de enmascaramiento apropiado al terreno.</p> <p>b) Desde el comienzo de la aproximación, los procedimientos RNP AR APCH requieren actualización GNSS.</p>	<p>Apéndice 4 Párrafo 2 c)</p>			

	Temas	Párrafos de referencia CA 91-009	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
	Exclusión de NAVAIDS.- El explotador debe establecer procedimientos para excluir las instalaciones y servicios de navegación aérea de acuerdo con los NOTAMs publicados (p. ej., DMEs; VORs y localizadores). Verificaciones de racionalidad del equipo interno de aviónica pueden no ser adecuadas para las operaciones RNP AR APCH.	Apéndice 4 Párrafo 2 d)			
	Vigencia de la base de datos de navegación.- Durante la inicialización del sistema, los pilotos de las aeronaves equipadas con sistemas RNP certificados, deben confirmar que la base de navegación está vigente. Se espera que las bases de datos estén vigentes para la duración del vuelo. Si el ciclo AIRAC cambia durante el vuelo, los explotadores y pilotos deben establecer procedimientos para asegurar la precisión de los datos de navegación, incluyendo la idoneidad de las instalaciones y servicios de navegación utilizados para definir las rutas y procedimientos para el vuelo. Tradicionalmente esto ha sido realizado verificando los datos electrónicos contra los documentos de papel. Un método aceptable es comparar las cartas aeronáuticas (nuevas y viejas) para verificar los puntos de referencia de navegación antes del despacho o liberación de vuelo. Si una carta enmendada ha sido publicada para el procedimiento, la base de datos de navegación no debe ser utilizada para realizar la operación.	Apéndice 4 Párrafo 2 e)			
2	Consideraciones en vuelo	Apéndice 4 Párrafo 3			
	Modificación del plan de vuelo.- Los pilotos no están autorizados a volar un procedimiento RNP AR APCH publicado a menos que pueda ser recurado por su nombre desde la base de datos de navegación y esté de acuerdo con el procedimiento publicado. La trayectoria lateral no debe ser modificada, con la excepción de que el piloto puede aceptar una autorización para volar directo a un punto de referencia que esté antes del FAF en el procedimiento de aproximación y que no	Apéndice 4 Párrafo 3. a)			

Temas	Párrafos de referencia CA 91-009	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
<p>preceda inmediatamente a un tramo RF. La otra única modificación que se puede hacer al procedimiento cargado es cambiar las limitaciones de velocidad y/o altitud del punto de recorrido en los segmentos inicial, intermedio o de aproximación frustrada (p. ej., aplicar correcciones por temperatura fría o para cumplir con una autorización/instrucción del Control de tránsito aéreo (ATC).</p>				
<p>Lista de equipo requerido.- La tripulación de vuelo debe poseer una lista del equipo requerido para conducir aproximaciones RNP AR APCH o métodos alternos para abordar en vuelo las fallas del equipo que prohíben ejecutar una aproximación RNP AR APCH (p. ej., el manual de referencia rápida - QRH).</p>	<p>Apéndice 4 Párrafo 3. b)</p>			
<p>Gestión RNP AR APCH.- Los procedimientos de operación de la tripulación de vuelo deben asegurar que el sistema de navegación utiliza la precisión de navegación apropiada durante la aproximación. Si se muestran en la carta de aproximación varios mínimos asociados con diferentes valores de precisión de navegación, la tripulación de vuelo debe confirmar que la precisión de navegación deseada ha sido ingresada en el sistema RNP. Si el sistema RNP no extrae y establece la precisión de navegación desde la base de datos de a bordo para cada tramo del procedimiento, entonces, los procedimientos de operación de la tripulación de vuelo deben asegurar que la precisión de navegación más baja, requerida para completar la aproximación o la aproximación frustrada ha sido seleccionada antes de iniciar la aproximación.</p>	<p>Apéndice 4 Párrafo 3. c)</p>			
<p>Actualización GNSS.- Desde el inicio de la aproximación, todos los procedimientos instrumentales RNP AR APCH requieren actualización GNSS de la solución de posición de navegación. La tripulación de vuelo debe verificar que la actualización GNSS está disponible antes de comenzar la aproximación RNP AR APCH. Si en cualquier momento de la aproximación se pierde la actualización GNSS y el sistema de navegación no tiene la performance para continuar la</p>	<p>Apéndice 4 Párrafo 3 d)</p>			

Temas	Párrafos de referencia CA 91-009	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
aproximación, la tripulación de vuelo debe abandonar el procedimiento RNP AR APCH, a menos que el piloto tenga a la vista las referencias visuales requeridas para continuar tal aproximación.				
Actualización de radio.- La iniciación de todo procedimiento RNP AR APCH está basada en la actualización GNSS. Excepto cuando específicamente está designado en un procedimiento como no autorizado, la actualización DME/DME puede ser utilizada como un modo de reversión durante la aproximación o la aproximación frustrada cuando el sistema cumple con la precisión de navegación. La actualización VOR no está autorizada por el momento, en tal sentido, la tripulación de vuelo debe cumplir con los procedimientos del explotador para inhibir las instalaciones y servicios específicos (véase Párrafo 2.d) de este apéndice).	Apéndice 4 Párrafo 3 e)			
Confirmación del procedimiento de aproximación.- La tripulación de vuelo debe confirmar que el procedimiento correcto ha sido seleccionado. Este procedimiento incluye la confirmación de la secuencia de los puntos de recorrido, la racionalidad de los ángulos y distancias de las derrotas y cualquier otro parámetro que pueda ser modificado por el piloto, tales como las limitaciones de altitud y velocidad. Un procedimiento no debe ser utilizado si se duda de la validez de la base de datos de navegación. Una presentación textual del sistema de navegación o una presentación del mapa de navegación pueden ser utilizadas.	Apéndice 4 Párrafo 3 f)			
Monitoreo de la desviación de derrota.- Los pilotos deben utilizar un indicador de desviación lateral, un FD y/o un AP en el modo de navegación lateral en los procedimientos de aproximación RNP AR APCH. Los pilotos de aeronaves con indicadores de desviación lateral deben asegurarse que la escala de los indicadores (deflexión máxima) es apropiada para la precisión de navegación asociada con los diversos segmentos del procedimiento de aproximación RNP AR	Apéndice 4 Párrafo 3 g)			

Temas	Párrafos de referencia CA 91-009	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
<p>APCH.</p> <p>Se espera que todos los pilotos mantengan los ejes de ruta, como están representados en los indicadores de desviación lateral de a bordo y/o en la guía de vuelo durante todas las operaciones RNP, a menos que sean autorizados a desviarse por el ATC o por condiciones de emergencia.</p> <p>Para operaciones normales, el error/desviación perpendicular a la derrota de vuelo (la diferencia entre la trayectoria calculada por el sistema RNP y la posición de la aeronave relativa a la trayectoria) deberá ser limitada a $\pm \frac{1}{2}$ de la precisión de navegación asociada con el segmento del procedimiento.</p> <p>Es permitido desviaciones laterales pequeñas de este requisito (p. ej., pasarse del límite o quedarse corto del límite) durante o inmediatamente después de un viraje, hasta un máximo de 1 vez (1xRNP) la precisión de navegación del segmento del procedimiento.</p> <p>La desviación vertical debe estar dentro de 75 ft durante el segmento de aproximación final. Las desviaciones laterales deberán ser monitoreadas por encima y por debajo de la trayectoria de planeo (GP). Estar por encima de la trayectoria de planeo provee un margen sobre los obstáculos en la aproximación final, sin embargo, esta situación puede ser causa para que el piloto tome la decisión de iniciar una maniobra de motor y al aire más cerca de la pista, lo cual reduce los márgenes de los obstáculos durante la aproximación frustrada.</p> <p>Los pilotos deben ejecutar una aproximación frustrada si la desviación lateral excede 1xRNP o la desviación vertical excede 75 ft, a menos que el piloto tenga a la vista las referencias visuales requeridas para continuar la aproximación.</p> <p>a) Algunas de las presentaciones de navegación de la aeronave no incorporan desviaciones laterales y verticales a escala para cada operación RNP AR APCH en el campo de visión primario del</p>				

	Temas	Párrafos de referencia CA 91-009	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
	<p>piloto. Cuando se utilice un mapa móvil, indicador de desviación vertical de baja resolución (VDI) o una presentación numérica de las desviaciones, la instrucción y los procedimientos de la tripulación de vuelo deben asegurar la efectividad de estas presentaciones. Normalmente, esto implica demostración de los procedimientos con un número de tripulaciones capacitadas y la inclusión de este procedimiento de monitoreo en el programa de entrenamiento periódico RNP AR APCH.</p> <p>b) Para las aeronaves que utilizan un CDI en el seguimiento de la trayectoria lateral, el AFM o la guía de calificación de la aeronave deberán indicar que precisión de navegación (valor RNP) y que operaciones sustenta la aeronave y los efectos de la operación en la escala del CDI. La tripulación de vuelo debe conocer el valor de la deflexión máxima (FSD) del CDI. El sistema de aviónica puede ajustar automáticamente la escala del CDI (dependiendo de la fase de vuelo) o la tripulación de vuelo puede ajustar manualmente dicha escala. Si la tripulación de vuelo selecciona manualmente la escala del CDI, el explotador debe disponer de procedimientos y proveer instrucción para asegurar que la selección de la escala del CDI sea apropiada para la operación RNP AR APCH prevista. El límite de la desviación debe ser fácilmente visible teniendo en cuenta la escala del CDI (p. ej., deflexión máxima).</p>				
	<p>Verificación cruzada del sistema.- Para las aproximaciones RNP AR APCH con una precisión de navegación menor que 0.3, la tripulación de vuelo debe monitorear la guía lateral y vertical provista por el sistema de navegación RNP para asegurar que esta guía sea consistente con otros datos disponibles y presentaciones proporcionadas por un medio independiente.</p>	<p>Apéndice 4 Párrafo 3 h)</p>			
	<p>Procedimientos con tramos RF.- Un procedimiento RNP AR APCH puede requerir que las aeronaves tengan la capacidad para ejecutar</p>	<p>Apéndice 4</p>			

Temas	Párrafos de referencia CA 91-009	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
<p>un tramo RF para evitar terreno y obstáculos. Debido a que no todas las aeronaves tienen esta capacidad, las tripulaciones de vuelo deben conocer si ellas pueden o no llevar a cabo estos procedimientos. Cuando se vuela un tramo RF, el cumplimiento de la trayectoria de vuelo por parte de la tripulación de vuelo es esencial para mantener la derrota prevista en tierra.</p> <p>a) Si se inicia una maniobra de motor y al aire durante o inmediatamente después de un tramo RF, la tripulación de vuelo debe estar consciente de la importancia de mantener la trayectoria publicada tan cerca como sea posible. Se requiere que el explotador desarrolle y establezca procedimientos de operación para las aeronaves que no permanezcan en LNAV cuando se inicia una maniobra de motor y al aire para asegurar que se mantenga la derrota en tierra del procedimiento RNP AR APCH.</p> <p>b) Los pilotos no deben exceder las máximas velocidades señaladas en la Tabla 4-1 del Apéndice 4 de la DGAC CA 91-009, durante el tramo RF. Por ejemplo, un A 320 Categoría C, debe reducir su velocidad a 160 KIAS en el punto de referencia de aproximación final (FAF) o puede volar tan rápido como a 185 KIAS si utiliza los mínimos de Categoría D. Una aproximación frustrada antes de la altitud de decisión (DA) puede requerir una velocidad de segmento para que ese segmento sea mantenido.</p>	Párrafo 3 i)			
<p>Compensación de temperatura.- En las aeronaves que tengan capacidad de compensación de temperatura de acuerdo con el Párrafo 3.a)7) del Apéndice 2 de la CA 91-009 de la DGAC, las tripulaciones de vuelo pueden obviar los límites de temperatura para los procedimientos RNP AR APCH si el explotador provee a las tripulaciones de vuelo instrucción sobre la utilización de dicha capacidad. La compensación de la temperatura mediante el sistema de la aeronave es aplicable a la guía VNAV y no sustituye a la compensación que la tripulación de vuelo debe realizar por efecto de</p>	Apéndice 4 Párrafo 3 j)			

Temas	Párrafos de referencia CA 91-009	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
temperaturas bajas en las altitudes mínimas o en la altitud de decisión. Las tripulaciones de vuelo deben familiarizarse con los efectos de compensación de temperatura cuando intercepten la trayectoria compensada descrita en los documentos EUROCAE ED-75B/RTCA DO-236B Apéndice H.				
Reglaje del altímetro.- Debido al margen reducido de franqueamiento de obstáculos inherente a los procedimientos de aproximación por instrumentos RNP AR APCH, la tripulación de vuelo debe verificar que el altímetro local vigente sea ajustado previo al FAF pero no antes del IAF. La ejecución de un procedimiento instrumental RNP AR APCH requiere el reglaje del altímetro vigente para el aeródromo del aterrizaje previsto. Los reglajes del altímetro promulgados por una fuente a distancia (remota) no son permitidos.	Apéndice 4 Párrafo 3 k)			
Verificación cruzada del altímetro.- Previo al FAF, pero no antes del IAF, la tripulación de vuelo debe realizar una verificación cruzada de ambos altímetros de los pilotos para asegurar que coincidan con un margen inferior a ± 100 ft. Si la verificación cruzada falla, la tripulación no debe continuar con la aproximación. Si el sistema de aviónica provee un sistema automático de aviso de comparación de altitud para los altímetros de los pilotos, los procedimientos de la tripulación de vuelo deberán indicar las acciones a ser tomadas si ocurre un aviso del comparador de altímetros mientras se ejecuta una aproximación RNP AR APCH.	Apéndice 4 Párrafo 3 l)			
Transiciones de altitud VNAV.- El sistema barométrico VNAV de la aeronave provee guía vertical de paso (fly-by) para asegurar una transición suave cuando se intercepta la trayectoria de planeo antes del FAF. Se consideran operacionalmente aceptables y deseables los desplazamientos verticales pequeños que pueden ocurrir en una limitación vertical (p. ej., en el FAF) en virtud que permiten asegurar la captura de un nuevo o del próximo segmento vertical. Esta desviación momentánea bajo los mínimos publicados es aceptable siempre que la	Apéndice 4 Párrafo 3 m)			

Temas	Párrafos de referencia CA 91-009	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
desviación esté limitada a no más de 100 ft y sea el resultado de una captura normal VNAV. Esto aplica tanto en los segmentos de “nivelación” como de “captura de altitud” que siguen a un ascenso o descenso o ascenso vertical o inicio de un segmento con descenso o cuando se juntan trayectorias de ascenso y descenso con diferentes pendientes.				
<p>Pendiente de ascenso no estándar.- Cuando el explotador planifica utilizar una DA asociada con una pendiente de ascenso no estándar de una aproximación frustrada, éste debe asegurar que la aeronave será capaz de cumplir con la pendiente de ascenso publicada para el peso (masa) previsto de la aeronave, las condiciones atmosféricas y los procedimientos de operación antes de conducir la operación. Cuando los explotadores disponen de personal de performance que determina si sus aeronaves pueden cumplir con las pendientes de ascenso publicadas, este personal debe proveer información a los pilotos acerca de las pendientes de ascenso que ellos deben cumplir.</p>	Apéndice 4 Párrafo 3 n)			
<p>Procedimientos para operaciones con un motor inoperativo.- Las aeronaves pueden demostrar un error técnico de vuelo (FTE) aceptable con un motor inoperativo cuando ejecutan las aproximaciones RNP AR APCH. De otra manera, se espera que las tripulaciones de vuelo tomen una acción apropiada en el evento de falla de un motor durante una aproximación por lo que no se requiere una calificación específica de la aeronave en este caso. La calificación de la aeronave debe identificar cualquier límite de performance en el evento de una falla de motor para sustentar la definición de los procedimientos apropiados de la tripulación de vuelo. Los explotadores deben prestar especial atención a los procedimientos con pendientes de ascenso no estándar publicados.</p>	Apéndice 4 Párrafo 3 o)			
<p>Aproximación frustrada o maniobra de motor y al aire a) Procedimientos con aproximación frustrada que requieren</p>	Apéndice 4 Párrafo 3 p)			

Temas	Párrafos de referencia CA 91-009	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
<p>RNP 1.0.- Cuando sea posible, la aproximación frustrada requerirá un RNP de 1.0. La aproximación frustrada de estos procedimientos es similar a la aproximación frustrada de una aproximación RNP APCH.</p> <p>b) Procedimientos con aproximación frustrada que requieren un RNP menor que 1.0.- Cuando sea necesario, se utilizará en la aproximación frustrada valores RNP menores a 1.0. Para que un explotador sea aprobado a realizar estas aproximaciones, el equipo y los procedimientos deben satisfacer los criterios establecidos en el Párrafo 6. del Apéndice 2 (Requerimientos para aproximaciones frustradas con RNP menor que 1.0).</p> <p>c) En muchas aeronaves se puede producir un cambio en la navegación lateral cuando se activa TOGA durante una aproximación frustrada o maniobra de motor y al aire. Así mismo, en muchas aeronaves, la activación de TOGA desconecta el AP y el FD de la guía LNAV y el FD revierte a la función mantener derrota (track-hold) derivada del sistema inercial. La guía LNAV hacia el AP y FD deberá ser reconectada tan pronto como sea posible.</p> <p>d) Los procedimientos y el programa de instrucción de la tripulación de vuelo deben abarcar el efecto sobre la capacidad de navegación y la guía de vuelo cuando el piloto inicia una maniobra de motor y al aire durante un viraje. En el evento que se inicia una aproximación frustrada anticipada, la tripulación de vuelo debe seguir la derrota de la aproximación y de la aproximación frustrada salvo que ATC emita una autorización diferente. La tripulación de vuelo también deberá tener conocimiento que los tramos RF son designados en base a la máxima velocidad verdadera en altitudes normales y que iniciar una aproximación frustrada anticipada reducirá el margen de maniobrabilidad, haciendo potencialmente impráctico el mantenimiento del viraje a velocidades de aproximación frustrada.</p>				

Temas	Párrafos de referencia CA 91-009	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
<p>e) Una vez que se pierde la actualización GNSS, la guía RNP puede comenzar a navegar en base al IRU si el equipo se encuentra instalado en la aeronave, no obstante, la aeronave empezará a derivar degradando la solución de posición de la navegación. Por lo tanto, cuando las operaciones de aproximación frustrada RNP AR APCH están basadas en navegación autónoma IRU, la guía inercial puede proveer guía RNP sólo por una cantidad de tiempo específica.</p>				
<p>Procedimientos de contingencia</p> <p>a) Falla mientras se opera en ruta.- La capacidad RNP de la aeronave depende de su equipo operacional y de los satélites GNSS. Antes de iniciar la aproximación, la tripulación de vuelo debe ser capaz de evaluar el efecto de las fallas del equipo en una aproximación RNP AR APCH y tomar las acciones correctivas apropiadas. De acuerdo a lo descrito en el Párrafo 2.c) de este apéndice, la tripulación de vuelo también debe ser capaz de evaluar el efecto de los cambios en las constelaciones GNSS y tomar la acción correctiva apropiada.</p> <p>b) Falla durante la aproximación.- Los procedimientos de contingencia del explotador deben abarcar al menos las siguientes condiciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Fallas de los componentes del sistema RNP, incluyendo aquellas que afectan la performance de desviación lateral y vertical (p. ej., fallas de un sensor GPS, AP o FD). 2) Pérdida de la señal de navegación en el espacio (pérdida o degradación de la señal externa). 	<p>Apéndice 4 Párrafo 3 q)</p>			

Sección 7 - Apéndice A

Evaluación de la seguridad operacional de vuelo (FOSA)

1. Introducción

1.1 El objetivo de los procedimientos RNP AR APCH es proveer operaciones seguras de vuelo. Tradicionalmente la seguridad operacional ha sido definida por un nivel de seguridad deseado (TLS) y especificada como un riesgo de colisión de 10^{-7} por aproximación. Para las operaciones RNP AR APCH se utiliza una metodología diferente conocida como evaluación de la seguridad operacional de vuelo (FOSA). Con la FOSA se intenta proveer un nivel de seguridad operacional equivalente al TLS tradicional.

1.2 Utilizando la FOSA, se cumple el objetivo de la seguridad operacional considerando no sólo el sistema de navegación de la aeronave. La FOSA combina análisis y evaluaciones cuantitativas y cualitativas para los sistemas de navegación, sistemas de las aeronaves, procedimientos operacionales, peligros, mitigaciones de fallas, condiciones normales, poco normales y no normales y el entorno operacional.

1.3 La FOSA depende del criterio detallado de la calificación de la aeronave, aprobación operacional y diseño de los procedimientos instrumentales para referirse en su mayoría a la técnica general y a los procedimientos y factores del proceso. Adicionalmente, se requiere pericia operacional, técnica y experiencia para realizar y concluir la FOSA.

1.4 En este apéndice se provee una visión general de los peligros y mitigaciones para asistir a las AAC en la aplicación de este criterio. La seguridad operacional de las operaciones RNP AR APCH recae en el explotador y en el proveedor de servicios de navegación aérea (ANSP) según lo descrito en este apéndice.

1.5 La FOSA debe ser realizada para los procedimientos RNP AR APCH cuando las características específicas de la aeronave, entorno operacional, entorno de obstáculos, etc., garanticen la ejecución de una evaluación adicional que asegure que los objetivos de la seguridad operacional puedan ser logrados. Esta evaluación debe dar una apropiada atención a la interdependencia de los elementos de diseño, capacidad de la aeronave, procedimientos de la tripulación y entorno operacional.

1.6 La FOSA es una parte clave de la autorización operacional de las aproximaciones RNP AR APCH. Esta metodología se relaciona con un tipo de aeronave específica o performance específico y puede ser realizada para un entorno exigente.

2. Antecedentes

2.1 La FOSA se utiliza para completar un caso de seguridad operacional para las operaciones RNP AR APCH. Esta metodología fue desarrollada en respuesta a los siguientes factores:

- a) La certificación y demostración de los sistemas y de la aeronave para determinar su performance y capacidades están vinculadas a reglas y criterios de un momento específico en el tiempo. Esta condición establece una base de seguridad para las operaciones de la aeronave. Como resultado, se sabe que la aeronave es segura si está relacionada con tipos de espacio aéreos, operaciones e infraestructuras conocidas.
- b) A través del tiempo, los explotadores y los ANSP han desarrollado soluciones operacionales nuevas y novedosas a los problemas o limitaciones encontradas en las operaciones de vuelo en general.
- c) La implementación de nuevos y novedosos procedimientos permite que la aeronave y los sistemas sean operados de una manera distinta a la del diseño original y aprobaciones por la

capacidad de la aeronave.

- d) En algunos casos, una nueva aplicación o los procedimientos operacionales exponen a la aeronave a fallas y peligros que no fueron considerados en el diseño básico de sus sistemas y en la aprobación.
- e) Las directrices de aeronavegabilidad normalmente no son capaces de mantenerse al tanto de las nuevas y originales aplicaciones de operaciones. La FOSA ayuda a tratar este tema.

2.2 La diferencia significativa entre la FOSA y otras herramientas dedicadas al análisis de la seguridad operacional se refiere a que esta metodología aplica un juicio técnico basado en evaluaciones cualitativas y cuantitativas combinadas acerca de la aeronave y de las operaciones de vuelo. Esto significa que la FOSA no es un análisis de seguridad operacional o de peligro o un modelo de riesgo.

2.3 Mientras que la FOSA debe considerar estimaciones de riesgo y exposiciones por peligros y fallas específicas, el aspecto primordial de la evaluación es la confianza en el juicio técnico para determinar mitigaciones aceptables acerca de los peligros o fallas.

2.4 A pesar que últimamente la FOSA ha sido formalizada como un proceso en conexión con las operaciones RNP AR APCH, no obstante, ésta ha sido aplicada ampliamente en la evaluación de casos particulares, p. ej., operaciones de un cliente donde el diseño del procedimiento puede diferir significativamente de los estándares y donde existe una dependencia significativa en la capacidad y performance de la aeronave. Lo que la FOSA realmente ofrece es un proceso que se repite y una gran normalización en las consideraciones y condiciones que están incluidas en un caso.

3. Documentación relacionada con la FOSA y las operaciones RNP AR APCH

3.1 La FOSA es una parte del paquete total de datos que debe ser recopilado o creado cuando un explotador desea obtener una aprobación operacional para los procedimientos RNP AR APCH. La mayoría de aspectos del siguiente paquete RNP AR APCH debe estar recopilada o por lo menos definida antes de llevar a cabo la FOSA:

- a) *capacidad y calificación de la aeronave;
- a) diseño del procedimiento y del espacio aéreo y operaciones previstas;
- b) identificación de los aspectos no estándares del diseño del procedimiento;
- c) *identificación de cualquier capacidad especial de la aeronave o requisitos de performance;
- d) descripción del aeródromo y operación en el espacio aéreo;
- e) entorno y operaciones de tránsito aéreo;
- f) *proceso y procedimientos de mantenimiento;
- g) *guía y procedimientos de despacho;
- h) *instrucción (tripulaciones de vuelo, operaciones, tránsito aéreo, despacho, instrucción periódica);
- i) *procedimientos de la tripulación de vuelo;
- j) *programa de monitoreo de las operaciones con AR; y
- k) *lista de equipo mínimo.

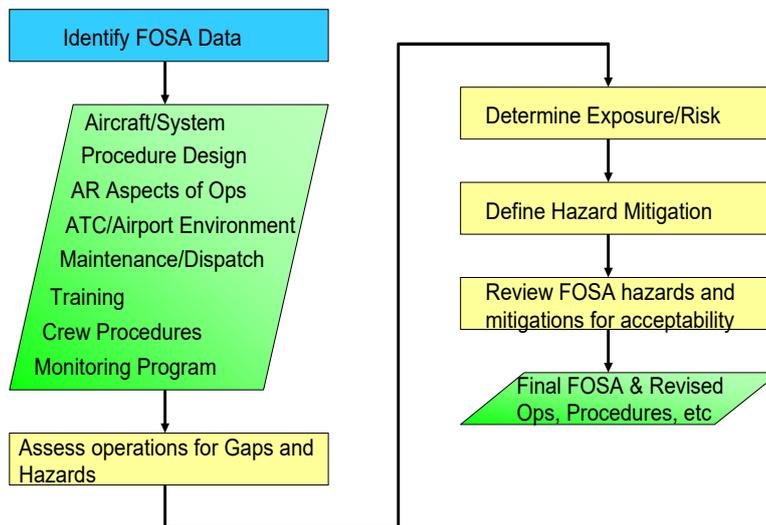
La ítems con asterisco (*) pueden haber sido desarrollados en apoyo al diseño de tipo de la aeronave o como parte de la aprobación operacional. En cualquier caso, métodos aceptables de cumplimiento específicos han sido desarrollados en esta CA o en documentos equivalentes, p. ej., FAA AC 90-101 y AMC 20-26.

4. Proceso FOSA

4.1 El proceso FOSA depende de los siguientes factores:

- a) un grupo de expertos que incluya;
 - 1) al explotador (operaciones de vuelo, despacho, mantenimiento, inspectores, seguridad operacional, sistema de calidad, etc.),
 - 2) los servicios de tránsito aéreo (controlador ATC, planificador del espacio aéreo, inspectores principales de operaciones, gestión de la seguridad operacional, etc.);
 - 3) reguladores; y
 - 4) expertos en apoyo técnico de la aeronave y los sistemas.
- b) un líder del proceso capaz de facilitar y guiar la revisión;
- b) acceso o conocimiento directo de la información necesaria del Párrafo 3; y
- c) los pasos del proceso que se describen en la Figura 7-1 – Pasos del proceso FOSA:

Figura 7-1 – Pasos del proceso FOSA



5. Preparación FOSA

5.1 A medida que los documentos y el paquete de datos son organizados o desarrollados, el explotador debe examinar hechos específicos o información relevante para la FOSA, incluyendo algunos de los siguientes aspectos:

- a) ¿Cuáles son los objetivos o requisitos operacionales?
- b) ¿Cuál es el entorno operacional?
- c) ¿Cómo se ajusta la capacidad operacional y funcional de la aeronave a los requisitos del diseño del procedimiento?
- d) ¿Qué evaluaciones y análisis específicos de performance del sistema han sido realizados para sustentar la calificación de la aeronave?
- e) ¿Son los servicios y la infraestructura apropiados para la operación RNP AR APCH?
- f) ¿Cuál es la instrucción RNP vigente para las tripulaciones y el ATC?
- g) ¿Cuáles son los procedimientos de la tripulación de vuelo para las operaciones RNP?

- h) ¿Cómo son incorporadas las especificaciones de navegación RNP dentro de las operaciones ATS?

6. Evaluación FOSA

4.1 Generalidades.-

Como parte del paquete de solicitud del explotador para las operaciones RNP AR APCH, la FOSA deberá contener:

- introducción o visión general;
- descripción del proceso de evaluación de la seguridad operacional y criterio utilizado;
- descripción del sistema y de la operación RNP AR APCH evaluada;
- identificación de las áreas de riesgo, peligros y gravedad;
- mitigación de los riesgos; y
- conclusiones y recomendaciones.

4.2 Criterios de evaluación.-

- La FOSA deberá identificar las condiciones o peligros específicos asociados con la aeronave, performance de la aeronave, servicios de navegación, ATC, tripulación de vuelo, operaciones del explotador, procedimientos, etc. En muchos casos, el paquete total de peligros potenciales identificados incluirá muchos de los peligros ya identificados por la certificación de la aeronave, procedimientos del explotador y operaciones de tránsito aéreo.
- Algunas veces, la FOSA puede contener varios de los peligros considerados en el análisis de seguridad del sistema de la aeronave, en este caso, la evaluación sirve para completar el argumento de seguridad operacional y no para realizar una reexaminación de la aeronavegabilidad de la aeronave. Adicionalmente, esto reduce la probabilidad de hacer múltiples mitigaciones a un riesgo que requiere una sola mitigación.
- La FOSA hace uso de la técnica cualitativa y la experiencia operacional, así como del juicio técnico y la disponibilidad de datos relevantes. La evaluación de los hallazgos respecto a la gravedad y probabilidad de un riesgo deberá seguir los criterios de Tabla 7-2 – Gravedad de los riesgos y probabilidad del suceso, la cual se basa en el Doc 9859 de OACI – Manual de gestión de la seguridad operacional.

Tabla 7-2 – Gravedad de los riesgos y probabilidad del suceso

Gravedad de los riesgos		Probabilidad del suceso	
Nivel		Probabilidad	
Catastrófica	Equipo destruido Múltiples muertes	Frecuente	Probabilidad que ocurra muchas veces
Peligrosa	Gran reducción de los márgenes de seguridad operacional, sufrimiento físico o carga de trabajo tal que no se puede confiar en que los explotadores desempeñen sus tareas con precisión o completamente. Varias personas muertas o gravemente heridas. Daño importante al equipo.	Ocasional	Probabilidad que ocurra algunas veces

Importante (Mayor)	Reducción considerable de los márgenes de seguridad, reducción en la capacidad de los explotadores para hacer frente a condiciones operacionales adversas como resultado de un aumento en la carga de trabajo o de condiciones que impiden su eficiencia. Incidente grave. Personas lesionadas.	Remota	Poco probable, pero es posible que ocurra
Poco importante (Menor)	Molestia. Limitaciones a las operaciones. Empleo de procedimientos de emergencia. Incidente de menor importancia.	Improbable	Muy improbable que ocurra
Insignificante	Pocas consecuencias	Extremadamente improbable	Casi inconcebible que ocurra

- d) Es importante resaltar que la evaluación de un riesgo no puede ser siempre asumida que sea la misma en cada FOSA. Una falla o condición considerada “Importante/Improbable” para una aeronave, procedimiento y entorno operacional podría ser fácilmente considerada “Peligrosa / remota” para otra aeronave, procedimiento y entorno operacional.

4.3 Las siguientes condiciones son ejemplos de los peligros más significativos y de las mitigaciones referidas a una aeronave específica, criterio operacional y procedimientos de las operaciones RNP AR APCH:

a) Aeronave.-

- 1) Esta área de la FOSA es derivada del análisis de seguridad de los sistemas de la aeronave, documentación de descripción de los sistemas y experiencia operacional. Los aspectos que se deben considerar son:
 - (a) Falla de los siguientes sistemas:
 - de navegación;
 - de guía de vuelo;
 - de instrumentos de vuelo para la aproximación, aproximación frustrada o salida (p. ej., pérdida de actualización GNSS, falla del receptor, desconexión del piloto automático, falla del FMS, etc.).

Nota.- Dependiendo de la aeronave, esto puede estar referido en el diseño de la aeronave o en los procedimientos operacionales como guía de verificación cruzada (p. ej., equipo doble para los errores laterales, utilización del EGPWS/TAWS).
 - (b) Malfuncionamiento de los sistemas de datos de aire o altimétricos.- El riesgo puede ser mitigado mediante un procedimiento de verificación cruzada entre dos sistemas independientes.
- 2) La FOSA también debe considerar las condiciones normales, poco normales y no normales.
 - (a) Performance normal.- La precisión lateral y vertical y la performance relativa a la RNP son referidas en los requisitos de la aeronave, en la aeronave misma y en los sistemas operados normalmente en configuraciones estándar y en modos de operación, mientras que los componentes del error individual son monitoreados mediante el sistema de diseño y los procedimientos de la tripulación.

- (b) Performance poco normal y no normal.- La precisión lateral y vertical de la RNP se evalúa a través de fallas del sistema como parte de la calificación de la aeronave. Adicionalmente, otras fallas poco normales y no normales, así como, las condiciones para las operaciones ATC, los procedimientos de la tripulación de vuelo, la infraestructura de las NAVAIDS y el entorno operacional también son evaluados en relación a la RNP o 2xRNP, como sea apropiado. Cuando los resultados de una falla o condición no son aceptables para continuar las operaciones, se deben desarrollar mitigaciones o establecer limitaciones para la aeronave, tripulación de vuelo y/u operación.
- b) Performance de la aeronave.-
- 1) Los criterios de diseño de un procedimiento RNP AR APCH están vinculados para generalizar la performance de la aeronave. El resultado puede ser conservador en cuanto a los márgenes de performance dependiendo de la aeronave y de los sistemas que han sido evaluados. Estos son los parámetros específicos que deberán ser evaluados hasta el alcance de la desviación en relación con aquellos contenidos en el diseño del procedimiento, p. ej., límite del ángulo de inclinación lateral, ascenso, performance de gran altitud, etc.
 - 2) *Performance inadecuada para realizar la aproximación.-* La calificación inicial de la aeronave y los procedimientos operacionales aseguran que la performance sea adecuada en cada aproximación, como parte de la planificación del vuelo y para iniciar o continuar la aproximación. Se deberá considerar la configuración de la aeronave y cualquier cambio en la configuración asociada con una maniobra de motor y al aire (p. ej., falla de motor, retracción de flaps).
 - 3) *Pérdida de motor.-* La pérdida de un motor mientras la aeronave está realizando una aproximación RNP AR APCH, es una ocurrencia poco frecuente debido a la alta confiabilidad del motor y a la corta exposición de tiempo en la aproximación. Se espera que los explotadores desarrollen procedimientos e instrucción de vuelo que les permita tomar las acciones apropiadas para mitigar los efectos de una pérdida de motor mediante una maniobra de motor y al aire y tomando el control de la aeronave de forma manual, si es necesario.
- c) Servicios de navegación.-
- 1) La utilización y la disponibilidad de los servicios de navegación son críticos en las aplicaciones RNP AR APCH donde valores pequeños de RNP son requeridos para la aproximación y para posibles maniobras de extracción. Los sistemas de navegación multisensor deben ser evaluados para la utilización y selección de los sensores. Se debe considerar lo siguiente:
 - (a) *Utilización de las NAVAIDS fuera de sus volúmenes de cobertura designados o en modo de prueba.* Requisitos de la aeronave y procedimientos operacionales han sido desarrollados para mitigar este riesgo.
 - (b) *Errores en la base de datos de navegación.-* Los procedimientos deben ser validados mediante un vuelo de validación específico para el explotador y aeronave y el explotador debe tener un proceso definido para mantener datos validados mediante actualizaciones a la base de datos de navegación.

Nota.- El aseguramiento de la base de datos de navegación es cubierta por las cartas de autorización que emiten las AAC a los fabricantes de las bases de datos, las cuales deben ser combinadas con los procedimientos de los explotadores para asegurar que se instale en la aeronave bases de datos correctas y actualizadas.
- d) Operaciones ATC.-
- 1) Frecuentemente, al ATC no se le involucra en la implementación de las operaciones RNP AR APCH hasta que ya es demasiado tarde. Una revisión temprana de los aspectos operacionales del ATC es crítica para posibilitar los procedimientos RNP AR APCH. En

esta área se debe considerar lo siguiente:

- (a) Procedimiento asignado a una aeronave que no es capaz de cumplir un procedimiento RNP AR APCH: Los explotadores son responsables de no aceptar la autorización.
- (b) El ATC provee guía vectorial a una aeronave hacia una aproximación cuya performance no puede ser cumplida por la aeronave: Procedimientos e instrucción ATC deben asegurar el franqueamiento de obstáculos hasta que la aeronave esté establecida en el procedimiento. La aeronave no deberá ser guiada por el ATC sobre o hacia una distancia muy corta antes de los segmentos curvos del procedimiento.

e) Operaciones de la tripulación de vuelo.-

- 1) Los factores humanos en las operaciones RNP AR APCH se refieren a que existe un aumento en la confianza de la automatización en tierra y en el aire de tal manera de reducir la exposición y los incidentes del error humano. Sin embargo, debido a que se requieren acciones e interacciones humanas es necesario considerar al menos lo siguiente:
 - (a) Reglaje erróneo del altímetro barométrico: ¿Existe una anotación y un procedimiento de verificación por parte de la tripulación de vuelo para mitigar este riesgo?
 - (b) Selección o carga incorrecta del procedimiento.- ¿Existe un procedimiento de la tripulación de vuelo para verificar que la aproximación cargada corresponde al procedimiento publicado?, ¿Existe el requerimiento para que se incluya una presentación de pantalla en la aeronave?
 - (c) Selección incorrecta del modo de control de vuelo: ¿Existe instrucción sobre la importancia del modo de control de vuelo y un procedimiento independiente para monitorear una desviación excesiva de la trayectoria?
 - (d) Selección incorrecta del RNP: ¿Existe un procedimiento de vuelo para verificar que el RNP cargado en el sistema corresponda al valor publicado?
 - (e) Maniobra de motor y al aire y aproximación frustrada: Evalúe el riesgo de un aterrizaje abortado en o por debajo de la DA (H). Note que esto no responde a los criterios del diseño del procedimiento.
 - (f) Condiciones meteorológicas desfavorables: ¿Cuál es el riesgo por pérdida o reducción significativa de la referencia visual que puede resultar en o que requiere una maniobra de motor y al aire y qué efecto existe?

f) Infraestructura.-

- 1) La infraestructura y los servicios de apoyo son parte integrante de la performance de la aeronave: Algunos aspectos son ya referidos a través de los análisis de peligros y de seguridad de los sistemas de la aeronave.
- 2) Falla del satélite GNSS: Esta condición se evalúa durante la calificación de la aeronave para asegurar que es posible mantener el franqueamiento de obstáculos, considerando la baja probabilidad de que la falla ocurra.
- 3) Pérdida de las señales GNSS: Se requiere equipo independiente relevante (p. ej., IRU) para las aproximaciones RNP AR APCH con tramos RF y aproximaciones donde la precisión para la aproximación frustrada es menor que 1 NM. En otras aproximaciones se utilizan procedimientos operacionales para aproximarse a una derrota publicada y ascender sobre los obstáculos.
- 4) Prueba de las NAVAIDS emplazadas en tierra en la vecindad de la aproximación: Se requiere de la aeronave y de procedimientos operacionales para detectar y mitigar este

evento.

g) Condiciones de operación.-

- 1) Ciertos aspectos del aeródromo y del entorno del espacio aéreo son reflejados en los criterios del diseño del procedimiento RNP AR APCH. En esta área se debe considerar lo siguiente:
 - (a) Condiciones de viento de cola: Excesiva velocidad en los tramos RF resultará en la inhabilidad para mantener la derrota. Esto debe ser referido en los requerimientos de la aeronave correspondientes a los límites de la guía de comando, inclusión de un margen de maniobrabilidad de 5 grados de inclinación lateral, consideración del efecto de la velocidad y procedimientos de la tripulación de vuelo para mantener velocidades por debajo de la velocidad máxima autorizada.
 - (b) Condiciones de viento cruzado y efecto del error técnico de vuelo: Considere que un error técnico de vuelo nominal se evalúa bajo una variedad de condiciones de viento y que un procedimiento de la tripulación de vuelo para monitorear y limitar las desviaciones asegura una operación confiable.
 - (c) Efectos de temperatura extrema en la altitud barométrica (p. ej., temperaturas frías extremas, conocimiento de fenómenos meteorológicos o atmosféricos locales, vientos de altura, turbulencia severa, etc.): El efecto de este error en la trayectoria vertical se mitiga a través del diseño del procedimiento y por los procedimientos de la tripulación de vuelo. Las aeronaves que disponen de un sistema para compensar la temperatura pueden realizar los procedimientos sin considerar el límite de temperatura publicada. El efecto de este error en los segmentos de altitudes mínimas y en la altitud de decisión son tratados de una manera equivalente en todos los otros procedimientos de aproximación.

4.4 Repercusiones sobre las soluciones/mitigaciones propuestas.-

4.4.1 A medida que se evalúan varias condiciones y riesgos, algunos de ellos pueden ser clasificados dentro de un rango donde el nivel de riesgo o de probabilidad no son aceptables. Cuando éstos son revisados por el equipo de especialistas FOSA, ellos pueden identificar una gama de posibles soluciones (p. ej., diseño del sistema, procedimientos, procesos, etc) que convertidas en mitigaciones reducen el nivel de riesgo y/o la incidencia del riesgo de tal manera que dichos riesgos pueden ser aceptablemente seguros para las operaciones RNP AR APCH. Se deben considerar los siguientes aspectos:

a) Operaciones.-

- 1) ¿Cuáles son las repercusiones/cambios para ATC, despacho, mantenimiento, procedimientos de vuelo? p. ej., conocimiento de la capacidad de la aeronave, predicción del equipo RNP, equipo requerido y verificaciones específicas, respectivamente.

b) Seguridad operacional/riesgo.-

- 1) ¿Cómo se comparan las diferencias principales en el diseño del procedimiento o en los requerimientos operacionales asociados con la calificación de la aeronave o explotador, p. ej., que excepciones o limitaciones de la aeronave o explotador se comparan con los requerimientos operacionales o del procedimiento?
- 2) ¿Cómo se aplica la base de certificación a las operaciones previstas, p. ej., es la performance demostrada (RNP), funcionalidad y capacidades junto con las evaluaciones de seguridad operacional y de riesgos equivalente a o mejor de lo que se requiere para la operación?
- 3) ¿Cómo están consideradas las condiciones poco normales, no normales, fallas o peligros en los criterios del diseño del procedimiento, calificaciones de la aeronave y explotador o en los procedimientos añadidos o en las verificaciones de los sistemas?

- 4) ¿Cómo es afectada la terminación segura del procedimiento o de la extracción?
- c) Aplicabilidad general en las operaciones RNP AR APCH.-
- 1) Los procedimientos RNP AR APCH y los requerimientos operacionales difieren, por lo tanto, un solicitante debe considerar la afectación de las posibles mitigaciones en la aplicación general de la aeronave RNP respecto a la instrucción de la tripulación, procedimientos, equipo, interfaces ATC, etc.
 - 2) Los diferentes peligros considerados en la FOSA deben ser resumidos junto con los peligros asociados y su frecuencia, las mitigaciones y el nivel del peligro mitigado y su frecuencia. Los factores y aspectos significantes deberán ser resaltados dentro de las recomendaciones finales (Véase el ejemplo adjunto en la Tabla 7-3 – Ejemplo de hoja de trabajo FOSA).

***Nota.-** Mientras que muchos de los aspectos y preguntas de este apéndice deben ser consideradas en la metodología de la FOSA, este material no necesita ser incluido en la FOSA si se hace referencia en el paquete del solicitante.*

INTENCIONALMENTE EN BLANCO

Tabla 7-3 – Ejemplo de hoja de trabajo FOSA

Identificación de peligro	ID	Nombre	Gravedad	Probabilidad	Descripción	Mitigación	Gravedad de la mitigación	Frecuencia de la mitigación	Doc de Ref.
Falla de la aeronave/sistema	A1	Falla de un motor	Importante	Remota	La falla de un motor puede producir pérdida de separación con el terreno	Se ha realizado una evaluación de performance con un solo motor para determinar las condiciones específicas de performance para la Compañía ABC. Las tripulaciones deben ejecutar los procedimientos existentes para falla de un solo motor.	menor	remota	Manual PBN Cap 5; 5.1
	A2	Falla de un receptor GNSS	menor	remota	La falla de un receptor GPS produce pérdida de redundancia en la capacidad de navegación	Para los procedimientos RNP AR APCH se requiere dos receptores GNSS. Los procedimientos de la tripulación de vuelo requieren la ejecución de la maniobra de motor y al aire	Insignificante	remota	Manual PBN Cap 5; 5.5

Identificación de peligro	ID	Nombre	Gravedad	Probabilidad	Descripción	Mitigación	Gravedad de la mitigación	Frecuencia de la mitigación	Doc de Ref.
						(go-around) por falla de un GPS dentro del FAF. Los procedimientos de la tripulación requieren la ejecución de la maniobra de motor y al aire para todas las fallas dentro del FAF salvo que existan condiciones visuales			
	A3	Retracción errónea de los flaps							
	A4	Falla doble FMC/CDU en condiciones IMC							
	A5	Degradación o pérdida de la señal GPS							
	A6	Pérdida de todos los AP/modo de control							
	A7	Falla de dos receptores GNSS							
	A8	Desconexión del AP							
	A9	Pérdida de							

Identificación de peligro	ID	Nombre	Gravedad	Probabilidad	Descripción	Mitigación	Gravedad de la mitigación	Frecuencia de la mitigación	Doc de Ref.
		equipo que resulta en la operación de un solo sistema							
	A10	Falla de los datos de aire/altímetros que resulta en diferencias en las pantallas de indicación							
Entorno operacional (p. ej., condiciones físicas, espacio aéreo y diseño de rutas)	E1	Performance limitador del viento de cola							
	E2	Temperatura ambiente							
	E3	Vientos cruzados fuertes							
Operadores	H1	Respuesta incorrecta del piloto							
	H2	Respuesta pobre del piloto o error del piloto							
Interfaz humano maquina	I1	Reglaje equivocado del altímetro debido a error en la comunicación del ATC a la							

Identificación de peligro	ID	Nombre	Gravedad	Probabilidad	Descripción	Mitigación	Gravedad de la mitigación	Frecuencia de la mitigación	Doc de Ref.
		aeronave							
Procedimientos operacionales	P1	Compensación de temperatura							
	P2	Aterrizaje abortado (balked or rejected)							
Procedimiento de mantenimiento	M1	Base de datos de navegación incorrecta							
Servicios externos	S1	Error de la fuente-altímetro							
	S2	ATC							
	S3	NAVAID fuera de cobertura o en modo de prueba							
	S4	Falla del satélite GNSS							

Sección 8 – Aprobación de operaciones con baro-VNAV

1. Introducción

Esta especificación para la navegación trata de los sistemas basados en el uso de altitud barométrica e información RNAV en la definición de trayectorias de vuelo vertical y seguimiento vertical de una trayectoria. El segmento de aproximación final de los procedimientos de vuelo por instrumentos VNAV se ejecuta usando guía vertical para una trayectoria de planeo calculada por el sistema RNAV de a bordo. La trayectoria de planeo está incluida en la especificación del procedimiento por instrumentos en la base de datos de navegación del sistema RNAV. Para otras fases del vuelo, la VNAV barométrica (baro-VNAV) proporciona información de trayectoria vertical que puede definirse por ángulos verticales o altitudes en puntos de referencia en el procedimiento.

2. Objetivo

2.1 Esta sección proporciona orientación y guía a los IO sobre el proceso de aprobación de aeronaves y explotadores para operaciones con baro-VNAV. Los criterios descritos en esta sección respecto a la aprobación de operaciones con baro-VNAV, contienen los requisitos específicos de aeronavegabilidad y operacionales que combinados con los criterios establecidos en el MIO, Parte II, Volumen III, Capítulo 5 – Proceso genérico para aprobaciones RNV/RNP, permitirán a la AAC otorgar una autorización baro-VNAV.

2.2 Esta especificación proporciona información a los Estados para la implantación de procedimientos de vuelo por instrumentos en los que la VNAV barométrica se autoriza para aproximaciones RNP APCH y RNP AR APCH, donde esté aprobada.

2.3 Esta especificación facilita la aprobación operacional de los sistemas VNAV barométricos existentes que han demostrado sus capacidades y han obtenido aprobación reglamentaria para su utilización. Una aprobación basada en este criterio permite a un explotador realizar operaciones VNAV barométricas en todo el mundo.

3. Consideraciones del proveedor de servicios de navegación aérea (ANSP)

3.1 Aplicación de la VNAV barométrica.-

La VNAV barométrica está prevista para aplicarla donde se proporcione a la tripulación de vuelo guía vertical e información sobre procedimientos de aproximación por instrumentos que contienen una trayectoria de vuelo vertical definida por un ángulo de trayectoria vertical (VPA). La VNAV barométrica también puede definirse por las restricciones de altitud, pero únicamente para fases de vuelo que no son de aproximación. La orientación para el uso operacional se proporciona en los PANS-OPS (Doc 8168), Volumen I.

3.2 Margen de franqueamiento de obstáculos.-

En los PANS-OPS (Doc 8168), Volumen II, se proporciona orientación detallada sobre el margen de franqueamiento de obstáculos; se aplican también los criterios generales de las Partes I y III. Los criterios de los PANS-OPS no proporcionan orientación específica para el diseño de un calco VNAV barométrico de un procedimiento convencional de aproximación final en descenso continuo (CDFA) que no es de precisión. En esos casos, deben tenerse en cuenta muchas cosas para asegurar un margen continuo de franqueamiento de obstáculos, la posibilidad de aplicar el procedimiento en la práctica, la coherencia cartográfica y la compatibilidad con los sistemas de a bordo.

4. Consideraciones generales para la elaboración de una especificación VNAV barométrica

4.1 Infraestructura de ayudas para la navegación.-

El diseño del procedimiento no tiene requisitos únicos respecto a la infraestructura. Estos

Los criterios se basan en el uso de altimetría barométrica mediante un sistema RNAV/RNP de a bordo cuya capacidad de performance permite la operación requerida. El diseño del procedimiento debería tener en cuenta las capacidades funcionales requeridas en este documento.

4.2 Consideraciones sobre la publicación.-

Las cartas deberían seguir las normas del Anexo 4 — *Cartas aeronáuticas* para la designación de un procedimiento RNAV en que la trayectoria de vuelo vertical está especificada por un ángulo de trayectoria de planeo. La designación cartográfica seguirá siendo compatible con la convención actual [p. ej., si el procedimiento lateral se basa en el GNSS, las cartas indicarán RNAV (GNSS)].

4.3 Vigilancia e investigación de los errores de navegación y del sistema.-

Si la observación o el análisis indican que ha ocurrido una pérdida de separación o de margen de franqueamiento de obstáculos, debería determinarse la razón de la aparente desviación de la derrota o la altitud y deberían tomarse medidas para impedir que esto vuelva a ocurrir.

4.4 Informes sobre errores de navegación.-

4.4.1 Una autoridad de reglamentación puede considerar los informes de error de navegación para determinar las medidas correctivas. Los casos de errores de navegación atribuidos a una pieza específica del equipo de navegación que se repiten pueden resultar en la cancelación de la aprobación para el uso de ese equipo.

4.4.2 La información que indica la posibilidad de errores repetidos puede hacer que sea necesario modificar el programa de instrucción del explotador. La información que atribuye errores múltiples a una tripulación de pilotos en particular indica la necesidad de instrucción de recuperación o la revisión de las licencias.

4.5 Supuestos respecto al proveedor de servicios.-

El proveedor de servicios de navegación debe proporcionar datos e información para permitir el reglaje del altímetro correcto y preciso a bordo de las aeronaves, así como sobre la temperatura local. Estos datos deben provenir del equipo de medición en el aeropuerto en el que se llevará a cabo la aproximación. El medio específico para la transmisión de estos datos e información a la aeronave puede incluir las comunicaciones verbales, ATIS u otros medios. En apoyo de esto, también se espera que los proveedores de servicios aseguren la precisión, vigencia y disponibilidad de datos meteorológicos para apoyo de las operaciones VNAV.

4.6 Coordinación con el ATC.-

Se espera que el ATC esté familiarizado con la capacidad VNAV de las aeronaves, así como con las cuestiones relacionadas con el reglaje del altímetro y los datos de temperatura requeridos por las aeronaves.

5. Proceso de aprobación

5.1 Para que un explotador de transporte aéreo comercial reciba una autorización para operaciones con baro-VNAV, éste deberá cumplir con dos tipos de aprobaciones:

- a) la aprobación de aeronavegabilidad que le incumbe al Estado de matrícula; y
- b) la aprobación operacional a cargo de la AAC del Estado del explotador.

5.2 Las RAB 121.995 (b) y 135.565 (c) exigen que las aeronaves estén autorizadas por el Estado de matrícula y que los explotadores estén autorizados por sus respectivos Estados para llevar a cabo operaciones en las que se ha prescrito una especificación para la navegación basada en la performance.

5.3 Esta sección identifica los requisitos operacionales para la VNAV juntamente con operaciones RNP APCH hasta mínimo LNAV/VNAV. Se supone que se ha completado la aprobación

de aeronavegabilidad de la aeronave y los sistemas. Esto significa que la base para la función y la performance VNAV ya se han establecido y aprobado según niveles apropiados de análisis, ensayo y demostración. Además, los procedimientos normales así como toda limitación de la función han sido documentados como parte de esta actividad, como corresponde, en los manuales de operaciones y de vuelo de la aeronave. El cumplimiento de estos requisitos operacionales debe tratarse por medio de reglamentos operacionales nacionales y, en algunos casos, podría ser necesaria una aprobación operacional específica. Por ejemplo, ciertos reglamentos operacionales requieren que los explotadores soliciten a sus respectivas autoridades nacionales (Estado de matrícula) la aprobación operacional.

5.4 Durante el proceso de aprobación de operaciones con baro-VNAV, los IOs deben seguir las cinco fases establecidas en el MIO, Parte II, Volumen III, Capítulo 5 – Proceso genérico para aprobaciones RNP/RNP y considerar los requisitos específicos de esta sección.

6. Aprobación de aeronavegabilidad

6.1 Admisibilidad de las aeronaves.-

6.1.1 La documentación pertinente aceptable para el Estado en que se realizarán las operaciones debe estar disponible para probar que la aeronave está equipada con un sistema RNAV con capacidad VNAV demostrada. La admisibilidad puede probarse en dos etapas, una para reconocer las calidades y calificaciones de la aeronave y del equipo, y la segunda para determinar la admisibilidad de las operaciones. Para determinar la admisibilidad de los sistemas existentes se debería considerar la aceptación de documentos del fabricante respecto al cumplimiento, por ejemplo, AC20-129 o AC 20-138B.

Nota.- Sistemas RNP AR: Se considera que los sistemas RNAV calificados y que han demostrado capacidad para operaciones RNP AR que incluyen VNAV están calificados con el reconocimiento de que las aproximaciones RNP deben llevarse a cabo de forma compatible con la aprobación RNP AR de los explotadores. No es necesario ningún otro examen respecto a capacidad de la aeronave, instrucción del explotador, mantenimiento, procedimientos de operación, bases de datos, etc.

6.2 Requisitos respecto a los sistemas de las aeronaves.-

6.2.1 Performance del sistema de navegación vertical (VNAV) barométrica.-

6.2.1.1 Las operaciones de aproximación VNAV barométrica se basan en el uso de equipo RNAV que determina automáticamente la posición de la aeronave en el plano vertical empleando información del equipo, que puede incluir:

- a) computadora de datos aeronáuticos FAA TSO-C106;
- b) sistema de datos aeronáuticos, ARINC 706, Mark 5 Air Data System;
- c) sistema de altímetro barométrico, DO-88 Altimetry, ED-26 MPS for Airborne Altitude Measurements and Coding Systems, ARP-942 Pressure Altimeter Systems, ARP-920 Design and Installation of Pitot Static Systems for Transport Aircraft; y
- d) sistemas integrados con certificado de tipo que ofrecen una capacidad de sistema de datos aerodinámicos comparable con el Párrafo b).

Nota 1.- Los datos de determinación de la posición provenientes de otras fuentes se pueden integrar con la información de altitud barométrica siempre que no cause errores de posición que excedan los requisitos de mantenimiento de la precisión de la derrota.

Nota 2.- La precisión del sistema altimétrico se demuestra de forma independiente por medio de la certificación de los sistemas de presión estática (p. ej., FAR o CS 25.1325), en que la performance debe ser de 30 ft por 100 KIAS. Los sistemas altimétricos que satisfacen este requisito satisfarán los requisitos respecto al error del sistema altimétrico (ASE) para la VNAV barométrica. No son necesarios ninguna demostración o cumplimiento.

6.2.2 Precisión del sistema.-

- a) Para las operaciones de aproximación por instrumentos se debería haber demostrado que el error del equipo VNAV de a bordo, excluida la altimetría, es inferior a lo indicado a continuación con una base de probabilidad del 99,7%:

	<i>Segmentos de vuelo horizontal y región de altitud de interceptación en el ascenso/descenso de las altitudes especificadas</i>	<i>Ascenso/descenso a lo largo de un perfil vertical (ángulo) especificado</i>
A o por debajo de 1 500 m (5 000 ft)	15 m (50 ft)	30 m (100 ft)
1 500 m a 3 000 m (5 000 ft a 10 000 ft)	15 m (50 ft)	45 m (150 ft)
Por encima de 3 000 m (10 000 ft)	15 m (50 ft)	67 m (220 ft)

Notas.-

1. *Las altitudes máximas de operación deben fundamentarse en el cumplimiento con tolerancia de precisión total.*
2. *La guía VNAV puede usarse en el vuelo horizontal en ruta como en el caso de leyes de control de retención de altitud, que están integradas con las leyes de control de velocidad para considerar el intercambio de energía. El componente de error suplementario aportado por el equivalente VNAV debe ser compensado por la correspondiente reducción de otros componentes de error, tales como el error técnico de vuelo, para no exceder la ponderación de errores.*
3. *El error altimétrico se refiere a la información eléctrica e incluye todos los errores atribuibles a la instalación altimétrica de la aeronave que incluye efectos de posición resultantes de altitudes de vuelo normales de la aeronave. En el caso de las aeronaves de elevada performance, se espera que se provea corrección altimétrica. Dicha corrección debería hacerse automáticamente. En el caso de las aeronaves de menor performance, puede ser necesaria una actualización del sistema altimétrico.*
4. *El error del equipo VNAV incluye todos los errores que resultan de la instalación del equipo de guía vertical. Esto no incluye los errores del sistema altimétrico, pero sí incluye todo nuevo error que se agregue como resultado de la adición del equipo VNAV. Este componente de error puede ser de nivel cero en un vuelo en ruta si la operación se limita a guía por medio del altímetro únicamente, pero no debería ignorarse en las operaciones de terminal y aproximación en las que el piloto debe seguir las indicaciones VNAV.*
5. *El componente de error vertical de un error de posición a lo largo de la derrota está limitado por los requisitos de calificación del equipo para VNAV barométrica que siguen y se refleja directamente en la compensación de la tolerancia a lo largo de la derrota usada en los criterios de diseño de procedimientos VNAV barométrica:*
 - sistemas de navegación GNSS certificados para aproximación o sistemas multisensor que usan IRU en combinación con GNSS; o
 - sistemas RNP aprobados para RNP 0,3 o inferior;
 - equipo VNAV en buen estado de servicio;
 - sistema VNAV certificado para operaciones de aproximación VNAV barométrica;
 - equipado con sistema LNAV/VNAV integrado con una fuente precisa de altitud barométrica; y
 - altitudes VNAV e información para el procedimiento procedente de una base de

datos de navegación con integridad mediante garantía de calidad.

- b) Errores técnicos de vuelo (pilotaje). Con presentaciones satisfactorias de información de guía vertical, debería haber quedado demostrado que los errores técnicos de vuelo son inferiores a los valores tres sigma indicados seguidamente.

	<i>Segmentos de vuelo horizontal y región de altitud de interceptación en el ascenso/descenso de las altitudes especificadas</i>	<i>Ascenso/descenso a lo largo de un perfil vertical (ángulo) especificado</i>
A o por debajo de 1 500 m (5 000 ft)	45 m (150 ft)	60 m (200 ft)
1 500 m a 3 000 m (5 000 ft a 10 000 ft)	73 m (240 ft)	91 m (300 ft)
Por debajo de 3 000 m (10 000 ft)	73 m (240 ft)	91 m (300 ft)

Habrà sido necesario realizar suficientes ensayos de vuelo de la instalación para verificar que estos valores se pueden mantener. Se pueden lograr valores inferiores para los errores técnicos de vuelo, especialmente en los casos en que el sistema VNAV se ha de usar únicamente cuando esté acoplado a un piloto automático o a un director de vuelo. Sin embargo, debería mantenerse por lo menos la precisión vertical del sistema total indicada seguidamente.

Si una instalación da como resultado errores técnicos de vuelo más grandes, el error vertical del sistema total (excluida la altimetría) puede determinarse combinando los errores de equipo y los errores técnicos de vuelo utilizando el método de la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados (RSS). El resultado debería ser inferior a los valores indicados seguidamente.

	<i>Segmentos de vuelo horizontal y región de altitud de interceptación en el ascenso/descenso de las altitudes especificadas</i>	<i>Ascenso/descenso a lo largo de un perfil vertical (ángulo) especificado</i>
A o por debajo de 1 500 m (5 000 ft)	48 m (158 ft)	68 m (224 ft)
1 500 m a 3 000 m (5 000 ft a 10 000 ft)	74 m (245 ft)	102 m (335 ft)
Por debajo de 3 000 m (10 000 ft)	74 m (245 ft)	113 m (372 ft)

Un medio aceptable de cumplir estos requisitos de precisión es tener un sistema RNAV 7 aprobado para aproximaciones VNAV de conformidad con los criterios de FAA AC20-129 o AC 20-138B y un sistema altimétrico aprobado de conformidad con FAR/CS 25.1325 o

equivalente.

6.2.3 Continuidad de la función.-

Para las operaciones que se fundamentan en el uso de capacidad VNAV barométrica, se requiere por lo menos un sistema RNAV.

6.2.4 Funciones de navegación vertical.-

6.2.4.1 Definición de trayectoria.-

6.2.4.1.1 Los requisitos para definir la trayectoria vertical se rigen por dos requisitos generales para la operación: tolerancia para performance de la aeronave y repetibilidad y predictibilidad en la definición de la trayectoria. Esta relación operacional conduce a las especificaciones de las secciones que siguen, que se basan en fases y operaciones de vuelo específicas.

6.2.4.1.2 El sistema de navegación debe tener capacidad para definir una trayectoria vertical mediante un ángulo de trayectoria de vuelo hasta un punto de referencia. El sistema debe tener también capacidad para especificar una trayectoria vertical entre restricciones de altitud en dos puntos de referencia del plan de vuelo. Las restricciones de altitud en el punto de referencia deben definirse como una de las siguientes:

- a) una restricción de altitud “AT or ABOVE” (EN o POR ENCIMA DE) (p. ej., 2400A, puede ser apropiada para situaciones en que no es obligatorio limitar la trayectoria vertical);
- b) una restricción de altitud “AT or BELOW” (EN o POR DEBAJO DE) (p. ej., 4800B, puede ser apropiada para situaciones en que no es obligatorio limitar la trayectoria vertical);
- c) una restricción de altitud “AT” (EN) (p. ej., 5200); o
- d) una restricción “WINDOW” (VENTANA) (p. ej., 2400A, 3400B).

Nota.- Para procedimientos de aproximación RNP AR, todo segmento con una trayectoria vertical publicada definirá dicha trayectoria basada en un ángulo al punto de referencia y la altitud.

6.2.5 Restricciones verticales.-

Las altitudes y/o velocidades relacionadas con procedimientos publicados deben extraerse automáticamente de la base de datos de navegación una vez seleccionado el procedimiento de aproximación.

6.2.6 Construcción de trayectorias.-

El sistema debe tener la capacidad de construir una trayectoria para proporcionar guía desde la posición en curso hasta un punto de referencia con restricción vertical.

6.2.7 Capacidad de cargar procedimientos extraídos de la base de datos de navegación.-

El sistema de navegación debe tener la capacidad de cargar procedimientos completos que se han de realizar tomándolos de la base de datos de navegación de a bordo, y de modificarlos basándose en las instrucciones del ATC. Estos procedimientos incluyen la aproximación (que incorpora ángulo vertical), la aproximación frustrada y las transiciones de aproximación para el aeropuerto y la pista seleccionados. El sistema de navegación debería impedir la modificación de los datos del procedimiento contenidos en la base de datos de navegación.

6.2.8 Límites de temperatura.-

Para las aeronaves que usan VNAV barométrica sin compensación de temperatura para realizar la aproximación, los límites de baja temperatura se reflejan en el diseño del procedimiento y se identifican juntamente con los límites de alta temperatura en el procedimiento publicado. Las temperaturas bajas reducen el ángulo real de la trayectoria de planeo, mientras que las temperaturas elevadas aumentan el ángulo real de la trayectoria de planeo. Las aeronaves que usan VNAV barométrica con compensación de temperatura o las aeronaves que usan otro medio alternativo para

la guía vertical (p. ej., SBAS) pueden no tener en cuenta las restricciones de temperatura.

6.2.9 Guía y control.-

Para los requisitos de performance vertical, la ponderación de errores de control de la trayectoria debe reflejar la referencia de altitud así como otros factores, tales como la compensación de balanceo y protección de velocidad, cuando sea aplicable.

6.2.10 Interfaz de usuario.-

6.2.10.1 *Presentaciones en pantalla y control*

La resolución de presentación (salida de lectura) y la resolución de entrada para la información de navegación vertical debería ser la siguiente:

<i>Parámetro</i>	<i>Resolución de presentación (salida de lectura)</i>	<i>Resolución de entrada</i>
Altitud	Nivel de vuelo o (1 ft)	Nivel de vuelo o (1 ft)
Desviación de trayectoria vertical	10 ft	No se aplica
Ángulo de trayectoria de vuelo	0,1°	0,1°
Temperatura	1°	1°

6.2.11 Desviación de la trayectoria y vigilancia.-

El sistema de navegación debe tener la capacidad de presentar continuamente al piloto a los mandos, en los instrumentos de vuelo primarios de navegación, la posición de la aeronave con relación a la trayectoria vertical definida. La presentación debe permitir al piloto distinguir fácilmente si la desviación vertical excede de +30 m/-15 m (+100 ft/-50 ft). Se debería vigilar la desviación y deberían tomarse medidas para minimizar los errores.

- a) Se recomienda una presentación no numérica de desviación con la escala apropiada (es decir, indicador de desviación vertical) situada en el campo de visión óptimo del piloto. Un indicador de desviación con escala fija es aceptable siempre que demuestre tener la escala y la sensibilidad apropiadas para la operación prevista. Todo límite de alerta e indicación también debe coincidir con los valores de escala.

Nota.- Los sistemas actuales prevén una escala de desviación vertical de ± 500 ft. Esa escala de desviación debería evaluarse para que sea compatible con el requisito de visibilidad y evidencia mencionado antes.

- b) En vez de indicadores de desviación vertical con una escala apropiada en el campo de visión óptimo del piloto puede ser aceptable una presentación numérica de desviación, dependiendo de la carga de trabajo de la tripulación de vuelo y de las características de la presentación numérica. Una presentación numérica puede exigir instrucción básica adicional e instrucción periódica para la tripulación de vuelo.
- c) Puesto que la escala y la sensibilidad de la desviación vertical varían ampliamente, las aeronaves admisibles deben estar equipadas también con un director de vuelo o piloto automático en buen estado de funcionamiento capaz de seguir la trayectoria vertical.

6.2.12 Altitud barométrica.-

La aeronave debe presentar la altitud barométrica proveniente de dos fuentes altimétricas independientes, una en cada campo de visión óptimo del piloto. Los procedimientos del

explotador deberían asegurar la vigencia del reglaje del altímetro para el procedimiento por instrumentos y la pista seleccionados.

7. Aprobación operacional

7.1 Bases reglamentarias.-

7.1.1 La aprobación de aeronavegabilidad por sí sola no autoriza a un solicitante o explotador a realizar operaciones con baro-VNAV. Además de la aprobación de aeronavegabilidad, el solicitante o explotador debe obtener una aprobación operacional para confirmar la adecuación de los procedimientos normales y de contingencia respecto a la instalación del equipo particular.

7.1.2 En transporte aéreo comercial, la AAC del Estado del explotador llevará a cabo la evaluación de la solicitud para una aprobación operacional de una operación con baro-VNAV (RNP APCH hasta mínimos LNAV/VNAV) según las reglas de operación vigentes (p. ej., RAB 121.995 (b) y RAB 135.565 (c) o equivalentes) apoyadas por los criterios descritos en esta sección.

7.1.3 Para la aviación general, El Estado de matrícula será el responsable de la evaluación de la solicitud para una aprobación operacional de una operación con baro-VNAV (RNP APCH hasta mínimos LNAV/VNAV) según las reglas de operación vigentes. (p. ej., RAB 91.1015 y RAB 91.1640 o equivalentes) apoyadas por los criterios establecidos en esta sección.

7.2 Requisitos para obtener la aprobación operacional.-

7.2.1 Para obtener la aprobación operacional, el explotador cumplirá los siguientes pasos:

a) *Aprobación de aeronavegabilidad.*- las aeronaves deberán contar con las correspondientes aprobaciones de aeronavegabilidad según lo establecido en el Párrafo 6.

b) *Solicitud.*- El explotador presentará a la AAC la siguiente documentación:

- 1) *la solicitud para obtener la autorización APV/baro-VNAV;*
- 2) *documentación de calificación de la aeronave.*- Documentación que demuestre que el equipo de la aeronave propuesta satisface los requisitos descritos en el Párrafo 6 de esta CA.
- 3) *Tipo de aeronave y descripción del equipo que va a ser utilizado.*- El explotador proveerá una lista de configuración que detalle los componentes pertinentes y el equipo que va a ser utilizado en la operación APV/baro-VNAV. La lista deberá incluir cada fabricante, modelo y versión del software del FMS instalado.

Nota.- La altimetría barométrica y los equipos relacionados, tales como los sistemas de datos de aire son capacidades básicas requeridas para las operaciones de vuelo.

- 4) *Procedimientos de operación.*- Los manuales del explotador deben indicar adecuadamente los procedimientos de navegación identificados en el Párrafo 8 de esta sección. Los explotadores RAB 91 deberán confirmar que operarán utilizando prácticas y procedimientos identificados.
- 5) *Programas de instrucción.*- Los explotadores RAB 121 y 135 remitirán los currículos de instrucción de acuerdo con el Párrafo 9 de esta sección, que señalen las prácticas y procedimientos operacionales y de mantenimiento y los aspectos de instrucción relacionados con las operaciones de aproximación VNAV (p. ej., la instrucción inicial, de promoción y periódica para las tripulaciones de vuelo, despachadores de vuelo y personal de mantenimiento).

Nota.- No se requiere establecer un programa de instrucción separado si la instrucción sobre RNAV y VNAV ya ha sido integrada como elemento del programa de instrucción del explotador. No obstante, debería ser posible identificar las prácticas y procedimientos de los aspectos VNAV cubiertos en el programa de instrucción. Los explotadores LAR 91 deberían familiarizarse con las prácticas y procedimientos identificados en la Sección 8 y con los aspectos de instrucción del Párrafo 9 de esta sección.

- 6) *Manual de operaciones (OM) y listas de verificación.*- Los explotadores remitirán los

manuales de operación y las listas de verificación que incluyan información y guía relacionadas con las operaciones APV/baro-VNAV.

- 7) *Procedimientos de mantenimiento.*- El explotador remitirá los procedimientos de mantenimiento que incluyan las instrucciones de aeronavegabilidad y mantenimiento de los sistemas y equipo a ser utilizados en la operación. El explotador proveerá un procedimiento para remover y luego retornar una aeronave a la capacidad operacional APV/baro-VNAV.
- 8) *MEL.*- El explotador remitirá cualquier revisión a la MEL, necesaria para la realización de las operaciones APV/baro-VNAV.
- 9) *Validación.*- La AAC determinará si es necesario realizar pruebas de validación basada en el tipo de operación y en la experiencia del explotador. En caso de ser necesario las pruebas de validación, el explotador remitirá un plan de pruebas de validación para demostrar que es capaz de realizar la operación propuesta. El plan de validación al menos deberá incluir lo siguiente:
 - (a) una declaración que indique que el plan de validación ha sido designado para demostrar la capacidad de la aeronave en la ejecución de los procedimientos APV/baro-VNAV;
 - (b) los procedimientos de operación y de despacho del explotador; y
 - (c) los procedimientos de la MEL.

Nota 1.- El plan de validación deberá beneficiarse de los dispositivos de instrucción en tierra, simuladores de vuelo y demostraciones de las aeronaves. Si la demostración será conducida en una aeronave, ésta debe ser realizada de día y en VMC.

Nota 2.- las validaciones pueden ser requeridas para cada fabricante, modelo y versión de software del FMS instalado.
- 10) *Programa de validación de datos de navegación.*- El explotador presentará los detalles del programa de validación de los datos de navegación según lo descrito en el Apéndice 1 de la CA 91-010 – Aprobación de aeronaves y explotadores para operaciones de aproximación con guía vertical/navegación vertical barométrica (APV/baro-VNAV).
- c) *Impartición de la instrucción.*- Una vez que la AAC ha aceptado o aprobado las enmiendas a los manuales, programas y documentos remitidos y antes de iniciar operaciones baro-VNAV, el explotador impartirá la instrucción respectiva a su personal.
- d) *Vuelos de validación.*- Los vuelos de validación se realizarán de acuerdo con los criterios y procedimientos establecidos en el Capítulo 11 - Pruebas de validación del Volumen II, Parte II de este manual. Para determinar si el vuelo de validación puede llevarse a cabo en operaciones comerciales se consultará el Capítulo 11 referido. Estos vuelos se llevarán a cabo de conformidad con el Subpárrafo 7.2.1 b) 9) anterior.
- e) *Emisión de la autorización.*- Después que todos los pasos anteriores han sido completados satisfactoriamente, la AAC emitirá las OpSpecs para explotadores RAB 121 y 135 o una LOA para explotadores RAB 91.

8. Procedimientos de operación

8.1 Para las operaciones APV/baro-VNAV, las tripulaciones deben familiarizarse con los siguientes procedimientos:

- a) Correcciones por temperaturas bajas.- Los pilotos son responsables de toda corrección por temperaturas bajas que se requiera a todas las altitudes/alturas mínimas publicadas. Esto incluye:
 - 1) Las altitudes/alturas para los tramos inicial e intermedio;

- 2) La DA/H; y
- 3) Las altitudes/alturas de aproximación frustrada subsiguientes.

Nota.- El VPA de la trayectoria de aproximación final está protegido contra los efectos de las temperaturas bajas por el diseño del procedimiento.

- b) Reglaje del altímetro.- Solo se realizarán operaciones APV/baro-VNAV cuando:

- 1) se disponga de una fuente de reglaje del altímetro actual y local; y
- 2) se seleccione de manera apropiada el *QNH/*QFE en el altímetro de la aeronave.

*QNH: Presión al nivel medio del mar. Este reglaje indica la altitud sobre el nivel medio del mar (MSL), si la temperatura es estándar

*QFE: Atmósfera estándar que corresponde a 1013 hPa o 29.92” Hg. Este reglaje indica la altitud sobre la superficie isobárica de 1013 hPa, si la temperatura es estándar

Nota.- no se utilizará una fuente a distancia (remota) para el reglaje del altímetro.

- c) Acciones a ser tomadas en la DA.- Se espera que la tripulación de vuelo opere la aeronave a lo largo de la trayectoria vertical publicada y que ejecute un procedimiento de aproximación frustrada una vez que alcanza la DA, a menos que tenga a la vista las referencias visuales requeridas para continuar con la aproximación.
- d) Limitación de temperatura.- Debido al efecto pronunciado de la temperatura no estándar en las operaciones baro-VNAV, los procedimientos de aproximación instrumental contendrán una limitación de temperatura bajo la cual no se autoriza la utilización de una altitud de decisión de navegación vertical (VNAV DA) basada en baro-VNAV. La limitación de temperatura será mostrada mediante una nota en el procedimiento de aproximación instrumental. Si el sistema de a bordo contienen la capacidad para compensar la temperatura, la tripulación debe seguir los procedimientos del explotador basados en las instrucciones del fabricante.
- e) Selección del modo de trayectoria VNAV.- Las tripulaciones de vuelo deben conocer la selección apropiada del modo o modos verticales que comandan la navegación vertical a través de la trayectoria de vuelo publicada. Otros modos verticales tales como la velocidad vertical no son aplicables para la aproximación baro-VNAV.
- f) Restricción para utilizar una fuente a distancia (remota) para el reglaje del altímetro.- La utilización de la baro-VNAV hasta una DA no está autorizada cuando el reglaje del altímetro es promulgado desde una fuente a distancia. Para las operaciones APV/baro-VNAV se requiere un reglaje vigente del altímetro para el aeródromo de aterrizaje. Cuando se muestran mínimos relacionados con un reglaje del altímetro a distancia, la función VNAV puede ser utilizada, pero sólo hasta la altitud mínima de descenso de navegación lateral (LNAV MDA) publicada.
- g) Ajustes manuales.- Si es necesario realizar ajustes manuales para almacenar información de altitud, p. ej., ajustes por temperaturas bajas, la tripulación de vuelo debe hacer los ajustes apropiados a las altitudes del procedimiento y revertir para utilizar la temperatura ajustada LNAV MDA.

8.2 Limitaciones de temperatura

- a) Para aeronaves que utilicen navegación vertical barométrica sin compensación de temperatura en la aproximación, las limitaciones de temperaturas bajas están reflejadas en el diseño del procedimiento e identificadas junto con cualquier límite de temperatura alta en la carta del procedimiento. Las temperaturas bajas reducen el ángulo de trayectoria de planeo real mientras que las temperaturas altas aumentan el ángulo de trayectoria de planeo. Las aeronaves que utilicen navegación vertical barométrica con compensación de temperatura o aeronaves que utilicen un medio alternativo de guía vertical (p. ej., Sistema de aumentación basado en satélites (SBAS)) pueden obviar las restricciones de temperatura.
- b) En virtud que los límites de temperatura establecidos en las cartas son evaluados únicamente para el franqueamiento de obstáculos en el segmento de aproximación final y considerando que

la compensación de la temperatura afecta solamente la guía vertical, el piloto puede tener la necesidad de ajustar la altitud mínima en los segmentos de aproximación inicial e intermedio y en la altitud/altura de decisión (DA/H)).

Nota 1.- La temperatura afecta a la altitud indicada. El efecto es similar a tener cambios de presión alta y baja pero no tan significantes como dichos cambios. Cuando la temperatura es más alta que la estándar (temperatura en condiciones de atmósfera tipo internacional (ISA)), la aeronave estará volando por encima de la altitud indicada. Cuando la temperatura es menor que la estándar, la aeronave estará volando por debajo de la altitud indicada en el altímetro. Para información adicional, refiérase a los errores del altímetro en el manual de información aeronáutica (AIM)

Nota 2.- Las condiciones estándar de ISA al nivel del mar son:

- La temperatura estándar es definida como 15° Celsius (centígrados) o 288.15° Kelvin;
- La presión estándar es definida como 29.92126 pulgadas de mercurio (Hg) o 1013.2 hectopascales (hPa); y
- La densidad estándar para estas condiciones es de 1.225 kg/m³ o 0.002377 slugs/pie cúbico.

9. Programa de instrucción

9.1 El programa de instrucción debería prever instrucción suficiente (p. ej., simulador, dispositivos de instrucción o aeronaves) sobre la capacidad VNAV de la aeronave en la medida que los pilotos no reciben orientación sobre las tareas solamente, esto incluye:

- a) información de este capítulo;
- b) importancia y uso correcto de los sistemas de la aeronave;
- c) características de los procedimientos determinados a partir de la representación cartográfica y la descripción textual:
 - 1) representación de los tipos de puntos de recorrido (de sobrevuelo y de paso), terminaciones de trayectoria y otros tipos usados por el explotador así como las correspondientes trayectorias de vuelo de las aeronaves;
 - 2) información específica sobre el sistema RNAV;
 - 3) niveles de automatización, indicaciones de modo, cambios, alertas, interacciones, reversiones y degradación;
 - 4) integración funcional con otros sistemas de la aeronave;
 - 5) significado y pertinencia de las discontinuidades de las trayectorias verticales así como procedimientos relacionados con la tripulación de vuelo;
 - 6) procedimientos de vigilancia para cada fase de vuelo (p. ej., vigilancia de la página “PROGRESS” o “LEGS”);
 - 7) anticipación de virajes teniendo en consideración los efectos de la velocidad y la altitud; y
 - 8) interpretación de presentaciones y símbolos electrónicos.

9.2 Procedimientos de operación del equipo VNAV aplicables, incluida la forma de realizar lo siguiente:

- a) observar las restricciones de velocidad y/o altitud relacionadas con un procedimiento de aproximación;
- b) verificar los puntos de recorrido y la programación del plan de vuelo;
- c) volar directo a un punto de recorrido;
- d) determinar el error/desviación vertical;
- e) insertar y suprimir discontinuidad de la ruta;
- f) cambiar el aeropuerto de llegada y el aeropuerto de alternativa;

- g) procedimientos de contingencia para fallas VNAV;
- h) debería haber una clara comprensión de los requisitos para la tripulación respecto a comparaciones de la información del altímetro primario, verificaciones cruzadas de altitud (p. ej., comparaciones altimétricas de 30 m (100 ft), limitaciones de temperatura para procedimientos por instrumentos usando VNAV y procedimientos para el reglaje del altímetro para aproximación; e
- i) interrupción de un procedimiento basado en la pérdida de los sistemas o la performance y condiciones de vuelo, por ejemplo, incapacidad para mantener el seguimiento de la trayectoria requerida, la pérdida de la guía requerida, etc.

9.3 La orientación adicional para las operaciones relacionadas con las consideraciones reflejadas en el diseño de procedimientos se incluye en los PANS-OPS, (Doc 8168), Volumen I.

10. Base de datos de navegación

10.1 La base de datos de navegación debería obtenerse de un proveedor titular de una carta de aceptación (LOA) de EASA o la FAA. Esta LOA prueba el cumplimiento del documento ED-76/DO-200A de EUROCAE/RTCA, Normas para el procesamiento de datos aeronáuticos. El documento AC 20-153 de la FAA/IR 21 de EASA, Subpart G, proporciona orientación adicional sobre los Tipos de LOA 1 y 2.

10.2 Se debe informar al proveedor de base de datos de navegación respecto a las discrepancias que invaliden un procedimiento y el explotador debe prohibir los procedimientos afectados mediante notificación a su tripulación de vuelo.

10.3 Los explotadores de aeronave deberían considerar la necesidad de realizar verificaciones periódicas de las bases de datos de navegación en funcionamiento a fin de satisfacer los requisitos vigentes del sistema de garantía de calidad.

11. Ayuda de trabajo

Al final de esta sección se presenta la ayuda de trabajo relacionada con la aprobación de aeronaves y explotadores para operaciones APV/baro-VNAV.

AYUDA DE TRABAJO APV/baro-VNAV**SOLICITUD PARA REALIZAR OPERACIONES APV/baro-VNAV****1. Introducción**

Esta Ayuda de Trabajo fue desarrollada por la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC), para proveer orientación y guía a los, explotadores e inspectores respecto al proceso que debe seguir un explotador para obtener una autorización APV/baro-VNAV.

2. Propósitos de la Ayuda de Trabajo

- 2.1 Proporcionar información a explotadores e inspectores sobre los principales documentos de referencia APV/baro-VNAV.
- 2.2 Provee tablas que muestran el contenido de la aplicación, los párrafos de referencia relacionados, la ubicación en la solicitud del explotar donde los elementos APV/baro-VNAV son mencionados y columnas para que el inspector haga comentarios y realice el seguimiento del estatus de varios elementos APV/baro-VNAV.

3. Acciones recomendadas para el inspector y explotador

A continuación se detalla varias recomendaciones de cómo puede ser utilizada la ayuda de trabajo

- 3.1 En la reunión de pre-solicitud con el explotador, el inspector revisa los “eventos básicos del proceso de aprobación APV/baro-VNAV descritos en la Pare 1 de esta ayuda de trabajo, para proporcionar una visión general sobre los eventos del proceso de aprobación.
- 3.2 El inspector revisa esta ayuda de trabajo con el explotador para establecer la forma y el contenido de la solicitud para obtener una autorización APV/baro-VNAV.
- 3.3 El explotador utiliza esta ayuda de trabajo como guía para recopilar los documentos/anexos de la solicitud APV/baro-VNAV.
- 3.4 El explotador anota en la ayuda de trabajo las referencias que indican donde están ubicados en sus documentos, los elementos del programa APV/baro-VNAV.
- 3.5 El explotador envía al inspector la ayuda de trabajo y la solicitud (documentos /anexos).
- 3.6 El inspector anota en la ayuda de trabajo el cumplimiento satisfactorio de un ítem o que dicho ítem requiere acción correctiva.
- 3.7 El inspector informa al explotador tan pronto como sea posible cuando se requiere una acción correctiva por parte del explotador.
- 3.8 El explotador provee al inspector el material revisado cuando éste es solicitado.
- 3.9 La AAC emite al explotador las especificaciones relativas a las operaciones (OpSpecs) o una carta de autorización (LOA), como sea aplicable, cuando las tareas y documentos han sido completados.

4. Estructura de la Ayuda de Trabajo

Partes	Temas	Página
Parte 1	Información general	3
Parte 2	Información sobre la identificación de las aeronaves y explotadores	5
Parte 3	Solicitud del explotador (Anexos y documentos)	7
Parte 4	Contenido de la solicitud del explotador para APV/baro-VNAV	11
Parte 5	Guía para determinar la admisibilidad de las aeronaves APV/baro-VNAV	15
Parte 6	Procedimientos básicos de los pilotos para operaciones APV/baro-VNAV	19

5. Fuentes principales de documentos, información y contactos

Para acceder a la CA 91-010 – Aprobación de aeronaves y explotadores para operaciones de aproximación con guía vertical/navegación vertical barométrica (APV/baro-VNAV), ingrese a la página Web de la Dirección General de Aeronáutica Civil (www.dgac.gob.bo) e ingrese a Reglamentación Aeronáutica Boliviana.

6. Documentos principales de referencia

Documentos de referencia	Títulos
Anexo 6	Operaciones de aeronaves
ICAO Doc 9613	Manual de navegación basada en la performance – Adjunto A –VNAV Barométrico
ICAO Doc 9905	Manual de diseño de procedimientos de performance de navegación requerida con autorización obligatoria (RNP AR)
ICAO Doc 8168 Volumen I	Parte II, Sección 4, Capítulo 1 – Procedimientos de aproximación APV/baro-VNAV
ICAO Doc 8168 Volumen II	Parte III, Sección 3, Capítulo 4 – APV/baro-VNAV
EASA AMC 20-27	Aprobación de aeronavegabilidad y criterios de aprobación para operacional RNP de aproximación (RNP APCH) incluyendo operaciones APV BARO-VNAV
FAA AC 90-105	Orientación para aprobación de operaciones RNP y navegación vertical barométrica en el Sistema Aeroespacial Nacional de los Estados Unidos – Apéndice 4 – Uso de VNAV barométrico
AC 20-129	Aprobación de aeronavegabilidad de sistemas de navegación vertical (VNAV) para uso en el sistema aeroespacial nacional de Estados Unidos (NAS) y Alaska
AC 20-138A	Aprobación de aeronavegabilidad del equipo del Sistema mundial de navegación por satélite (GNSS)
TSO-C106	Computación para datos de aire

PARTE 1: INFORMACIÓN GENERAL**Eventos básicos en el proceso de aprobación APV/baro-VNAV**

	Acciones del explotador	Acciones de la AAC
1	Establece la necesidad de obtener la autorización APV/baro-VNAV	
2	Revisa el AFM, suplemento al AFM o la Hoja de datos del certificado de tipo (TCDS) u otros documentos apropiados (p. ej., Boletines de servicio (SB), Cartas de servicio (SL), etc.) para determinar la admisibilidad de la aeronave para APV/baro-VNAV. El explotador contacta al fabricante de la aeronave o del equipo de aviónica, si es necesario, para confirmar la admisibilidad APV/baro-VNAV o mejor de la aeronave.	
3	Contacta a la AAC para programar una reunión de pre-solicitud para discutir los requerimientos de la aprobación operacional.	
4		Durante la reunión de pre-solicitud, establece: <ul style="list-style-type: none"> • la forma y contenido de la solicitud; • los documentos que sustentan la autorización APV/baro-VNAV; • la fecha en que será enviada la solicitud para evaluación; y • si es necesario realizar un vuelo de validación observado por la AAC
5	Envía la solicitud por lo menos 60 días antes de iniciar operaciones APV/baro-VNAV	
6		Revisa la solicitud del explotador
7	Una vez aprobados o aceptados las enmiendas a los manuales, programas y documentos imparte instrucción a la tripulación de vuelo, despachadores de vuelo y personal de mantenimiento y realiza un vuelo de validación, si es requerido por la AAC	Solamente si es requerido, participa en el vuelo de validación
8		Cuando los requisitos de operaciones y de aeronavegabilidad son completados, emite la aprobación operacional en forma de OpSpecs para explotadores LAR 121 o 135 o equivalentes o una LOA para exploradores LAR 91 o equivalentes, como sea apropiado.

Notas relacionadas con el proceso de aprobación

1. **Autoridad responsable.**
 - a. **Transporte aéreo comercial (RAB 121 y/o 135 o reglamentos equivalentes).**- El **Estado de matrícula** determina que la aeronave cumple con los requisitos de aeronavegabilidad. El **Estado del explotador** emite la autorización APV/baro-VNAV (p. ej., OpSpecs).
 - b. **Aviación general (RAB 91 o reglamento equivalente).**- El **Estado de matrícula** determina que la aeronave cumple con los requisitos de aeronavegabilidad y emite la autorización operacional (p. ej., una LOA).
2. La AAC no requiere emitir una LOA para cada área individual de operación en caso de explotadores RAB 91 o documento equivalente.
3. Los explotadores RAB 121 y/o 135 con autorización APV/baro-VNAV, deben listar en las OpSpecs esta autorización.
4. Secciones relacionadas de la Reglamentación Aeronáutica Boliviana (RAB) o de reglamentos equivalentes
 - a. RAB 91 Secciones 91.1015 y 91.1640 o equivalentes
 - b. RAB 121 Sección 121.995 (b) o equivalente
 - c. RAB 135 Sección 135.565 (c) o equivalente
5. Documentos de OACI relacionados
 - a. Anexo 6 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional – Operación de aeronaves
 - b. Anexo 10 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional – Telecomunicaciones aeronáuticas
 - c. Anexo 15 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional – Servicios de información aeronáutica
 - d. OACI Doc 9613 – Manual sobre navegación basada en la performance (PBN)
 - e. OACI Doc 8168 Volumen I y II – Procedimientos para los servicios de navegación aérea – Operación de aeronaves

PARTE 2: INFORMACIÓN SOBRE LA IDENTIFICACIÓN DE LAS AERONAVES Y EXPLOTADORES

NOMBRE DEL EXPLOTADOR: _____

Fabricante, modelo y series de la aeronave	Números de matrícula	Números de serie	Sistema APV/baro-VNAV Número, fabricante y modelo	Especificación de navegación requerida

FECHA DE LA REUNIÓN DE PRE-SOLICITUD _____

FECHA EN QUE FUE RECIBIDA LA SOLICITUD _____

FECHA EN QUE EL EXPLOTADOR PROPONE INICIAR OPERACIONES APV/baro-VNAV _____

¿ES ADECUADA LA FECHA DE NOTIFICACIÓN A LA AAC? SI _____ NO _____

INTENCIONALMENTE EN BLANCO

PARTE 3 – SOLICITUD DEL EXPLOTADOR (ANEXOS Y DOCUMENTOS)

Anexo	Título del Anexo/documento	Indicación de inclusión por parte del explotador	Comentarios del Inspector
A	Carta del explotador solicitando la autorización APV/baro-VNAV		
B	<p>Documentos de aeronavegabilidad que demuestren la admisibilidad APV/baro-VNAV de las aeronaves.</p> <p>Admisibilidad basada en el AFM o suplemento del AFM AFM, Revisión del AFM, Suplemento del AFM u Hoja de datos del certificado de tipo (TCDS) que demuestren que el sistema de navegación RNAV/RNP es admisible para APV/baro-VNAV.</p> <p>Admisibilidad que no está basada en el AFM o suplemento del AFM El solicitante pedirá a la AAC que realice una evaluación del equipo baro-VNAV para determinar su admisibilidad.</p>		
C	<p>Aeronaves modificadas para satisfacer estándares APV/baro-VNAV. Documentación de inspección y/o modificación de las aeronaves, si es aplicable. Registros de mantenimiento que documenten la instalación o modificación de los sistemas de las aeronaves (p. ej., FAA Form 337 – reparaciones y alteraciones mayores)</p>		
D	<p>Procedimientos de mantenimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para aeronaves que cuentan con procedimientos de mantenimiento establecidos para los sistemas APV/baro-VNAV, la lista de referencias del documento o programa. • Para sistemas RNAV/RNP recién instalados, los procedimientos de mantenimiento para revisión. 		
E	<p>Lista de Equipo Mínimo (MEL) (únicamente para explotadores que operan con sujeción a una MEL):</p> <p>MEL que muestre las disposiciones para los sistemas APV/baro-VNAV.</p>		

Anexo	Título del Anexo/documento	Indicación de inclusión por parte del explotador	Comentarios del Inspector
F	<p>Instrucción</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Explotadores RAB 91 o equivalentes: Métodos de instrucción: Instrucción en domicilio, centros de instrucción RAB 142 u otros cursos de instrucción, registros de cumplimiento del curso. 2. Explotadores RAB 121 y/o 135 o equivalentes: Programas de instrucción (currículos de instrucción) para las tripulaciones de vuelo, despachadores de vuelo y personal de mantenimiento. 		
G	<p>Políticas y procedimientos de operación</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Explotadores RAB 91 o equivalentes: Manual de operaciones (OM) o secciones que se adjunten a la solicitud, correspondientes a los procedimientos y políticas de operación APV/baro-VNAV. 2. Explotadores RAB 121 y/o 135 o equivalentes: Manual de operaciones y listas de verificación. 		
H	<p>Base de datos de navegación</p> <p>Detalles del programa de validación de los datos de navegación</p>		
I	<p>Retiro de la aprobación APV/baro-VNAV.</p> <p>Indicación de la necesidad de realizar acciones de seguimiento después de los reportes de errores de navegación presentados y el potencial de que la autorización APV/baro-VNAV sea retirada.</p>		
J	<p>Plan para el vuelo de validación: Solo si es requerido por la AAC</p>		

CONTENIDO DE LA APLICACIÓN A SER REMITIDA POR EL EXPLOTADOR

- ___ **DOCUMENTACIÓN DE CUMPLIMIENTO APV/baro-VNAV DE LAS AERONAVES/SISTEMAS DE NAVEGACIÓN**
- ___ **PROCEDIMIENTOS Y POLÍTICAS DE OPERACIÓN**
- ___ **SECCIONES DEL MANUAL DE MANTENIMIENTO RELACIONADAS CON EL SISTEMA RNAV/RNP (si no han sido previamente revisadas)**

Nota 1: Los documentos pueden ser agrupados en una sola carpeta o pueden ser remitidos como documentos individuales

INTENCIONALMENTE EN BLANCO

PARTE 4: CONTENIDO DE LA SOLICITUD DEL EXPLOTADOR PARA OPERACIONES APV/baro-VNAV

#	Contenido de la solicitud del explotador para APV/baro-VNAV	Párrafos de referencia CA 91-010	En que Anexos/Documentos del explotador están ubicados los contenidos de la solicitud	Comentarios y/o recomendaciones del Inspector	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
1	Carta de solicitud del explotador Declaración de intención para obtener la autorización APV/baro-VNAV.	Párrafo 11.1 b) 1) Apéndice 2, Párrafo e)			
2	Descripción del equipo de la aeronave	Párrafo 11.1 b) 3)			
3	Admisibilidad de los sistemas APV/baro-VNAV. Documentos de aeronavegabilidad que establezcan la admisibilidad de los sistemas de navegación APV/baro-VNAV, su estatus de aprobación y una lista de las aeronaves para las que se solicita la aprobación.	Párrafo 11.1 b) 2)			
4	Programa de instrucción 1. Explotadores RAB 121 o 135 o equivalentes: Programas de instrucción: Los explotadores desarrollarán un programa de instrucción inicial y periódico para las tripulaciones de vuelo, despachadores de vuelo, si corresponde y personal de mantenimiento. 2. Explotadores RAB 91 o equivalentes: Métodos de instrucción: Los siguientes métodos son aceptables para estos explotadores: Instrucción en domicilio,	Párrafo 11.1 b) 5) Párrafo 11.1			

#	Contenido de la solicitud del explotador para APV/baro-VNAV	Párrafos de referencia CA 91-010	En que Anexos/Documentos del explotador están ubicados los contenidos de la solicitud	Comentarios y/o recomendaciones del Inspector	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
	centros de instrucción RAB 142 u otros cursos de instrucción.	b) 5) Nota			
5	<p>Procedimientos de operación</p> <p>1. Explotadores RAB 121 y/o 135 o equivalentes: Manual de operaciones y listas de verificación.</p> <p>2. Explotadores RAB 91 o equivalentes: Manual de operaciones o sección de la solicitud del explotador, que documenten las políticas y procedimientos de operación APV/baro-VNAV.</p>	Párrafo 11.1 b) 4) Párrafo 11.1 b) 6)			
6	<p>Procedimientos de mantenimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> Para aeronaves con procedimientos de mantenimiento establecidos para los sistemas de navegación APV/baro-VNAV, el explotador proveerá referencias de los documentos. Para sistemas nuevos APV/baro-VNAV instalados, el explotador proveerá los procedimientos de mantenimiento para revisión. 	Párrafo 11.1 b) 7)			
7	<p>Actualización de la Lista de equipo mínimo (MEL)</p> <p>Aplicable para explotadores que conducen operaciones según una MEL</p>	Párrafo 11.1 b) 8)			
8	Programa de validación de los datos de	Párrafo 11.1			

#	Contenido de la solicitud del explotador para APV/baro-VNAV	Párrafos de referencia CA 91-010	En que Anexos/Documentos del explotador están ubicados los contenidos de la solicitud	Comentarios y/o recomendaciones del Inspector	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
	navegación	b) 10) Apéndice 1			
9	Retiro de la autorización de operación APV/baro-VNAV Indicación de la necesidad de realizar acciones de seguimiento después de los reportes de errores de navegación presentados y el potencial de que la autorización APV/baro-VNAV sea retirada.	Párrafo 16 d)			
10	Plan para el vuelo de validación, solamente si es requerido El plan del vuelo de validación será presentado únicamente si es requerido.	Párrafo 11.1 b) 9)			

INTENCIONALMENTE EN BLANCO

PARTE 5 – GUÍA PARA DETERMINAR LA ADMISIBILIDAD DE LAS AERONAVES APV/baro-VNAV

#	Temas	Párrafos de referencia CA 91-006	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones del Inspector	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
1	Requisito de equipo APV/baro-VNAV Equipo RNAV/RNP que tenga una performance certificada igual o inferior a 0.3 NM con una probabilidad del 95%, que incluya:	Párrafo 10.1.2 a)			
	a) sistemas mundiales de navegación por satélite (GNSS) certificados para operaciones de aproximación; o	Párrafo 10.1.2 a) 1)			
	b) sistemas de sensores múltiples que utilizan unidades de referencia inercial (IRU) en combinación con equipos radiotelemétricos dobles (DME/DME) o sistemas GNSS certificados; o	Párrafo 10.1.2 a) 2)			
	c) sistemas RNP aprobados para operaciones RNP 0.3 o menor.	Párrafo 10.1.2 a) 3)			
2	Los equipos cuyas entradas utilizan los sistema RNAV/RNP pueden incluir:	Párrafo 10.1.4			
	a) una computadora de datos de aire: Disposición técnica normalizada (TSO)-C 106 de la FAA.	Párrafo 10.1.4 a)			
	b) un sistema de datos de aire: Aeronautical Radio, Incorporated	Párrafo 10.1.4 b)			

#	Temas	Párrafos de referencia CA 91-006	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones del Inspector	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
	(ARINC) 706, Mark 5 Air Data System.				
	c) Un sistema de altímetro barométrico de los siguientes tipos: DO-88 altimetry, ED-26 MPS for airborne altitude measurements and coding systems, ARP-942 pressure altimeter systems, ARP-920 design and installation of pilot static systems for transport aircraft.	Párrafo 10.1.4 c)			
	d) Sistemas integrados certificados de tipo que proveen capacidad de un sistema de datos de aire comparable con el descrito en el párrafo 2 b).	Párrafo 10.1.4 d)			
3	Admisibilidad de las aeronaves	Párrafo 10.4			
	a) Capacidad del sistema RNP Aeronaves que cumplen con los requisitos de performance y funcionales de la DGAC CA 91-008 (RNP APCH) o CA 91.009 (RNP AR APCH) o equivalentes son admisibles para realizar operaciones RNP.	Párrafo 10.4 a)			
	b) Capacidad barométrica VNAV Una aeronave es admisible para operaciones baro-VNAV cuando el AFM o suplemento del AFM indica que el sistema VNAV ha sido aprobado de	Párrafo 10.4 b)			

#	Temas	Párrafos de referencia CA 91-006	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones del Inspector	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
	acuerdo con la AC 20-129 o AC 20-138				
	c) Aeronaves autorizadas a realizar operaciones RNP AR APCH de acuerdo con la CA 91-009 son admisibles para aproximaciones APV/baro-VNAV. No se requiere una evaluación adicional.	Párrafo 10.4 b) Nota			
4	Aprobación de las aeronaves 8. Admisibilidad basada en el AFM o suplemento del AFM 9. Admisibilidad que no está basada en el AFM o suplemento del AFM.	Párrafo 10.5 Párrafo 10.5 a) Párrafo 10.5 b)			
5	Aeronaves modificadas	Párrafo 10.6			
6	Requisitos funcionales y explicación de los requisitos funcionales a) Funciones requeridas b) Funciones recomendadas	Párrafo 10.3 Párrafo 10.3.1 Párrafo 10.3.2			
7	Requisitos de mantenimiento	Párrafo 11.1 7)			
8	Base de datos de navegación Detalles del programa de validación de los datos de navegación	Párrafo 15 Apéndice 1			

INTENCIONALMENTE EN BLANCO

PARTE 6 - PROCEDIMIENTOS BÁSICOS DE LOS PILOTOS PARA OPERACIONES APV/baro-VNAV

Temas		Párrafos de referencia CA 91-006	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
Procedimientos de operación		Párrafo 12			
1	<p>Correcciones por temperaturas bajas (frías).- Los pilotos son responsables de toda corrección por temperaturas bajas que se requiera a todas las altitudes/alturas mínimas publicadas. Esto incluye:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Las altitudes/alturas para los tramos inicial e intermedio; 2) La DA/H; y 3) Las altitudes/alturas de aproximación frustrada subsiguientes. 	Párrafo 12.1 a)			
2	<p>Reglaje del altímetro.- Solo se realizarán operaciones APV/baro-VNAV cuando:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) se disponga de una fuente de reglaje del altímetro actual y local; y 2) se seleccione de manera apropiada el *QNH/*QFE en el altímetro de la aeronave. 	Párrafo 12.1 b)			
3	<p>Acciones a ser tomadas en la DA.- Se espera que la tripulación de vuelo opere la aeronave a lo largo de la trayectoria vertical publicada y que ejecute un procedimiento de aproximación frustrada una vez que alcanza la DA, a menos que tenga a la vista las referencias visuales requeridas para continuar con la aproximación.</p>	Párrafo 12.1 c)			

	Temas	Párrafos de referencia CA 91-006	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
4	<p>Limitación de temperatura.- Debido al efecto pronunciado de la temperatura no estándar en las operaciones baro-VNAV, los procedimientos de aproximación instrumental contendrán una limitación de temperatura bajo la cual no se autoriza la utilización de una altitud de decisión de navegación vertical (VNAV DA) basada en baro-VNAV. La limitación de temperatura será mostrada mediante una nota en el procedimiento de aproximación instrumental. Si el sistema de a bordo contiene la capacidad para compensar la temperatura, la tripulación debe seguir los procedimientos del explotador basados en las instrucciones del fabricante.</p>	Párrafo 12.1 d)			
5	<p>Selección del modo de trayectoria VNAV.- Las tripulaciones de vuelo deben conocer la selección apropiada del modo o modos verticales que comandan la navegación vertical a través de la trayectoria de vuelo publicada. Otros modos verticales tales como la velocidad vertical no son aplicables para la aproximación baro-VNAV.</p>	Párrafo 12.1 e)			
6	<p>Restricción para utilizar una fuente a distancia (remota) para el reglaje del altímetro.- La utilización de la baro-VNAV hasta una DA no está autorizada cuando el reglaje del altímetro es promulgado desde una fuente a distancia. Para las operaciones APV/baro-VNAV se requiere un reglaje vigente del altímetro para el aeródromo de aterrizaje. Cuando se</p>	Párrafo 12.1 f)			

	Temas	Párrafos de referencia CA 91-006	Ubicación en los Anexos del explotador	Comentarios y/o recomendaciones de la AAC	Seguimiento del Inspector: Estatus y fecha del ítem
	muestran mínimos relacionados con un reglaje del altímetro a distancia, la función VNAV puede ser utilizada, pero sólo hasta la altitud mínima de descenso de navegación lateral (LNAV MDA) publicada.				
7	Ajustes manuales.- Si es necesario realizar ajustes manuales para almacenar información de altitud, p. ej., ajustes por temperaturas bajas, la tripulación de vuelo debe hacer los ajustes apropiados a las altitudes del procedimiento y revertir para utilizar la temperatura ajustada LNAV MDA.	Párrafo 12.1 g)			

INTENCIONALMENTE EN BLANCO

PARTE II – EXPLOTADORES DE SERVICIOS AÉREOS**VOLUMEN III – AUTORIZACIONES OPERACIONALES Y EQUIPOS DE LAS AERONAVES****Capítulo 8 – Aprobación RVSM****Índice****Sección 1 – Generalidades**

1. Objetivo	PII-VIII-C8-03
2. Antecedentes	PII-VIII-C8-03
3. Requisitos reglamentarios	PII-VIII-C8-04
4. Definiciones y abreviaturas	PII-VIII-C8-04

Sección 2 – Aprobación RVSM

1. Generalidades	PII-VIII-C8-06
2. Tipos de aprobaciones RVSM	PII-VIII-C8-06
3. Validez de la aprobación RVSM	PII-VIII-C8-06

Sección 3 – Performance RVSM

1. Generalidades	PII-VIII-C8-07
2. Envolventes de vuelo RVSM	PII-VIII-C8-07
3. Error del sistema altimétrico	PII-VIII-C8-07
4. Mantenimiento de altitud	PII-VIII-C8-08

Sección 4 – Sistemas de la aeronave

1. Equipo para operaciones RVSM	PII-VIII-C8-08
2. Altimetría	PII-VIII-C8-09
3. Alerta de altitud	PII-VIII-C8-10
4. Sistema de control de altitud automático	PII-VIII-C8-10

Sección 5 – Aprobación de aeronavegabilidad

1. Generalidades	PII-VIII-C8-10
2. Contenido del paquete de datos	PII-VIII-C8-11
3. Aeronaves de grupo y sin grupo	PII-VIII-C8-12
4. Envolventes de vuelo	PII-VIII-C8-12
5. Datos de performance	PII-VIII-C8-13
6. Procedimientos de cumplimiento	PII-VIII-C8-15
7. Aeronavegabilidad continuada	PII-VIII-C8-15
8. Aprobación del paquete de datos	PII-VIII-C8-16
9. Aprobación de aeronavegabilidad RVSM	PII-VIII-C8-16
10. Modificaciones posteriores a la aprobación	PII-VIII-C8-16

Sección 6 - Aeronavegabilidad continuada (requisitos de mantenimiento)

1. Generalidades	PII-VIII-C8-16
2. Aprobación del programa de mantenimiento	PII-VIII-C8-16
3. Documentos de mantenimiento	PII-VIII-C8-16
4. Prácticas de mantenimiento	PII-VIII-C8-17
5. Acciones para las aeronaves que no cumplen requisitos RVSM	PII-VIII-C8-18
6. Programa de instrucción para el personal de mantenimiento	PII-VIII-C8-18
7. Equipos de prueba	PII-VIII-C8-18

Sección 7 – Aprobación operacional

1. Operaciones RVSM	PII-VIII-C8-18
---------------------------	----------------

2. Documentos a ser remitidos junto con la solicitud de aprobación RVSM	PII-VIII-C8-19
3. Vuelos de validación	PII-VIII-C8-20
4. Monitoreo del espacio aéreo	PII-VIII-C8-20
5. Suspensión, revocación y restablecimiento de la aprobación RVSM	PII-VIII-C8-20

Sección 8 – Programas de instrucción, prácticas y procedimientos de operación

1. Introducción	PII-VIII-C8-21
2. Instrucción sobre temas generales	PII-VIII-C8-21
3. Instrucción para la tripulación de vuelo	PII-VIII-C8-21
4. Instrucción para despachadores de vuelo (DV)	PII-VIII-C8-24
5. Instrucción para el personal de mantenimiento	PII-VIII-C8-25

Sección 9 – Proceso de aprobación RVSM

1. Objetivo	PII-VIII-C8-29
2. Fases del proceso de aprobación RVSM	PII-VIII-C8-29
3. Fase uno – Pre-solicitud	PII-VIII-C8-29
4. Fase dos – Solicitud formal	PII-VIII-C8-30
5. Fase tres – Análisis de la documentación	PII-VIII-C8-31
6. Fase cuatro – Inspección y demostración	PII-VIII-C8-32
7. Fase cinco – Aprobación	PII-VIII-C8-32
8. Vigilancia de la performance de mantenimiento de altitud	PII-VIII-C8-32
9. Ayuda de trabajo	PII-VIII-C8-32

Sección 1 – Generalidades

1. Objetivo

Este capítulo tiene como objetivo principal orientar a los inspectores de la AAC sobre el proceso de aprobación para otorgar una autorización a los explotadores que solicitan operar en espacio aéreo con separación vertical mínima reducida (RVSM).

2. Antecedentes

2.1 En 1982, bajo la guía del Grupo de expertos sobre el examen del concepto general de separación (RGCSP) de la OACI, varios Estados iniciaron una serie de programas, a fin de estudiar la factibilidad de reducir la separación vertical mínima (VSM) a 300 m (1 000 ft), por encima del nivel de vuelo (FL) 290.

2.2 Canadá, Estados Unidos, Japón, los Estados miembros de EUROCONTROL (Alemania, Francia, Reino de los Países Bajos y Reino Unido) y la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas llevaron a cabo los estudios correspondientes sobre el tema en cuestión.

2.3 Los objetivos principales de estos estudios eran decidir si la implementación global de la RVSM:

- a) satisfaría estándares de seguridad predeterminados;
- b) sería técnicamente y operacionalmente viables; y
- c) proveería una relación costo beneficio positiva.

2.4 En los estudios mencionados se emplearon métodos cuantitativos de cálculo del riesgo en apoyo de decisiones operacionales relativas a la viabilidad de la reducción de la VSM. El cálculo del riesgo comprendía los siguientes elementos:

- a) la estimación del riesgo, que consiste en elaborar y utilizar métodos y técnicas que permiten estimar el nivel real de riesgo de una actividad; y
- b) la evaluación del riesgo, o sea el nivel de riesgo considerado como el valor máximo admisible para un sistema seguro.

2.5 Al nivel de riesgo que se considera aceptable se le dio el nombre de nivel deseado de seguridad (TLS).

2.6 La base del proceso de estimación de riesgo fue, la determinación de la precisión con respecto a la capacidad de mantenimiento de altitud de un grupo de aeronaves que operaban a o sobre FL 290. Esto fue logrado mediante el uso de radares de alta precisión, los cuales permitieron determinar la altura geométrica de las aeronaves en vuelo recto y nivelado. Esta altura fue luego comparada con la altura geométrica de los FL a los que las aeronaves habían sido asignadas para determinar el error vertical total (TVE) de estas. Dado este conocimiento, fue posible estimar el riesgo de colisión únicamente como consecuencia de los errores de navegación vertical de las aeronaves, a las cuales se les había aplicado correctamente el procedimiento de separación vertical. El RGCSP entonces empleó un TLS de evaluación de $2,5 \times 10^{-9}$ accidentes mortales por hora de vuelo (accidentes mortales por mil millones de horas de vuelo) para determinar la viabilidad técnica de una VMS de 300 m (1 000 ft) por encima de FL 290 y para elaborar requisitos relativos a la capacidad de mantenimiento de altitud de las aeronaves para operaciones con una VSM de 300 m (1 000 ft).

2.7 Utilizando el TLS de evaluación de $2,5 \times 10^{-9}$ accidentes mortales por hora de vuelo, el RGCSP llegó a la conclusión de que una VSM de 300 m (1 000 ft) por encima del FL 290 era técnicamente posible. Esta viabilidad técnica se refiere a la capacidad fundamental de los sistemas de mantenimiento de altitud de las aeronaves, que pueden construirse, mantenerse y explotarse de tal modo que la performance prevista o característica permita una aplicación segura y el uso de una VSM de 300 m (1 000 ft) por encima del FL 290. Al llegar a esta conclusión sobre viabilidad técnica, el grupo de expertos consideró que era necesario establecer:

- a) requisitos de performance de aeronavegabilidad incluidos en una especificación completa de performance mínima de los sistemas de aeronaves (MASPS) para todas las aeronaves que efectúen vuelos con separación reducida;
- b) nuevos procedimientos operacionales; y
- c) un método completo de verificación del funcionamiento seguro del sistema.

2.8 En razón que el TLS de evaluación no abarcaba todas las causas de riesgo de colisión en el plano vertical y una vez que la región Atlántico septentrional (NAT) pasó a ser la primera región de la OACI en aplicar la RVSM, el Grupo sobre planeamiento de sistemas Atlántico septentrional (NAT SPG) convino en que debería prestarse a la limitación del riesgo de colisión debido a la pérdida de la separación vertical prevista como consecuencia de errores operacionales una atención al menos igual a la que se aplica para limitar los efectos de los errores técnicos (errores de los sistemas de mantenimiento de altitud de la aeronave). Por consiguiente, además del TLS para errores técnicos, o sea, $2,5 \times 10^{-9}$ accidentes mortales por hora de vuelo se adoptó un TLS de 5×10^{-9} accidentes mortales por hora de vuelo como resultado de la pérdida de separación vertical debido a cualquier causa (errores técnicos y errores operacionales).

3. Requisitos reglamentarios

3.1 Las Secciones RAB 121.995 (d) y 135.565 (e) y el Apéndice F del RAB 91, establecen los requisitos para la aprobación de aeronaves y de explotadores que solicitan operar en espacio aéreo RVSM.

3.2 El Apéndice F – *Operaciones en espacio aéreo con separación vertical mínima reducida (RVSM)* del RAB 91, incluye las siguientes secciones:

- a) Sección 1 - Definiciones;
- b) Sección 2 – Aprobación de aeronaves;
- c) Sección 3 – Autorización del explotador;
- d) Sección 4 – Requisitos de monitoreo;
- e) Sección 5 – Operaciones RVSM;
- f) Sección 6 – Autoridad para aprobar una desviación;
- g) Sección 7 – Notificación de errores de mantenimiento de altitud;
- h) Sección 8 – Retiro o enmienda de la aprobación; y
- i) Sección 9 – Designación de los espacios aéreos RVSM.

4. Definiciones y abreviaturas

4.1 Definiciones.-

4.1.1 Aeronaves de grupo.- Se considera que ciertas aeronaves pertenecen al mismo grupo si han sido diseñadas y construidas por el mismo fabricante y si su diseño y construcción son nominalmente idénticos respecto a todos los detalles que podrían tener repercusiones en la performance de mantenimiento de la altitud.

4.1.2 Aeronave sin grupo.- Aeronave para la que se solicita la aprobación en función de las características únicas de su célula, en lugar de por su pertenencia a un grupo.

4.1.3 Aprobación operacional.- Procedimiento para asegurar a la autoridad estatal que un explotador satisface los requerimientos operacionales prescritos para operar en espacio aéreo RVSM.

4.1.4 Aprobación de aeronavegabilidad.- Procedimiento para asegurar a la autoridad estatal que una aeronave satisface la MASPS RVSM. Esto exige que el explotador satisfaga los requisitos del boletín de servicio del fabricante correspondiente a la aeronave y que la autoridad estatal confir-

me que dicha labor se ha llevado a cabo con éxito.

4.1.5 Aprobación RVSM.- Indicación de que se han logrado debidamente la aprobación de aeronavegabilidad y la aprobación operacional.

4.1.6 Capacidad de mantenimiento de la altitud.- Performance de la aeronave en materia de mantenimiento de altitud, que puede esperarse en condiciones de explotación ambientales nominales, cuando se explota y mantiene la aeronave debidamente.

4.1.7 Desviación respecto a la altitud asignada (AAD).- Diferencia entre la altitud obtenida del respondedor en Modo C y la altitud o nivel de vuelo asignado.

4.1.8 Error del sistema altimétrico (ASE).- Diferencia entre la altitud indicada por el altímetro, en el supuesto de un reglaje barométrico correcto y la altitud de presión correspondiente a la presión ambiente sin perturbaciones.

4.1.9 Error operacional.- Toda desviación vertical de una aeronave respecto al nivel de vuelo correcto como resultado de una acción incorrecta del ATC o de la tripulación de vuelo.

4.1.10 Error técnico de vuelo (FTE).- Diferencia entre la altitud indicada por el altímetro utilizado para controlar la aeronave y la altitud o nivel de vuelo asignados.

4.1.11 Error vertical total (TVE).- Diferencia geométrica vertical entre la altitud de presión real de vuelo de una aeronave y su altitud de presión asignada (nivel de vuelo).

4.1.12 Nivel deseado de seguridad (TLS).- Término genérico que representa el nivel de riesgo que se considera aceptable en circunstancias especiales.

4.1.13 Performance de mantenimiento de altitud.- Performance observada de la aeronave en lo que atañe al mantenimiento del nivel de vuelo autorizado.

4.1.14 Separación vertical.- Distancia adoptada entre aeronaves en el plano vertical a fin de evitar una colisión.

4.1.15 Error de la fuente de presión estática (SSE).- Diferencia entre la presión percibida por el sistema estático en la fuente o puerta estática y la presión ambiente sin perturbaciones.

4.1.16 Error residual de la fuente de presión estática (RSSE).- La cantidad no corregida o sobre corregida con la que el error de la fuente de presión estática (SSE) permanece, después de la aplicación de la corrección del error de la fuente de presión estática (SSEC).

4.1.17 Corrección del error de la fuente de presión estática (SSEC).- Una corrección del error de la fuente de presión estática.

4.2 Abreviaturas y simbología.-

4.2.1	AAD	Desviación respecto a la altitud asignada
4.2.2	ASE	Error del sistema altimétrico
4.2.3	FL	Nivel de vuelo
4.2.4	FTE	Error técnico de vuelo
4.2.5	GMS	Sistema de vigilancia basado en el GPS
4.2.6	GMU	Monitor del sistema mundial de determinación de la posición
4.2.7	HMU	Monitor de altitud
4.2.8	MASPS	Especificación de performance mínima de los sistemas de aeronave
4.2.9	RVSM	Separación vertical mínima reducida
4.2.10	SSE	Error de la fuente de presión estática
4.2.11	SSEC	Corrección del error de la fuente de presión estática

4.2.12	SSR	Radar secundario de vigilancia
4.2.13	TLS	Nivel deseado de seguridad
4.2.14	TVE	Error vertical total
4.2.15	VSM	Separación vertical mínima
4.2.16	w/δ	Masa de la aeronave (w) dividida por la relación de presión atmosférica (δ)

Sección 2 – Aprobación RVSM

1. Generalidades

El espacio aéreo donde se aplica la RVSM, debería ser considerado como espacio aéreo especial. El tipo o los tipos de aeronaves específicos que el explotador propone utilizar, deben ser aprobados por la AAC antes que el explotador conduzca vuelos en espacio aéreo RVSM. Además, en los espacios aéreos donde se requiere una aprobación sobre la base de acuerdos regionales de OACI, será necesario emitir una aprobación operacional.

2. Tipos de aprobaciones RVSM

2.1 La aprobación RVSM comprende dos tipos de aprobaciones: la de aeronavegabilidad, que trata exclusivamente sobre la aprobación de las aeronaves y la operacional, la cual se encarga de los aspectos operacionales de explotador. El cumplimiento de estos dos tipos de aprobaciones, le permitirá al explotador obtener la aprobación RVSM.

2.1.1 Aprobación de aeronavegabilidad.-

- a) toda aeronave que un explotador intente utilizar en espacio aéreo RVSM, debe recibir de su AAC una aprobación de aeronavegabilidad, antes que se le emita una aprobación para realizar operaciones RVSM, incluyendo la aprobación de los programas de mantenimiento de la aeronavegabilidad (aeronavegabilidad continuada);
- b) una aeronave que ha sido aprobada con los siguientes documentos: Folleto provisional de orientación (TGL) núm. 6 de las Autoridades Conjuntas de Aviación (JAA) - *Texto de orientación sobre aprobación de aeronaves y explotadores para vuelos en espacio aéreo por encima del nivel de vuelo 290 donde se aplica una separación vertical mínima de 300 m (1 000 ft)*; Documento 91 – RVSM de la Administración Federal de Aviación (FAA) – *Texto de orientación provisional sobre la aprobación de explotadores y aeronaves para operaciones RVSM* y Circular de asesoramiento 6.425 - RVSM – *Requisitos y procedimientos para la aprobación de operaciones en espacio aéreo designado con separación vertical mínima reducida (RVSM)* o cualesquiera nueva versión de los mismos, satisface los criterios de aeronavegabilidad prescritos en los RAB 121 y 135; y
- c) también se aprobará una aeronave que ha satisfecho los requisitos de los documentos apropiados de aeronavegabilidad de los Estados, los cuales deben estar basados en los requisitos relativos a la capacidad de mantenimiento de altitud, según lo definido por la MASP RVSM. Además, el equipo altimétrico y de mantenimiento de altitud de la aeronave debe mantenerse de conformidad con procedimientos y calendarios de servicio aprobados.

2.1.2 Aprobación operacional.- Según lo definido en los acuerdos regionales de navegación aérea de la OACI, un explotador puede necesitar una aprobación operacional en ciertos espacios aéreos, además de la aprobación de aeronavegabilidad RVSM. Si éste es el caso, la AAC debe comprobar que la aeronave y el explotador han sido aprobados de acuerdo con las Secciones 2 y 3 del Apéndice F del RAB 91 respectivamente, además de los documentos de aprobación autorizados.

3. Validez de la aprobación RVSM

La aprobación RVSM otorgada para una región siempre será válida para operaciones RVSM en otra, a condición de que no se exija una aprobación operacional específica.

Sección 3 – Performance RVSM

1. Generalidades

Los objetivos establecidos por el RGCSP fueron traducidos como estándares de aeronavegabilidad mediante la evaluación de las características del ASE y del control automático de la altitud.

2. Envoltentes de vuelo RVSM

2.1 Para propósitos de una aprobación RVSM, las envoltentes de vuelo de una aeronave pueden ser definidas como: envoltente de vuelo RVSM básica y envoltente de vuelo RVSM completa.

2.2 La envoltente de vuelo básica es la parte de la envoltente de vuelo donde operan las aeronaves la mayor parte del tiempo. La envoltente de vuelo completa es donde la aeronave opera con menor frecuencia y donde se permite una mayor tolerancia del ASE.

3. Error del sistema altimétrico

3.1 Para poder evaluar un sistema sobre la base de las declaraciones de performance establecidas por el RGCSP, es necesario cuantificar el promedio y tres valores de desviación estándar para el ASE, expresados como $ASE_{promedio}$ y ASE_{3SD} . Para hacer esto, es necesario tomar en cuenta las diferentes maneras en las que pueden surgir variaciones en el ASE. Los factores que afectan al ASE son:

- a) variabilidad en el equipo de aviónica, de unidad a unidad;
- b) efecto de las condiciones ambientales de operación sobre los equipos de aviónica;
- c) variabilidad del error en la fuente de presión estática, de célula a célula; y
- d) efecto de las condiciones de operación de vuelo sobre el error de la fuente de presión estática.

3.2 La evaluación del ASE, ya sea basada en datos medidos o pronosticados debe considerar los factores mencionados en los subpárrafos a) al d) del párrafo 3.1 anterior. El efecto del ítem d) como una variable puede ser eliminado mediante la evaluación del ASE, en la condición de vuelo más adversa en una envoltente de vuelo RVSM.

3.3 Los criterios que deben ser cumplidos en una envoltente de vuelo básica son:

- a) en el punto de la envoltente básica donde el ASE promedio alcanza su máximo valor absoluto, ese valor no deberá exceder 25 m (80 ft); y
- b) en el punto de la envoltente básica donde el ASE promedio absoluto más tres desviaciones estándar del ASE, alcanza su máximo valor absoluto, ese valor no deberá exceder de 60 m (200 ft).

3.4 Los criterios que deben ser cumplidos en una envoltente de vuelo completa son:

- a) en el peor punto de la envoltente completa donde el ASE promedio alcanza su máximo valor absoluto, ese valor no debe exceder de 37 m (120 ft);
- b) en el punto de la envoltente completa donde el ASE promedio más tres desviaciones estándar del ASE alcanza su máximo valor absoluto, ese valor no debe exceder de 75 m (245 ft); y
- c) si fuera necesario, para los propósitos de obtener una aprobación RVSM para un grupo de aeronaves, una limitación de operación puede ser establecida, a fin de restringir la operación RVSM de los mismos, en las partes de una envoltente completa donde el valor absoluto del ASE promedio excede de 37 m (120 ft) y/o donde el valor absoluto del ASE promedio más tres desviaciones estándar del ASE excede de 75 m (245 ft). Cuando esa limitación ha sido establecida, ésta deberá ser identificada en los datos remitidos por el explotador para sustentar su solicitud y ser documentada en los manuales de operación de las aeronaves involucradas. Sin

embargo, una indicación/advertencia visual o auditiva asociada con la limitación, no necesita ser instalada en las aeronaves.

3.5 Los tipos de aeronaves para las cuales se realice una solicitud para la certificación de tipo después del 01 de enero de 1997, deben cumplir con los criterios establecidos por la envolvente básica en la envolvente de vuelo completa.

3.6 Los estándares de las aeronaves que deben ser remitidos para una aprobación de aeronaves sin grupo, son los siguientes:

- a) para todas las condiciones en la envolvente básica:
 - 1) error residual en la fuente de presión estática + el peor caso de aviónica ≤ 50 m (160 ft); y
- b) para todas las condiciones en la envolvente completa:
 - 1) error residual en la fuente de presión estática + el peor caso de aviónica ≤ 60 m (200 ft).

Nota.- El peor caso de aviónica significa una combinación de valores de tolerancia, especificados por el fabricante para el altímetro instalado en la aeronave, los cuales proveen la combinación máxima del valor absoluto para el error residual de la fuente de presión estática más los errores de aviónica.

4. Mantenimiento de altitud

Un sistema automático de control de altitud debe ser instalado y debe ser capaz de controlar la altitud dentro de ± 20 m (± 65 ft) con respecto a la altitud adquirida cuando se opera en vuelo recto y nivelado bajo condiciones no turbulentas y sin ráfagas de viento.

Nota.- En los tipos de aeronaves para los cuales la solicitud para la certificación de tipo se realizó antes del 01 de enero de 1997 y que están equipados con sistemas automáticos de control de altitud con entradas del sistema de gestión de vuelo /sistema de gestión de performance, que permiten variaciones de hasta ± 40 m (± 130 ft) bajo condiciones no turbulentas y sin ráfagas de viento, no requieren ser reemplazados o modificados.

Sección 4 – Sistemas de la aeronave

1. Equipo para operaciones RVSM

1.1 El equipo mínimo para realizar operaciones en el espacio aéreo designado RVSM debe consistir de:

- a) dos sistemas independientes de medición de altitud. Cada sistema independiente de medición de altitud debe estar compuesto de los siguientes elementos:
 - 1) sistema o fuente estática de acoplamiento cruzado, con protección contra el hielo si la fuente está situada en zonas expuestas a formación de hielo;
 - 2) un equipo para: medir la presión estática detectada por la fuente estática, convertir la presión estática en altitud de presión y exhibir dicha altitud de presión (altitud barométrica) a la tripulación de vuelo en la cabina de pilotaje;
 - 3) un equipo para proporcionar una señal digitalmente codificada correspondiente a la altitud de presión exhibida, para propósitos de reporte automático de altitud;
 - 4) corrección del error de la fuente de presión estática, cuando se requiera para cumplir con los requerimientos de performance de los subpárrafos 3.3, 3.4 y 3.6 del párrafo 3 de la Sección 3 de éste capítulo, según corresponda; y
 - 5) señales relacionadas con la altitud seleccionada por el piloto para el control y alerta automáticos de la altitud. Preferiblemente estas señales deben derivarse de un sistema de medición de altitud que cumpla con todos los requerimientos de este documento, pero en todos los casos debe cumplir los requisitos de los párrafos 2.6 y 3 de ésta sección.
- b) un transpondedor de radar de vigilancia secundario dotado de un sistema de reporte de altitud

que pueda conectarse al sistema de medición de altitud a efectos de mantenimiento de la misma;

- c) un sistema de alerta de altitud; y
- d) un sistema automático de control de altitud.

Nota.- El ACAS o TCAS (ACAS II/TCAS II) no constituye un requerimiento del equipo RVSM, sin embargo es un requerimiento prescrito en los LAR 121 y 135.

2. Altimetría

2.1 Composición del sistema.- El sistema altimétrico de una aeronave está compuesto de todos aquellos elementos involucrados en el proceso de muestreo de la presión estática de la corriente libre del aire y de convertirla en una salida de presión de altitud. Los elementos del sistema altimétrico se dividen en dos grupos principales:

- a) célula más fuentes estáticas; y
- b) equipo de aviónica y/o instrumentos.

2.2 Salidas del equipo altimétrico.- Las siguientes salidas del sistema altimétrico son significativas para las operaciones RVSM:

- a) altitud de presión (corregida por barómetro) para presentación o exhibición;
- b) altitud de presión para reporte de datos; y
- c) altitud de presión o desviación de la altitud de presión para un dispositivo automático de control de altitud.

2.3 Precisión del sistema altimétrico.- La precisión total del sistema debe satisfacer los requisitos de los subpárrafos 3.3, 3.4 y 3.6 del párrafo 3 de la Sección 3 de éste capítulo, como sea apropiado.

2.4 Corrección del error de la fuente de presión estática (SSEC).- Si el diseño y características de la aeronave y de su sistema altimétrico son tales que no se pueden satisfacer los estándares de los subpárrafos 3.3, 3.4 o 3.6 del párrafo 3 de la Sección 3 de éste capítulo, por la ubicación y geometría de las fuentes estáticas únicamente, entonces se debe aplicar automáticamente la SSEC apropiada dentro del equipo de aviónica del sistema altimétrico. El objetivo del diseño de la corrección del error de la fuente de presión estática, ya sea, aplicada por medios aerodinámicos o geométricos o dentro del equipo de aviónica, debe ser, producir un mínimo error residual de la fuente de presión estática, pero en todos los casos debe satisfacer los estándares de los subpárrafos 3.3, 3.4 o 3.6 del párrafo 3 de la Sección 3 de éste capítulo, como sea apropiado.

2.5 Capacidad para reportar la altitud.- El sistema altimétrico debe proporcionar una salida al transpondedor de la aeronave, como sea requerido por las reglamentaciones de operación aplicables.

2.6 Salida de control de altitud.-

2.6.1 El sistema altimétrico debe proporcionar una señal (salida) que pueda ser utilizada por un sistema de control automático de altitud para controlar la aeronave en una altitud seleccionada. La señal puede ser utilizada ya sea directamente, o combinada con señales de otros sensores. Si la SSEC es necesaria para satisfacer el criterio de los subpárrafos 3.3, 3.4 o 3.6 del párrafo 3 de la Sección 3 de éste capítulo, entonces una SSEC equivalente puede ser aplicada a la señal de control de altitud. La señal puede ser una señal de desviación de altitud, relacionada a la altitud seleccionada o una señal de altitud absoluta adecuada.

2.6.2 Cualquiera que sea la arquitectura del sistema y sistema de la SSEC, la diferencia entre la salida al sistema de control de altitud y la altitud exhibida debe ser mantenida al mínimo.

2.7 Integridad del sistema altimétrico.- Durante el proceso de aprobación RVSM, se debe verificar analíticamente que la razón pronosticada de ocurrencia de fallas no detectadas del sistema

altimétrico no exceda 1×10^{-5} por hora de vuelo. Toda falla y combinación de fallas cuya ocurrencia no sería evidente en las verificaciones cruzadas de la cabina de pilotaje, y que llevarían a errores de medida/muestra de altitud fuera de los límites especificados, necesita ser evaluada contra esta acumulación de errores (presupuesto). No se necesita considerar ninguna otra falla o combinación de fallas.

3. Alerta de altitud

El sistema de desviación de altitud debe alertar cuando la altitud presentada a la tripulación de vuelo se desvíe de la altitud seleccionada por más de un valor mínimo nominal. Para las aeronaves para las cuales la solicitud de certificación de tipo fue realizada antes del 1 de enero de 1997, el valor de umbral nominal no debe ser mayor que ± 90 m (± 300 ft). Para las aeronaves para las cuales la solicitud de certificación de tipo fue realizada en o después del 1 de enero de 1997, el valor de umbral nominal no debe ser mayor que ± 60 m (± 200 ft). La tolerancia general del equipo al implementar estos valores de umbral nominales no debe ser mayor que ± 15 m (± 50 ft).

4. Sistema de control de altitud automático

4.1 Como mínimo, un sistema de control de altitud automático único con una performance de mantenimiento de altitud que cumpla con el párrafo 4 de la Sección 3 de éste capítulo, debe ser instalado en la aeronave.

Nota.- En los tipos de aeronaves para los cuales se realizó la solicitud para la certificación de tipo antes del 01 de enero de 1997 y que están equipados con sistemas automáticos de control de altitud con entradas del sistema de gestión de vuelo / sistema de gestión de performance que permiten variaciones de hasta ± 40 m (± 130 ft), bajo condiciones no turbulentas, y sin ráfagas de viento, no requieren ser reemplazados o modificados.

4.2 Cuando se ha proporcionado una función de selección/adquisición de altitud, el panel de control de selección/adquisición de altitud debe estar configurado de tal manera que no exista un error de más de ± 8 m (± 25 ft) entre el valor seleccionado por, y presentado a la tripulación de vuelo y la salida correspondiente al sistema de control.

Sección 5 – Aprobación de aeronavegabilidad

1. Generalidades

1.1 La capacidad de una aeronave para realizar operaciones RVSM puede ser demostrada o alcanzada en los siguientes casos:

- a) primer caso: demostrada en el proceso de fabricación; o
- b) segundo caso: alcanzada en servicio, a través de la modificación de los sistemas de la aeronave.

1.1.1 Primer caso.-

- a) cuando la capacidad RVSM es demostrada en producción (proceso de fabricación), el fabricante de la aeronave desarrolla y entrega a la AAC del Estado de diseño, los datos analíticos y de performance que sustenten la aprobación de aeronavegabilidad RVSM de un estándar de construcción definido. La información será complementada con manuales de mantenimiento y de reparaciones que incluyan instrucciones asociadas al mantenimiento de la aeronavegabilidad;
- b) el cumplimiento con el criterio RVSM será declarado en el manual de vuelo de la aeronave (AFM), incluyendo la referencia del estándar de construcción aplicable y las limitaciones y condiciones; y
- c) la aprobación por la AAC, y, cuando sea aplicable, la validación de la aprobación por otras Autoridades, indica la aceptación de la aeronave recién construida, de acuerdo con el tipo y estándar de construcción, así como el cumplimiento del criterio de aeronavegabilidad RVSM.

1.1.2 Segundo caso.-

- a) cuando la capacidad RVSM es alcanzada en servicio, el Estado de diseño (o el fabricante de la aeronave), remite a la AAC responsable, ya sea en el Estado de fabricación o en el Estado de matrícula, los datos analíticos y de performance que sustenten la aprobación RVSM de un estándar de construcción definido. La información será complementada con un boletín de servicio (SB) o un certificado tipo suplementario (STC) o un documento equivalente, que identifique el trabajo a ser realizado (modificación) para lograr el estándar de construcción, las instrucciones del mantenimiento de la aeronavegabilidad y, una enmienda al AFM, señalando las limitaciones y condiciones relacionadas;
- b) la aprobación por parte de la AAC, y, cuando sea aplicable, la validación de esta aprobación por otras autoridades, indica, la aceptación del cumplimiento con el criterio de aeronavegabilidad RVSM de ese tipo de aeronave y estándar de construcción; y
- c) la modificación de la aeronave debe considerar además, como mínimo, la modificación de los siguientes documentos:
 - 1) AFM;
 - 2) manuales técnicos de mantenimiento de la aeronave;
 - 3) manual de control de mantenimiento (MCM) del explotador que incluya las políticas y procedimientos para la operación RVSM; y
 - 4) programa de mantenimiento aprobado.

1.2 La combinación de los datos analíticos y de performance, el boletín de servicio o su equivalente, las instrucciones de aeronavegabilidad y la enmienda aprobada o el suplemento al AFM, es conocida como el paquete de datos de la aprobación RVSM.

1.2.1 Un explotador puede aplicar a una aprobación de aeronavegabilidad para una aeronave específica, a la AAC del Estado en el cual la aeronave está registrada. La aplicación necesita ser sustentada mediante evidencia que confirme que la aeronave específica ha sido inspeccionada y, donde sea necesario, modificada de acuerdo con los SB aplicables y que corresponde a un tipo y estándar de construcción que cumple el criterio de aeronavegabilidad RVSM. El explotador también necesitará confirmar que las instrucciones del mantenimiento de la aeronavegabilidad están disponibles y que la enmienda al AFM o suplemento ha sido incorporada. La aprobación por parte de la AAC indica que la aeronave es elegible para operaciones RVSM. La AAC respectiva, una vez emitida la aprobación RVSM, notificará a la agencia de monitoreo correspondiente.

1.2.2 Para un espacio aéreo RVSM, en el cual una aprobación operacional es requerida, la aprobación de aeronavegabilidad por si sola no autoriza el vuelo en dicho espacio aéreo.

2. Contenido del paquete de datos

2.1 Como mínimo y para ambos casos señalados en el párrafo 1.1 de ésta sección, el paquete de datos deberá contener los siguiente elementos:

- a) una declaración que indique si la aeronave pertenece a un grupo de aeronaves RVSM o que la aeronave es sin grupo, y los estándares de construcción respectivos a los cuales el paquete de datos aplica;
- b) una definición de las envolventes de vuelo básica y completa RVSM aplicables;
- c) datos que demuestren cumplimiento con el criterio de performance y de sistemas RVSM;
- d) los procedimientos a ser utilizados que aseguren que todas las aeronaves propuestas para la aprobación de aeronavegabilidad cumplen con el criterio RVSM. Estos procedimientos incluirán las referencias de los SB aplicables y la enmienda o suplemento aplicable al AFM aprobado;
- e) las instrucciones de mantenimiento que aseguren el mantenimiento de la aeronavegabilidad para la aprobación RVSM; y

- f) las pruebas de conformidad utilizadas para asegurar que la aeronave, aprobada con el paquete de datos, cumple con los requisitos de aeronave RVSM.

3. Aeronaves de grupo y sin grupo

3.1 Aeronaves de grupo.- Para que una aeronave pueda ser considerada como parte de un grupo para los fines de aprobación de aeronavegabilidad RVSM, esta debe satisfacer las condiciones siguientes:

- a) la aeronave debe haber sido construida según un diseño nominalmente idéntico y ser aprobada para el mismo certificado de tipo (TC), una enmienda del TC, o un STC, según corresponda;

Nota.- Para las aeronaves derivadas, podrían utilizarse los datos de la configuración original para reducir al mínimo la cantidad de datos adicionales necesarios para indicar la conformidad. La medida en que se necesiten datos adicionales dependerá de la categoría de diferencias entre la aeronave original y la derivada.

- b) el sistema estático de cada aeronave debe ser nominalmente idéntico (debe haber sido instalado de manera y posición idéntica). Las correcciones del error de la fuente estática (SSE) deben ser idénticas para todas las aeronaves del grupo;
- c) la aviónica instalada en cada aeronave para satisfacer los criterios de equipo mínimo RVSM debe corresponder a la misma especificación del fabricante y tener el mismo número de parte; y

Nota.- Las aeronaves que tengan una aviónica de otro fabricante o un número de parte distinto pueden considerarse como parte del grupo si puede demostrarse que dicha categoría de aviónica proporciona una performance de sistema equivalente.

- d) el paquete de datos RVSM debe haber sido producido y proporcionado por el fabricante de la célula u organización de diseño.

3.2 Aeronaves sin grupo.- Si una célula no satisface las condiciones que figuran en los párrafos 3.1 a), b) y c) anteriores, para considerarse como parte de un grupo y si se presenta como una célula individual para los fines de aprobación, entonces se considerará como aeronave ajena al grupo. Esto significa que los procedimientos de certificación para aeronaves que forman parte del grupo o que son ajenas al mismo son diferentes.

4. Envoltentes de vuelo

4.1 La envoltente operacional de vuelo RVSM está definida como el número Mach, W/δ , y rangos de altitud sobre los cuales puede operarse una aeronave en vuelo de crucero dentro del espacio aéreo RVSM. Como fue mencionado anteriormente, la envoltente de vuelo operacional RVSM para cualquier aeronave puede dividirse en dos envoltentes o partes, tal como se explica a continuación:

- a) Envoltente de vuelo completa RVSM.- La envoltente de vuelo completa RVSM comprenderá el rango completo del número Mach operacional, W/δ , y valores de altitud sobre los cuales se puede operar una aeronave dentro del espacio aéreo RVSM. La tabla de la Figura 3-1 “Límites de la envoltente de vuelo completa RVSM” establece los parámetros que deben ser considerados en dicha envoltente;

Figura 3-1 - Límites de la envoltente de vuelo completa RVSM

	El límite inferior está definido por:	El límite superior está definido por:
Altitud	<ul style="list-style-type: none"> FL 290 	La más baja de: <ul style="list-style-type: none"> FL 410 Altitud máxima certificada de la aeronave Altitud limitada por: empuje de crucero; bataneo (buffet) y otras limitaciones de vuelo de la aeronave.
Mach o	La más baja de:	La más baja de:

velocidad	<ul style="list-style-type: none"> • Velocidad de máxima autonomía (velocidad de holding) • Velocidad de maniobra 	<ul style="list-style-type: none"> • Mmo/Vmo • Velocidad limitada por: empuje de crucero; bataneo y otras limitaciones de vuelo de la aeronave.
Peso bruto	<ul style="list-style-type: none"> • El peso bruto más bajo compatible con operaciones en espacio aéreo RVSM 	<ul style="list-style-type: none"> • El peso bruto más alto compatible con operaciones en espacio aéreo RVSM.

b) Envolvente de vuelo básica RVSM.- Los límites para la envolvente de vuelo básica RVSM son los mismos que para la envolvente de vuelo completa RVSM, excepto el límite mach superior.

- 1) Para la envolvente de vuelo básica RVSM, el límite mach superior puede estar limitado a un rango de velocidades sobre las cuales se podría esperar de manera razonable que el grupo de aeronaves opere con mayor frecuencia. El límite debe ser declarado para cada grupo de aeronaves por el fabricante u organización de diseño. El límite puede definirse como igual al límite mach/velocidad superior definido para la envolvente de vuelo completa RVSM o un valor menor especificado. Este valor más bajo no debe ser menor al número mach de crucero de largo alcance más 0.04 mach, a menos que esté limitado por el empuje de crucero disponible, bataneo, u otra limitación de vuelo de la aeronave.

Nota.- El número mach de crucero de largo alcance es el número mach para el 99% del mejor millaje de combustible en el WIØ particular bajo consideración.

5. Datos de performance

5.1 El paquete de datos debe contener suficiente información para demostrar cumplimiento con los criterios de precisión establecidos en la Sección 3 – Performance RVSM.

5.1.1 Generalidades.-

5.1.1.1 El ASE generalmente variará con la condición de vuelo. El paquete de datos debe proveer cobertura para la envolvente RVSM, suficiente para definir los errores más grandes en las envolventes básica y completa. En el caso de una aprobación de grupo, la peor condición de vuelo puede ser diferente para cada uno de los requerimientos de los Subpárrafos 3.3 y 3.4 del Párrafo 3 de la Sección 3 de este capítulo, por lo tanto cada uno de ellos debe ser evaluado.

5.1.1.2 Cuando se utilicen vuelos de prueba de calibración para cuantificar o verificar la performance del sistema altimétrico, éstos pueden ser realizados mediante cualquiera de los siguientes métodos. Los vuelos de calibración deben ejecutarse únicamente cuando se hayan completado las verificaciones apropiadas en tierra. Cualquier incertidumbre en la aplicación del método debe ser evaluada y tomada en consideración en el paquete de datos.

- a) radar de seguimiento de precisión, en conjunto con la calibración de la presión de la atmósfera a la altitud de prueba
- b) cono remolcado (trailing cone)';
- c) aeronave de acompañamiento (pacer); y
- d) cualquier otro método aceptable para la autoridad que aprueba.

Nota.- Al utilizar aeronaves de acompañamiento se debe entender que dichas aeronaves deben haber sido calibradas directamente bajo un estándar conocido. No es aceptable calibrar una aeronave de acompañamiento con otra aeronave de acompañamiento.

5.1.2 Presupuesto de error del sistema altimétrico.- Se encuentra implícito en la intención del Párrafo 3 de la Sección 3 de este capítulo, que para las aprobaciones de aeronaves de grupo y de aeronaves sin grupo (o ajenas al grupo), se puede realizar un intercambio entre las varias fuentes de error que contribuyen al ASE. Este documento no especifica límites separados para las varias fuentes de error que contribuyen al promedio y a los componentes variables del ASE, siempre que los requerimientos de precisión total del ASE del párrafo 3 de la Sección 3 de este capítulo se cumplan.

Por ejemplo, en el caso de aprobación de grupo, mientras más pequeño sea el promedio del grupo y más estricto el estándar de aviónica, mayor será el margen disponible para las variaciones SSE. En todos los casos, el intercambio adoptado debe ser presentado en el paquete de datos en forma de presupuesto de error que incluya todas las fuentes significativas de error. Esto se discute en más detalle en los siguientes párrafos:

5.1.3 Equipo de aviónica.- El equipo de aviónica debe ser identificado por función y número de parte. Se debe demostrar que el equipo de aviónica puede cumplir con los requerimientos establecidos de acuerdo al estimado del presupuesto de error cuando el equipo se opera bajo condiciones ambientales que se espera encontrar durante las operaciones RVSM.

5.1.4 Aeronaves de grupo.- Cuando se solicite una aprobación para un grupo de aeronaves, el paquete de datos debe ser suficiente para demostrar que se han cumplido los requerimientos de los Subpárrafos 3.3 y 3.4 del Párrafo 3 de la Sección 3 de este capítulo. Debido a la naturaleza estadística de estos requerimientos, el contenido del paquete de datos puede variar considerablemente de grupo a grupo.

- a) se debe establecer la variabilidad del promedio y de célula a célula del ASE, basada en los vuelos de prueba de calibración de cierto número de aeronaves. Cuando están disponibles métodos analíticos, es posible mejorar la base de datos de los vuelos de prueba y realizar el seguimiento de cambios subsiguientes en el promedio y variabilidad, basándose en inspecciones geométricas y en los bancos de prueba o en cualquier otro método aceptable para la autoridad que aprueba. En el caso de aeronaves derivadas, puede ser posible utilizar los datos de la aeronave modelo como parte de la base de datos. Esto puede ser aplicable a un estiramiento de la célula, donde la única diferencia en el promedio del ASE entre grupos podría ser confiablemente registrado por medios analíticos;
- b) se debe realizar una evaluación de la variabilidad de aeronave a aeronave de cada fuente de error. La evaluación de errores puede tomar varias formas según sea apropiado a la naturaleza y magnitud de los datos disponibles. Por ejemplo, para algunas fuentes de error (especialmente las menores), puede ser aceptable utilizar valores de especificación que representen tres desviaciones estándar (3SD). Para otras fuentes de error (especialmente las más grandes) se puede requerir una evaluación más comprensiva. Esto es especialmente verdadero para fuentes de error de la célula en que los valores de “especificación” de contribución ASE no han sido previamente establecidos;
- c) en muchos casos, uno o más de las mayores fuentes de error ASE será de naturaleza aerodinámica, tales como las variaciones en el contorno de la superficie de la aeronave en la vecindad de las fuentes de presión estática. Si la evaluación de estos errores está basada en mediciones geométricas, se debe proporcionar sustanciación de que la metodología utilizada es adecuada para asegurar el cumplimiento;
- d) se debe establecer un estimado del presupuesto de error para asegurar que se cumplan los estándares de los Subpárrafos 3.3 y 3.4 del Párrafo 3 de la Sección 3 de este capítulo. Según lo anotado en el Subpárrafo 5.1.1 de este párrafo, la peor condición de vuelo puede ser distinta para cada uno de estos estándares y por lo tanto los valores del componente de error también pueden ser distintos;
- e) para demostrar cumplimiento con la totalidad de los requerimientos, las fuentes de los componentes de error deben combinarse de manera apropiada. En la mayoría de los casos, esto involucrará la suma algebraica de los componentes principales de los errores, la combinación raíz-suma-cuadrado (rss) de los componentes variables de los errores y la suma del valor rss con el valor absoluto del promedio total. Se debe tener cuidado que únicamente las fuentes de error de componente variable que son independientes una de la otra, sean combinadas por rss; y
- f) la metodología descrita anteriormente para aprobación de grupo es de naturaleza estadística. Este es el resultado de naturaleza estadística del análisis de riesgo. En el contexto de un método estadístico, la declaración de que “cada aeronave individual en el grupo será construida

para tener un ASE contenido dentro de ± 200 pies”, no significa que cada célula debe ser calibrado con un cono de salida o equivalente para demostrar que el ASE está dentro de 200 pies. Dicha interpretación sería indebidamente onerosa, considerando que el análisis de riesgo permite que una pequeña cantidad de aeronaves exceda los 200 pies. Sin embargo, se acepta que si se ha identificado que alguna aeronave tiene un error que excede ± 200 pies, entonces debe recibir acción correctiva.

5.1.5 Aeronaves sin grupo.- Cuando una solicitud para aprobación de una aeronave sin grupo es remitida a la AAC, los datos de la aeronave deben ser suficientes para demostrar que se han cumplido los requerimientos del Subpárrafo 3.6 del Párrafo 3 de la Sección 3 de este capítulo. El paquete de datos debe especificar cómo el presupuesto del ASE ha sido distribuido entre SSE residual y el error de aviónica. El explotador y la AAC deben estar de acuerdo sobre qué datos son requeridos para satisfacer los requerimientos de aprobación. Se deben establecer los siguientes datos:

- a) mediante un vuelo de prueba de calibración de la aeronave se debe establecer su ASE o SSE sobre la envolvente RVSM. El vuelo de calibración debe ser realizado en los puntos de la envolvente de vuelo acordados por la AAC. Cualquiera de los métodos establecidos en el Subpárrafo 5.1.1 b) de la Sección 5 de este capítulo debe ser utilizado;
- b) la calibración de la aviónica utilizada en el vuelo de prueba, según se requiere para establecer el SSE residual. La autoridad que certifica debe acordar el número de puntos de prueba. Debido a que el propósito del vuelo de prueba es determinar el SSE residual, puede utilizarse equipo altimétrico especialmente calibrado;
- c) se deben presentar las especificaciones del equipo altimétrico de aviónica instalado, identificando los errores mayores permitidos; y
- d) utilizando los subpárrafos anteriores, demostración que los requerimientos del subpárrafo 3.6 del párrafo 3 de la Sección 3 de este capítulo se han cumplido. Si subsecuentemente a la aprobación de la aeronave para operación RVSM, se instalan unidades de aviónica que son de un fabricante o número de parte diferentes, se debe demostrar que el estándar del equipo de aviónica proporciona una performance equivalente del sistema altimétrico modelo.

6. Procedimientos de cumplimiento

El paquete de datos deberá definir los procedimientos, inspecciones, pruebas y los límites que se utilizarán para asegurar que todas las aeronaves aprobadas de acuerdo con el paquete de datos cumplan con el tipo de aeronave, de tal manera que todas las futuras aprobaciones, ya sean de aeronaves recién construidas o en servicio, satisfagan las concesiones del presupuesto de error desarrolladas de acuerdo con el subpárrafo 5.1.2 de esta Sección. Las concesiones del presupuesto de error serán establecidas por el paquete de datos e incluirán una metodología que permita el seguimiento de la desviación promedio y estándar para la nueva aeronave. Los límites deberán ser definidos para cada fuente potencial de error. Cuando se aplique una limitación de operación, el paquete de datos debe contener los datos e información necesarios para documentar y establecer esa limitación.

7. Aeronavegabilidad continuada

7.1 Los siguientes ítems deberán ser revisados y actualizados según sea apropiado, para la implementación RVSM:

- a) el manual de reparaciones estructurales con especial atención en las áreas circundantes a cada toma de presión estática, sensores del ángulo de ataque y puertas de acceso si su nivelación puede afectar el flujo de aire alrededor de los sensores anteriormente mencionados; y
- b) la MEL.

7.2 El paquete de datos debe incluir detalles de cualquier procedimiento especial que no ha sido cubierto en el párrafo anterior, Sin embargo deberá asegurar continuidad en su cumplimiento

con el criterio de aprobación RVSM. A continuación se dan algunos ejemplos:

- a) para aeronaves sin grupo, para las cuales la aprobación RVSM ha sido basada en pruebas de vuelo, la integridad y precisión continua del sistema altimétrico debe ser demostrada por medio de pruebas en vuelo y en tierra de la aeronave y de su sistema altimétrico en períodos a ser acordados con la AAC respectiva. Sin embargo, una desviación del requisito de la prueba de vuelo puede ser otorgada si se puede demostrar que la relación entre cualquier subsecuente degradación de la célula/sistema y sus efectos en la precisión del sistema altimétrico es comprendida y que esta puede ser compensada o corregida;
- b) hasta donde sea posible, los procedimientos para reportar defectos en vuelo deben definirse para facilitar la identificación de las fuentes de error del sistema altimétrico. Dichos procedimientos podrían cubrir las diferencias aceptables entre fuentes estáticas primarias y alternas, y otras, según sea apropiado; y
- c) para grupos de aeronaves donde la aprobación está basada en una inspección de la geometría, puede existir la necesidad de una reinspección periódica y el intervalo requerido deberá ser especificado.

8. Aprobación del paquete de datos

Todos los datos necesarios deben ser entregados al organismo de certificación e inspección, como parte de la solicitud de aprobación RVSM.

9. Aprobación de aeronavegabilidad RVSM

El paquete de datos aprobado debe ser utilizado por el explotador para demostrar cumplimiento con los estándares de performance RVSM.

10. Modificaciones posteriores a la aprobación

Cualquier variación o modificación de la instalación inicial que afecte la aprobación RVSM debe requerir autorización del fabricante de la célula o de la organización de diseño aprobada, y estar autorizada por la AAC para asegurar que no se ha impedido el cumplimiento RVSM.

Sección 6 - Aeronavegabilidad continuada (requisitos de mantenimiento)

1. Generalidades

1.1 La integridad de las características de diseño para asegurar que los sistemas altimétricos continúen cumpliendo con los estándares RVSM deben ser verificados mediante pruebas programadas y/o inspecciones en conjunto con un programa aprobado de mantenimiento. El explotador debe revisar sus procedimientos de mantenimiento y tratar todos los aspectos de aeronavegabilidad continuada que estén afectados por los requerimientos RVSM.

1.2 Facilidades de mantenimiento adecuadas deben estar disponibles para permitir el cumplimiento de los procedimientos de mantenimiento RVSM.

2. Aprobación del programa de mantenimiento

Cada explotador que solicite una aprobación operacional RVSM debe entregar para aprobación de la AAC, un programa de mantenimiento e inspección que incluya cualquier requerimiento de mantenimiento especificado en el paquete de datos aprobado.

3. Documentos de mantenimiento

3.1 Como parte de la aprobación de aeronavegabilidad RVSM, el explotador según el caso debe revisar y presentar los siguientes documentos a la AAC:

- a) manuales técnicos de mantenimiento;

- b) MCM que incluya las políticas y procedimientos para la operación RVSM;
- c) programa de mantenimiento; y
- d) programa de instrucción para el personal de mantenimiento.

4. Prácticas de mantenimiento

4.1 Si el explotador está sujeto a un programa de mantenimiento aprobado, ese programa debe incluir, para cada tipo de aeronave, las prácticas de mantenimiento establecidas en los manuales de mantenimiento del fabricante para la aeronave y los componentes aplicables. Además, para todas las aeronaves, incluyendo aquellas que no están sujetas a un programa de mantenimiento aprobado, deberán seguirse los siguientes ítems:

- a) todo equipo RVSM debe ser mantenido de acuerdo con las instrucciones de mantenimiento del fabricante de los componentes y con los criterios de performance del paquete de datos para la aprobación RVSM;
- b) cualquier modificación o cambio en el diseño que afecte de cualquier forma a la aprobación RVSM inicial, debe ser sujeta a una revisión del diseño por parte de personas autorizadas por la AAC;
- c) cualquier reparación que no se incluya en la documentación aprobada/aceptada de mantenimiento y que pueda afectar a la integridad de la performance de aeronavegabilidad continuada RVSM (por ejemplo: las que afectan a la alineación de los sensores del tubo pitot/estático, reparaciones de abolladuras o deformaciones alrededor de las tomas estáticas), debe ser comunicada a la AAC para su aceptación o aprobación de las mismas;
- d) las pruebas con equipo de prueba incorporado (BITE) no son base aceptable para calibraciones del sistema (a menos que el fabricante de la célula demuestre que es aceptable, de acuerdo con las AAC que lo aprueban), y se deben utilizar únicamente con el propósito de aislar alguna falla y encontrar el problema;
- e) se debe efectuar una verificación adecuada de fugas del sistema (o una inspección visual, cuando sea permitida) después de una reconexión de una línea estática de desconexión rápida;
- f) debe mantenerse la célula y los sistemas estáticos de acuerdo con las normas y procedimientos de inspección del fabricante de la aeronave;
- g) a fin de asegurar un adecuado mantenimiento de la geometría de la célula para lograr contornos de superficie adecuados y la disminución de errores del sistema altimétrico, se debe realizar mediciones de la superficie o verificaciones de la ondulación del revestimiento, según especifique el fabricante de la aeronave, para asegurar el cumplimiento de las tolerancias RVSM del fabricante de la célula. Estas verificaciones también deben realizarse después de cualquier reparación o alteración que tenga efecto sobre la superficie de la célula y el flujo de aire.
- h) el programa de mantenimiento e inspección del piloto automático debe asegurar la precisión e integridad continuas del sistema automático de control de altitud para cumplir con las normas de mantenimiento de altitud para las operaciones RVSM. Normalmente, se debe cumplir este requisito mediante inspecciones de equipos y verificaciones de operación; y
- i) cuando la performance del equipo existente se muestra satisfactorio para la aprobación RVSM, se debe verificar que las prácticas de mantenimiento existentes sean también consistentes con la integridad continua de la aprobación RVSM. Ejemplos de equipos a ser considerados son:
 - 1) alerta de altitud;
 - 2) sistema automático de control de altitud;
 - 3) equipo de reporte de altitud del radar de vigilancia secundario; y

- 4) sistemas altimétricos.

5. Acciones para las aeronaves que no cumplen requisitos RVSM

5.1 Aquellas aeronaves identificadas que muestran errores en la performance del mantenimiento de la altitud, las cuales requieren ser investigadas, no deben operar en espacio aéreo RVSM, hasta que se hayan tomado las siguientes acciones correctivas:

- j) la falla o mal funcionamiento esté confirmado y aislado; y
- k) se tome una acción correctiva como sea necesaria, y se verifique el mantenimiento de la aprobación RVSM.

6. Programa de instrucción para el personal de mantenimiento

6.1 Dentro de la documentación relativa al mantenimiento RVSM, se debe presentar el programa de instrucción del personal de mantenimiento relacionado a RVSM entre otros aspectos, debe contemplar:

- a) técnicas de inspección de la geometría de la aeronave;
- b) calibración de los equipos de prueba y su utilización; y
- c) cualquier instrucción o procedimiento especial introducido para obtener la aprobación RVSM.

7. Equipos de prueba

7.1 Los equipos de prueba deben tener la capacidad de demostrar el cumplimiento permanente de todos los parámetros establecidos en el paquete de datos RVSM aprobado.

7.2 Los equipos de prueba deben ser calibrados a intervalos periódicos, utilizando las normas y estándares de referencia establecidos por la AAC. El programa de mantenimiento aprobado debe incluir un programa efectivo de control de la calidad con atención a lo siguiente:

- a) definición de la precisión de los equipos de prueba;
- b) calibraciones regulares de los equipos de prueba con referencias a un estándar. La determinación del intervalo de calibración debe estar en función de la estabilidad de los equipos de prueba. El intervalo de calibración debe establecerse utilizando datos históricos de modo que la degradación sea mínima en relación con la precisión exigida;
- c) auditorias regulares de las instalaciones de calibración, tanto internas como externas;
- d) cumplimiento de prácticas de mantenimiento aprobadas; y
- e) procedimientos para controlar los errores del explotador y condiciones ambientales poco frecuentes que puedan afectar la precisión de la calibración.

Sección 7 – Aprobación operacional

1. Operaciones RVSM

1.1 Una aprobación de aeronavegabilidad es requerida para cada grupo de aeronaves y para cada aeronave que va a ser utilizada en operaciones RVSM, de igual manera, una aprobación operacional es requerida para cada explotador que va a conducir dichas operaciones, por lo tanto a la AAC se le deberá satisfacer en los siguientes aspectos:

- a) cada aeronave deberá disponer de una aprobación de aeronavegabilidad;
- b) todo explotador deberá disponer de los programas de mantenimiento de la aeronavegabilidad (procedimientos de mantenimiento);
- c) cuando sean necesarios, procedimientos de operación específicos de cada espacio aéreo deberán ser incorporados en los manuales de operación; y

- d) deberán lograrse altos niveles de performance de mantenimiento de la altitud.

2. Documentos a ser remitidos junto con la solicitud de aprobación RVSM

2.1 Con suficiente anticipación y antes del inicio de las operaciones, la siguiente documentación deberá remitirse a la AAC junto con la solicitud de aprobación RVSM:

- a) Documentos de aeronavegabilidad.- Documentación que demuestre que la aeronave tiene una aprobación de aeronavegabilidad;
- b) Descripción del equipo de la aeronave.- Una descripción del equipo de la aeronave apropiado a las operaciones en espacio aéreo RVSM;
- c) Programas de instrucción, prácticas operacionales y procedimientos.- Los explotadores deberán remitir a la AAC el currículo de instrucción inicial y cuando sea apropiado el currículo de entrenamiento periódico junto con el material necesario. El material deberá demostrar que las prácticas operacionales, procedimientos y los temas de instrucción relacionados con operaciones en espacio aéreo RVSM y que requiere una aprobación operacional por parte del Estado, han sido incorporados. En términos generales los programas de instrucción y las prácticas operacionales y procedimientos deberán abarcar:
- 1) planificación de vuelo;
 - 2) procedimientos de pre-vuelo;
 - 3) procedimientos antes de ingresar al espacio aéreo RVSM;
 - 4) procedimientos en vuelo;
 - 5) procedimientos de instrucción de la tripulación de vuelo;
 - 6) procedimientos de contingencia; y
 - 7) fraseología.
- d) Manuales de operaciones y listas de verificación.- Los manuales y las listas de verificación apropiadas deberán ser revisadas para incluir información y guía sobre los procedimientos de operación normal. Los manuales deben incluir una declaración de las velocidades, altitudes y pesos considerados en la aprobación RVSM, incluyendo la identificación de cualquier limitación de operación o condiciones establecidas para el grupo de aeronaves. Los manuales y listas de verificación deberán ser remitidas para revisión de la autoridad como parte de la solicitud;
- e) MEL.- Cuando sea aplicable, una MEL, adaptada de la MMEL y de las reglamentaciones operacionales relevantes, debería incluir ítems pertinentes a la operación en espacio aéreo RVSM;
- f) Historial de performance.- Historial relevante de operación, cuando éste disponible, debería ser incluido en la solicitud. El solicitante debería demostrar que ha realizado los cambios necesarios en los programas de instrucción y en las prácticas operacionales y procedimientos para mejorar una performance de mantenimiento de la altitud insatisfactoria;
- g) Mantenimiento.- Cuando se realice la solicitud de la aprobación operacional, el explotador deberá establecer un programa de mantenimiento, el cual será aprobado por la AAC;
- h) Plan de monitoreo.- El explotador deberá establecer un plan que sea aceptable a la AAC para su participación en el programa de monitoreo. Este plan necesita incluir, como mínimo, una verificación de una muestra de la flota del explotador realizada por un sistema de monitoreo de altitud independiente; y
- i) plan para reportar los errores de mantenimiento de altitud.

3. Vuelos de validación

En la mayoría de los casos, el contenido de la solicitud para una aprobación RVSM será

suficiente para verificar la performance y los procedimientos de la aeronave. Sin embargo, cualquier AAC podría requerir un vuelo de validación como último paso en el proceso de aprobación. De requerirse un vuelo de validación, la AAC designará a un IO para el vuelo en espacio aéreo RVSM, a fin de que verifique que los procedimientos relevantes son aplicados con eficiencia. Si el desempeño es satisfactorio, la operación en espacio aéreo RVSM puede ser permitida, una vez que la AAC emita el párrafo de la OpSpec respectiva al explotador.

4. Monitoreo del espacio aéreo

Para los espacios aéreos en los cuales se ha prescrito un nivel deseado de seguridad (TLS), el monitoreo de la performance del mantenimiento de la altitud en el espacio aéreo por un sistema de monitoreo de altitud independiente, es necesario para verificar que dicho TLS, está siendo alcanzado. Sin embargo, una verificación de monitoreo independiente de una aeronave no es requisito para otorgar una aprobación RVSM.

5. Suspensión, revocación y restablecimiento de la aprobación RVSM

5.1 La incidencia de errores de mantenimiento de altitud que puede ser tolerada en un espacio aéreo RVSM es muy pequeña, por lo tanto, se espera que cada explotador tome una acción inmediata para rectificar las condiciones que causaron un error.

5.2 Un explotador deberá reportar a la AAC, la ocurrencia que involucra un mantenimiento pobre de la altitud, dentro de un plazo de setenta y dos horas. El reporte deberá incluir un análisis inicial de los factores que causaron el error y de las medidas que tomó para prevenir la repetición de los mismos. La necesidad del seguimiento de los reportes será determinada por la AAC respectiva. Las ocurrencias que deben ser reportadas e investigadas son errores de:

- a) TVE igual o mayor que ± 90 m (± 300 ft);
- b) ASE igual o mayor que ± 75 m (± 245 ft); y
- c) AAD igual o mayor que ± 90 m (± 300 ft).

5.3 *Errores de mantenimiento de altitud.*- Los errores de mantenimiento de altitud se dividen en dos categorías:

- a) errores causados por mal funcionamiento del equipo de la aeronave; y
- b) errores operacionales.

5.4 A un explotador que experimente constantemente errores en cualquiera de las categorías mencionadas anteriormente, se le suspenderá o revocará la aprobación RVSM. Si se identifica un problema el cual está relacionado a un tipo específico de aeronave, la aprobación RVSM puede ser suspendida o revocada para ese tipo específico de aeronave dentro de la flota del explotador.

Nota.- El nivel tolerable de riesgo de colisión en el espacio aéreo sería excedido si un explotador constantemente experimenta errores en el mantenimiento de la altitud.

5.5 *Acciones a ser cumplidas por el explotador.*- Los explotadores deberían tomar acciones rápidas y efectivas en respuesta a cada error de mantenimiento de altitud. La AAC considerará suspender o revocar la aprobación RVSM si las respuestas del explotador a los errores de mantenimiento de altitud no son efectivas o no son realizadas con prontitud. La AAC considerará el historial de performance del explotador en la determinación de la acción a tomar.

5.6 *Restablecimiento de la aprobación.*- El explotador satisfará a la AAC que las causas de los errores de mantenimiento de altitud han sido comprendidas y que han sido eliminadas y que sus programas y procedimientos son efectivos. A su criterio y para restablecer la confianza en el explotador, la AAC puede requerir una verificación de monitoreo de la altitud independiente de la aeronave afectada.

Sección 8 – Programas de instrucción, prácticas y procedimientos de operación

1. Introducción

1.1 Los ítems detallados a partir del Párrafo 2 de esta sección deben ser estandarizados e incorporados dentro de los diferentes currículos de los programas de instrucción y en los procedimientos operacionales que el explotador debe desarrollar en sus manuales respectivos.

1.2 Todo explotador que solicita aprobación para realizar operaciones en el espacio aéreo designado RVSM, debe contar con programas de instrucción para asegurar que todo el personal involucrado en estas operaciones reciba la instrucción necesaria y desempeñe adecuadamente sus tareas.

2. Instrucción sobre temas generales

2.1 Todo explotador debe proporcionar instrucción inicial y entrenamiento periódico a los tripulantes de vuelo, DV y personal de mantenimiento sobre temas generales que contemplen, como mínimo, lo siguiente:

- a) introducción a RVSM que incluya:
 - 1) definición de espacio aéreo designado RVSM;
 - 2) antecedentes RVSM;
 - 3) zonas del espacio aéreo definidas como RVSM; y
 - 4) fechas de implementación en los distintos espacios RVSM;
- b) sistemas de la aeronave requeridos para vuelos RVSM;
- c) requisitos de aeronavegabilidad continuada RVSM;
- d) procedimientos operacionales RVSM;
- e) procedimientos operacionales específicos del espacio aéreo RVSM; y
- f) requisitos de monitoreo de la capacidad de mantenimiento de altitud que contemple la obtención de datos a través de los siguientes sistemas:
 - 1) unidad de monitoreo de la altitud (HMU); y
 - 2) monitor del sistema mundial de determinación de la posición (GMU).
- g) Otros elementos esenciales que se deben contemplar son:
 - 1) conocimiento y comprensión de la fraseología ATC normalizada que se emplea en las operaciones RVSM; y
 - 2) restricciones de operación de las aeronaves (si se requieren para el grupo específico de aeronaves) relacionado con la certificación de aeronavegabilidad RVSM.

3. Instrucción para la tripulación de vuelo

3.1 Planificación de vuelo.- Durante la planificación de vuelo, la tripulación de vuelo y los DV, si fuere aplicable, deberán poner particular atención a las condiciones que pueden afectar la operación en el espacio aéreo RVSM. Estas incluyen, pero no están limitadas a:

- a) verificar que la aeronave esté aprobada para operaciones RVSM;
- b) registrar la letra W en el plan de vuelo que va a ser entregado al proveedor de ATC para demostrar que la aeronave y el explotador están aprobados para operaciones RVSM. (en el bloque 10 (equipo) del plan de vuelo de OACI se deberá anotar la letra “W” para demostrar la aprobación RVSM);
- c) condiciones meteorológicas reportadas y pronosticadas en la ruta de vuelo;

- d) requerimientos de equipo mínimo pertenecientes a los sistemas de mantenimiento de altitud; y
- e) de ser requerido para el grupo de aeronaves específico; las restricciones operacionales de la aeronave que se relacionen a la aprobación de aeronavegabilidad RVSM.

3.2 Procedimientos de pre-vuelo.- Las siguientes acciones deben ser cumplidas durante el pre-vuelo:

- a) revisar las anotaciones realizadas en el registro técnico de la aeronave para determinar la condición del equipo requerido para vuelos en el espacio aéreo RVSM. Verificación de que se ha tomado la acción de mantenimiento requerida para corregir los defectos del equipo;
- b) durante la inspección externa de la aeronave, se debe prestar especial atención a la condición de las tomas estáticas y a la condición de la superficie de la célula alrededor de cada fuente de presión estática y de cualquier otro componente que afecte la exactitud del sistema altimétrico (este control puede ser realizado por una persona calificada y autorizada que no sea el piloto, por ejemplo, el mecánico de a bordo o el personal de mantenimiento);
- c) antes del despegue, los altímetros de la aeronave deberán ser ajustados al reglaje altimétrico local (QNH) y deben exhibir una elevación conocida (por ejemplo: elevación del terreno) dentro de los límites especificados en los manuales de operación de la aeronave. La diferencia entre la elevación conocida y la elevación exhibida en los altímetros no debe exceder de 75 pies. Los dos altímetros principales deben también concordar dentro de los límites especificados por el manual de operación de la aeronave. También se puede utilizar un procedimiento alternativo, usando el QFE; y
- d) antes del despegue, el equipo requerido para volar en un espacio aéreo RVSM debe estar en condición operacional, y cualquier indicación de mal funcionamiento debe ser resuelta.

3.3 Procedimientos antes de ingresar a espacio aéreo RVSM.- El siguiente equipo debe estar operando normalmente al entrar en un espacio aéreo RVSM:

- a) dos sistemas principales de medición de altitud;
- b) un sistema automático de control de altitud;
- c) un dispositivo de alerta de altitud; y

Nota.- Pueden establecerse requerimientos de equipo dual para sistemas de control de altitud, bajo un acuerdo regional después de una evaluación de criterios tales como tiempo promedio entre fallas, extensión de los segmentos de vuelo y disponibilidad de comunicaciones directas piloto-controlador y vigilancia por radar.

- d) si cualquiera de los equipos requeridos falla antes de que la aeronave ingrese al espacio aéreo RVSM, entonces el piloto debe solicitar una nueva autorización a fin de evitar volar en este espacio aéreo.

Nota.- Transpondedor operacional. El explotador debe determinar el requerimiento de un transpondedor operacional en cada área RVSM donde se pretenda realizar las operaciones. El explotador debe también determinar los requerimientos de transpondedor para áreas de transición adyacentes al espacio aéreo RVSM.

3.4 Procedimientos en vuelo.- Se deben incorporar las siguientes políticas a los procedimientos y a la instrucción de la tripulación de vuelo:

- a) las tripulaciones de vuelo deben cumplir con las restricciones operacionales de la aeronave (si fueran requeridas para el grupo específico de aeronaves) relacionadas con la aprobación de aeronavegabilidad RVSM;
- b) al cruzar la altitud de transición, las tripulaciones deben poner especial atención al ajuste rápido de las sub-escalas de todos los altímetros primarios y de reserva a 29.92 in. Hg/1013.2 hPa, debiéndose comprobar el ajuste del altímetro al alcanzar el nivel de vuelo autorizado (CFL);
- c) al nivel de crucero, es esencial que se vuele la aeronave en el CFL. Esto requiere que se ponga particular cuidado en asegurarse que las autorizaciones ATC sean comprendidas y seguidas completamente. Excepto en situaciones de emergencia o contingencia, la aeronave no

debe salir intencionalmente del CFL sin una autorización positiva del ATC;

- d) durante cambios de niveles autorizados, no debe permitirse que la aeronave se desvíe más de 45 m (150 pies) por encima o por debajo del nuevo nivel de vuelo;

Nota.- Se recomienda que la nivelación se complete utilizando el dispositivo de captura de altitud del sistema automático de control de altitud, si estuviere instalado.

- e) un sistema automático de control de altitud debe estar operacional y conectado durante el nivel de crucero, excepto en circunstancias tales como la necesidad de compensar nuevamente la aeronave o en caso de turbulencia que requieran la desconexión del mismo. En cualquier evento, la adherencia a la altitud de crucero, se debe realizar por referencia a uno de los dos altímetros principales;
- f) el sistema de alerta de altitud debe estar operacional;
- g) durante intervalos de aproximadamente una hora, deben realizarse verificaciones cruzadas entre los altímetros principales y el altímetro de reserva (standby). Un mínimo de dos altímetros principales deben coincidir dentro de 60 m (200 ft) o un valor menor si así lo especifica el manual de operación de la aeronave. (falla en cumplir con esta condición requerirá que el sistema altimétrico sea reportado como defectuoso y se notifique al ATC). La diferencia entre los altímetros principales y de reserva debe anotarse para su uso en situaciones de contingencia;
- 1) el patrón de verificación (scan) de los instrumentos de la cabina de pilotaje debe ser suficiente para la verificación cruzada de los altímetros en la mayoría de los vuelos; y
 - 2) antes de ingresar al espacio aéreo RVSM, la verificación cruzada de los altímetros primario y de reserva debe ser registrada;

Nota.- Futuros sistemas pueden hacer que la tripulación utilice comparadores automáticos de altímetros en lugar de que la tripulación realice verificaciones cruzadas.

- h) en operaciones normales, el sistema altimétrico que está siendo usado para controlar la aeronave debe ser seleccionado, a fin de suministrar los datos al transpondedor de reporte de altitud, el cual transmite la información al ATC;
- i) si el piloto es notificado por ATC de un error de AAD, la cual excede 300 pies, el tripulante debe tomar acción para retornar al nivel de vuelo autorizado tan pronto como sea posible;
- j) si el piloto es notificado en un vuelo real que la aeronave ha sido identificada por un sistema de monitoreo de altitud que exhibe un TVE mayor a ± 90 m (± 300 ft) y/o un ASE mayor a ± 75 m (± 245 ft), entonces el piloto debe seguir los procedimientos regionales establecidos para proteger la operación segura de la aeronave. Esto asume que el sistema de monitoreo identificará el TVE o ASE dentro de los límites establecidos de precisión.

3.5 Procedimientos de contingencia después de entrar a un espacio aéreo RVSM.- El piloto debe notificar al ATC sobre las contingencias (fallas en los sistemas de la aeronave, condiciones meteorológicas adversas, etc.) que afecten la capacidad de mantener el CFL y coordinar un plan de acción. El Doc 7030 de la OACI, describe los procedimientos de contingencia de las diferentes regiones de OACI.

3.6 Procedimientos después del vuelo.-

- a) Al realizar los ingresos en el registro técnico de la aeronave acerca del malfuncionamiento de los sistemas para mantener la altura, el piloto debe proporcionar suficientes detalles para permitir que mantenimiento localice y repare efectivamente el sistema. El piloto debe detallar el defecto actual y la acción tomada por la tripulación para tratar de aislar y rectificar la falla. Deberá anotarse la siguiente información según sea apropiado:
- 1) lecturas de los altímetros principales y de reserva;
 - 2) ajuste del selector de altitud;
 - 3) ajuste de la sub-escala en el altímetro;

- 4) piloto automático utilizado para controlar la aeronave y cualquier diferencia cuando el sistema alternativo sea seleccionado;
- 5) diferencias en las lecturas de los altímetros si se seleccionan las tomas estáticas alternas;
- 6) uso de la computadora de datos de aire (ADC) para el procedimiento de diagnóstico de fallas; y
- 7) transpondedor seleccionado para proporcionar información de altitud al ATC y cualquier diferencia existente si el transpondedor alternativo fue seleccionado.

3.7 Items de énfasis espacial para la tripulación de vuelo.- Los siguientes ítems también deberían ser incluidos en los programas de instrucción de la tripulación de vuelo:

- a) conocimiento y comprensión de la fraseología estándar ATC utilizada en cada área de operaciones;
- b) importancia de que los miembros de la tripulación realicen verificaciones cruzadas entre ellos para asegurar que se cumplan con las autorizaciones ATC de forma oportuna y correcta;
- c) uso y limitaciones en términos de precisión de los altímetros de reserva durante contingencias. Cuando sea aplicable, el piloto deberá revisar la aplicación de la corrección del error de la fuente de presión estática/corrección del error de posición mediante el uso de tarjetas de corrección;
- d) problemas de percepción visual de otra aeronave a una separación planificada de 300 m (1 000 ft) en condiciones nocturnas, cuando se encuentren fenómenos locales como luces del norte, para tráfico opuesto y tráfico que esté en la misma dirección, y durante virajes;
- e) características de los sistemas de captura de altitud de la aeronave que pueden provocar que la aeronave se sobrepase de la altitud asignada;
- f) procedimientos operacionales y características de operación relacionadas a la operación del ACAS durante una operación RVSM;
- g) relación entre sistemas altimétricos, control automático de altitud y transpondedor en situaciones normales y anormales;
- h) restricciones operacionales de la aeronave (si fueren requeridas para el grupo específico de aeronaves) relacionadas con la aprobación de aeronavegabilidad RVSM; y
- i) uso de procedimientos de trayectorias paralelas para mitigar el efecto de turbulencia de estela.

4. Instrucción para despachadores de vuelo (DV)

4.1 Todo explotador proporcionará instrucción teórica a los DV, que debe contener como mínimo, los siguientes temas:

- a) verificación de la certificación de la aeronave y del explotador para realizar operaciones RVSM;
- b) registro del plan de vuelo para ser archivado en la estación de servicios de tránsito aéreo;
- c) conocimiento sobre el funcionamiento y requisitos mínimos de navegación aérea en el área MNPS y en el espacio aéreo oceánico (la anotación en el bloque N° 10 del plan de vuelo con la letra "W" confirma la aprobación para operaciones RVSM);
- d) información y pronósticos de las condiciones meteorológicas en la ruta de vuelo;
- e) requisitos de equipo mínimo relacionado a sistemas de mantenimiento de altitud;
- f) conocimiento de las restricciones para cualquier aeronave relacionadas con la certificación RVSM de aeronavegabilidad, de ser requerido para el grupo de aeronave específico;
- g) planificación en espacio aéreo RVSM que incluya los siguientes temas:

- 1) Cumplimiento de la aeronave de los requisitos RVSM; y
 - 2) planificación de vuelo normalizado RVSM que incluya:
 - consideraciones meteorológicas en ruta; y
 - consideraciones de la MEL.
 - 3) planificación de vuelo no regular evitando espacio aéreo RVSM.
- h) fallas de equipos en ruta y procedimientos de contingencia en el espacio aéreo RVSM que se pretende volar; e
- i) instrucción sobre los procedimientos regionales para operaciones específicas que contemple:
- 1) las áreas de aplicación del espacio aéreo RVSM incluyendo procedimientos operacionales y de contingencia específicos para el espacio aéreo involucrado, requerimientos específicos de planeamiento de vuelo y los requisitos para la aprobación de aeronaves en la región designada; y
 - 2) las Especificaciones de performance mínima de navegación (MNPS) en caso de que se opere en el Atlántico Norte.

5. Instrucción para el personal de mantenimiento

5.1 La instrucción para el personal de mantenimiento deberá constar al menos de los siguientes temas:

- a) conocimiento de las etapas establecidas para el proceso de aprobación RVSM de aeronavegabilidad, que contemple los siguientes temas:
 - 1) certificación de:
 - aeronaves de construcción nueva;
 - aeronaves en servicio; y
 - de una aeronave individual.
- b) definición de grupo de aeronaves:
 - 1) aeronaves pertenecientes a un grupo y que comprenda:
 - envolvente básica;
 - envolvente completa; y
 - 2) características de clasificación de las aeronaves sin grupo;
- c) conocimiento de los elementos que forman parte del paquete de datos para la certificación de aeronavegabilidad;
- d) definición y evaluación de los requisitos de aeronavegabilidad, que incluya temas sobre:
 - 1) evaluación de las características del error del sistema altimétrico (ASE) y el control automático de altitud; y
 - 2) capacidad de mantenimiento de la altitud y su equivalencia al conjunto de errores de mantenimiento de la altitud de las aeronaves individuales.
- e) instrucción sobre exigencias y control de mantenimiento de altitud del sistema automático de control de altitud, capaz de controlar la altitud dentro de un margen de $\pm 20\text{m}$ (± 65 pies);
- f) conocimientos relativos a los sistemas de las aeronaves:
 - 1) el equipo mínimo necesario para realizar operaciones en el espacio aéreo designado RVSM;

- 2) las características y descripción del sistema altimétrico, fundamentalmente sobre:
 - la composición del sistema altimétrico de la aeronave, que comprenda todos los elementos que toman parte en el proceso de muestreo de la presión estática y su conversión a un dispositivo de salida de altitud barométrica;
 - la precisión del sistema altimétrico, incluyendo la precisión total para satisfacer los criterios de performance RVSM;
 - la corrección del error de la fuente de presión estática (SSEC), que brinde información sobre el diseño y las características de la aeronave y su sistema altimétrico para satisfacer los criterios de performance RVSM; y
 - la capacidad de reporte de altitud, que comprenda el sistema altimétrico de la aeronave.
 - 3) conocimiento del dispositivo de salida del control de altitud, que brinde un entendimiento adecuado del sistema altimétrico;
 - 4) familiarización de la integridad del sistema altimétrico que incluya los valores de la estimación de errores;
 - 5) conocimiento de la alerta de altitud, que incluya el sistema de desviación de altitud y los valores nominales del umbral;
 - 6) conocimiento del sistema automático de control de altitud, su instalación y requisitos para que cumpla con la capacidad requerida para el mantenimiento de la altitud;
 - 7) limitaciones del sistema; y
 - 8) conocimiento sobre el presupuesto de error.
- g) conocimiento y preparación del personal sobre aeronavegabilidad continuada:
- 1) demostración y habilidades sobre procedimientos de mantenimiento y todos los aspectos de aeronavegabilidad continuada que puedan ser pertinentes, incluyendo la integridad de las características de diseño necesarias para asegurar que los sistemas altimétricos satisfagan los requisitos RVSM de aeronavegabilidad, mediante pruebas e inspecciones programadas junto con un programa de mantenimiento;
 - 2) conocimiento sobre los requisitos de las instalaciones de mantenimiento, bancos de prueba y equipos para la comprobación de los componentes destinados para la operación RVSM;
 - 3) familiarización sobre el uso y aplicación del programa de mantenimiento que comprenda temas sobre:
 - los conocimientos sobre el contenido del manual de mantenimiento básico, el cual debe proporcionar una base sólida sobre los requisitos de mantenimiento de las aeronaves para vuelos RVSM; y
 - los procedimientos de mantenimiento para impedir que se apliquen las mismas medidas a múltiples elementos en cualquier componente destinado a garantizar los vuelos RVSM;
 - 4) el conocimiento, el contenido y la utilización de los documentos requeridos para obtener la aprobación correspondiente al mantenimiento RVSM:
 - Manual de mantenimiento (MM);
 - manual de reparaciones estructurales (SRM);
 - MCM;
 - catálogos ilustrados de partes (IPC);

- programa de mantenimiento (MP);
 - MEL/MMEL; y
 - manual de diagramas eléctricos (WDM).
- h) instrucción sobre principios y métodos en las prácticas de mantenimiento, que comprenda:
- 1) procedimientos empleados para el mantenimiento de todos los equipos RVSM, de acuerdo con las instrucciones del fabricante de los componentes, así como los criterios de performance del paquete de datos para la aprobación RVSM;
 - 2) conocimiento sobre cualquier reparación que no se incluya en la documentación aprobada/aceptada de mantenimiento y que pueda afectar la integridad de la performance de la aeronavegabilidad continuada RVSM;
 - 3) instrucción práctica para efectuar la comprobación adecuada de fugas del sistema (o inspección visual tras una reconexión de una línea estática de desconexión rápida;
 - 4) mantenimiento de la célula y de los sistemas estáticos, de acuerdo con las normas y procedimientos de inspección del fabricante de la aeronave; y
 - 5) procedimientos que se emplean para realizar las mediciones de la geometría en la superficie de la célula, o comprobaciones de la ondulación del revestimiento, según las especificaciones del fabricante de la aeronave, a fin de asegurar el cumplimiento con las tolerancias RVSM.
- i) métodos para determinar las aeronaves que no cumplen con las prácticas de mantenimiento, que comprenda instrucción sobre procedimientos y métodos para identificar aquellas aeronaves que muestran errores en el rendimiento del mantenimiento de la altitud, las cuales requieren ser investigadas;
- j) principios y métodos en la aplicación del programa de inspección para aeronaves aprobadas en vuelos RVSM, que comprenda temas relacionados con:
- 1) familiarización del personal de inspección en los métodos y equipos usados para determinar la calidad o la aeronavegabilidad de los componentes;
 - 2) disponibilidad de las especificaciones actualizadas que involucren los procedimientos, limitaciones y tolerancias de inspección establecidos por los fabricantes de los componentes;
 - 3) experiencia en servicio y boletines de servicio que puedan ser pertinentes para el mantenimiento de los componentes; y
 - 4) procedimientos que se utilizan para aprobar y certificar las operaciones de mantenimiento, incluyendo las inspecciones continuas de todos los ítems.
- k) conocimientos y habilidades en la aplicación del sistema de gestión de la calidad para vuelos RVSM que contemplen como mínimo lo siguiente:
- 1) importancia y eficacia fundamental del sistema de gestión de la calidad en el mantenimiento de la aeronavegabilidad de las aeronaves;
 - 2) procedimientos para supervisar el adecuado cumplimiento de los requisitos de mantenimiento de las aeronaves;
 - 3) idoneidad y cumplimiento de las tareas y estándares aplicables a los componentes para asegurar una buena práctica del mantenimiento de la aeronavegabilidad de las aeronaves; y
 - 4) establecimiento de un sistema de retroalimentación para confirmar al personal del sistema de garantía de la calidad, que se adoptan las medidas correctivas.
- l) instrucción y dominio de los registros de mantenimiento de componentes y aeronaves para

- vuelos RVSM, dentro de lo cual se debe contemplar, como mínimo:
- 1) el registro de los componentes y aeronaves, defecto o falta de aeronavegabilidad y los métodos de corrección;
 - 2) una situación actualizada del cumplimiento de toda la información obligatoria sobre el mantenimiento de la aeronavegabilidad;
 - 3) la situación de la aeronave en cuanto al cumplimiento del programa de mantenimiento;
 - 4) los registros detallados de mantenimiento a fin de demostrar que se ha cumplido con todos los requisitos para la firma de conformidad de mantenimiento (visto bueno de mantenimiento);
 - 5) los detalles pertinentes de los trabajos de mantenimiento y reparaciones realizadas a los componentes principales y sistema de las aeronaves; y
 - 6) los procedimientos utilizados en la organización, conservación y almacenamiento de los registros de mantenimiento de los componentes y aeronaves.
- m) instrucción en la aplicación del programa de fiabilidad para vuelos RVSM, que contemple los siguientes temas:
- 1) programa de fiabilidad utilizado para mantener la aeronave en un continuo estado de aeronavegabilidad;
 - 2) necesidad e importancia de la utilización de un programa de fiabilidad para aeronaves utilizadas en vuelos RVSM;
 - 3) identificación y prevención de problemas relacionados con los vuelos RVSM;
 - 4) normas de rendimiento y métodos estadísticos empleados para la medición y evaluación del comportamiento de los componentes;
 - 5) nivel de fiabilidad de los sistemas y componentes involucrados en los vuelos RVSM; y
 - 6) procedimientos empleados para la notificación de sucesos que afectan los vuelos RVSM.
- n) métodos y técnicas apropiadas de los sistemas de fallas de componentes y aeronaves designadas para vuelos RVSM, que comprenda instrucción sobre:
- 1) procedimientos y análisis de seguridad para la identificación de posibles fallas latentes en las aeronaves; y
 - 2) programa de verificación y procedimientos que se utilizan en la aplicación de medidas correctivas después de la falla de un componente.
- o) características, y conocimientos prácticos en la utilización de los equipos de prueba, que contemplen, como mínimo, lo siguiente:
- 1) conocimientos y utilización de las normas y estándares de referencia para la calibración periódica de los equipos de prueba; e
 - 2) instrucción en la aplicación del programa de mantenimiento de los equipos de prueba y la aplicación de los requisitos de control de calidad, lo cual debe incluir los siguientes temas:
 - definición de la precisión de los equipos de prueba;
 - procedimientos para las calibraciones regulares de los equipos de prueba con referencias a una norma;
 - habilidades en la determinación del intervalo de calibración en función de la estabilidad de los equipos de prueba;
 - intervalo de calibración, utilizando datos históricos;

- conocimiento y habilidades prácticas en la aplicación de auditorias regulares de las instalaciones de calibración, tanto internas como externas; y
- procedimientos para controlar los errores del explotador y condiciones ambientales poco frecuentes que puedan afectar la precisión de la calibración.

Sección 9 – Proceso de aprobación RVSM

1. Objetivo

Esta sección establece los lineamientos específicos para que el equipo de la AAC pueda llevar a cabo el proceso de aprobación RVSM.

2. Fases del proceso de aprobación RVSM

2.1 El proceso de aprobación RVSM, sigue las cinco fases del proceso general de aprobación descrito en el Capítulo 3 del Volumen I de la Parte I de éste manual, las cuales se describen a continuación:

- a) Fase uno: Pre-solicitud;
- b) Fase dos: Solicitud formal;
- c) Fase tres: Análisis de la documentación;
- d) Fase cuatro: Inspección y demostración; y
- e) Fase cinco: Aprobación.

3. Fase uno – Pre-solicitud

3.1 La Fase uno puede ser iniciada ya sea por el explotador cuando éste determina y manifiesta a la AAC la necesidad de conducir operaciones en espacio aéreo RVSM o por la AAC, cuando ésta requiere que los explotadores obtengan una autorización RVSM.

3.2 Una vez que se conoce la intención del explotador o de la AAC, los inspectores a cargo del explotador deben familiarizarse con todos los aspectos de la operación propuesta o requerida, a fin de poder brindar orientación y asesoramiento al explotador durante la reunión de pre-solicitud y a través de todo el proceso. Para esto los inspectores deben:

- a) familiarizarse con la política existente de la AAC y con los requerimientos establecidos para la aprobación RVSM;
- b) familiarizarse con el material técnico apropiado RVSM;
- c) evaluar con precisión el carácter y alcance de la propuesta;
- d) determinar si se requiere vuelos de validación;
- e) determinar la necesidad de requerimientos de coordinación;
- f) asegurarse que el explotador o solicitante tiene un claro entendimiento de los requisitos mínimos que constituye una solicitud aceptable; y
- g) determinar la fecha en la cual el explotador pretende iniciar operaciones RVSM.

3.3 El Jefe del organismo de inspección y certificación al conocer la intención del explotador o de la AAC, designará al equipo de certificación, donde uno de sus miembros será nombrado como Jefe de equipo. En este caso el POI podrá ser nombrado como Jefe de equipo.

3.4 El Jefe de equipo recién nombrado, convocará al explotador a una reunión de pre-solicitud.

3.5 Durante el desarrollo de la reunión de pre-solicitud, el equipo de la AAC tratará los siguientes temas:

- a) fases del proceso de aprobación, señalando las responsabilidades que cada una de las partes debe cumplir en dichas fases;
- b) requisitos reglamentarios y documentos de aprobación RVSM vigentes;
- c) otros documentos de referencia (por ejemplo: AC 6.425/TGL 6/AC 91 RVSM);
- d) elementos del paquete de datos de aeronavegabilidad;
- e) documentos, manuales y programas que el explotador deberá presentar junto con la solicitud de aprobación RVSM en la Fase dos;
- f) procedimientos de coordinación entre la AAC y el explotador;
- g) la necesidad de conformar equipos de trabajo tanto de la AAC como del explotador;
- h) cronograma de eventos;
- i) causas para rechazar la documentación;
- j) requerimientos de vuelos de validación;
- k) plan para participar en el programa de monitoreo;
- l) estándares o normas aceptables para la presentación de los documentos;
- m) procedimientos de operación y de mantenimiento a ser desarrollados por el explotador;
- n) programas de instrucción para las tripulaciones, DV y personal de mantenimiento; y
- o) condiciones para la suspensión o revocación de la aprobación RVSM.

3.6 Durante esta fase, la AAC y el explotador desarrollan un entendimiento común con respecto a la aprobación RVSM.

3.7 Esta fase concluye cuando la AAC se asegura que el explotador ha adquirido un conocimiento cabal de todos los aspectos a desarrollar durante el proceso de aprobación RVSM.

4. Fase dos – Solicitud formal

4.1 La Fase dos inicia cuando el explotador remite la solicitud formal junto con la siguiente documentación:

- a) paquete de datos;
 - 1) una declaración que indique si la aeronave pertenece a un grupo de aeronaves RVSM o que la aeronave es sin grupo, y los estándares de construcción respectivos a los cuales el paquete de datos aplica;
 - 2) una definición de las envolventes de vuelo básica y completa RVSM aplicables;
 - 3) datos que demuestren cumplimiento con el criterio de performance y de sistemas RVSM;
 - 4) los procedimientos a ser utilizados que aseguren que todas las aeronaves propuestas para la aprobación de aeronavegabilidad cumplen con el criterio RVSM. Estos procedimientos incluirán las referencias de los SB aplicables y la enmienda o suplemento aplicable al AFM aprobado;
 - 5) las instrucciones de mantenimiento que aseguren el mantenimiento de la aeronavegabilidad para la aprobación RVSM; y
 - 6) las pruebas de conformidad utilizadas para asegurar que la aeronave, aprobada con el paquete de datos, cumple con los requisitos de aeronave RVSM.
- b) documentos de aeronavegabilidad;
 - 1) para aeronaves en producción (en proceso de fabricación o nuevas): el AFM, suplemento al AFM y/o la TCDS;

- 2) para aeronaves en servicio: como sea aplicable, el SB, el STC, etc. y los datos que sustenten dicho STC, agrupados en un paquete de datos de certificación.
- 3) para aeronaves en servicio: documentación de la inspección de la aeronave y/o modificación tales como registros de mantenimiento que documenten el cumplimiento de la modificación de los sistemas de la aeronave y/o inspección (por ejemplo: el formulario de reparaciones y alteraciones mayores FAA/JAA Form 337)
- c) documentos de mantenimiento, según el caso;
 - 1) manuales técnicos de mantenimiento;
 - 2) MCM del explotador revisado, que incluya las políticas y procedimientos para la operación RVSM; y
 - 3) programa de mantenimiento;
- d) descripción del equipo de la aeronave, detallando todos los equipos y componentes relevantes para realizar la operación RVSM;
- e) programas de instrucción RVSM (inicial y periódico) para:
 - 1) tripulación de vuelo;
 - 2) DV; y
 - 3) personal de mantenimiento.
- f) OM revisado: políticas, prácticas operacionales y procedimientos;
 - 1) planificación de vuelo;
 - 2) procedimientos de pre-vuelo;
 - 3) procedimientos antes de ingresar al espacio aéreo RVSM;
 - 4) procedimientos en vuelo; y
 - 5) procedimientos de contingencia en vuelo de acuerdo con el Doc. 7030 – *Procedimientos suplementarios regionales* de la OACI.
- g) AOM y listas de verificación;
- h) MEL;
- i) historial de performance;
- j) plan para participar en los programas de monitoreo; y
- k) plan para reportar los errores de mantenimiento de altitud.

4.2 Esta fase no incluye una evaluación minuciosa ni el análisis de la documentación presentada, sin embargo, la documentación debe ser examinada con suficiente detalle para determinar la totalidad de la misma.

4.3 En caso que la propuesta sea insatisfactoria, esta debe ser devuelta al explotador con una explicación escrita de las razones de su rechazo.

4.4 Si la propuesta es satisfactoria, el Jefe del equipo de la AAC decidirá continuar con la siguiente fase del proceso.

5. Fase tres – Análisis de la documentación

5.1 En la Fase tres, el equipo de la AAC debe llevar a cabo un análisis detallado de la documentación.

5.2 Existen dos posibilidades como resultado de la Fase tres:

- a) cuando los resultados del análisis detallado de la documentación son satisfactorios, el equipo de la AAC procederá con la Fase cuatro; y
- b) en caso que la documentación no sea aceptable para la AAC, ésta será devuelta al explotador indicando las razones del rechazo.

6. Fase cuatro – Inspección y demostración

6.1 Una vez que la documentación ha sido aprobada, en la Fase cuatro se llevará a cabo las siguientes actividades:

- a) instrucción de RVSM para tripulantes de vuelo, DV y personal de mantenimiento, la cual será verificada por la AAC;
- b) inspección de la aeronave; y
- c) pruebas o vuelos de validación, si éstos son requeridos por las AAC. (normalmente los vuelos de validación no son necesarios para operaciones RVSM).

7. Fase cinco – Aprobación

Una vez que el explotador ha completado los requerimientos de aeronavegabilidad, aeronavegabilidad continuada y de operaciones, la AAC emite la autorización RVSM, a través de las OpSpecs.

8. vigilancia de la performance de mantenimiento de altitud

Un mínimo de dos aviones de cada grupo de tipos de aeronaves del explotador se someterá a vigilancia de la performance de mantenimiento de altitud, como mínimo una vez cada dos años, o a intervalos de 1 000 horas de vuelo por avión, de ambos intervalos, el que sea más largo. En el caso de que los grupos de tipos de aeronaves de un explotador consistan en un solo avión, dicho avión deberá someterse a vigilancia en el período especificado.

Nota.- Para satisfacer el requisito se podrán utilizar los datos de vigilancia de cualquier programa de vigilancia regional establecido de conformidad con el Párrafo 3.3.5.2 del Anexo 11.

9. Ayuda de trabajo

La Figura 3-2 – “Ayuda de trabajo para aprobación RVSM” describe de manera específica los pasos a seguir durante el proceso de aprobación RVSM.

Figura 3-2 – Ayuda de trabajo – Solicitud para conducir operaciones con separación vertical mínima reducida (RVSM) – Explotadores RAB 121 y 135**1. Introducción**

Esta ayuda de trabajo describe en forma específica la solicitud de un explotador para obtener una autorización RVSM cuando por primera vez intenta conducir operaciones con separación vertical mínima reducida en el espacio aéreo de la región CAR/SAM. Versiones posteriores podrán ser publicadas, a fin de incluir operaciones en otras regiones.

2. Propósitos de la ayuda de trabajo

- 2.1 Proporcionar información a explotadores e inspectores sobre los principales documentos de referencia RVSM
- 2.2 En la Parte 2, proporcionar una lista de documentos que el explotador deberá remitir para respaldar una solicitud de autorización RVSM
- 2.3 En las Partes 3, 4 y 5, establecer matrices las cuales señalen:
 - a) Elementos requeridos por el programa RVSM.
 - b) Párrafos de referencia relacionados con esos elementos.
 - c) Referencias que indiquen en donde están señalados los elementos RVSM en los documentos del explotador.
 - d) Columnas para los comentarios de los inspectores y para el seguimiento de la condición de varios elementos del programa RVSM.

3. Acciones recomendadas para el inspector y explotador

- 3.1 A continuación se detalla varias recomendaciones de cómo puede ser usada esta ayuda de trabajo.
 - a) en la reunión de pre-solicitud, el inspector revisará la “Lista de verificación RVSM” de acuerdo con el proceso de aprobación, a fin de proveer al explotador una visión general sobre los eventos de dicho proceso;
 - b) a continuación, el inspector revisará ésta ayuda de trabajo con la finalidad de informar al explotador la forma y el contenido de la solicitud para obtener una autorización RVSM;
 - c) el explotador usará la ayuda de trabajo como guía durante la recopilación de documentos para la solicitud RVSM. Refiérase a la Parte 2 para ver la lista de documentos recomendados;
 - d) el explotador escribirá en la ayuda de trabajo las referencias para indicar donde están ubicados en sus documentos los elementos RVSM y remite la ayuda de trabajo al inspector;
 - e) el explotador anota en la ayuda de trabajo el cumplimiento satisfactorio de una tarea o documento o que un ítem queda abierto o que requiere de acción correctiva;
 - f) tan pronto como sea posible el inspector informa al explotador que un ítem requiere de acción correctiva;
 - g) cuando es solicitado, el explotador provee al inspector el material revisado; y
 - h) una vez que las tareas y documentos requeridos son completados, la AAC emite al explotador el párrafo correspondiente de las OpSpecs.

Figura 3-2 – Ayuda de trabajo – Solicitud para conducir operaciones con separación vertical mínima reducida (RVSM) – Explotadores RAB 121 y 135

4. Estructura de la Ayuda de Trabajo

- a) Parte 1 - Información general para el explotador;
- b) Parte 2 - Lista de documentos a ser remitidos por el explotador;
- c) Parte 3 - Elementos básicos para la emisión de una autorización RVSM al explotador;
- d) Parte 4A - Procedimientos básicos de la tripulación de vuelo para operaciones RVSM;
- e) Parte 4B - Procedimientos y políticas operacionales para el uso del espacio aéreo CAR/SAM; y
- f) Parte 5 - Programas de mantenimiento RVSM.

5. Fuentes principales de documentos, información y contactos

- a) Para acceder a la circular de asesoramiento “6.425-RVSM” y a este documento, utilice la página web de la oficina regional ICAO/SAM (www.lima.icao.int).

6. Referencias principales

Documentos	Aplicación
6.1 AC 6.425	Aplicable para aprobaciones RVSM RAB 121 y 135
6.3 Capítulo 3 del Volumen II de la Parte II del MIO	Aplicable para aprobaciones RVSM RAB 121 y 135
6.4 TGL 6	Aplicable para aprobaciones RVSM EASA OPS 1
6.2 AC 91-RVSM FAA (cambio 2, 2/10/04)	Aplicable a todo tipo de aprobación
7.1 Material guía sobre el espacio aéreo doméstico sur Canadiense (SDRVSM)	Aplicable para aprobaciones SDRVSM

Parte 1 - Información general del explotador

NOMBRE DEL EXPLOTADOR: _____

FABRICANTE DE LA AERONAVE(s)/MODELO(s)/NUMERO DE REGISTRO(s)/S/N

FECHA DE LA REUNIÓN DE PRE-SOLICITUD: _____

FECHA DE ENTREGA DE LA SOLICITUD: _____

FECHA EN LA QUE EL EXPLOTADOR PLANEA INICIAR OPERACIONES RVSM

AREAS DE OPERACIÓN EN LAS CUALES EL EXPLOTADOR INTENTA INICIAR OPERACIONES RVSM

- ____ CAR
- ____ SAM
- ____ CAR/SAM
- ____ NAM

Parte 2 - Documentos a ser remitidos por el explotador

Docu- mento	Título del documento	Remitido No Remitido	Comentarios del inspector
A	Solicitud de aprobación RVSM		
B	Paquete de datos: 1) una declaración que indique si la aeronave pertenece a un grupo de aeronaves RVSM o que la aeronave es sin grupo, y los estándares de construcción respectivos a los cuales el paquete de datos aplica; 2) una definición de las envolventes de vuelo básica y completa RVSM aplicables; 3) datos que demuestren cumplimiento con el criterio de performance y de sistemas RVSM; 4) los procedimientos a ser utilizados que aseguren que todas las aeronaves propuestas para la aprobación de aeronavegabilidad cumplen con el criterio RVSM. Estos procedimientos incluirán las referencias de los SB aplicables y la enmienda o suplemento aplicable al AFM aprobado; 5) las instrucciones de mantenimiento que aseguren el mantenimiento de la aeronavegabilidad para la aprobación RVSM; y 6) las pruebas de conformidad utilizadas para asegurar que la aeronave, aprobada con el paquete de datos, cumple con los requisitos de aeronave RVSM.		

Parte 2 - Documentos a ser remitidos por el explotador (continuación)

C	<p>Documentos de aeronavegabilidad (documentos de la aeronave de cumplimiento RVSM)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Para aeronaves de fabricación nueva con equipo RVSM: AFM, Suplemento al AFM y/o Hoja de datos del certificado de tipo (TCDS); 2) Para aeronaves en servicio: Como sea aplicable: Boletín de servicio (SB), Certificado de tipo suplementario (STC), Aircraft service change (ASC) o Service letter (SL); 3) Para aeronaves en servicio: Documentación de la inspección de la aeronave y/o modificación: Registros de mantenimiento que documenten el cumplimiento de la modificación de los sistemas de la aeronave y/o inspección (p.e: documento de reparaciones y alteraciones mayores (FAA Form 337)) 		
D	<p>Documentos de mantenimiento revisados:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Manuales técnicos de mantenimiento; 2) Manual de control de mantenimiento (MCM) del explotador que incluya las políticas y procedimientos para la operación RVSM; y 3) Programa de mantenimiento: Programa de mantenimiento RVSM individual o la lista de elementos de mantenimiento RVSM, incorporada dentro del programa de mantenimiento existente del explotador; 		
E	<p>Descripción del equipo de la aeronave: Un detalle de todos los equipos y componentes relevantes para realizar la operación RVSM.</p>		

Parte 2 - Documentos a ser remitidos por el explotador (continuación)

F	<p>Manual de operaciones revisado: políticas, prácticas operacionales y procedimientos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) planificación de vuelo; 2) procedimientos de pre-vuelo; 3) procedimientos antes de ingresar al espacio aéreo RVSM; 4) procedimientos en vuelo; 5) procedimientos de contingencia; y 6) fraseología estándar RVSM. 		
G	<p>Manual de operación de la aeronave (AOM) y listas de verificación: Manual de operación RVSM o secciones de los procedimientos y políticas de operación RVSM del explotador correspondientes a la documentación de solicitud.</p>		
H	<p>MEL: (únicamente para explotadores que operan bajo la MEL) MEL que cumplen con el Global Change (GC) 059 o equivalente – (páginas de la MEL aplicables a los sistemas requeridos RVSM.</p> <p><i>Nota.- Muchos MMEL's han sido revisados para incorporar el cambio global (Global Change- (GC)) 059</i></p>		
I	<ol style="list-style-type: none"> 1) Métodos de instrucción: (p.e. centros de instrucción, curso de instrucción, registros de cumplimiento del curso) 2) Programas de instrucción: los explotadores deben presentar a la AAC un programa de instrucción (inicial y periódico) para las tripulaciones de vuelo, DV y personal de mantenimiento. 		
J	<p>Historial de performance</p>		
K	<p>Plan para participar en los programas de monitoreo RVSM: Método y programa para cumplir con el monitoreo de altura RVSM o resultados del monitoreo.</p> <p><i>Nota: El monitoreo no es requisito para emitir la aprobación.</i></p>		
L	<p>Plan para reportar los errores de mantenimiento de altitud.</p>		

Parte 3 - Elementos básicos para obtener una aprobación RVSM
(Solicitud del explotador)

CONTENIDO DE LA SOLICITUD A SER REMITIDA POR EL EXPLOTADOR

___ **DOCUMENTACIÓN DE CUMPLIMIENTO RVSM DE LAS AERONAVES**

___ **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO RVSM**

___ **POLÍTICAS Y PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN**

Nota 1: *Los documentos pueden ser agrupados en una sola carpeta o pueden ser remitidos como documentos individuales*

**Parte 3 - Elementos básicos para obtener una aprobación RVSM
 (Solicitud del explotador)**

#	Elementos requeridos para obtener una aprobación RVSM	Párrafos de referencia	Documentos/Anexos del explotador donde se encuentran descritos los elementos	Comentarios y/o recomendaciones del inspector	Seguimiento del inspector: Estatus y fecha del ítem
A	Solicitud de aprobación RVSM				
B	Paquete de datos: <ol style="list-style-type: none"> 1) una declaración que indique si la aeronave pertenece a un grupo de aeronaves RVSM o que la aeronave es sin grupo, y los estándares de construcción respectivos a los cuales el paquete de datos aplica; 2) una definición de las envolventes de vuelo básica y completa RVSM aplicables; 3) datos que demuestren cumplimiento con el criterio de performance y de sistemas RVSM; 4) los procedimientos a ser utilizados que aseguren que todas las aeronaves propuestas para la aprobación de aeronavegabilidad cumplen con el criterio RVSM. Estos procedimientos incluirán las referencias de los SB aplicables y la enmienda o suplemento aplicable al AFM aprobado; 5) las instrucciones de mantenimiento que aseguren el mantenimiento de la aeronavegabilidad para la aprobación RVSM; y 6) las pruebas de conformidad utilizadas para asegurar que la aeronave, aprobado con el paquete de datos, cumple con los requisitos de aeronave RVSM. 				

**Parte 3 - Elementos básicos para obtener una aprobación RVSM
(Solicitud del explotador) (Continuación)**

C	<p>Documentos de aeronavegabilidad (documentos de la aeronave de cumplimiento RVSM):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Para aeronaves de fabricación nueva con equipo RVSM: AFM, Suplemento al AFM y/o Hoja de datos del certificado de tipo (TCDS) 2) Para aeronaves en servicio: Como sea aplicable: Boletín de servicio (SB), Certificado de tipo suplementario (STC), Cambio de servicio de la aeronave (ASC) o Carta de servicio (SL) 3) Para aeronaves en servicio: Documentación de la inspección de la aeronave y/o modificación: Registros de mantenimiento que documenten el cumplimiento de la modificación de los sistemas de la aeronave y/o inspección (p.e: documento de reparaciones y alteraciones mayores (FAA Form 337)) 				
D	<p>Documentos de mantenimiento según el caso:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Manuales técnicos de mantenimiento; 2) manual de control de mantenimiento (MCM) que incluya las políticas y procedimientos RVSM; y 3) programas de mantenimiento: Programa de mantenimiento RVSM individual o la lista de elementos de mantenimiento RVSM, incorporada dentro del programa de mantenimiento existente del explotador; 				
E	<p>Descripción del equipo de la aeronave: Un detalle de todos los equipos y componentes relevantes para realizar la operación RVSM</p>				

**Parte 3 - Elementos básicos para obtener una aprobación RVSM
 (Solicitud del explotador) (Continuación)**

F	<p>Manual de operaciones revisado: políticas, prácticas operacionales y procedimientos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Planificación de vuelo; 2) procedimientos de pre-vuelo; 3) procedimientos antes de ingresar al espacio aéreo RVSM; 4) procedimientos en vuelo; 5) procedimientos de contingencia; y 6) fraseología estándar RVSM. 				
G	<p>Manual de operación de la aeronave (AOM) y listas de verificación: Manual de operación RVSM o secciones de los procedimientos y políticas de operación RVSM del explotador correspondientes a la documentación de solicitud.</p>				
H	<p>MEL: (únicamente para explotadores que operan bajo la MEL) MEL que cumplen con el Global Change (GC) 059 o equivalente – (páginas de la MEL aplicables a los sistemas requeridos RVSM).</p> <p><i>Nota.- Muchos MMEL's han sido revisados para incorporar el cambio global (Global Change (GC)) 059</i></p>				
I	<ol style="list-style-type: none"> 1) Métodos de instrucción: (p.e. centros de instrucción, curso de instrucción, registros de cumplimiento del curso) 2) Programas de instrucción: los explotadores deben presentar a la AAC un programa de instrucción (inicial y periódico) para las tripulaciones de vuelo, DV y personal de mantenimiento. 				
J	<p>Historial de performance</p>				

Parte 3 - Elementos básicos para obtener una aprobación RVSM
(Solicitud del explotador) (Continuación)

K	Plan para participar en los programas de monitoreo RVSM: Método y programa para cumplir con el monitoreo de altura RVSM o resultados del monitoreo. <i>Nota.- El monitoreo no es requisito para emitir la aprobación.</i>				
L	Plan para reportar los errores de mantenimiento de altitud.				

Parte 4A - Procedimientos básicos de la tripulación de vuelo para operaciones RVSM

Políticas y procedimientos operacionales RVSM	Párrafos de referencia	Documentos/Anexos del explotador donde se encuentran descritas las políticas y procedimientos	Comentarios y/o recomendaciones del Inspector	Seguimiento del inspector: Estatus y fecha del ítem
Planificación de vuelo				
Verificación que la aeronave cuenta con aprobación para operaciones RVSM				
Requisitos mínimos de equipo para los sistemas de mantenimiento y alerta de altitud				
Condiciones meteorológicas reportadas y pronosticadas en la ruta de vuelo Las fuentes de información de observación y pronóstico que pueden ayudar a la tripulación de vuelo a precisar la posibilidad de actividad de ondas de montaña (MWA) o de turbulencia severa son: pronósticos de vientos y temperatura de altura (FD), pronósticos de área (FA), informes de tiempo significativos (SIGMETS) y aeronotificaciones (reportes de pilotos) (PIREPS)				
Llenado del plan de vuelo a ser presentado al ATS, de tan manera que indique que tanto la aeronave como el explotador están aprobados para operaciones RVSM				
Cualquier restricción en la operación de la aeronave que tenga relación con RVSM				

Parte 4A - Procedimientos básicos de la tripulación de vuelo para operaciones RVSM (continuación)

Procedimientos previos al vuelo				
Revisión de registros y formularios, asegurando que se han tomado acciones de mantenimiento para corregir defectos en el equipo				
Durante la inspección exterior de la aeronave, se debe prestar especial atención a la condición de las tomas estáticas				
Antes del despegue, los altímetros deben ser ajustados al reglaje altimétrico local (QNH) y deben mostrar una elevación de campo conocida dentro de los límites especificados en los manuales de operación de la aeronave				
Antes del despegue, el equipo requerido para volar en espacio aéreo RVSM debe estar operativo y todos los defectos corregidos				
Procedimientos previos a entrar en espacio aéreo RVSM				
Lista de equipo que debe estar operativo antes de entrar en espacio aéreo RVSM				
Transpondedor operativo. El explotador debe precisar el requerimiento de un transpondedor operativo en el espacio aéreo a operar				
Procedimientos en vuelo				
Las tripulaciones deben cumplir con las restricciones de operación de la aeronave, relacionadas con la aprobación de aeronavegabilidad RVSM (sí es aplicable)				

Parte 4A - Procedimientos básicos de la tripulación de vuelo para operaciones RVSM (continuación)

Al cruzar la altitud de transición, las tripulaciones deben poner especial atención al ajuste rápido de las sub-escalas de todos los altímetros primarios y de reserva a 29.92 in. Hg/1013.2 hPa, debiéndose comprobar el ajuste del altímetro al alcanzar el nivel de vuelo autorizado				
A nivel de crucero, es esencial que la aeronave esté volando al nivel de vuelo autorizado (CFL). Las autorizaciones deben ser completamente comprendidas y cumplidas				
Durante cambio de niveles autorizados, no debe permitirse que la aeronave se desvíe más de 45 m (150 pies) por encima o por debajo del nuevo nivel de vuelo				
A menos que las circunstancias exijan otra cosa, un sistema de control de altitud automático debe estar operativo y conectado durante el vuelo de crucero.				
Un sistema de alerta de altitud debe estar operativo				
A intervalos aproximados de una (1) hora deben efectuarse verificaciones entre los altímetros primarios y los de reserva. Un mínimo de dos (2) altímetros primarios deben estar de acuerdo y dentro de 200 pies o dentro de un valor menor si se encuentra especificado en el manual de operación de la aeronave (AOM)				
La diferencia entre los altímetros primario y de reserva debe ser anotada para ser usada en situaciones de contingencia. Al menos la verificación cruzada del altímetro debería ser registrada.				

Parte 4A - Procedimientos básicos de la tripulación de vuelo para operaciones RVSM (continuación)

En operaciones normales, el sistema altimétrico que está siendo usado para controlar la aeronave debe ser seleccionado, a fin de suministrar los datos al transpondedor de reporte de altitud, el cual transmite la información al ATC				
Si el piloto es notificado por ATC de un error de desviación de la altitud asignada (AAD), la cual excede 300 pies, el tripulante debe tomar acción para retornar al nivel de vuelo autorizado tan pronto como sea posible				
Procedimientos de contingencia después de entrar en el espacio aéreo RVSM				
El piloto debe notificar al ATC sobre las contingencias, las cuales afecten la habilidad para mantener el CFL y coordinar un plan de acción				
Procedimientos en vuelo - Ítems de énfasis especial				
Política y procedimientos operacionales específicos para el área de operación, incluyendo fraseología estándar ATC				
Uso y limitaciones del altímetro de reserva (standby) durante contingencias				
Problemas de percepción visual de otra aeronave a 1.000 de separación vertical				
Características de operación del TCAS en espacio aéreo RVSM				
Restricciones de operación de la aeronave (únicamente si es aplicable a la aeronave)				

Parte 4A - Procedimientos básicos de la tripulación de vuelo para operaciones RVSM (continuación)

Procedimientos después del vuelo				
Al anotar en el registro técnico de la aeronave el mal funcionamiento de los sistemas de mantenimiento de altitud, el piloto debe proporcionar detalles suficientes para permitir al personal de mantenimiento la localización del problema y reparar el sistema				

Parte 4B - Procedimientos suplementarios regionales RVSM en el espacio aéreo CAR/SAM

Procedimientos suplementarios regionales RVSM en el espacio aéreo CAR/SAM	Documento de referencia	Documentos/Anexos del explotador donde se encuentran descritos los procedimientos suplementarios	Comentarios y/o recomendaciones del inspector	Seguimiento del inspector: Estatus y fecha del ítem
Fecha/hora y área donde la separación vertical mínima reducida (RVSM) ha sido implementada				
Esquema de orientación de los niveles de vuelo				
Aprobación de la aeronave y del explotador				
Política y procedimientos				
Planeamiento de vuelo dentro del espacio aéreo CAR/SAM				
Guía sobre turbulencia severa y actividad de ondas de montaña (MWA)				
Guía sobre turbulencia de estela				
Fraseología Piloto/Controlador				
Acciones de contingencias: Encuentro con condiciones meteorológicas adversas y falla de los sistemas de la aeronave (acciones Piloto y Controlador)				

Parte 5 - Programa de mantenimiento RVSM

Programa de mantenimiento RVSM	Párrafos de referencia	Documentos/Anexos del explotador donde se encuentra descritos los elementos del programa de mantenimiento	Comentarios y/o recomendaciones del inspector	Seguimiento del inspector: Estatus y fecha del ítem
<p>Requisitos generales:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Los explotadores que no disponen de un programa de mantenimiento de aeronave aprobado, son requeridos a desarrollar y a obtener aprobación de un programa de mantenimiento RVSM. 2. Los explotadores quienes mantienen sus aeronaves bajo un programa de mantenimiento de aeronavegabilidad continuada (CAMP) pueden incorporar los requerimientos de mantenimiento RVSM dentro de dicho programa 				
Elementos del programa de mantenimiento RVSM				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificación de componentes y de áreas estructurales RVSM consideradas a ser críticas 				
<ol style="list-style-type: none"> 2. El nombre o el cargo de la persona quién asegurará que la aeronave será mantenida de acuerdo con el programa de mantenimiento aprobado 				
<ol style="list-style-type: none"> 3. El método que el explotador utilizará para asegurar que todo el personal que realice mantenimientos en los sistemas RVSM se encuentre adecuadamente entrenado, calificado y tenga conocimientos en el sistema específico 				

Parte 5 - Programa de mantenimiento RVSM (continuación)

4. El método que el explotador utilizará para notificar a la tripulación de vuelo que la aeronave ha sido restringida para operaciones RVSM, pero que se encuentra aeronavegable para otro tipo de vuelo planificado				
5. El método que el explotador utilizará para asegurar la conformidad con los estándares de mantenimiento RVSM, incluyendo el uso de equipo calibrado y apropiadamente probado y de un programa de aseguramiento de la calidad para asegurar la continuidad de precisión y confiabilidad de los equipos de prueba, especialmente cuando éstos son contratados				
6. El método que el explotador utilizará para verificar que los componentes y las partes son elegibles para ser instaladas en los sistemas RVSM, así como para prevenir la instalación de partes no elegibles				
7. El método que el explotador utilizará para retornar una aeronave al servicio después de haber realizado el mantenimiento en un sistema o componente RVSM o después de que la aeronave ha sido declarada en incumplimiento				
8. Inspecciones periódicas, vuelos de prueba funcionales y procedimientos de mantenimiento e inspección con prácticas de mantenimiento aceptables para asegurar el cumplimiento continuado con los requerimientos RVSM de la aeronave				

Parte 5 - Programa de mantenimiento RVSM (continuación)

9. Los requerimientos de mantenimiento listados en las instrucciones para la aeronavegabilidad continuada (ICA) asociada con cualquier componente o modificación RVSM				
10. Cualquier otro requisito de mantenimiento que necesite ser incorporado para asegurar el cumplimiento continuado con los requerimientos de RVSM				
Uso de estaciones de reparación RAB 145				
1. Explotadores que utilicen los servicios de estaciones de reparación certificadas bajo la RAB 145 deben incluir provisiones para asegurar que los requerimientos del programa de mantenimiento RVSM están siendo cumplidos				

PARTE II – EXPLOTADORES DE SERVICIOS AÉREOS**VOLUMEN III – AUTORIZACIONES OPERACIONALES Y EQUIPOS DE LAS AERONAVES****Capítulo 9 – Aprobación de operaciones con tiempo de desviación extendido (EDTO)****Índice**

Sección 1 – Introducción	PII-VIII-C9-01
Sección 2 - Vuelos de más de 60 minutos de aviones con motores de turbina hasta un aeródromo de alternativa en ruta	
1. Generalidades	PII-VIII-C9-02
2. Condiciones que deben aplicarse al convertir tiempo de desviación en distancia	PII-VIII-C9-03
3. Instrucción	PII-VIII-C9-04
4. Requisitos de despacho de los vuelos y operacionales	PII-VIII-C9-04
5. Aeródromos de alternativa en ruta	PII-VIII-C9-05
Sección 3 - Requisitos de los vuelos con tiempo de desviación extendido (EDTO)	
1. Concepto básico	PII-VIII-C9-05
2. EDTO para aviones con más de dos motores de turbina	PII-VIII-C9-06
3. EDTO para aviones con dos motores de turbina	PII-VIII-C9-12

Sección 1 – Introducción

1.1 La finalidad de esta sección es proporcionar orientación y guía a los IOs sobre los requisitos generales de las Secciones RAB 121.2581 y RAB 135.1215 relativos a:

- los vuelos de más de 60 minutos de aviones con motores de turbina hasta un aeródromo de alternativa en ruta; y
- las operaciones con tiempo de desviación extendido (EDTO).

1.2 Esta orientación ayuda también a la AAC en el establecimiento de un umbral de tiempo y la aprobación del tiempo de desviación máximo para un explotador determinado con un tipo de avión específico. Los requisitos de las Secciones RAB 121.2581 y RAB 135.1215 se dividen en:

- los requisitos básicos que se aplican a todos los aviones en vuelos de más de 60 minutos hasta un aeródromo de alternativa en ruta; y
- los requisitos para volar más allá del umbral de tiempo y hasta un tiempo de desviación máximo, con la aprobación de la AAC, que pueden ser diferentes para cada combinación de explotador y tipo de avión.

En este capítulo se proporciona orientación sobre los medios que permiten lograr el nivel de seguridad operacional requerido.

1.4 Al igual que para el umbral de tiempo, el tiempo de desviación máximo es el intervalo (expresado en tiempo) desde un punto en una ruta hasta un aeródromo de alternativa en ruta hasta el cual la AAC otorgará la aprobación.

1.5 Para aprobar el tiempo de desviación máximo del explotador, la AAC tendrá que considerar no sólo el radio de acción de las aeronaves teniendo en cuenta toda limitación del certificado de tipo de los aviones, sino que la experiencia anterior del explotador con tipos de aeronaves y rutas similares.

1.6 El texto de este capítulo está organizado de la siguiente manera:

- Sección 1 - Introducción;
- Sección 2 - Vuelos de más de 60 minutos de aviones con motores de turbina hasta un

aeródromo de alternativa en ruta; y

c) Sección 3 - Requisitos de las operaciones con tiempo de desviación extendido (EDTO)

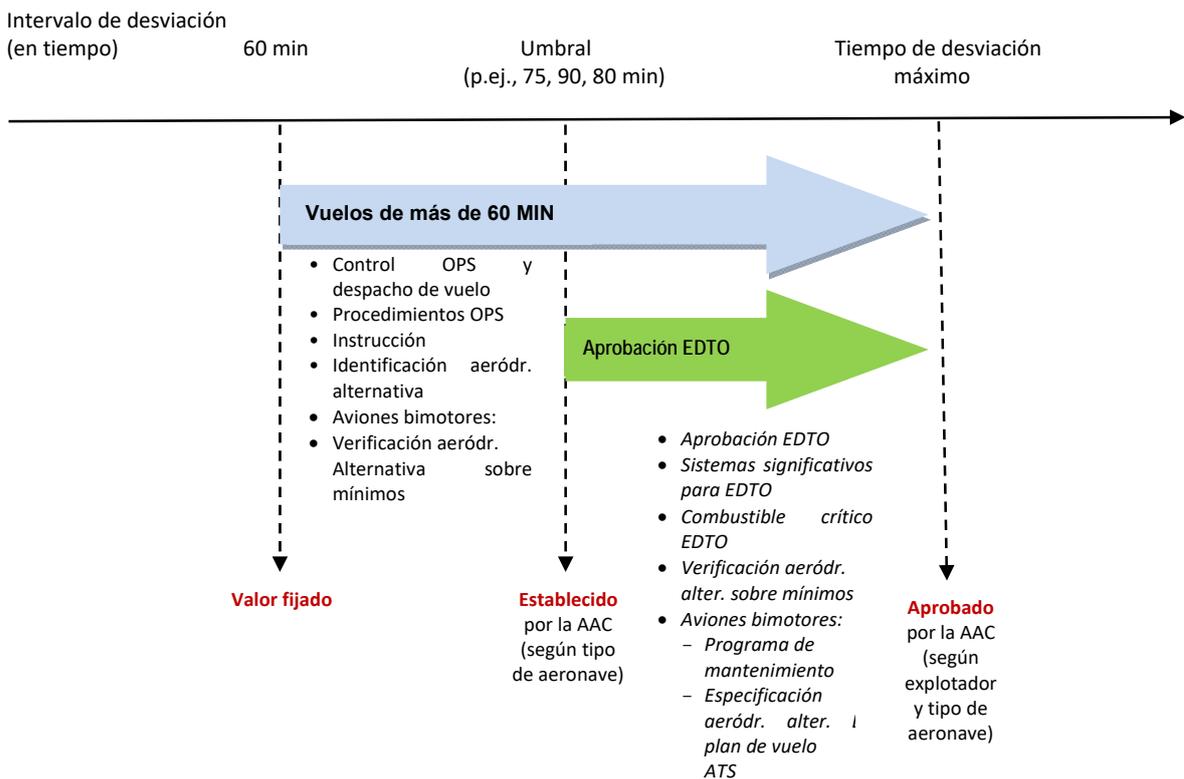
1.7 las secciones sobre los aviones con dos motores y con más de dos motores se estructuraron exactamente de la misma manera. Es menester señalar que estas secciones parecen ser similares y, por lo tanto repetitivas; sin embargo, según el tipo de avión, los requisitos son diferentes.

Sección 2 - Vuelos de más de 60 minutos de aviones con motores de turbina hasta un aeródromo de alternativa en ruta

1. Generalidades

1.1 Todas las disposiciones relativas a vuelos de más de 60 minutos de duración de aviones con motores de turbina hasta un aeródromo de alternativa en ruta se aplican igualmente a las operaciones EDTO. La Figura 9-1 ilustra en forma genérica la integración de vuelos de más de 60 minutos a un aeródromo de alternativa en ruta y las operaciones EDTO.

Figura 9-1 - Representación gráfica de EDTO genérico



1.2 Para la aplicación de los requisitos de las Secciones RAB 121.2581 y RAB 135.1215 relativos a aviones con motores de turbina, debería entenderse que:

- a) control operacional se refiere a la responsabilidad que corresponde al explotador con respecto al inicio, continuación, término o desviación de un vuelo;
- b) procedimientos de despacho de los vuelos se refiere al método de control y supervisión de las

operaciones de vuelo. Esto no supone un requisito específico de despachadores de vuelo titulares de licencia o un sistema de seguimiento del vuelo completo;

- c) procedimientos operacionales se refiere a la especificación de la organización y los métodos establecidos para ejecutar el control operacional y los procedimientos de despacho de los vuelos, en los manuales pertinentes, y debería incluir como mínimo la descripción de las responsabilidades relativas al inicio, continuación, término o desviación de cada vuelo y el método de control y supervisión de las operaciones de vuelo; y
- d) programa de instrucción se refiere a la instrucción para pilotos y encargados de operaciones de vuelo/despachadores de vuelo, con respecto a las operaciones a las que se refiere esta sección y las siguientes.

1.3 Para los aviones con motores de turbina que vuelan más allá de 60 minutos hasta un aeródromo de alternativa en ruta no se requiere una aprobación adicional específica de la AAC, a menos que se trate de vuelos con mayor tiempo de desviación.

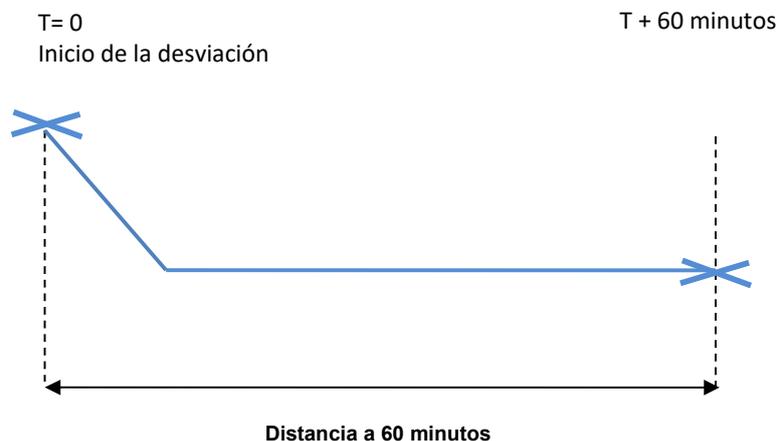
2. Condiciones que deben aplicarse al convertir tiempo de desviación en distancia

2.1 A los fines de este capítulo, velocidad aprobada con un motor inoperativo (OEI) o velocidad aprobada con todos los motores en marcha (AEO), se refiere a una velocidad dentro de las condiciones de vuelo certificadas del avión.

2.2 Determinación de la distancia a 60 minutos de vuelo – aviones con dos motores de turbina.-

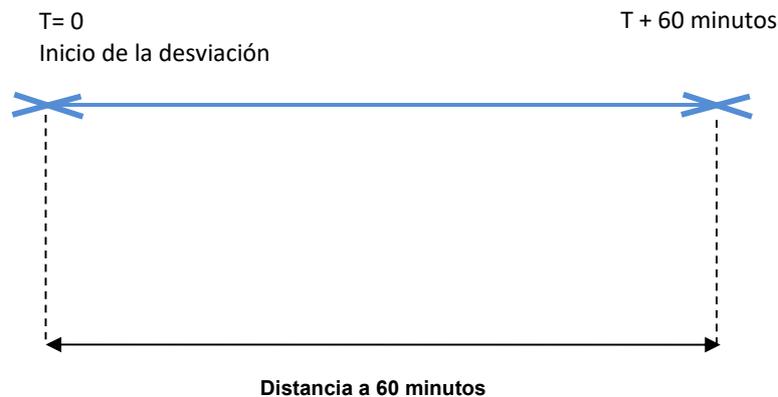
2.2.1 Para determinar si un punto en la ruta está a más de 60 minutos respecto de un aeródromo de alternativa en ruta, el explotador debería seleccionar una velocidad aprobada OEI. La distancia se calcula desde el punto de la desviación seguido por el vuelo en crucero durante 60 minutos, en condiciones ISA y de aire en calma, como se ilustra en la Figura 9-2 que sigue. Para el cálculo de las distancias, se puede considerar el descenso progresivo.

Figura 9-2. Distancia a 60 minutos – Aviones con dos motores de turbina



2.3 Determinación de la distancia a 60 minutos de vuelo – aviones con más de dos motores de turbina

2.3.1 Para determinar si un punto en la ruta está a más de 60 minutos respecto de un aeródromo de alternativa en ruta, el explotador debería seleccionar una velocidad aprobada AEO. La distancia se calcula desde el punto de la desviación seguido por el vuelo en crucero durante 60 minutos, en condiciones ISA y de aire en calma, como se ilustra en la Figura 9-3 siguiente.

Figura 9-3 Distancia a 60 minutos – Aviones con más de dos motores de turbina

3. Instrucción

3.1 Los programas de instrucción deberían asegurar el cumplimiento de los requisitos de las Secciones RAB 121.1765 (a) y 135.835 (a) y (b), incluyendo, entre otras cosas, calificación de rutas, preparación de vuelos, concepto de operaciones EDTO y criterios para las desviaciones.

4. Requisitos de despacho de los vuelos y operacionales

4.1 Al aplicar los requisitos generales de despacho de los vuelos del Capítulo P – Reglas para despacho y liberación de vuelo del RAB 121 y de los requisitos de localización de los vuelos del Capítulo B – Operaciones de vuelo del RAB 135, deberían considerarse en particular las condiciones que puedan prevalecer en cualquier momento durante el vuelo de más de 60 minutos hasta un aeropuerto de alternativa en ruta, por ejemplo, degradación de los sistemas, altitud de vuelo reducida, etc. Para cumplir con los requisitos de las Secciones RAB 121.2581 y RAB 135.1215, deberían considerarse, como mínimo, los aspectos siguientes:

- a) identificación de los aeródromos de alternativa en ruta;
- b) certeza de que, antes de la salida, se proporcione a la tripulación de vuelo la información más actualizada sobre los aeródromos de alternativa en ruta identificados, incluyendo la situación operacional y las condiciones meteorológicas, y que, durante el vuelo, se faciliten a la tripulación de vuelo medios para que pueda obtener la información meteorológica más reciente;
- c) métodos que permitan las comunicaciones bidireccionales entre el avión y el centro de control operacional del explotador;
- d) certeza de que el explotador tiene un medio que le permite seguir la evolución de las condiciones a lo largo de la ruta prevista, incluyendo los aeropuertos de alternativa identificados, y garantía de que se cuenta con los procedimientos para informar a la tripulación de vuelo acerca de toda situación que pueda afectar a la seguridad de vuelo;
- e) certeza de que la ruta prevista no sobrepasa el umbral de tiempo establecido del avión, a menos que el explotador esté aprobado para vuelos EDTO;
- f) verificación del estado de funcionamiento antes del vuelo, lo que incluye la condición de los elementos de la lista de equipo mínimo;
- g) instalaciones, servicios y capacidades de comunicaciones y navegación;
- h) necesidades de combustible; y
- i) disponibilidad de información pertinente sobre actuación para los aeródromos de alternativa en ruta identificados.

4.2 Además, para las operaciones que realizan los aviones con dos motores de turbina se requiere que antes de la salida y durante el vuelo, las condiciones meteorológicas en los aeródromos de alternativa en ruta identificados correspondan o sean superiores a los mínimos de utilización de aeródromo requeridos para el vuelo en la hora prevista de utilización.

5. Aeródromos de alternativa en ruta

5.1 Los aeródromos a los que podría dirigirse una aeronave cuando es necesario realizar una desviación mientras se encuentra en ruta, que cuentan con las instalaciones y servicios necesarios, que tienen la capacidad de satisfacer los requisitos de performance de la aeronave y que se prevé que estarán disponibles para ser utilizados cuando sea necesario, deben poder identificarse en cualquier momento durante el vuelo de más de 60 minutos hasta el aeródromo de alternativa en ruta.

Nota.- Los aeródromos de alternativa en ruta pueden ser también los aeródromos de despegue o de destino.

Sección 3 - Requisitos de las operaciones con tiempo de desviación extendido (EDTO)

1. Concepto básico

1.1 Además de las disposiciones de la Sección 2, en esta sección se abordan las disposiciones que se aplican a los vuelos de los aviones con dos o más motores de turbina en que el tiempo de desviación hasta un aeródromo de alternativa en ruta es mayor que el umbral de tiempo establecido por la AAC (operaciones con tiempo de desviación extendido).

1.2 Sistemas significativos para EDTO.-

1.2.1 Los sistemas significativos para EDTO pueden ser el sistema de propulsión del avión y todo otro sistema de avión cuya falla o funcionamiento defectuoso pueda afectar negativamente a la seguridad operacional particular de un vuelo EDTO, o cuyo funcionamiento sea específicamente importante para mantener la seguridad de vuelo y aterrizaje durante una desviación EDTO del avión.

1.2.2 Es posible que muchos de los sistemas de avión que son esenciales en las operaciones con tiempo de desviación extendido deban reconsiderarse para asegurar que el nivel de redundancia y/o fiabilidad sea adecuado para respaldar EDTO seguras.

1.2.3 El tiempo de desviación máximo no debería ser superior al valor de las limitaciones de los sistemas significativos para EDTO, si corresponde, para las EDTO identificadas en el manual de vuelo del avión, directamente o por referencia, con una reducción de un margen de seguridad operacional, habitualmente de 15 minutos, según especificación de la AAC.

1.2.4 La evaluación de riesgos de seguridad operacional específica para aprobar vuelos que superan los límites de tiempo de un sistema con limitación de tiempo significativo para EDTO según los requisitos de las Secciones RAB 121.2581 (b) (2) (ii) y RAB 135.1215 (b) (2) (ii) deberían basarse en la orientación de gestión de riesgos de seguridad operacional del *manual de gestión de la seguridad operacional* (Doc 9859). Los peligros deberían identificarse y los riesgos de seguridad operacional deberían evaluarse de acuerdo con la probabilidad estimada y la gravedad de las consecuencias basándose en la peor situación previsible. Al considerar los elementos siguientes de la evaluación de riesgos de seguridad operacional específica, debería entenderse lo siguiente:

- a) capacidades del explotador se refiere a la experiencia en servicio cuantificable del explotador, sus antecedentes de cumplimiento, la capacidad del avión, y la fiabilidad operacional general que:
 - 1) son suficientes para realizar vuelos que sobrepasen los límites de tiempo de un sistema con límite de tiempo que es significativo para EDTO;
 - 2) demuestran la capacidad del explotador de vigilar y responder a los cambios de manera oportuna; y
 - 3) permiten suponer que los procesos establecidos por el explotador, necesarios para el éxito y la fiabilidad de las operaciones EDTO, pueden aplicarse con éxito a dichas

operaciones;

- b) fiabilidad general del avión se refiere a:
- 1) las normas cuantificables de fiabilidad que consideran el número de motores, los sistemas de aeronave significativos para EDTO y todo otro factor que pueda afectar a las operaciones que sobrepasan los límites de tiempo de un sistema con límite de tiempo significativo para EDTO específico; y
 - 2) los datos pertinentes del fabricante del avión y los datos del programa de fiabilidad del explotador utilizados como base para determinar la fiabilidad general del avión y sus sistemas significativos para EDTO;
- c) fiabilidad de cada sistema con límite de tiempo se refiere a los requisitos cuantificables de diseño, ensayo y vigilancia que aseguran la fiabilidad de cada sistema con límite de tiempo significativo para EDTO en particular;
- d) información pertinente del fabricante del avión se refiere a los datos técnicos y las características del avión y datos operacionales sobre la flota mundial que proporciona el fabricante y que se utilizan como base para determinar la fiabilidad general del avión y los sistemas significativos para EDTO; y
- e) medidas de mitigación específicas se refiere a las estrategias de atenuación en la gestión de riesgos de seguridad operacional, para las que se cuenta con la conformidad del fabricante, que aseguran el mantenimiento de un nivel equivalente de seguridad operacional. Estas medidas de atenuación específicas se basan en:
- 1) los conocimientos técnicos (p. ej., datos, pruebas, etc.) que demuestran la elegibilidad del explotador para una aprobación de operaciones que sobrepasan el límite de tiempo de un sistema significativo para EDTO pertinente; y
 - 2) la evaluación de los peligros correspondientes, su probabilidad y la gravedad de las consecuencias que pueden repercutir negativamente en la seguridad operacional del vuelo de un avión que vuela más allá del límite de un sistema con límite de tiempo significativo para EDTO específico.

1.3 Umbral de tiempo.-

1.3.1 Debe entenderse que el umbral de tiempo establecido conforme a las Secciones RAB 121.2581 y RAB 135.1215, no es un límite de utilización. Es un tiempo de vuelo hasta un aeródromo de alternativa en ruta, que el Estado del explotador establece como umbral EDTO por encima del cual debe considerarse específicamente la capacidad del avión y la experiencia operacional pertinente del explotador, antes de otorgar una aprobación EDTO.

1.4 Tiempo de desviación máximo.-

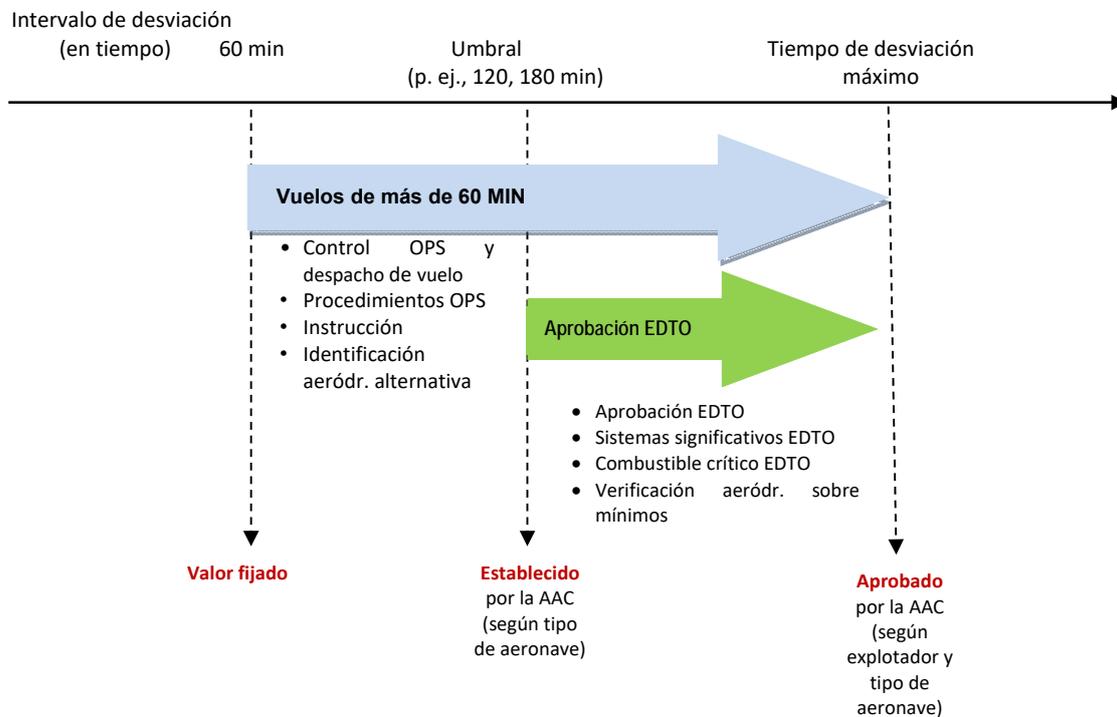
1.4.1 Debe entenderse que para el tiempo de desviación máximo aprobado de acuerdo con las Secciones RAB 121.2581 y RAB 135.1215, debería tenerse en cuenta la limitación de tiempo más restrictiva de un sistema significativo para EDTO, si corresponde, indicada en el manual de vuelo del avión (directamente o por referencia) para un tipo de avión en particular y la experiencia operacional y con EDTO del explotador con el tipo de avión o, si corresponde, con otro tipo o modelo de avión.

2. EDTO para aviones con más de dos motores de turbina

2.1 Generalidades.-

2.1.1 Además de las Sección 2 de este capítulo y Párrafo 1 de esta sección, en esta sección se abordan las disposiciones que se aplican a los aviones con más de dos motores de turbina, en particular (véase la Figura 9-4).

Nota.- Es posible que, en algunos documentos, al referirse a EDTO diga ETOPS.

Figura 9-4 Representación gráfica de EDTO genérico para aviones con más de dos motores de turbina

2.2 Principios operacionales y de planificación de desviaciones.-

2.2.1 Al planificar o realizar operaciones EDTO, el explotador y el piloto al mando deberían asegurarse de que:

- la lista de equipo mínimo, las instalaciones y servicios de comunicaciones y navegación, la reserva de combustible y aceite, los aeródromos de alternativa en ruta y la performance del avión, se consideren apropiadamente;
- si sólo un motor está inoperativo, el piloto al mando pueda decidir que continúe el vuelo más allá del aeropuerto de alternativa en ruta más cercano (en términos de tiempo) si determina que es seguro hacerlo. Al tomar esta decisión, el piloto al mando debe considerar todos los factores pertinentes; y
- en el caso de una sola falla o de fallas múltiples de un sistema o sistemas significativos para EDTO (excepto falla de motor), se continúe al aeródromo de alternativa en ruta más cercano disponible y se aterrice cuando puede efectuarse un aterrizaje seguro, a menos que se haya determinado que no se produce ninguna degradación sustancial de la seguridad operacional a raíz de una decisión de continuar el vuelo previsto.

2.2.2 Combustible crítico para EDTO.-

2.2.2.1 Los aviones con más de dos motores que se utilicen en operaciones EDTO deberían llevar combustible suficiente para volar hasta un aeródromo de alternativa en ruta según lo descrito en el Numeral 2.6 del Párrafo 2 de esta sección. Este combustible crítico para EDTO corresponde al combustible adicional que puede requerirse para cumplir con las Secciones RAB 121.2645 (c) (6) (ii) y RAB 135.685 (c) (6) (ii).

2.2.2.2 Para determinar el combustible crítico para EDTO correspondiente, utilizando la masa prevista del avión, debería considerarse lo siguiente:

- a) combustible suficiente para volar hasta un aeródromo de alternativa en ruta, teniendo en cuenta en el punto más crítico de la ruta, falla de motor y despresurización simultáneas o despresurización solamente, de ambas situaciones la que sea más limitante;
 - 1) la velocidad seleccionada para las desviaciones (es decir, despresurización, combinada o no con falla de motor) puede ser diferente de la velocidad aprobada AEO utilizada para determinar el umbral EDTO y la distancia de desviación máxima (véase Numeral 2.8 del este párrafo);
- b) combustible para tener en cuenta la formación de hielo;
- c) combustible para tener en cuenta los errores en la predicción del viento;
- d) combustible para tener en cuenta espera, y aproximación y aterrizaje por instrumentos en el aeródromo de alternativa en ruta;
- e) combustible para tener en cuenta el deterioro en el rendimiento del consumo de combustible en crucero; y
- f) combustible para tener en cuenta utilización de los APU (de ser necesario).

Nota.- En el manual de planificación de vuelo y gestión de combustible (Doc 9976) se proporciona orientación sobre la planificación requerida con respecto al combustible crítico para EDTO.

2.2.3 Para determinar si el aterrizaje en un aeródromo determinado es la medida más apropiada, pueden considerarse los factores siguientes:

- a) configuración, peso, estado de los sistemas y combustible restante del avión;
- b) condiciones del viento y meteorológicas en ruta a la altitud de desviación, altitudes mínimas en ruta y consumo de combustible hasta el aeródromo de alternativa en ruta;
- c) pistas disponibles, condición de la superficie de las pistas, condiciones meteorológicas, viento y terreno en las proximidades del aeródromo de alternativa en ruta;
- d) aproximaciones por instrumentos e iluminación de aproximación y pistas disponibles y servicios de salvamento y extinción de incendios en el aeródromo de alternativa en ruta;
- e) familiaridad del piloto con ese aeródromo e información proporcionada por el explotador al piloto acerca de ese aeródromo; e
- f) instalaciones para desembarcar y recibir a los pasajeros y la tripulación.

2.3 Umbral de tiempo.-

2.3.1 Para establecer el umbral de tiempo apropiado y mantener el nivel requerido de seguridad operacional, es necesario que los Estados consideren que:

- a) la certificación de la aeronavegabilidad del tipo de avión no contenga restricciones con respecto a los vuelos que sobrepasen el umbral de tiempo, teniendo en cuenta el diseño de los sistemas de avión y los aspectos de fiabilidad;
- b) se cumplan los requisitos de despacho de vuelo específicos;
- c) se cuente con los procedimientos operacionales en vuelo necesarios; y
- d) el explotador tenga experiencia previa con tipos de aeronaves y rutas similares.

2.3.2 Para determinar si un punto en la ruta está más allá del umbral EDTO hasta un aeródromo de alternativa en ruta, el explotador debería utilizar la velocidad aprobada, según se describe en el Numeral 2.8 de este párrafo.

2.4 Tiempo de desviación máximo.-

2.4.1 Al aprobar el tiempo de desviación máximo, el Estado del explotador debería tener en cuenta los sistemas significativos para EDTO del avión (p. ej., restricción de la limitación de tiempo, de haberla, para esos vuelos en particular) para un tipo de avión en particular y la experiencia

operacional y con EDTO del explotador con el tipo de avión o, si corresponde, con otro tipo de avión o modelo.

2.4.2 Para determinar la distancia de desviación máxima hasta un aeródromo de alternativa en ruta, el explotador debería utilizar la velocidad aprobada que se describe en Numeral 2.8 de este párrafo.

2.4.3 El tiempo de desviación máximo aprobado del explotador no debería ser superior a la limitación de tiempo más restrictiva de un sistema significativo para EDTO indicada en el manual de vuelo del avión con una reducción de un margen de seguridad operacional, habitualmente de 15 minutos, según especificación de la AAC.

2.5 Sistemas significativos para EDTO.-

2.5.1 Al igual que en las disposiciones del numeral 1.1 de este párrafo, en esta sección se abordan las disposiciones específicas para los aviones con más de dos motores de turbina.

2.5.2 Consideración de las limitaciones de tiempo.-

2.5.2.1 Para todas las operaciones por encima del umbral EDTO determinado por la AAC, el explotador debería considerar, al despachar el vuelo y de acuerdo con lo que se describe a continuación, la limitación de tiempo más restrictiva de un sistema significativo para EDTO, si corresponde, indicada en el manual de vuelo del avión (directamente o por referencia) y correspondiente a ese vuelo en particular.

2.5.2.2 El explotador debería verificar que desde cualquier punto en la ruta, el tiempo de desviación máximo no supere la limitación de tiempo más restrictiva de un sistema significativo para EDTO, con una reducción de un margen de seguridad operacional, habitualmente de 15 minutos, según especificación de la AAC.

2.5.2.3 A estos fines, el explotador debería considerar la velocidad aprobada según se describe en el numeral 2.8.2 o considerar el ajuste de esa velocidad respecto de las condiciones pronosticadas de viento y temperatura para umbrales de tiempo más prolongados (p. ej., de más de 180 minutos), según lo determine la AAC.

2.6 Aeródromos de alternativa en ruta.-

2.6.1 Además de las disposiciones sobre aeródromos de alternativa en ruta, descritas en el Párrafo 2.5 de la Sección 2 de este capítulo, se aplica lo siguiente:

- a) para la planificación de la ruta, los aeródromos de alternativa en ruta identificados deben estar emplazados a una distancia dentro del tiempo de desviación máximo respecto de la ruta y deben poder utilizarse cuando sea necesario;
- b) en las operaciones EDTO, antes de que el avión cruce su umbral de tiempo durante el vuelo, debería haber siempre un aeródromo de alternativa en ruta dentro del tiempo de desviación máximo aprobado cuyas condiciones correspondan o sean superiores a los mínimos de utilización de aeródromo establecidos por el explotador para el vuelo durante el tiempo previsto de utilización.

2.6.2 Si se identifican condiciones, p. ej., condiciones meteorológicas inferiores a los mínimos para el aterrizaje que pudieran impedir una aproximación y un aterrizaje seguros en ese aeródromo durante el tiempo de utilización previsto, debería determinarse la adopción de medidas alternativas, tales como la selección de otro aeródromo de alternativa en ruta, dentro del tiempo de desviación máximo aprobado del explotador.

Nota.- Los aeródromos de alternativa en ruta pueden ser también los aeródromos de despegue o de destino.

2.7 Procedimiento de aprobación operacional.-

2.7.1 Para otorgar a un explotador con un tipo de avión específico la aprobación para que realice operaciones EDTO, la AAC establecerá un umbral de tiempo apropiado y un tiempo de desviación máximo y además de los requisitos ya establecidos en este capítulo, asegurarse de que:

- a) se otorgue una aprobación operacional específica (por la AAC);
- b) la experiencia adquirida por el explotador y sus antecedentes de cumplimiento sean satisfactorios y que el explotador establezca los procedimientos necesarios para que las operaciones EDTO sean satisfactorias y fiables, y demuestre que esos procedimientos pueden aplicarse con éxito a todos los vuelos de este tipo;
- c) los procedimientos del explotador sean aceptables basándose en la capacidad certificada del avión y adecuados para el funcionamiento seguro en todo momento, en el caso de degradación de los sistemas del avión;
- d) el programa de instrucción de la tripulación del explotador sea adecuado para el vuelo propuesto;
- e) la documentación que acompaña a la autorización abarque todos los aspectos pertinentes; y
- f) se haya demostrado (p. ej., durante la certificación EDTO del avión) que el vuelo puede continuar hasta un aterrizaje seguro en las condiciones operacionales deterioradas que se prevé que resultarían de:
 - 1) la limitación de tiempo más restrictiva de un sistema significativo para EDTO, si corresponde, para las operaciones EDTO, indicada en el manual de vuelo del avión, directamente o por referencia; o
 - 2) toda otra condición que la AAC considere que constituye un riesgo equivalente para la aeronavegabilidad y la actuación.

2.8 Condiciones que deben aplicarse al convertir tiempo de desviación en distancia para la determinación de la zona geográfica más allá del umbral y dentro de la distancia de desviación máxima.-

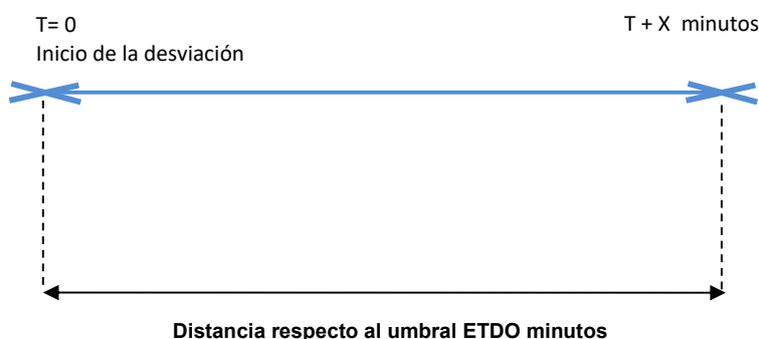
2.8.1 Para los fines de este capítulo, la velocidad aprobada AEO es toda velocidad con todos los motores en marcha dentro de las condiciones de vuelo certificadas del avión.

2.8.2 Al presentar una solicitud relativa a EDTO, el explotador debería identificar y el Estado del explotador debería aprobar la o las velocidades AEO que se utilizarán para calcular el umbral y las distancias de desviación máximas, considerando las condiciones ISA y de aire en calma. La velocidad que se utilizará para calcular la distancia de desviación máxima puede ser diferente de la velocidad utilizada para determinar los umbrales de 60 minutos y EDTO.

2.8.3 Determinación del umbral EDTO.-

2.8.3.1 Para determinar si un punto de la ruta está más allá del umbral EDTO para llegar a un aeródromo de alternativa en ruta, el explotador debería utilizar la velocidad aprobada (véase 2.8.1 y 2.8.2). La distancia se calcula desde el punto de la desviación seguido por el vuelo en crucero para el umbral de tiempo, según determine la AAC, como se ilustra en la Figura 9-5 siguiente:

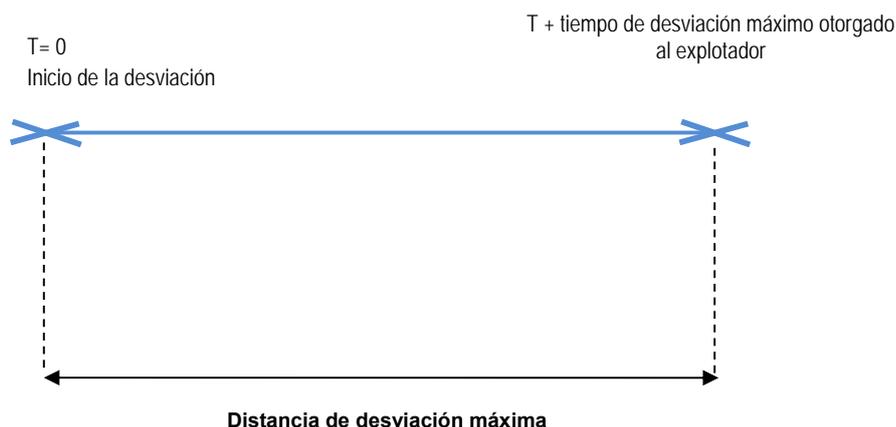
Figura 9-5 Distancia respecto del umbral – Aviones con más de dos motores de turbina



2.8.4 Determinación de la distancia correspondiente al tiempo de desviación máximo.-

2.8.4.1 Para determinar la distancia correspondiente al tiempo de desviación máximo para llegar a un aeródromo de alternativa en ruta, el explotador debería utilizar la velocidad aprobada (véase 2.8.1 y 2.8.2). La distancia se calcula desde el punto de desviación seguido por el vuelo en crucero para el tiempo de desviación máximo aprobado por la AAC, según se ilustra en la Figura 9-6 que sigue.

Figura 9-6 Distancia de desviación máxima – Aviones con más de dos motores de turbina



2.9 Requisitos de certificación de la aeronavegabilidad para las operaciones EDTO que sobrepasan el umbral de tiempo.-

2.9.1 No se aplica. No hay requisitos adicionales de certificación de la aeronavegabilidad EDTO para los aviones con más de dos motores.

2.10 Mantenimiento de la aprobación operacional.-

2.10.1 Para mantener el nivel requerido de seguridad operacional en las rutas en que se permite que estos aviones vuelen más allá del umbral de tiempo establecido, es necesario que:

- se cumplan los requisitos de despacho de vuelo específicos;
- se cuente con los procedimientos operacionales en vuelo necesarios; y
- la AAC otorgue una aprobación operacional específica.

2.11 Requisitos para modificaciones de aeronavegabilidad y programas de mantenimiento.-

2.11.1 No se aplica. No hay requisitos adicionales de aeronavegabilidad o mantenimiento para EDTO en el caso de los aviones con más de dos motores.

2.12 Ejemplos.-

2.12.1 Al establecer el umbral apropiado y el tiempo de desviación máximo aprobado para un explotador con un tipo de avión en particular, la AAC considerará, entre otras cosas, lo siguiente: la certificación de la aeronavegabilidad del avión, la experiencia del explotador en la realización de vuelos que superan el umbral de 60 minutos, la experiencia de la tripulación de vuelo para llevar a cabo dichos vuelos, la madurez del sistema de despacho de vuelos del explotador, la capacidad de comunicaciones con el centro de control operacional de los explotadores (ACARS, SATCOM, HF, etc.), la solidez de los procedimientos operacionales normalizados del explotador y la familiaridad de las tripulaciones con dichos procedimientos, la madurez del sistema de gestión de la seguridad operacional (SMS) del explotador, el programa de instrucción de la tripulación y la fiabilidad del sistema de propulsión. Los ejemplos siguientes se basan en estas consideraciones y se han tomado de situaciones reales en los Estados:

- a) Estado A. Este Estado ha establecido un umbral de tiempo a 180 minutos basado en la capacidad del explotador y el tipo de avión para un avión con más de dos motores y un tiempo de desviación máximo aprobado de 240 minutos. El explotador necesitará tener una aprobación específica para volar durante más de 180 minutos hasta un aeródromo de alternativa en ruta (velocidad AEO en condiciones ISA y de aire en calma), mantenerse sin sobrepasar 240 minutos hasta un aeródromo de alternativa en ruta y satisfacer los requisitos de las Secciones RAB 121.2581 (a) hasta (b) (4) y RAB 135.1215 (a) hasta (b) (4).

Si el explotador con el tipo de avión específico planifica una ruta dentro del umbral de tiempo establecido por la AAC (en el ejemplo anterior, ese umbral es de 180 minutos) hasta un aeródromo de alternativa en ruta, no se requeriría para ese explotador ninguna aprobación adicional de la AAC y necesitaría cumplir únicamente con los requisitos de las Secciones RAB 121.2581 (a) y RAB 135.1215 (a), si el vuelo es de más de 60 minutos hasta un aeródromo de alternativa en ruta.

- b) Estado B. Un explotador que está expandiéndose, con la adquisición de aviones con más de dos motores con capacidad para EDTO, establece contacto con la AAC. El explotador presenta una solicitud para enmendar su AOC a fin de incluir este nuevo tipo de avión en rutas recientemente asignadas. Estas rutas suponen vuelos de más de 60 minutos hasta un aeródromo de alternativa en ruta, por lo que se requiere establecer un umbral de tiempo y un tiempo de desviación máximo. Teniendo en cuenta que:

- 1) el explotador no tiene experiencia con las rutas y la zona de operaciones;
- 2) se trata de un nuevo tipo de avión;
- 3) la empresa no tiene experiencia y su departamento de operaciones de vuelo/control operacional tampoco tiene experiencia en la planificación y despacho de este tipo de vuelos; y
- 4) es necesario establecer nuevos procedimientos operacionales.

El Estado B determina que el umbral de tiempo para el explotador debería limitarse a 120 minutos y aprueba un tiempo de desviación máximo de 180 minutos.

Una vez que el explotador adquiera experiencia con esta operación y los procedimientos, el Estado podrá enmendar el umbral de tiempo establecido y el tiempo de desviación máximo aprobado inicialmente.

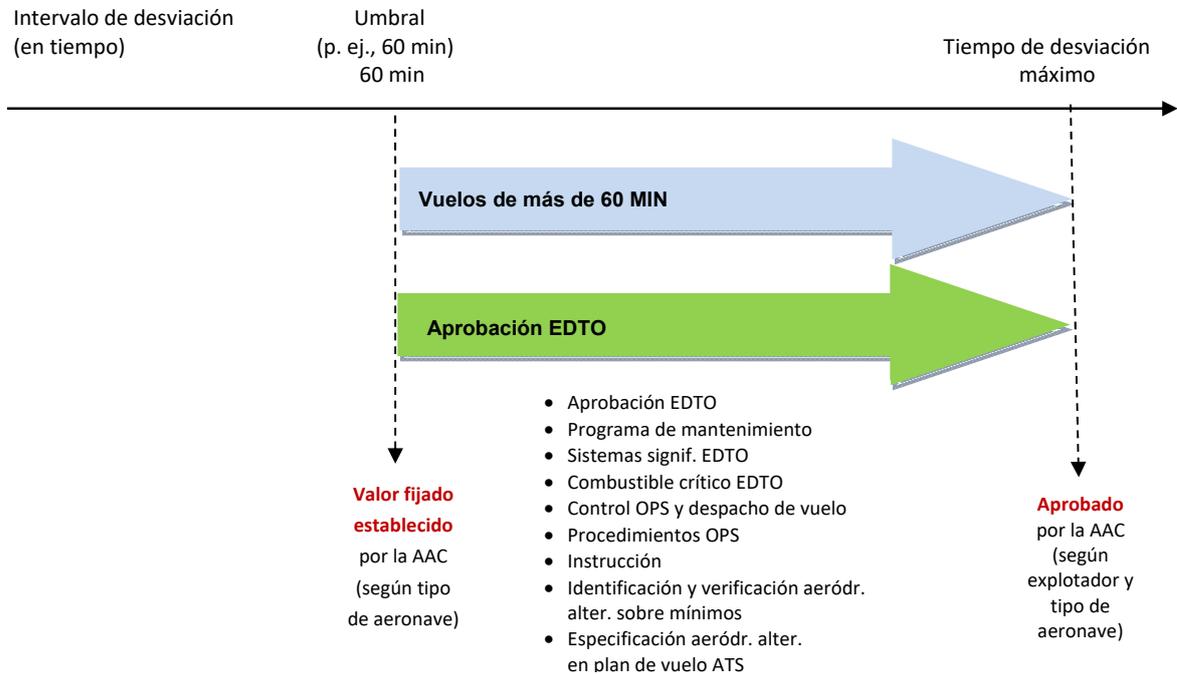
3. EDTO para aviones con dos motores de turbina

3.1 Generalidades.-

3.1.1 Además de las disposiciones de las Sección 2 y Sección 3, Párrafo1 de este capítulo, en esta sección se abordan los requisitos que se aplican en particular a los aviones con dos motores de turbina (véase Figura 9-7).

3.1.2 Los requisitos EDTO para aviones con dos motores de turbina no difieren de las disposiciones que había para los vuelos a grandes distancias de aviones con dos motores de turbina (ETOPS). Por lo tanto, es posible que en algunos documentos diga ETOPS cuando se hace referencia a EDTO.

Figura 9-7 Representación gráfica de EDTO genérico para aviones con dos motores de turbina



3.2 Principios operacionales y de planificación de desviaciones.-

3.2.1 Al planificar o realizar operaciones EDTO, el explotador y el piloto al mando deberían normalmente asegurarse de que:

- la lista de equipo mínimo, las instalaciones y servicios de comunicaciones y navegación, la reserva de combustible y aceite, los aeródromos de alternativa en ruta y la performance del avión, se consideren apropiadamente;
- si una aeronave experimenta parada de motor, se continúe al aeródromo de alternativa en ruta más cercano (en términos del tiempo de vuelo más breve) y se aterrice en el mismo cuando pueda efectuarse un aterrizaje seguro; y
- en el caso de una sola falla o de fallas múltiples de un sistema o sistemas significativos para EDTO (excepto falla de motor), se continúe al aeródromo de alternativa en ruta más cercano disponible y se aterrice cuando puede efectuarse un aterrizaje seguro, a menos que se haya determinado que no se produce ninguna degradación sustancial de la seguridad operacional a raíz de una decisión de continuar el vuelo previsto.

3.2.2 Combustible crítico para EDTO.-

3.2.2.1 Los aviones con dos motores que se utilicen en operaciones EDTO deberían llevar combustible suficiente para volar hasta un aeródromo de alternativa en ruta según lo descrito en el Párrafo 3.6 de la Sección 3. Este combustible crítico para EDTO corresponde al combustible adicional que puede requerirse para cumplir con los requisitos de las Secciones RAB 121.2645 (c) (6) (ii) y 135.685 (c) (6) (ii).

3.2.2.2 Para determinar el combustible crítico para EDTO correspondiente, utilizando la masa prevista del avión, debería considerarse lo siguiente:

- a) combustible suficiente para volar hasta un aeródromo de alternativa en ruta, teniendo en cuenta en el punto más crítico de la ruta, falla de un motor o falla de motor y despresurización simultáneas o despresurización solamente, de estas situaciones la que sea más limitante;
 - 1) la velocidad seleccionada para las desviaciones con todos los motores en marcha (es decir, despresurización solamente) puede ser diferente de la velocidad aprobada OEI utilizada para determinar el umbral EDTO y la distancia de desviación máxima (véase 3.8);
 - 2) la velocidad seleccionada para las desviaciones OEI (es decir, falla de motor solamente y falla de motor y despresurización combinadas) debería ser la velocidad aprobada OEI utilizada para determinar el umbral EDTO y la distancia de desviación máxima (véase 3.8);
- b) combustible para tener en cuenta la formación de hielo;
- c) combustible para tener en cuenta los errores en la predicción del viento;
- d) combustible para tener en cuenta espera, y aproximación y aterrizaje por instrumentos en el aeródromo de alternativa en ruta;
- e) combustible para tener en cuenta el deterioro en el rendimiento del consumo de combustible en crucero; y
- f) combustible para tener en cuenta utilización de los APU (de ser necesario).

Nota.- En el manual de planificación de vuelo y gestión del combustible (Doc 9976) se proporciona orientación sobre la planificación requerida con respecto al combustible crítico para EDTO.

3.2.3 Para determinar si el aterrizaje en un aeródromo determinado es la medida más apropiada, pueden considerarse los factores siguientes:

- a) configuración, peso, estado de los sistemas y combustible restante del avión;
- b) condiciones del viento y meteorológicas en ruta a la altitud de desviación, altitudes mínimas en ruta y consumo de combustible hasta el aeródromo de alternativa en ruta;
- c) pistas disponibles, condición de la superficie de las pistas, condiciones meteorológicas, viento y terreno, en las proximidades del aeródromo de alternativa en ruta;
- d) aproximaciones por instrumentos e iluminación de aproximación y pistas disponibles, y servicios de salvamento y extinción de incendios (SSEI) en el aeródromo de alternativa en ruta;
- e) familiaridad del piloto con ese aeródromo e información proporcionada por el explotador al piloto acerca de ese aeródromo; e
- f) instalaciones para desembarcar y recibir a los pasajeros y la tripulación.

3.3 Umbral de tiempo.-

3.3.1 Para establecer el umbral de tiempo apropiado y mantener el nivel requerido de seguridad operacional, es necesario que la AAC consideren que:

- a) la certificación de la aeronavegabilidad del tipo de avión permita específicamente los vuelos más allá del umbral de tiempo, teniendo en cuenta el diseño de sistemas del avión y los aspectos de fiabilidad;
- b) la fiabilidad del sistema de propulsión sea tal que el riesgo de que fallen simultáneamente los dos motores a raíz de causas independientes sea extremadamente improbable;
- c) se cumplan todos los requisitos de mantenimiento especiales necesarios;
- d) se cumplan los requisitos de despacho de vuelo específicos;
- e) se cuente con los procedimientos operacionales en vuelo necesarios; y

f) el explotador tenga experiencia satisfactoria previa con tipos de aeronaves y rutas similares.

3.3.2 Para determinar si un punto en la ruta está más allá del umbral EDTO hasta un aeródromo de alternativa en ruta, el explotador debería utilizar la velocidad aprobada, según se describe en 3.8.

3.4 Tiempo de desviación máximo.-

3.4.1 Al aprobar el tiempo de desviación máximo, la AAC tendrá en cuenta la capacidad certificada para EDTO del avión, los sistemas significativos para EDTO del avión (p. ej., restricción de la limitación de tiempo, de haberla, para esos vuelos en particular) para un tipo de avión en particular y la experiencia operacional y con EDTO del explotador con el tipo de avión o, si corresponde, con otro tipo de avión o modelo.

3.4.2 Para determinar la distancia de desviación máxima hasta un aeródromo de alternativa en ruta, el explotador debería utilizar la velocidad aprobada que se describe en 3.8.

3.4.3 El tiempo de desviación máximo aprobado del explotador no debería ser superior a la capacidad certificada para EDTO del avión ni a la limitación de tiempo más restrictiva de un sistema significativo para EDTO indicada en el manual de vuelo del avión con una reducción de un margen de seguridad operacional, habitualmente de 15 minutos, según especificación de la AAC.

3.5 Sistemas significativos para EDTO.-

3.5.1 Además de los requisitos de 1.1 de esta sección, en este párrafo se abordan las disposiciones específicas para los aviones con dos motores de turbina.

3.5.1.1 La fiabilidad del sistema de propulsión para la combinación avión-motor que se está certificando es tal que el riesgo de que fallen dos motores simultáneamente a raíz de causas independientes se evalúa según lo dispuesto en el manual de aeronavegabilidad (Doc 9760) y se considera aceptable para cubrir el tiempo de desviación que se aprueba.

Nota.- En algunos documentos, el término ETOPS se refiere a EDTO.

3.5.2 Consideración de las limitaciones de tiempo.-

3.5.2.1 Para todas las operaciones por encima del umbral EDTO determinado por la AAC, el explotador debería considerar, al despachar el vuelo y de acuerdo con lo que se describe a continuación, la capacidad certificada para EDTO del avión y la limitación de tiempo más restrictiva de un sistema significativo para EDTO, si corresponde, indicada en el manual de vuelo del avión (directamente o por referencia) y correspondiente a ese vuelo en particular.

3.5.2.2 El explotador debería verificar que desde cualquier punto en la ruta, el tiempo de desviación máximo a la velocidad aprobada según se describe en 3.8.2 no supere la limitación de tiempo más restrictiva de un sistema significativo para EDTO, excepto por el sistema de supresión de incendio en la carga, con una reducción de un margen de seguridad operacional, habitualmente de 15 minutos, según especificación de la AAC.

3.5.2.3 El explotador debería verificar si, desde cualquier punto en la ruta, el tiempo de desviación máximo, a la velocidad de crucero con todos los motores en marcha, considerando las condiciones ISA y de aire en calma, no supera la limitación de tiempo del sistema de supresión de incendio en la carga con una reducción de un margen de seguridad operacional, habitualmente de 15 minutos, según especificación de la AAC.

3.5.2.4 El explotador debería considerar la velocidad aprobada según se describe en 3.5.2.2 y 3.5.2.3 o considerar el ajuste de esa velocidad respecto de las condiciones pronosticadas de viento y temperatura para operaciones con umbrales de tiempo más prolongados (p. ej., de más de 180 minutos), según lo determine la AAC.

3.6 Aeródromos de alternativa en ruta.-

3.6.1 Además de las disposiciones sobre aeródromos de alternativa en ruta descrita en el Párrafo 5 de la Sección 2 de este capítulo, se aplica lo siguiente:

- a) para la planificación de la ruta, los aeródromos de alternativa en ruta identificados, que puedan utilizarse de ser necesario, deben estar emplazados a una distancia dentro del tiempo de desviación máximo respecto de la ruta; y
- b) en las operaciones EDTO, antes de que el avión cruce su umbral de tiempo durante el vuelo, debería haber siempre un aeródromo de alternativa en ruta dentro del tiempo de desviación máximo aprobado cuyas condiciones correspondan o sean superiores a los mínimos de utilización de aeródromo establecidos por el explotador para el vuelo durante el tiempo previsto de utilización.

Si se identifican condiciones (p. ej., condiciones meteorológicas inferiores a los mínimos para el aterrizaje) que pudieran impedir una aproximación y un aterrizaje seguros en ese aeródromo durante el tiempo de utilización previsto, debería determinarse la adopción de medidas alternativas, tales como la selección de otro aeródromo de alternativa en ruta, dentro del tiempo de desviación máximo aprobado del explotador.

3.6.2 *Durante* la preparación del vuelo y toda la duración del mismo, debería proporcionarse a la tripulación de vuelo la información más reciente sobre los aeródromos de alternativa en ruta identificados, incluyendo la situación operacional y las condiciones meteorológicas.

Nota.- Los aeródromos de alternativa en ruta pueden ser también los aeródromos de despegue o de destino.

3.7 Procedimiento de aprobación operacional.-

3.7.1 Para otorgar a un explotador con un tipo de avión específico la aprobación para que realice operaciones EDTO, la AAC establecerá un umbral de tiempo apropiado y aprobar un tiempo de desviación máximo y, además de los requisitos ya establecidos en este capítulo, asegurarse de que:

- a) se otorgue una aprobación operacional específica (por la AAC);
- b) la experiencia adquirida por el explotador y sus antecedentes de cumplimiento sean satisfactorios y que el explotador haya establecido los procedimientos necesarios para que las operaciones EDTO sean satisfactorios y fiables, y demuestre que esos procedimientos pueden aplicarse con éxito a todos los vuelos;
- c) los procedimientos del explotador sean aceptables basándose en la capacidad certificada del avión y adecuados para el funcionamiento seguro en todo momento en el caso de degradación de los sistemas del avión;
- d) el programa de instrucción de la tripulación del explotador sea adecuado para el vuelo propuesto;
- e) la documentación que acompaña a la autorización abarque todos los aspectos pertinentes; y
- f) se haya demostrado (p. ej., durante la certificación EDTO del avión) que el vuelo puede continuar hasta un aterrizaje seguro en las condiciones operacionales deterioradas que se prevé que resultarían de:
 - 1) la limitación de tiempo más restrictiva de un sistema significativo para EDTO, si corresponde, para las operaciones EDTO indicada en el manual de vuelo del avión, directamente o por referencia; o
 - 2) la pérdida total de potencia eléctrica generada por el motor; o
 - 3) la pérdida total de empuje de un motor; o
 - 4) toda otra condición que la AAC considere que constituye un riesgo equivalente para la aeronavegabilidad y la actuación.

3.8 Condiciones que deben aplicarse al convertir tiempo de desviación en distancia para la determinación de la zona geográfica más allá del umbral y dentro de las distancias de desviación máximas.-

3.8.1 A los fines de este capítulo, la velocidad aprobada OEI es toda velocidad con un motor

inoperativo dentro de las condiciones de vuelo certificadas del avión.

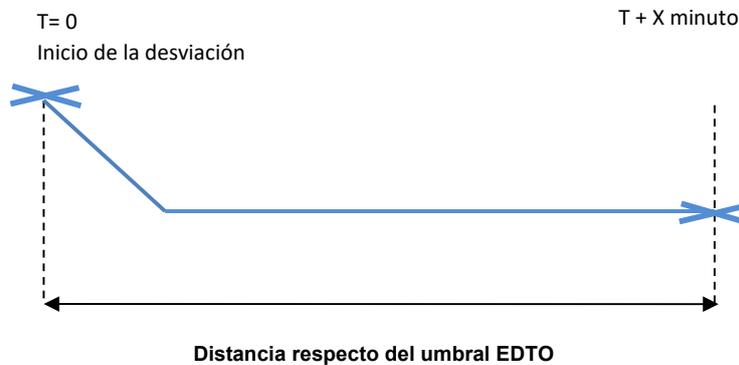
Nota.- Véase 3.5.2.2 relativo a consideraciones operacionales.

3.8.2 Al presentar una solicitud relativa a EDTO, el explotador debería identificar y la AAC aprobará la o las velocidades OIE, considerando las condiciones ISA y de aire en calma, que se utilizarán para calcular el umbral y las distancias de desviación máximas. La velocidad en cuestión que se utilizará para calcular la distancia de desviación máxima debería ser igual a la que se utilizó para determinar la reserva de combustible para desviaciones OEI. Esta velocidad puede ser diferente de la velocidad utilizada para determinar los umbrales de 60 minutos y EDTO.

3.8.3 Determinación del umbral EDTO.-

3.8.3.1 Para determinar si un punto en la ruta está más allá del umbral EDTO para llegar a un aeródromo de alternativa en ruta, el explotador debería utilizar la velocidad aprobada (véase 3.8.1 y 3.8.2). La distancia se calcula desde el punto de la desviación seguido de vuelo en crucero para el umbral de tiempo, según lo determine la AAC, como se ilustra en la Figura 9-8 siguiente. Para el cálculo de las distancias, puede considerarse el descenso progresivo.

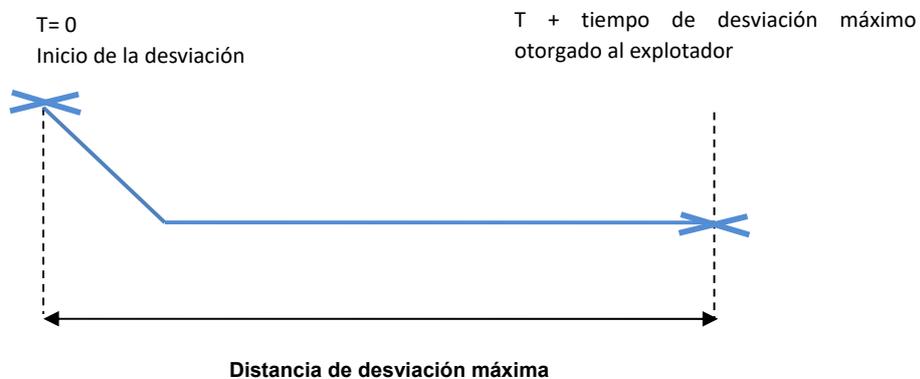
Figura 9-8 Distancia respecto del umbral – Aviones con dos motores de turbina



3.8.4 Determinación de la distancia correspondiente al tiempo de desviación máximo.-

3.8.4.1 Para determinar la distancia correspondiente al tiempo de desviación máximo para llegar a un aeródromo de alternativa en ruta, el explotador debería utilizar la velocidad aprobada (véase 3.8.1 y 3.8.2). La distancia se calcula desde el punto de desviación seguido por el vuelo en crucero para el tiempo de desviación máximo aprobado por la AAC, según se ilustra en la Figura 9-9, para el cálculo de las distancias, puede considerarse la deriva hacia abajo.

Figura 9-9 Distancia de desviación máxima – Aviones con dos motores de turbina



3.9 Requisitos de certificación de la aeronavegabilidad para las operaciones EDTO que sobrepasan el umbral de tiempo.-

3.9.1 Durante el procedimiento de certificación de la aeronavegabilidad para un tipo de avión que realizará operaciones EDTO, debería prestarse atención especial a asegurar el mantenimiento del nivel requerido de seguridad operacional en las condiciones que puedan experimentarse durante dichos vuelos, por ejemplo, vuelo por períodos prolongados después de falla de un motor o de sistemas significativos para EDTO de los aviones. En el manual de vuelo del avión, el manual de mantenimiento, el documento EDTO de configuración, mantenimiento y procedimientos (CMP) u otro documento apropiado, debería incorporarse la información o los procedimientos específicamente relacionados con las operaciones EDTO.

3.9.2 Los fabricantes de aviones deberían proporcionar información en la que se especifiquen los sistemas significativos para EDTO de los aviones y, cuando corresponda, los factores de limitación de tiempo asociados a dichos sistemas.

Nota 1.- En el manual de aeronavegabilidad (Doc 9760) figuran los criterios relativos a la actuación y fiabilidad de los sistemas de avión para las operaciones EDTO.

Nota 2.- En algunos documentos, el término ETOPS se refiere a EDTO.

3.10 Mantenimiento de la aprobación operacional.-

3.10.1 Para mantener el nivel requerido de seguridad operacional en las rutas en que se permite que estos aviones vuelen más allá del umbral de tiempo establecido, es necesario que:

- a) la certificación de la aeronavegabilidad del tipo de avión permita específicamente los vuelos que superan el umbral de tiempo, teniendo en cuenta el diseño y los aspectos de fiabilidad del sistema de avión;
- b) la fiabilidad del sistema de propulsión sea tal que el riesgo de que fallen simultáneamente los dos motores a raíz de causas independientes sea extremadamente improbable, evaluada según se prescribe en el manual de aeronavegabilidad (Doc 9760) y considerada aceptable para el tiempo de desviación que se está aprobando;
- c) se cumplan todos los requisitos de mantenimiento especiales;
- d) se cumplan los requisitos de despacho de vuelo específicos;
- e) se cuente con los procedimientos operacionales en vuelo necesarios; y
- f) la AAC otorgue una aprobación operacional específica.

Nota 1.- Las consideraciones de aeronavegabilidad aplicables a las operaciones EDTO figuran en el manual de aeronavegabilidad (Doc. 9760) Parte IV, Capítulo 2.

Nota 2.- En algunos documentos, el término ETOPS se refiere a EDTO.

3.11 Requisitos para modificaciones de aeronavegabilidad y programas de mantenimiento.-

3.11.1 En todo programa de mantenimiento de los explotadores debe garantizarse que:

- a) se proporcione al Estado de matrícula y, cuando corresponda, a la AAC del Estado del explotador, los títulos y números de todas las modificaciones de la aeronavegabilidad, las adiciones y los cambios que se hayan introducido para que los sistemas de avión puedan calificar para operaciones EDTO;
- b) se presenten a la AAC y, cuando corresponda, al Estado de matrícula, todas las modificaciones de los procedimientos, prácticas o limitaciones de mantenimiento e instrucción establecidos para la calificación de las operaciones EDTO, antes de que dichas modificaciones sean adoptadas;
- c) se prepare e implante un programa de supervisión y notificación de la fiabilidad, antes de la aprobación y se continúe después de dicha aprobación;
- d) se ejecuten prontamente las modificaciones e inspecciones necesarias que pudieran tener un efecto en la fiabilidad del sistema de propulsión;

- e) se establezcan procedimientos para impedir que se despache una operación EDTO después de que haya parado un motor o haya ocurrido una falla de un sistema significativo para EDTO en un vuelo anterior, hasta que se haya identificado positivamente la causa de la falla y se hayan adoptado las medidas correctivas necesarias. Para confirmar que se adoptaron en forma eficiente dichas medidas correctivas puede ser necesario, en algunos casos, completar con éxito un vuelo antes de despachar un vuelo con tiempo de desviación extendido;
- f) se establezca un procedimiento para garantizar que el equipo de a bordo seguirá manteniéndose a los niveles de actuación y fiabilidad necesarios para operaciones EDTO; y
- g) Se establezca un procedimiento para minimizar, en el curso de la misma visita de mantenimiento, el mantenimiento programado o no programado de más de un sistema significativo para EDTO paralelo o similar. Esta minimización puede lograrse escalonando las tareas de mantenimiento, haciendo que distintos técnicos lleven a cabo y/o supervisen el mantenimiento, o verificando las medidas correctivas de mantenimiento antes de que el avión alcance un umbral EDTO.

Nota.- Las consideraciones de mantenimiento aplicables a las operaciones EDTO figuran en el manual de aeronavegabilidad (Doc 9760).

3.12 Ejemplos.-

3.12.1 Al establecer el umbral apropiado y el tiempo de desviación máximo aprobado para un explotador con un tipo de avión en particular, la AAC considerará, entre otras cosas, lo siguiente: la certificación de la aeronavegabilidad del avión, la experiencia del explotador en la realización de vuelos que superan el umbral de 60 minutos, la experiencia de la tripulación de vuelo para llevar a cabo dichos vuelos, la madurez del sistema de despacho de vuelos del explotador, la capacidad de comunicaciones con el centro de control operacional de los explotadores (ACARS, SATCOM, HF, etc.), la solidez de los procedimientos operacionales normalizados del explotador y la familiaridad de las tripulaciones con dichos procedimientos, la madurez del sistema de gestión de la seguridad operacional del explotador, el programa de instrucción de la tripulación y la fiabilidad del sistema de propulsión. Los ejemplos siguientes se basan en estas consideraciones y se han tomado de situaciones reales en los Estados:

- a) Estado A. Este Estado ha establecido un umbral de tiempo a 60 minutos basado en la capacidad del explotador y el tipo de avión para un avión con dos motores y un tiempo de desviación máximo aprobado de 180 minutos. El explotador necesitará tener una aprobación específica para volar durante más de 60 minutos a un aeródromo de alternativa en ruta (en condiciones ISA y de aire en calma a la velocidad de crucero con un motor inoperativo), mantenerse sin sobrepasar 180 minutos hasta un aeródromo de alternativa en ruta y satisfacer los requisitos de las Secciones RAB 121.2581 (a) hasta (b) (7) y 135.1215 (a) hasta (b) (7).

Si el explotador con el tipo de avión específico planifica una ruta dentro del umbral de tiempo establecido por la AAC (en el ejemplo anterior, ese umbral es de 60 minutos) hasta un aeródromo de alternativa en ruta, ese explotador, por definición, no realizaría una operación EDTO y, por ende, no necesitaría cumplir con los requisitos de las Secciones RAB 121.2581 y 135.1215.

- b) Estado B. Este Estado ha establecido un umbral de tiempo a 90 minutos basado en la capacidad del explotador y el tipo de avión para un avión con dos motores y un tiempo de desviación máximo aprobado de 180 minutos. El explotador necesitará tener una aprobación específica para volar durante más de 90 minutos a un aeródromo de alternativa en ruta (en condiciones ISA y de aire en calma a la velocidad de crucero con un motor inoperativo), mantenerse sin sobrepasar 180 minutos hasta un aeródromo de alternativa en ruta y satisfacer los requisitos de las Secciones RAB 121.2581 (a) hasta (b) (7) y 135.1215 (a) hasta (b) (7).

Si el explotador con el tipo de avión específico planifica una ruta dentro del umbral de tiempo establecido por la AAC (en el ejemplo anterior, ese umbral es de 90 minutos) hasta un aeródromo de alternativa en ruta, no se requeriría para este explotador ninguna aprobación adicional de la AAC y sólo necesitaría cumplir con los requisitos de las Secciones RAB 121.2581 (a) y en particular (a) (1) (ii) y RAB 135.1215 (a) y en particular (a) (1) (ii).

- c) El mismo Estado B. Un explotador que está expandiéndose con la adquisición de aviones con dos motores con capacidad para EDTO establece contacto con la AAC del Estado B.

El explotador presenta una solicitud para enmendar su AOC a fin de incluir este nuevo tipo de avión en rutas recientemente asignadas. Estas rutas suponen vuelos de más de 60 minutos hasta un aeródromo de alternativa en ruta, por lo que se requiere establecer un umbral de tiempo y aprobar un tiempo de desviación máximo.

Teniendo en cuenta que:

- 1) el explotador no tiene experiencia con las rutas y la zona de operaciones;
- 2) se trata de un nuevo tipo de avión;
- 3) la empresa no tiene experiencia y su departamento de operaciones de vuelo/control operacional tampoco tiene experiencia en la planificación y despacho de este tipo de vuelos; y
- 4) es necesario establecer nuevos procedimientos operacionales.

El Estado B determina que el umbral de tiempo para el explotador debería limitarse a 60 minutos y aprueba un tiempo de desviación máximo de 120 minutos.

Una vez que el explotador adquiera experiencia con esta operación y los procedimientos, la AAC podrá enmendar el umbral de tiempo establecido y el tiempo de desviación máximo aprobado inicialmente.

PARTE II – EXPLOTADORES DE SERVICIOS AÉREOS**VOLUMEN III – AUTORIZACIONES OPERACIONALES Y EQUIPOS DE LAS AERONAVES****Capítulo 10 – Operaciones todo tiempo****Índice****Sección 1 – Conceptos generales para procedimientos de aproximaciones todo tiempo**

1.	Generalidades	PII-VIII-C10-03
2.	Definiciones y abreviaturas	PII-VIII-C10-03
3.	Tipos de operaciones de aproximación y aterrizaje	PII-VIII-C10-07
4.	Clasificación de las operaciones de aproximación por instrumentos	PII-VIII-C10-10
5.	Mínimos de utilización de aeródromo	PII-VIII-C10-11
6.	Concepto de control de mínimos de utilización de aeródromo	PII-VIII-C10-11
7.	Procedimientos de aproximación por instrumentos	PII-VIII-C10-12
8.	Operaciones de aproximación y aterrizaje especiales	PII-VIII-C10-12
9.	Procedimientos de aproximación por instrumentos con GNSS	PII-VIII-C10-14
10.	Procedimientos de aproximación GPS superpuestos	PII-VIII-C10-15
11.	Procedimiento de aproximación RNAV para sistemas de navegación que utilizan receptores del GNSS básico	PII-VIII-C10-18

Sección 2 – Factores que afectan las operaciones todo tiempo

1.	Factores generales que afectan los mínimos de utilización de aeródromo	PII-VIII-C10-29
2.	Precisión del control de la trayectoria de vuelo	PII-VIII-C10-30
3.	Franqueamiento de obstáculos	PII-VIII-C10-30
4.	Función de las referencias visuales externas	PII-VIII-C10-30
5.	Máximas razones de descenso	PII-VIII-C10-31
6.	Diseño de la cabina de pilotaje	PII-VIII-C10-32
7.	Altitudes mínimas de vuelo por instrumentos	PII-VIII-C10-32
8.	Visibilidad mínima y alcance visual en la pista	PII-VIII-C10-34
9.	Seguridad operacional durante las aproximaciones frustradas	PII-VIII-C10-34
10.	Concepto de altura de decisión (DH)	PII-VIII-C10-35
11.	Concepto de la altitud mínima de descenso (MDA) y de punto de aproximación frustrada (MAPt)	PII-VIII-C10-37
12.	Concepto de maniobra de aproximación en circuito	PII-VIII-C10-38
13.	Concepto de alcance visual en la pista (RVR)	PII-VIII-C10-39
14.	Factores generales que afectan las condiciones de observación visual	PII-VIII-C10-41
15.	Condiciones meteorológicas/estructura de la niebla	PII-VIII-C10-41
16.	Ayudas visuales y entorno de la pista	PII-VIII-C10-44
17.	Efectos del diseño de la aeronave y cabina de pilotaje en las condiciones de observación visual	PII-VIII-C10-45
18.	Posición de referencia de los ojos	PII-VIII-C10-47
19.	Concepto de altura de cruce del umbral de pista	PII-VIII-C10-47
20.	Ilusiones visuales	PII-VIII-C10-48
21.	Concepto de aproximación estabilizada	PII-VIII-C10-50
22.	Concepto de control de tránsito aéreo	PII-VIII-C10-51
23.	Facilidades y servicios del aeródromo	PII-VIII-C10-53

Sección 3 - Mínimos de utilización de aeródromo comúnmente aceptados para el despegue y aproximaciones que no son de precisión (NPA)

1.	Introducción	PII-VIII-C10-56
2.	Despegue	PII-VIII-C10-58
3.	Mínimos para el despegue comúnmente aceptados	PII-VIII-C10-59
4.	Otros mínimos para el despegue	PII-VIII-C10-60
5.	Aproximaciones que no son de precisión	PII-VIII-C10-61
6.	Aproximaciones que requieren maniobras de aproximación en circuito	PII-VIII-C10-65

Sección 1 – Conceptos generales para procedimientos de aproximaciones todo tiempo

1. Generalidades

1.1 Este capítulo contiene un análisis acerca de las operaciones todo tiempo en área terminal, incluyendo las operaciones de despegue, salida, aproximación y aterrizaje.

1.2 Las operaciones todo tiempo, son aquellas conducidas en área terminal según las reglas de vuelo por instrumentos (IFR).

1.3 Las operaciones en área terminal realizadas de conformidad con las reglas de vuelo visual (VFR), no son consideradas en este capítulo.

1.4 En el contexto del *Doc 9365 - Manual de operaciones todo tiempo* de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), las operaciones todo tiempo significa *toda operación de rodaje, despegue o aterrizaje en condiciones en las que la referencia visual está limitada por las condiciones meteorológicas.*

1.5 El principio básico de las operaciones de aproximación y aterrizaje todo tiempo en área terminal, permite reducir los mínimos de operación a través del mejoramiento de las capacidades operacionales. Este principio es válido solamente si se mantiene una capacidad de escape aceptable (aproximación frustrada) o si existe una alta probabilidad de completar la maniobra con seguridad.

1.6 Todos los procedimientos de aproximación por instrumentos (IAP) son construidos para permitir un vuelo por instrumentos seguro hasta el punto de inicio de una aproximación frustrada, seguido de dicha aproximación.

1.7 La seguridad operacional para conducir una aproximación por instrumentos hasta los mínimos publicados y la ejecución de la aproximación frustrada, no depende del establecimiento de referencias visuales con el terreno. El criterio para la construcción de una aproximación instrumental se basa en la premisa de que una aproximación frustrada es necesaria bajo ciertas circunstancias. No obstante, la referencia visual con la superficie de aterrizaje, es un factor de seguridad cuando el vuelo desciende por debajo de la altura o altitud IFR mínima publicada.

1.8 La visibilidad y el alcance visual en la pista (RVR) para una pista particular, llegan a ser una consideración de seguridad operacional en la planificación del combustible y en la selección de un aeródromo de alternativa.

2. Definiciones y abreviaturas

2.1 Definiciones.- A los efectos de este manual a continuación se detallan las definiciones utilizadas en la redacción de este capítulo.

2.1.1 Alcance visual en la pista (RVR).- Distancia hasta la cual el piloto de una aeronave que se encuentra sobre el eje de una pista puede ver señales de superficie de la pista o las luces que la delimitan o que señalan su eje.

2.1.2 Altitud de decisión (DA) o altura de decisión (DH).- Altitud o altura especificada en una operación de aproximación por instrumentos 3D, a la cual debe iniciarse una maniobra de aproximación frustrada si no se ha establecido la referencia visual requerida para continuar la aproximación.

2.1.3 Altitud de franqueamiento de obstáculos (OCA) o altura de franqueamiento de obstáculos

(OCH).- La altitud más baja o la altura más baja por encima de la elevación del umbral de la pista pertinente o por encima de la elevación del aeródromo, según corresponda, utilizada para respetar los correspondientes criterios de franqueamiento de obstáculos.

Nota 1.- Para la altitud de franqueamiento de obstáculos se toma como referencia el nivel medio del mar y para la altura de franqueamiento de obstáculos, la elevación del umbral, o en el caso de procedimientos de aproximación que no son de precisión, la elevación del aeródromo o la elevación del umbral, si éste estuviera a más de 2 m (7 ft) por debajo de la elevación del aeródromo. Para la altura de franqueamiento de obstáculos en procedimientos de aproximación en circuito se toma como referencia la elevación del aeródromo.

2.1.4 Altitud mínima de descenso (MDA) o altura mínima de descenso (MDH).- Altitud o altura especificada en una operación de aproximación por instrumentos 2D o en una operación de aproximación en circuito, por debajo de la cual no debe efectuarse el descenso sin la referencia visual requerida.

Nota 1.- Para la altitud mínima de descenso (MDA) se toma como referencia el nivel medio del mar y para la altura mínima de descenso (MDH), la elevación del aeródromo o la elevación del umbral, si éste estuviera a más de 2 m (7 ft) por debajo de la elevación de aeródromo. Para la altura mínima de descenso en aproximaciones en circuito se toma como referencia la elevación del aeródromo.

Nota 2.- La referencia visual requerida significa aquella sección de las ayudas visuales o del área de aproximación que debería haber estado a la vista durante tiempo suficiente para que el piloto pudiera hacer una evaluación de la posición y de la rapidez del cambio de posición de la aeronave, en relación con la trayectoria de vuelo deseada. En el caso de la aproximación en circuito, la referencia visual requerida es el entorno de la pista.

Nota 3.- Cuando se utilicen estas dos expresiones, pueden citarse convenientemente como "altitud/altura mínima de descenso" y abreviarse en la forma "MDA/H".

2.1.5 Altura de alerta.- Es la altura sobre la pista, basada en las características del avión y de su sistema de aterrizaje automático operacional en caso de falla, por encima de la cual se suspendería una aproximación de CAT III y se iniciaría un procedimiento de aproximación frustrada en caso de ocurrir falla de alguna de sus partes redundantes del sistema de aterrizaje automático o del equipo terrestre correspondiente.

2.1.6 Aproximación en circuito.- Prolongación de un procedimiento de aproximación por instrumentos, que permite maniobrar alrededor del aeródromo, con referencias visuales, antes de aterrizar.

2.1.7 Aproximación final.- Parte de un procedimiento de aproximación por instrumentos que se inicia en el punto o referencia de aproximación final determinado o, cuando no se haya determinado dicho punto o dicha referencia:

- a) al final del último viraje reglamentario, viraje de base o viraje de acercamiento de un procedimiento de aproximación en circuito, si se especifica uno; o
- b) en el punto de interceptación de la última trayectoria especificada del procedimiento de aproximación, y que finaliza en un punto en las inmediaciones del aeródromo desde el cual:
 - 1) puede efectuarse un aterrizaje; o bien
 - 2) se inicia un procedimiento de aproximación frustrada.

2.1.8 Aproximación visual.- La aproximación en un vuelo IFR cuando cualquier parte o la totalidad del procedimiento de aproximación por instrumentos no se completa y se realiza mediante referencia visual respecto al terreno.

2.1.9 Mínimos de utilización de aeródromo.- Las limitaciones de uso que tenga un aeródromo para:

- a) el despegue, expresada en términos de alcance visual en la pista o visibilidad y, de ser necesario, condiciones de nubosidad;
- b) el aterrizaje en operaciones de aproximación por instrumentos 2D, expresadas en términos de visibilidad o alcance visual en la pista, altitud/altura mínima de descenso (MDA/H) y, de ser necesario, condiciones de nubosidad; y
- c) el aterrizaje en operaciones de aproximación por instrumentos 3D, expresadas en términos de visibilidad o de alcance visual en la pista y altitud/altura de decisión (DA/H), según corresponda al tipo y/o categoría de la operación.

2.1.10 Procedimiento de aproximación frustrada.- Procedimiento que hay que seguir si no se puede proseguir la aproximación.

2.1.11 Operaciones de aproximación por instrumentos. Aproximación o aterrizaje en que se utilizan instrumentos como guía de navegación basándose en un procedimiento de aproximación por instrumentos. Hay dos métodos para la ejecución de operaciones de aproximación por instrumentos:

- a) una operación de aproximación por instrumentos bidimensional (2D), en la que se utiliza guía de navegación lateral únicamente; y
- b) una operación de aproximación por instrumentos tridimensional (3D), en la que se utiliza guía de navegación tanto lateral como vertical.

Nota.- Guía de navegación lateral y vertical se refiere a la guía proporcionada por:

- a) una radioayuda terrestre para la navegación; o bien
- b) datos de navegación generados por computadora a partir de ayudas terrestres, con base espacial, autónomas para la navegación o una combinación de las mismas.

2.1.12 Procedimiento de aproximación por instrumentos (IAP). Serie de maniobras predeterminadas realizadas por referencia a los instrumentos de a bordo, con protección específica contra los obstáculos desde el punto de referencia de aproximación inicial, o, cuando sea el caso, desde el inicio de una ruta definida de llegada hasta un punto a partir del cual sea posible hacer el aterrizaje; y, luego, si no se realiza éste, hasta una posición en la cual se apliquen los criterios de circuito de espera o de margen de franqueamiento de obstáculos en ruta. Los procedimientos de aproximación por instrumentos se clasifican como sigue:

- a) Procedimiento de aproximación que no es de precisión (NPA). Procedimiento de aproximación por instrumentos diseñado para operaciones de aproximación por instrumentos 2D de Tipo A.

Nota.- Los procedimientos de aproximación que no son de precisión pueden ejecutarse aplicando la técnica de aproximación final en descenso continuo (CDFA). En los PANS-OPS (Doc. 8168) Vol. I, sección 1.7, se proporciona más información acerca de la CDFA.

- b) Procedimiento de aproximación con guía vertical (APV). Procedimiento de aproximación por instrumentos diseñado para operaciones de aproximación por instrumentos 3D de Tipo A.
- c) Procedimiento de aproximación de precisión (PA). Procedimiento de aproximación por instrumentos diseñado para operaciones de aproximación por instrumentos 3D de Tipo B.

2.1.13 Punto de aproximación frustrada (MAPt).- En un procedimiento de aproximación por instrumentos, el punto en el cual, o antes del cual, se ha de iniciar la aproximación frustrada prescrita, con el fin de respetar el margen mínimo de franqueamiento de obstáculos.

2.1.14 Punto de toma de contacto.- Punto en el que la trayectoria nominal de planeo intercepta la pista.

2.1.15 Punto de referencia de aproximación final (FAF).- Punto de un procedimiento de aproximación por instrumentos en que comienza el tramo de aproximación

2.1.16 Referencia visual requerida.- La "referencia visual requerida", significa aquella sección de las ayudas visuales o del área de aproximación que debería haber estado a la vista durante el tiempo suficiente para que el piloto pudiera realizar una evaluación de la posición y de la rapidez del cambio de la posición de la aeronave, en relación con la trayectoria de vuelo deseada.

2.1.17 Sistema de aterrizaje automático.- Equipo de a bordo que proporciona mando automático del avión durante la aproximación y el aterrizaje.

2.1.18 Sistema de aterrizaje automático con protección mínima.- Un sistema de aterrizaje automático tiene protección mínima si, en caso de falla, no se perturba de manera notable ni la compensación, ni la trayectoria de vuelo, ni la actitud, pero el aterrizaje no se llevaría a cabo de forma plenamente automática.

2.1.19 Sistema de aterrizaje automático operacional en caso de falla.- Se dice que un sistema de aterrizaje automático es operacional en caso de falla si, en tales circunstancias, pueden completarse las maniobras de aproximación, enderezamiento y aterrizaje utilizando aquella parte del sistema automático que continua en funcionamiento.

2.1.20 Sistema de aterrizaje mixto operacional en caso de falla.- Un sistema que comprende un sistema primario de aterrizaje automático con protección mínima y un sistema independiente secundario de guía. En caso de falla del sistema primario, el sistema secundario proporciona la guía que permite completar manualmente el aterrizaje.

2.1.21 Sistema de guía para la aproximación y el aterrizaje con colimador de aterrizaje.- Es un sistema de instrumentos de a bordo que presenta información y guía suficientes en un área específica del parabrisas de la aeronave, en forma superpuesta, para obtener una perspectiva del conjunto conforme con la escena visual exterior y que permite al piloto maniobrar manualmente la aeronave, por referencias exclusiva a dicha información y guía, por lo menos con el mismo grado de performance y fiabilidad que los exigidos de un sistema de mando automático de vuelo que se considere aceptable para la categoría de operación de que se trate.

2.1.22 Sistema de mando automático de vuelo (AFCS) con modo de aproximación ILS de acoplamiento automático.- Equipo de a bordo que proporciona mando automático para la trayectoria de vuelo del avión por referencia al ILS.

2.1.23 Sistema mundial de navegación por satélite (GNSS).- Sistema mundial de determinación de la posición y la hora, que incluye una o más constelaciones satelitales, receptores de aeronave y vigilancia de la integridad del sistema con el aumento necesario en apoyo de la performance de navegación requerida en la operación prevista.

2.1.24 Visibilidad.- Distancia, determinada por las condiciones atmosféricas y expresada en unidades de longitud a que pueden verse e identificarse durante el día, objetos prominentes no iluminados, y durante la noche, objetos prominentes iluminados.

2.1.25 Visibilidad en vuelo.- Visibilidad hacia adelante desde el puesto de pilotaje de una aeronave en vuelo.

2.1.26 Zona de toma de contacto (TDZ).- Parte de la pista, situada después del umbral destinada a que los aviones que aterrizan hagan el primer contacto con la pista.

2.2	<u>Abreviaturas.-</u>	
2.2.1	AAIM	Comprobación autónoma de la integridad de la aeronave
2.2.2	AFCS	Sistema de mando automático de vuelo
2.2.3	AIRAC	Reglamentación y control de información aeronáutica
2.2.4	ALS	Sistema de aterrizaje automático
2.2.5	ASR	Radar de vigilancia del aeródromo
2.2.6	ASDE	Radar de movimiento en superficie
2.2.7	FTT	Tolerancia técnica de vuelo
2.2.8	IAP	Procedimiento de aproximación por instrumentos
2.2.9	IF	Punto de referencia de aproximación intermedia
2.2.10	MAHF	Punto de referencia de espera en aproximación frustrada
2.2.11	MAHWP	Punto de recorrido de espera en aproximación frustrada
2.2.12	MID RVR	Alcance visual en la pista de punto medio
2.2.13	Rollout RVR	Alcance visual en la pista de extremo de parada
2.2.14	SMGCS	Sistema de guía y control del movimiento en la superficie.
2.2.15	SVR	Alcance visual oblicuo
2.2.16	TCH	Altura de cruce del umbral de pista
2.2.17	TDZ RVR	Alcance visual en la pista de punto de toma de contacto
2.2.18	VDP	Punto de descenso visual
2.2.19	WGS-84	Sistema geodésico mundial -84

3. Tipos de operaciones de aproximación y aterrizaje

3.1 Existen dos clases genéricas de operaciones de aproximación y aterrizaje: las operaciones realizadas según las reglas VFR y las operaciones realizadas de conformidad con las reglas IFR.

3.2 En aproximaciones según reglas IFR, existen tres tipos básicos de operaciones de aproximación y aterrizaje: operaciones de aproximación visual, operaciones de aproximación por contacto y operaciones de aproximación y aterrizaje por instrumentos.

3.3 Aproximaciones visuales.-

3.3.1 De acuerdo con el Doc 9365 de OACI – Operaciones todo tiempo, una aproximación visual es una aproximación en vuelo IFR en la que cualquier parte o la totalidad del procedimiento de

aproximación por instrumentos no se completa y se realiza mediante referencias visuales respecto al terreno". Un explotador está autorizado a realizar operaciones visuales, siempre que se alcancen las condiciones especificadas en las OpSpecs y en el manual de operaciones (OM). Cuando se autorice una aproximación visual en otros Estados, el explotador debe asegurarse que las políticas, procedimientos y programa de instrucción aprobado, son adecuados a los requerimientos para conducir aproximaciones visuales de aquellos Estados.

3.3.2 Una aproximación visual puede ser autorizada por el control de tránsito aéreo (ATC), si la aeronave está siendo operada según las reglas de vuelo IFR en condiciones meteorológicas de vuelo visual (VMC). Aunque se espera que el piloto que está realizando la aproximación visual proceda al aeródromo de destino por pilotaje o mediante referencia visual con otra aeronave, el vuelo continúa operando de acuerdo con el plan de vuelo por instrumentos. El ATC mantiene la responsabilidad sobre la separación entre aeronaves y vórtices de estela turbulenta, a menos que el piloto esté siguiendo a otra aeronave y tenga contacto visual con ella. El ATC proveerá el seguimiento del vuelo y la información del tráfico, hasta que la aeronave sea notificada para mantener enlace con la torre de control. Tanto el ATC como la tripulación de vuelo pueden iniciar una solicitud para realizar una aproximación visual.

Nota.- Los procedimientos de vuelo visual indicados en una carta (CVFP) son considerados como aproximaciones visuales.

3.3.3 La aproximación visual es una aproximación en la cual una aeronave con plan de vuelo IFR, operando en VMC y bajo control y autorización de un ATC, puede proseguir hacia el aeródromo de destino en VMC sin tener que cancelar su autorización IFR. El ATC no expedirá la autorización para una aproximación visual hasta que el piloto tenga a la vista el aeródromo o el avión que le precede. Si el piloto tiene el aeródromo a la vista pero no puede ver el avión que le precede, el ATC todavía puede autorizar que efectúe una aproximación visual; sin embargo, el controlador es responsable tanto del avión como de la separación de la turbulencia de estela. Una vez autorizado para una aproximación visual, el piloto tiene las siguientes responsabilidades:

- a) Informar al ATC si no desea una aproximación visual.
- b) Cumplir con las instrucciones del controlador cuando recibe vectores hacia el aeródromo de destino o hacia una posición visual detrás del avión que le precede.
- c) Una vez autorizado para una aproximación visual, debe permanecer en VMC y proseguir hacia el aeródromo en la manera más directa y segura para colocar al avión en la aproximación final normal, a menos que reciba instrucciones de seguir al avión que le precede. La autorización para ejecutar una aproximación visual no constituye una autorización para volar un patrón sobre el área de aproximación.
- d) Cuando las instrucciones del ATC indiquen que debe seguir al otro avión, debe notificar al controlador si no lo ve, es incapaz de mantener contacto visual con él, o cualquier otra razón por la que no pueda aceptar la responsabilidad de mantener la separación visual en esas condiciones.
- e) La aceptación tanto de la información de tráfico como de las instrucciones de seguir al otro avión constituye una confirmación del piloto de que puede ver al otro avión y de que maniobrá según sea necesario para evitarlo o para mantener la separación en seguimiento. El piloto también acepta la responsabilidad de vigilar la separación de la turbulencia de estela bajo estas condiciones.
- f) debe tener presente que el servicio de radar se suspende automáticamente (sin avisarle al piloto), cuando el piloto recibe las instrucciones de comunicación con la torre de control.
- g) No debe cancelar su autorización IFR cuando esté autorizado para efectuar una aproximación visual.

- h) debe informar inmediatamente al ATC si las condiciones meteorológicas no son VMC después de estar autorizado para ejecutar una aproximación visual.

Nota.- Cuando el piloto está autorizado a realizar una aproximación visual, el ATC espera que ejecute una aproximación directa a menos que se le indique otra cosa. No se debe confundir la aproximación visual con un circuito de tráfico VFR.

3.4 Aproximaciones por contacto.-

3.4.1 Una aproximación por contacto, sólo puede ser autorizada por el ATC, cuando sea requerida por el piloto. El vuelo debe ser operado libre de nubes y de acuerdo a un plan de vuelo por instrumentos. La visibilidad reportada en tierra en el aeródromo de destino debe ser por lo menos de 1 600 m (5 000 ft). Este tipo de aproximación es un procedimiento que puede ser utilizado por un piloto (previa autorización del ATC) en lugar de un procedimiento estándar (normalizado) o especial establecido para el aeródromo de destino. Una aproximación por contacto no puede ser solicitada o autorizada para un aeródromo que no tenga un procedimiento de aproximación por instrumentos. Aunque el ATC provee servicio de separación a un vuelo durante una aproximación por contacto, el piloto asume toda la responsabilidad por el franqueamiento de los obstáculos y la navegación al aeródromo de destino.

3.4.2 Las aproximaciones por contacto, (que algunos Estados pueden tener como procedimiento aceptable de operación) de acuerdo con las OpSpecs y OM, están autorizadas solamente cuando el explotador tiene un programa aprobado que proporcione instrucción y entrenamiento en aproximaciones por contacto. La aproximación por contacto es una autorización para desviarse de los procedimientos de aproximación por instrumentos prescrita (de acuerdo con condiciones meteorológicas de vuelo IFR) y proceder visualmente a la pista de aterrizaje prevista. Si un explotador no proporciona instrucción y entrenamiento para aproximaciones por contacto, su política y procedimientos deberían prohibir a los pilotos solicitar, aceptar o realizar aproximaciones por contacto. Cuando un explotador proporcione instrucción y entrenamiento para realizar aproximaciones por contacto, las políticas y procedimientos deben asegurar que las condiciones y requerimientos para aceptar y conducir dichas aproximaciones están claramente especificados.

3.4.3 Un explotador no conducirá aproximaciones por contacto salvo que se cumplan las siguientes condiciones:

- a) el vuelo permanezca bajo las reglas de vuelo por instrumentos y sea autorizado por el ATC, para conducir una aproximación por contacto.
- b) la visibilidad/RVR reportada para la pista que se intenta aterrizar esté a/o sobre los mínimos IFR autorizados para la aproximación que no es de precisión establecida para esa pista o 1 600 m (RVR 5 000) cualquiera que sea mayor.
- c) el vuelo sea operado libre de nubes y pueda permanecer así a través de la aproximación por contacto. La visibilidad del vuelo debe ser suficiente para que el piloto vea y evite todos los obstáculos y maniobre la aeronave con seguridad a la pista de aterrizaje, usando referencias visuales externas.
- d) el vuelo no descienda bajo la altitud mínima en ruta (MEA)/altitud mínima de sector (MSA), altitud mínima de vectoreo (MVA) o altitud del punto de referencia de aproximación final (FAF) como sea apropiado hasta que:
 - 1) el vuelo esté establecido en el procedimiento de aproximación instrumental, operando bajo el techo reportado, y el piloto ha identificado suficientemente las señales prominentes de tierra para navegar la aeronave con seguridad hasta el aeródromo o,
 - 2) el vuelo esté operando bajo cualquier base de nubes la cual constituye un techo, que el aeródromo esté a la vista y el piloto puede mantener contacto visual con el aeródromo

durante toda la maniobra.

- e) el vuelo no descienda bajo el MDA prescrito para la pista prevista de aterrizaje hasta que la aeronave esté en una posición desde la cual un descenso hasta la toma de contacto, dentro de la zona de toma de contacto, puede ser hecha a una rata normal de descenso usando maniobras normales.

3.5 Operaciones de aproximación y aterrizaje por instrumentos.-

Los procedimientos de aproximación y aterrizaje por instrumentos son provistos para permitir el descenso de una aeronave en condiciones por instrumentos, desde el entorno en ruta hasta un punto donde pueda realizar un aterrizaje seguro en un aeródromo específico.

4. Clasificación de las operaciones de aproximación por instrumentos

4.1 De acuerdo con las Secciones 121.2725 (c) y 135.125 (c), las operaciones de aproximación por instrumentos se clasificarán basándose en los mínimos de utilización más bajos por debajo de los cuales la operación de aproximación deberá continuarse únicamente con la referencia visual requerida, de la manera siguiente:

- a) Tipo A: una altura mínima de descenso o altura de decisión igual o superior a 75 m (250 ft); y
- b) Tipo B: una altura de decisión inferior a 75 m (250 ft). Las operaciones de aproximación por instrumentos de Tipo B están categorizadas de la siguiente manera:
- 1) Categoría I (CAT I): una altura de decisión no inferior a 60 m (200 ft) y con visibilidad no inferior a 800 m o alcance visual en la pista (RVR) no inferior a 550 m;
 - 2) Categoría II (CAT II): una altura de decisión inferior a 60 m (200 ft), pero no inferior a 30 m (100 ft) y alcance visual en la pista no inferior a 300 m;
 - 3) Categoría IIIA (CAT IIIA): una altura de decisión inferior a 30 m (100 ft) o sin limitación de altura de decisión y alcance visual en la pista no inferior a 175 m;
 - 4) Categoría IIIB (CAT IIIB): una altura de decisión inferior a 15 m (50 ft) o sin limitación de altura de decisión y alcance visual en la pista inferior a 175 m pero no inferior a 50 m; y
 - 5) Categoría IIIC (CAT IIIC): sin altura de decisión ni limitaciones de alcance visual en la pista.

Nota 1.- Cuando los valores de la altura de decisión (DH) y del alcance visual en la pista (RVR) corresponden a categorías de operación diferentes, la operación de aproximación por instrumentos ha de efectuarse de acuerdo con los requisitos de la categoría más exigente (p. ej., una operación con una DH correspondiente a la CAT IIIA, pero con un RVR de la CAT IIIB, se consideraría operación de la CAT IIIB, o una operación con una DH correspondiente a la CAT II, pero con un RVR de la CAT I, se consideraría operación de la CAT II).

Nota 2. - La referencia visual requerida significa aquella sección de las ayudas visuales o del área de aproximación que debería haber estado a la vista durante tiempo suficiente para que el piloto pudiera hacer una evaluación de la posición y de la rapidez del cambio de posición de la aeronave, en relación con la trayectoria de vuelo deseada. En el caso de una operación de aproximación en circuito, la referencia visual requerida es el entorno de la pista.

4.2 No se autorizarán operaciones de aproximación por instrumentos de las Categorías II y III a menos que se proporcione información RVR.

4.3 Los mínimos de utilización para las operaciones de aproximación por instrumentos 2D con procedimientos de aproximación por instrumentos se determinarán estableciendo una altitud mínima de descenso (MDA) o una altura mínima de descenso (MDH), visibilidad mínima y, de ser necesario, condiciones de nubosidad.

Nota. - En los PANS-OPS (Doc. 8168) Vol. I, sección 1.7, se proporciona orientación para aplicar la técnica de vuelo de aproximación final en descenso continuo (CDFA) en procedimientos de aproximación que no son de precisión.

4.4 Los mínimos de utilización para las operaciones de aproximación por instrumentos 3D con procedimientos de aproximación por instrumentos se determinarán estableciendo una altitud de decisión (DA) o una altura de decisión (DH) y la visibilidad mínima o el RVR.

Figura 10-1 – Nueva clasificación de las aproximaciones

Nueva clasificación de las aproximaciones							
Ambito	Documento	Aspecto					
Operaciones de aproximación	Anexo 6	Clasificación	Tipo A ($\geq 250'$)		Tipo B CAT I ($\geq 200'$) CAT II ($\geq 100'$) CAT III ($<100'$)		
		Método	2D	3D			
		Mínimos	MDA/H	DA/H*			
Pistas de aproximación	Anexo 14	M(DA/H) \geq VMC	RWY de vuelo visual				
		M(DA/H) $\geq 250'$ Visibilidad $\geq 1000m$	RWY para aproximaciones que no son de precisión				
		DA/H $\geq 200'$ Visibilidad $\geq 800m$ o RVR $\geq 550m$	RWY para aproximaciones de precisión, Categoría I				
		DA/H $\geq 100'$ RVR $\geq 300m$	RWY para aproximaciones de precisión, Categoría II				
		DA/H $\geq 0'$ RVR $\geq 0m$	RWY para aproximaciones de precisión, Categoría III (A, B y C)				
Actuación del sistema Procedimientos	Anexo 10 PANS-OPS Vol. II	NPA	NDB, Lctr, LOC, VOR, Azimut, GNSS				
		APV	GNSS/Baro/SBAS				
		PA			ILS, MLS, SBAS, GBAS		

* En los PANS-OPS (Doc 8168), Vol. I, sección 1.7, se proporciona orientación para aplicar la técnica de vuelo de aproximación final en descenso continuo (CDFA) en procedimientos de aproximación que no son de precisión.

5. Mínimos de utilización de aeródromo

Los mínimos de utilización de aeródromo según los RAB 121 y 135, deben estar especificados en las OpSpec y en el manual de operaciones (OM) del explotador.

6. Concepto de control de mínimos de utilización de aeródromo

6.1 El concepto de control de mínimos de utilización de aeródromo está basado en las condiciones meteorológicas informadas para el aeródromo de destino. Este concepto incluye consideraciones sobre las condiciones meteorológicas informadas, las calificaciones de la tripulación de vuelo, las capacidades de los equipos de a bordo y el equipamiento basado en tierra o el espacio. Este concepto prohíbe al piloto continuar desde el FAF o iniciar el segmento de aproximación final de un procedimiento de aproximación por instrumentos, a menos que el RVR, si es aplicable sea igual o mayor que la visibilidad o RVR mínimo autorizado para el procedimiento de aproximación por instrumentos.

6.2 El objetivo básico del concepto de mínimos de utilización de aeródromo aprobados, es proveer seguridad razonable, para que el piloto sea capaz de completar el aterrizaje con seguridad, una vez que la aeronave ha iniciado el segmento de aproximación final.

6.3 Sin embargo, este concepto permite al piloto continuar una aproximación CAT I hasta la DH o MDA si la visibilidad/RVR informada es igual o está sobre los mínimos aprobados, cuando el

piloto inicia el segmento de aproximación final, aunque luego sea informado de una visibilidad/RVR inferior a las condiciones mínimas. Los informes de RVR, cuando están disponibles para una pista en particular, son los informes (informes controlados) que deben ser utilizados para controlar si una aproximación a, o un aterrizaje en, está autorizado o prohibido.

7. Procedimientos de aproximación por instrumentos

7.1 Un procedimiento de aproximación por instrumentos es una serie de maniobras predeterminadas para ordenar y transferir a una aeronave, en forma segura, desde una condición de vuelo por instrumentos al comienzo de una aproximación inicial hasta:

- a) un aterrizaje automático;
- b) una posición desde donde puede realizarse un aterrizaje visual; y
- c) a una posición desde donde pueda ejecutarse y completarse una aproximación frustrada, si las referencias externas necesarias para completar el aterrizaje no están establecidas antes de alcanzar la DH o MDA/MAPT.

7.2 Las aproximaciones por instrumentos y sus mínimos de utilización de aeródromo, normalmente están prescritos y autorizados para un aeródromo específico y/o pista por la AAC que tiene jurisdicción sobre las operaciones aéreas en ese aeródromo.

7.3 Normalmente los procedimientos de aproximación por instrumentos (IAP) están basados en las NAVAIDS normalizadas de la OACI y disponibles para todos los usuarios.

8. Operaciones de aproximación y aterrizaje especiales

8.1 El Volumen II de los PANS –OPS, contiene los criterios mínimos establecidos para la mayoría de los Estados. Dichos criterios permite aproximaciones por instrumentos y aterrizajes seguros, para aviones equipados con las NAVAIDS normalizadas de la OACI (ILS, MLS, GNSS, VOR, VOR/DME, NDB). Muchos explotadores han elegido utilizar equipo de a bordo, que exceden las capacidades mínimas para vuelo por instrumentos. Se ha establecida una forma de otorgar un crédito operacional por el uso de estos equipos, con esas capacidades incrementadas. Las OpSpecs proveen una forma para registrar la aprobación de dichas operaciones de aproximación y aterrizaje, utilizando dichos equipos de a bordo.

8.2 Un ejemplo de equipo de a bordo con capacidades incrementadas incluye el sistema de aterrizaje automático, sistema de guía para la aproximación y el aterrizaje con colimador de pilotaje (HUD), sistemas de navegación de área (RNAV), sistemas de navegación que utilizan receptores del GNSS básico. A continuación se hace una reseña de estos sistemas.

8.3 Sistema de aterrizaje automático.-

8.3.1 Generalidades.- Muchas de las aeronaves de las grandes empresas de transporte aéreo, están equipadas con sistemas de aterrizaje automático. A medida que la tecnología va evolucionando, se incrementa la tendencia a su utilización. Este sistema es un estándar en la mayoría de los aviones nuevos. Sin embargo, la utilización del sistema de aterrizaje automático, hasta el contacto con la pista, debe estar aprobado en las OpSpecs. Las RAB 121.2375 y 135.235 prohíben el uso de muchos pilotos automáticos, debajo de ciertas alturas (50 pies o mayor) durante las operaciones de aproximación y aterrizajes, aún durante las operaciones en condiciones VFR. La intención de estas normas es proveer a los pilotos de un franqueamiento del terreno u obstáculos, tal que les permita un tiempo de reacción suficiente para intervenir en forma segura si ocurre un mal funcionamiento del piloto automático. Esto es especialmente crítico si el piloto automático comanda

en forma abrupta a una condición de cabeceo hacia abajo. Muchos pilotos automáticos (de un sólo canal) utilizados en operaciones según el RAB 121 y 135, no están diseñados para proveer una redundancia necesaria para detectar automáticamente todas las combinaciones de fallas. Si esto ocurre, el piloto debe desconectar el piloto automático y recobrar manualmente. Dado que un avión perderá altura, si ocurre un brusco movimiento de cabeceo hacia abajo, normalmente se deberá desacoplar antes que descienda por debajo de la altura sobre el terreno, especificada por los RAB 121.2375 y 135.235. Falla en desacoplar el piloto automático antes que descienda debajo de estas alturas podría llevar a que la aeronave haga contacto con la superficie durante el intento de recuperación, si ocurriera un mal funcionamiento. Sin embargo, ahora existen muchos aviones con un sistema automático de control de vuelo diseñado para proporcionar el performance, redundancia y confiabilidad necesaria para detectar todas las combinaciones de fallas significativas y para prevenir las fallas de cabeceo abrupto hacia abajo del piloto automático (sin pérdida de altura). Con esas combinaciones de aviones y equipamiento, pueden ser alcanzados los objetivos de seguridad de los RAB 121.2375 y 135.235, aún si los sistemas son utilizados hasta el aterrizaje. Los sistemas de aterrizaje automáticos con *protección mínima* y *operacional en caso de falla*, que proveen dicha capacidad, pueden ser aprobados para ser utilizados hasta el aterrizaje. El currículo del programa de instrucción aprobado del explotador debe incluir instrucción y entrenamiento en las operaciones de aterrizaje automático y su equipo debe estar apropiadamente certificado y mantenido. Cuando el POI autoriza el uso del aterrizaje automático hasta el contacto con la pista, éste deberá estar incluido en la OpSpecs correspondiente.

8.4 Aterrizaje automático.-

8.4.1 En las OpSpecs y/o OM debe estar establecido que el explotador está autorizado a conducir operaciones de aproximación y aterrizajes automáticos (además de CAT II y CAT III) en determinados aeródromos equipados que estén disponibles. El explotador conducirá todas las operaciones de aproximación y aterrizaje, en concordancia con lo establecido en estos párrafos. El POI observará y se adherirá a las siguientes directivas y guías que comprenden los requerimientos para la utilización del aterrizaje automático para cumplir con la experiencia reciente.

- a) Restricción.- Solamente un aterrizaje automático puede ser utilizado para satisfacer los requerimientos de los tres aterrizajes de experiencia reciente.
- b) Crédito para el aterrizaje automático.- Un aterrizaje automático es suficiente para el crédito de ambos pilotos (PIC y SIC)
- c) Definiciones.- Para el propósito de esta sección, son aplicables las siguientes definiciones:
 - 1) Aproximación con aterrizaje automático.- Una aproximación con aterrizaje automático es una aproximación de precisión por instrumentos hasta el aterrizaje, y en algunos casos, hasta el guiado del recorrido de aterrizaje. Una aproximación de aterrizaje automático es ejecutada por el piloto automático, el cual recibe información de la posición y/o comando de guiado desde los equipos de navegación de a bordo. Las aproximaciones de aterrizaje automático son voladas en IFR y VFR. Es común que los explotadores requieran a sus tripulaciones que realicen aproximaciones acopladas y aterrizajes automáticos (si están certificados) cuando las condiciones meteorológicas son menores de un RVR de 1 200 m.
 - 2) Sistemas de aterrizaje automático.- Como ejemplo de los equipos modernos de a bordo, el sistema de aterrizaje automático normalmente es equipo estándar en muchos aviones nuevos. Este moderno sistema otorga a los aviones una capacidad incrementada, al permitir aproximaciones y aterrizajes por instrumentos más seguros que aquellos realizados sin el sistema de aterrizaje automático. A las tripulaciones se les requiere que monitoreen constantemente dicho sistema, para asegurar la operación segura del avión.

8.5 Sistema de guía de control de vuelo operados manualmente, certificados para

operaciones de aterrizajes.-

8.5.1 Históricamente, los pilotos no tenían un sistema director de vuelo (FD) u otra información de los instrumentos, que permitiera el control manual seguro de un avión hasta el aterrizaje en condiciones por instrumentos. El desarrollo reciente de sistemas de guía para la aproximación y el aterrizaje tales como el colimador de pilotaje/visualizadores de cabeza alta (HUD), provee al piloto de información de los instrumentos, de una manera que permite un control manual seguro del avión a través del aterrizaje y guiado del recorrido de aterrizaje. La orientación y guía de vuelo provisto por este sistema, permite a los pilotos, duplicar el rendimiento y funciones de un sistema de aterrizaje automático. Aunque las RAB 121.2375 y 135.235 no estipulan específicamente el vuelo manual del sistema de control de guiado, el objetivo de la seguridad operacional de estas normas es claramente aplicable para su utilización.

8.5.2 Estos sistemas proveen información de guiado de vuelo equivalente al rendimiento, redundancia, confiabilidad y la protección del movimiento brusco de cabeceo hacia abajo, por el sistema automático de aterrizaje que esta aprobado para ser utilizado para el aterrizaje. El vuelo manual de un sistema de control de guiado del vuelo para operaciones de aterrizaje, puede ser aprobado para ser utilizado para el aterrizaje completo. El currículo del programa de instrucción aprobado del explotador debe incluir la instrucción y entrenamiento en las operaciones de aterrizaje automático y su equipo debe estar apropiadamente certificado y mantenido. La utilización del sistema de aterrizaje manual hasta el aterrizaje, puede ser autorizado, incluyéndolo en la OpSpecs correspondiente.

8.6 Sistemas de navegación de área.-

8.6.1 Cuando se disponga de equipo FMS/RNAV, éste puede utilizarse en los vuelos que siguen los procedimientos convencionales de aproximación, que no sean de precisión. En un futuro cercano se prevé la utilización de equipos RNAV en las aproximaciones de precisión.

8.6.2 La utilización de los sistemas de navegación de área, se puede autorizar a condición de que:

- a) se vigile el procedimiento mediante la presentación básica normal en pantalla asociada con el procedimiento; y
- b) se cumpla con los valores de tolerancia para el vuelo utilizando los datos en bruto de la presentación básica en pantalla.

8.6.3 El sistema de navegación de área para aproximaciones puede ser autorizado y debe estar incluido en las OpSpecs.

9. Procedimientos de aproximación por instrumentos con GNSS

9.1 Algunos Estados han autorizado las aproximaciones por instrumentos GPS superpuestas (overlay), a fin de acelerar la disponibilidad de procedimientos de aproximaciones por instrumentos de no precisión que puedan ser voladas utilizando equipos GPS certificados para operaciones IFR. Las aproximaciones superpuestas permiten a los pilotos la utilización del equipo GPS para volar procedimientos de aproximación por instrumentos que no son de precisión como las aproximaciones VOR, VOR/DME, NDB, NDB/DME y RNAV existentes. El propósito es permitir a los pilotos la transición de la tecnología basada en tierra a la basada en satélite, para aproximaciones por instrumentos.

9.2 Los explotadores pueden ser autorizados a utilizar un solo equipo de navegación GPS como sistema primario de navegación para una IAP, si la aeronave esta equipada con dos receptores VOR o dos ADF, como sea apropiado, y los receptores y NAV AIDS emplazadas en tierra

estén ubicadas de tal manera que el vuelo puede continuar con seguridad a un aeródromo de alternativa disponible y completar una aproximación por instrumentos utilizando el equipo de a bordo remanente disponible, si ocurriera una falla del sistema GPS.

9.3 Requerimiento de aeródromos de alternativa.- El aeródromo de alternativa debe tener un procedimiento de aproximación por instrumentos aprobado, que no sea GPS, que debe estar operativo a la hora prevista de arribo.

10. Procedimientos de aproximación GPS superpuestos

10.1 Los datos que dan soporte a las operaciones en ruta, terminal y base de datos de navegación que sirven de soporte a las aproximaciones por instrumentos de no precisión con GPS, (excepto localizador, LDA y SDF) contiene las coordenadas para los WPTs, puntos de referencia (fixes) y NAVAIDS que son publicados en los IAP. Pueden ser publicados datos especiales en la aproximación por instrumentos a requerimiento de los explotadores que están autorizados a utilizar estos procedimientos. Asimismo, en la base de datos, están contenidos todos los WPTs para una aproximación que utilice un GPS autónomo (stand alone). Los explotadores deben estar específicamente autorizados para conducir operaciones de aproximación por instrumentos utilizando GPS. A fin de autorizar las aproximaciones GPS, el Párrafo B031 requiere ser enmendado.

Nota.- Una aeronave no está autorizada a volar ninguna aproximación IFR utilizando el GPS, a menos que esa aproximación por instrumentos sea recuperable a través de la base de datos de navegación.

10.2 Procedimientos de aproximación codificada.- En algunos Estados, todas las bases de datos para navegación GPS aprobadas contienen datos de coordenadas de latitud y longitud para los WPTs, puntos de referencia y NAVAIDS para aproximaciones de no precisión de uso civil y militar consideradas codificables para los propósitos de la base de datos y seguras para el vuelo, utilizando técnicas de pilotaje normales. Pueden ser incluidas aproximaciones especiales a requerimiento de un usuario autorizado. Aquellos procedimientos no codificados, no serán incluidos en las bases de datos de navegación. Los procedimientos que no estén incluidos en la base de datos de navegación no pueden ser legalmente volados utilizando un equipo de navegación GPS.

10.3 WPT.- Como mínimo, el procedimiento de aproximación GPS superpuesto, requiere que la base de datos contenga los WPTs que representen el IAF, FAF, MAPt y el punto de espera de una aproximación frustrada para cada procedimiento de aproximación por instrumentos que no es de precisión VOR, VOR/DME, NDB, NDB/DME y RNAV. Deben ser incluidos todos los puntos de referencia intermedios (IF) y todos los puntos de referencia designados. Todos los puntos de recorrido son mostrados en la misma secuencia en que estos son presentados en la carta de aproximación por instrumentos.

Nota.- No es posible (y no está autorizado) la modificación o entrada de datos a la base de datos, asociados con el procedimiento de aproximación por instrumentos, por parte del usuario.

10.3.1 La información de un WPT utilizado en una aproximación por instrumentos de no precisión es almacenada por nombre o identificador y latitud y longitud. Los WPTs no están designados en términos de marcación o radial y distancia hacia/desde una ubicación de referencia.;

10.3.2 Los WPTs que definen el MAPt y el punto de espera de la aproximación frustrada, son siempre codificados como "volar sobre". Este tipo de WPT requiere que la aeronave pase directamente sobre éste;

10.3.3 Cuando se espera un viraje anticipado en un IAF o en otro WPT, dicho WPT es codificado como "volar por".

10.4 Codificación de los nombres de los WPT en la base de datos.- El volar procedimientos de aproximación por instrumentos utilizando un equipo GPS, debería ser transparente al control de

tránsito aéreo. Por lo tanto, se debe volar la misma derrota ya sea utilizando un equipo GPS o las NAVAIDS estándares de la OACI. La codificación de los WPTs refleja exactamente aquellos nombres que aparecen en el procedimiento de aproximación por instrumentos. Por ejemplo, si un IAF u otro punto de referencia tienen asignado un nombre de cinco caracteres pronunciables del alfabeto, éste será identificado de la misma manera en la base de datos, la designación que aparecerá en la pantalla de aviónica, la designación que aparecerá en la carta y la designación verbalmente utilizada por el ATC. Si no están publicados los cinco caracteres para un punto de referencia de aproximación, éste normalmente será codificado con un identificador de la base de datos. Un piloto debe asociar la designación codificada que aparece en la pantalla con la posición mostrada en la carta. Sin embargo, esas designaciones codificadas pueden no ser conocidas o utilizadas por el ATC.

- a) WPT del punto inicial de aproximación.- Si el IAF es un WPT o punto de referencia designado, entonces la misma designación es utilizada para el IAF en la base de datos. Si el IAF es una NAVAID, el WPT IAF es codificado con el identificador de la NAVAID.
 - 1) se proporcionará un identificador para la base de datos, cuando hay un IAF sin designación; y
 - 2) cuando un IAF es el inicio de un segmento de arco de DME, a menudo el IAF no es designado, pero está marcado por la intercepción de un radial con el arco. En dichos casos, el WPT del IAF no designado es codificado en la base de datos para representar el inicio del arco DME.
- b) Puntos de viraje en el segmento inicial.- El segmento inicial puede incorporar un punto de viraje con o sin designación para interceptar el curso.
 - 1) en algunos casos, el WPT puede estar establecido en un punto de viraje donde el rumbo volado intercepta el curso. Dichos WPTs son codificados en los WPTs de secuencia de la navegación GPS, pero no puede ser designado en la carta; y
 - 2) un punto de viraje puede ser identificado por la intersección de dos radiales o rumbos. En dichos casos, el nombre del WPT aparecerá en la secuencia.
- c) WPT intermedios.- Si el Punto de referencia de aproximación intermedia (IF) es un WPT o un punto de referencia designado, entonces la misma designación es utilizada para el WPT IF en la base de datos. Si el IF es una NAVAID, el WPT IF es codificado con el identificador de la NAVAID. A un IF sin designación, le es asignado uno por el identificador de la base de datos.
- d) WPT de aproximación final - Procedimientos con un Punto de referencia de aproximación final (FAF).- Si el FAF está designado por un WPT o punto de referencia, la misma designación es utilizada para ese FAF en la base de datos. Un FAF sin designación, tal como un punto de referencia DME, es codificado con una descripción del WPT FAF, relacionado a la NAVAID, que proporciona una guía del curso de aproximación final. Esto también aparece en la secuencia de los WPTs.
- e) Procedimiento sin un FAF.- Los procedimientos sin un FAF y sin un punto de referencia de descenso escalonado, tienen un sensor de WPT de FAF codificado en la base de datos al menos 4 NM antes del WPT MAPt. (En estos casos, el MAPt, está siempre ubicado en la facilidad de la NAVAID). Un sensor del FAF es un WPT de aproximación final creado y agregado a la secuencia de la base de datos de los WPTs que soportan la navegación GPS del procedimiento de aproximación por instrumentos de no precisión sin FAF publicado. La designación codificada o el sensor FAF aparecen en la secuencia de los WPTs. Si existe un punto de referencia de descenso escalonado en el procedimiento publicado y es mayor de 2 NM del MAPt, el punto de referencia de descenso escalonado es codificado en la base de

datos como el WPT sensor FAF para la secuencia de los WPTs. Si el fijo de descenso escalonado es menor a 2 NM o menos del MAPt, un WPT sensor FAF, es codificado al menos a 4 NM del MAPt.

- f) WPT de la aproximación frustrada.- Cuando un punto de aproximación frustrada está ubicado sobre una NAVAID, el WPT del MAPt está codificado en la secuencia de la posición de la NAVAID, utilizando el identificador de la NAVAID. Cuando la aproximación frustrada es iniciada cerca del umbral de la pista (aproximación cronometrada) o a una distancia DME específica desde una NAVAID, un WPT MAPt es creado y codificado en la base de datos.
- g) Puntos de espera en aproximación frustrada.- Los puntos de espera de una aproximación frustrada, normalmente están en una NAVAID o en punto de referencia designado. Por lo tanto, la designación del identificador de la NAVAID o del punto de referencia, es codificada en la base de datos como WPT de espera de la aproximación frustrada y aparece en la secuencia de los WPT.
- h) WPTs y puntos de referencias no codificados por las aproximaciones GPS superpuestas.- Un Punto de descenso visual (VDP), es un punto de referencia que aparece en algunas publicaciones de procedimientos de no precisión, que no están incluidos en la secuencia de los WPTs. Se espera que los pilotos utilicen técnicas de pilotaje normales para iniciar el descenso visual. Además, los puntos de referencia escalonados de descenso en el segmento de aproximación final no estarán codificados en la secuencia de los WPTs, a menos que los puntos de referencia de descenso escalonado sean utilizados como un sensor FAF en un procedimiento sin FAF.

10.5 Proceso de selección de la aproximación.- Los pilotos deben recuperar los procedimientos de aproximación por instrumentos desde la base de datos a través de un proceso de selección de un menú. No se permite la carga manual de un WPT, aunque son requeridas algunas acciones del piloto durante ciertos segmentos de la aproximación.

Nota.- Este proceso puede variar de un fabricante de aviónica a otro; por lo tanto los pilotos deben estar completamente familiarizados con el AFM o el suplemento al AFM.

10.6 Secuencia de los WPTs.- La secuencia de los WPTs en la base de datos y su representación a través de los equipos, consistirá de, como mínimo, WPTs que representan el IF seleccionado, y los IFs asociados (cuando sean aplicables), el FAF, MAPt y el WPT del punto de espera de la aproximación frustrada (MAHWP).

10.7 Relación entre los WPTs representados por la aviónica y los datos de la carta.- Los WPTs de una aproximación GPS superpuesta contenidas en una base de datos, representa los WPTs, puntos de referencia, NAVAIDS y otros puntos descriptos en un procedimiento de aproximación publicado, comenzando en el IAF. Ciertos puntos y puntos de referencia no designados que aparecen en la carta tienen asignados un identificador en la base de datos. No existe un requerimiento de proveer cartas con los identificadores de la base de datos; sin embargo, las empresas que diseñan las cartas pueden incorporar estos datos a discreción.

Nota.- Los identificadores de la base de datos no deberían ser utilizados por el piloto/controlador, en las comunicaciones y planificación del vuelo.

10.8 Diferencias entre la información de navegación presentada en pantallas y en cartas.- Puede haber pequeñas diferencias entre la información que aparece en las cartas y la información presentada en la pantalla de navegación GPS. Podrá haber diferencia de cursos debido a la aplicación del fabricante en la variación magnética. Podrá haber diferencias de distancia debido a la diferencia entre los valores de actualización de datos de distancia del GPS y los valores del DME publicados en los procedimientos subyacentes.

10.9 Procedimiento de aproximación basado en GPS autónomos.- La secuencia de los WPTs que definen la derrota punto a punto a ser volada, serán codificados en la base de datos, incluyendo el WPT de aproximación inicial, WPT intermedio, WPT de aproximación final, WPT de aproximación frustrada y el WPT de espera de la aproximación frustrada. Todos los WPTs, excepto el WPT de aproximación frustrada en el umbral de pista, serán designados con las cinco letras del alfabeto. Los WPTs de aproximación frustrada en los umbrales de pista tendrán asignados un identificador de la base de datos. La secuencia de los WPTs que aparecen en la presentación debería ser idéntica a la secuencia que aparece en la carta de aproximación.

11. Procedimiento de aproximación RNAV para sistemas de navegación que utilizan receptores del GNSS básico.

11.1 Antecedentes.- La utilización de procedimientos GNSS para las salidas y aproximaciones que no sean de precisión se basan en el uso de los sistemas RNAV que pueden existir en diferentes implantaciones de aviónica, que varían desde receptores autónomos del GNSS básico a un sistema RNAV con sensores múltiples que utiliza información proporcionada por un sensor del GNSS básico. Las tripulaciones de vuelo deberían estar familiarizadas con las funciones concretas del equipo.

11.2 RNAV GNSS.-

11.2.1 Generalidades.-

11.2.1.1 Introducción.- Los receptores autónomos del GNSS básico deben incluir rutinas de comprobación de la integridad y proporcionar una capacidad RNAV que incluya anticipación del viraje. Con este tipo de aviónica, el piloto establece una interfaz directa con el receptor. Las tripulaciones de vuelo deberían estar familiarizadas con las funciones concretas del equipo.

11.2.1.2 Aprobación operacional.- Las aeronaves equipadas con receptores del GNSS básico, aprobadas por el Estado del explotador para realizar operaciones de salida y aproximación que no sean de precisión, pueden emplear estos sistemas para llevar a cabo procedimientos del GNSS básico siempre que antes de efectuar el vuelo se satisfagan los siguientes criterios:

- a) el equipo del GNSS esté en condiciones de servicio;
- b) la tripulación de vuelo tenga conocimientos actualizados sobre el modo de funcionamiento del equipo, para que pueda alcanzarse el nivel óptimo de performance de navegación;
- c) se verifique la disponibilidad de satélites para las operaciones previstas;
- d) debe seleccionarse un aeródromo de alternativa con ayudas para la navegación de tipo convencional; y
- e) debe poder extraerse el procedimiento de una base de datos de navegación de a bordo.

11.2.1.3 Plan de vuelo.- Se considera que las aeronaves con receptores del GNSS básico cuentan con el equipo RNAV. Se asigna el sufijo para el equipo correspondiente para que se incluya en el plan de vuelo. Cuando el receptor del GNSS básico deja de funcionar, la tripulación de vuelo debería notificarlo inmediatamente al ATC y enmendar el sufijo correspondiente al equipo, cuando sea posible, para los planes de vuelo subsiguientes.

11.2.1.4 Base de datos de navegación.- La información sobre puntos de recorridos para la salida y para la aproximación está en la base de datos de navegación. Si la base de datos de navegación no contiene el procedimiento de salida o aproximación, el receptor del GNSS básico no puede utilizarse para llevar a cabo dichos procedimientos.

11.2.1.5 Integridad de la performance.- El receptor del GNSS básico verifica la integridad (posibilidad de utilización) de las señales recibidas de la constelación de satélites, mediante la vigilancia autónoma de la integridad del receptor (RAIM), para determinar si algún satélite proporciona información alterada. Puede producirse interrupción del servicio de la RAIM, debido a un número insuficiente de satélites o geometría inapropiada de los satélites, lo cual lleva a que el error en la solución de la posición sea demasiado grande. También pueden producirse pérdidas de recepción del satélite y de avisos de la RAIM debido a la dinámica de la aeronave (cambio de ángulo de cabeceo o inclinación lateral). La ubicación de la antena de la aeronave, la posición del satélite con relación al horizonte y la actitud de la aeronave pueden afectar a la recepción de uno o varios satélites. Dado que la posición relativa de los satélites cambia constantemente, la experiencia previa con el aeródromo de que se trate, no es garantía de que la recepción será adecuada en todo momento y siempre debería verificarse la disponibilidad de la RAIM. Si no se dispone de la RAIM, debe utilizarse otro sistema de navegación y aproximación, seleccionarse otro aeródromo de destino o retrasarse el vuelo hasta que se prevea que la RAIM estará disponible a la llegada. En vuelos más largos, los pilotos deberían considerar la posibilidad de efectuar una nueva verificación durante el vuelo de la predicción de la RAIM en el aeródromo de destino. De ese modo puede obtenerse una indicación anticipada de que se ha producido, desde el despegue, una interrupción imprevista del servicio del satélite.

11.2.1.6 Funcionamiento del equipo.- Hay varios fabricantes de receptores del GNSS básico en el mercado y cada uno de ellos utiliza un método distinto de interfaz. Se prevé que las tripulaciones de vuelo se familiarizarán plenamente con el funcionamiento del receptor de que se trate antes de emplearlo en operaciones de vuelo. Para el funcionamiento del equipo deben seguirse las disposiciones contenidas en el AOM que corresponda. También se recomienda disponer a bordo de la aeronave, de listas de verificación apropiadas para comodidad de referencias al proceder a la introducción de datos y funcionamiento del equipo en el orden adecuado.

11.2.1.7 Modos de funcionamiento y límites de alerta.- El receptor del GNSS básico cuenta con tres modos de funcionamiento: en ruta, terminal y aproximación, basados en el AFM. Los límites de alerta RAIM están automáticamente acoplados a los modos del receptor y están reglados a $\pm 3,7$, $1,9$ y $0,6$ km ($\pm 2,0$, $1,0$ y $0,3$ NM) respectivamente.

11.2.1.9 Sensibilidad del CDI.- La sensibilidad CDI está automáticamente acoplada al modo de funcionamiento del receptor y está reglada a $\pm 9,3$, $1,9$ y $0,6$ km ($\pm 5,0$, $1,0$ y $0,3$ NM). Aunque la tripulación de vuelo disponga de una selección manual para la sensibilidad CDI, solamente puede seleccionar manualmente una sensibilidad CDI distinta de $\pm 0,6$ km ($0,3$ NM). Durante una aproximación puede darse derecho precedente a una sensibilidad CDI automáticamente seleccionada, con lo que se cancelarán el modo aproximación y el anuncio correspondiente al modo de aproximación.

11.2.2 Antes del vuelo.-

11.2.2.1 Todas las operaciones IFR con el GNSS básico deberían realizarse de conformidad con el AOM. Antes de que se realice una operación de vuelo IFR aplicando los receptores del GNSS básico, el explotador debe asegurarse que el equipo y la instalación han sido aprobados y homologados para los vuelos IFR previstos, ya que no todos los equipos están homologados para procedimientos de aproximación y salida;

11.2.2.2 Antes de realizar cualquier vuelo IFR mediante el GNSS deben examinarse todos los NOTAMs apropiados respecto a la constelación de satélites.

Nota.-- Algunos receptores del GNSS pueden incluir la capacidad de cancelar la selección del satélite afectado.

11.2.2.3 La tripulación de vuelo/explotador debería seguir los procedimientos específicos de puesta en marcha, inicialización y de auto prueba para el equipo según lo esbozado en el AOM.

11.2.2.4 La tripulación de vuelo debe seleccionar los aeródromos, pistas, procedimientos de

aproximación y puntos de referencias de aproximación inicial apropiados en el receptor del GNSS de la aeronave para determinar la disponibilidad de RAIM respecto a cada aproximación. El personal de los servicios de tránsito aéreo quizás no pueda proporcionar ninguna información acerca de la integridad operacional de los servicios de navegación y del procedimiento de aproximación. Esto es importante cuando la aeronave ha recibido "autorización para aproximación". Deben establecerse procedimientos en caso de que se hayan pronosticado o de que ocurran interrupciones de navegación del GNSS. En estos casos, la tripulación de vuelo debe pasar a otro método de navegación.

11.2.3 Procedimiento de aproximación del GNSS.-

11.2.3.1 Habitualmente, los vuelos efectuados siguiendo procedimientos de aproximación por instrumentos que no sean de precisión del GNSS, son muy similares a las aproximaciones tradicionales. Entre las diferencias se incluye la información sobre navegación presentada en pantalla en la unidad de control y presentación del equipo del GNSS y la terminología empleada para describir algunas de las características. Los vuelos efectuados siguiendo una aproximación del GNSS son normalmente de navegación punto a punto y son independientes de las NAVAIDS emplazadas en tierra, o como se denomina de otro modo, navegación de área.

11.2.3.2 En los procedimientos del GNSS se efectúa un vuelo de línea recta (TO – TO), de WPT a WPT, según el orden en el que aparecen en la base de datos. Puede que existan diferencias ligeras entre la derrota publicada y la derrota presentada. Estas diferencias se deben a que se ha redondeado la marcación de la derrota o a la aplicación de una variación magnética.

11.2.3.3 La aproximación no puede realizarse a menos que sea posible retirar dicho procedimiento de aproximación por instrumentos, de la base de datos del equipo de aviónica y el procedimiento:

- a) incluya todos los WPTs indicados en la aproximación que debe seguirse;
- b) presente los WPTs en el mismo orden que aparecen en la carta publicada del procedimiento; y
- c) se actualice para el ciclo AIRAC actual.

11.2.3.4 Para asegurarse que la visualización de la base de datos del GNSS es correcta, los pilotos deberían verificar si los datos presentados en la pantalla son razonables para la aproximación del GNSS después de cargar el procedimiento en el plan activo de vuelo y antes de volar siguiendo el procedimiento. En algunas implantaciones de aviónica del GNSS se proporciona una presentación en pantalla de un mapa móvil que ayuda al piloto a realizar esta verificación de racionalidad.

11.2.3.5 Los pilotos no deberían intentar la realización de cualquier aproximación, a menos que el procedimiento esté incluido en la base de datos de navegación vigente. Volar desde un WPT de aproximación a otro WPT que no ha sido introducido en el sistema a partir de la base de datos, no supone con seguridad que se cumplirá el procedimiento de aproximación publicado. Para el receptor del GNSS básico, el límite de alerta RAIM apropiado no se habrá seleccionado y la sensibilidad CDI no cambiará automáticamente a $\pm 0,6$ km ($\pm 0,3$ NM). El reglaje manual de la sensibilidad CDI no cambia automáticamente el límite de alerta RAIM en algunas implantaciones de aviónica del GNSS.

11.2.3.6 Las aproximaciones deben realizarse de conformidad con el AOM y con el procedimiento trazado en una carta apropiada de aproximación por instrumentos.

11.2.3.7 Los explotadores deben estar profundamente familiarizados con los procedimientos de ejecución del GNSS básico de su Estado. La aeronave debe tener instalado el equipo de aviónica apropiado y éste debe funcionar en forma que pueda recibir señales de ayuda para la navegación. El explotador tiene la responsabilidad de comprobar los NOTAMs para determinar la condición de funcionamiento de las ayudas para la navegación del aeródromo de alternativa.

11.2.3.8 Deben establecerse procedimientos para el caso de que ocurran interrupciones del servicio GNSS. En estos casos el explotador debe confiar en otros procedimientos de vuelo por instrumentos.

11.2.3.9 Para iniciar la aproximación con el GNSS básico, primero deben seleccionarse el aeródromo, la pista, el procedimiento de aproximación y el IAF apropiados. Los pilotos deben mantener su conocimiento de la situación para determinar la marcación y la distancia hasta el IAF del procedimiento del GNSS, antes de realizar el vuelo con arreglo al procedimiento. Esto es un aspecto crítico al decidir si conviene efectuar la entrada realizando un viraje de base a la derecha o a la izquierda, para entrar en el área de aproximación final en las cercanías de la prolongación del eje de la pista. Todos los sectores y descensos escalonados se basan en la marcación y distancia hasta el IAF para dicha área, al cual debería dirigirse directamente la aeronave a menos que efectúe el vuelo con guía vectorial radar.

11.2.3.10 Los pilotos deben seguir la totalidad de la aproximación desde el IAF a menos que hayan recibido una autorización específica distinta. Entrando al azar en una aproximación en un punto de referencia intermedio, no es garantía de que se dispondrá del margen vertical apropiado sobre el terreno;

11.2.3.11 Cuando una aproximación se haya cargado en la base de datos de navegación de a bordo, se requiere adoptar las siguientes medidas. Dependiendo del equipo del GNSS, todas o parte de estas medidas pueden adoptarse automáticamente:

- a) al llegar a una distancia de 56 km (30 NM) del punto de referencia de aeródromo, los receptores del GNSS básico emitirán ya sea un anuncio de “activado” o, cuando los sistemas activan la operación automática, una indicación de que la aeronave se encuentra en el área terminal;
- b) al recibir este aviso, la tripulación de vuelo debe activar el modo de aproximación. Algunas, aunque no todas, las implantaciones de aviónica del GNSS activarán automáticamente el modo de aproximación;
- c) si la tripulación de vuelo activara demasiado pronto el modo de aproximación (por ej. cuando el IAF está más allá de una distancia de 56 km (30 NM) del punto de referencia de aeródromo), no se cambia la sensibilidad CDI hasta que se llega a una distancia de 56 km (30 NM). Esto no se aplica a los sistemas que se activan automáticamente para la operación;
- d) cuando esté activado el modo de aproximación y simultáneamente la aeronave esté a menos de 56 km (30 NM) del punto de referencia de aeródromo, el receptor del GNSS básico cambia a sensibilidad de modo terminal correspondiente a 56 km (30 NM) y al reglaje RAIM correspondiente. Si la tripulación de vuelo no se asegura que la aproximación ha sido activada a una distancia de 56 KM (30 NM) del punto de referencia de aeródromo o antes, el receptor no cambia a modo terminal y no está asegurado el franqueamiento de obstáculos. En los criterios de franqueamiento de obstáculos se supone que el receptor está en el modo de terminal y las áreas se han basado en esta suposición;
- e) al llegar a una distancia de 3,7 km (2,0 NM) antes del FAF, y a condición que se haya activado el modo de aproximación [como debería ser, según inciso c)], la sensibilidad CDI y el RAIM se ponen en rampa para llegar suavemente a los valores de “aproximación activa”;
- f) la tripulación de vuelo debe verificar el anuncio de “aproximación activa” en el FAF o antes de pasar el FAF, y ejecutar una aproximación frustrada si esto no estuviera presente, o si se cancela por derecho preferente una sensibilidad automáticamente seleccionada; y
- g) si el CDI no está centrado, cuando cambia la sensibilidad CDI, se ampliará cualquier

desplazamiento y dará una impresión incorrecta de que la aeronave se está apartando más, aunque pudiera estar en un rumbo de interceptación satisfactorio. Para evitar este fenómeno, los pilotos deben asegurarse de que están bien establecidos en la derrota correcta por lo menos a 3,7 km (2,0 NM) antes del FAF.

11.2.3.12 La tripulación de vuelo debe conocer el ángulo de inclinación lateral/velocidad de viraje que la implantación de aviónica del GNSS de que se trate utiliza, para calcular la anticipación de viraje y si el viento y la velocidad aerodinámica se han incluido en los cálculos. Esta información debe figurar en el manual que describe las funciones de la aviónica. Si el viraje se realiza con un ángulo de inclinación lateral excesivo o insuficiente hacia el rumbo de aproximación final, puede retrasarse notablemente el momento en que se alcanzará la alineación con el rumbo y esto puede dar lugar a velocidades de descenso elevadas para llegar a la altitud del tramo siguiente.

11.2.3.13 Los pilotos deben prestar particular atención al funcionamiento exacto de la implantación de aviónica del GNSS básico para ejecutar circuitos de espera y en el caso de aproximaciones superpuestas, operaciones tales como virajes reglamentarios e inversiones de rumbo. Estos procedimientos pueden exigir la intervención manual de la tripulación de vuelo para cancelar la secuencia de los puntos de recorrido del receptor y reanudar la navegación del GNSS automática en secuencia, después de completada la maniobra. El mismo punto de recorrido puede aparecer en la ruta de vuelo más de una vez consecutivamente (IAF, FAF, Punto de referencia (fijo/fix) de espera en aproximación frustrada (MAHF) en un viraje reglamentario/inversión de rumbo). Conviene ejercer cautela para cerciorarse de que se establece la secuencia del receptor en el punto de recorrido apropiado para el tramo del procedimiento correspondiente, especialmente si se omiten uno o más sobrevuelos (FAF en lugar de IAF, si no se realiza el viraje reglamentario). La tripulación de vuelo quizás tenga que desviarse de uno o más sobrevuelos del mismo WPT para iniciar la puesta en secuencia del GNSS en el lugar apropiado de la secuencia de WPTs.

11.2.3.14 Se han elaborado procedimientos con el GNSS según las características incorporadas en el receptor del GNSS básico. Se proporcionan estas características para reducir el FTE como resultado de un aumento de la sensibilidad del CDI en determinados puntos durante la aproximación.

11.2.3.15 En algunos receptores del GNSS básico puede proporcionarse información sobre la altitud. Sin embargo, la tripulación de vuelo debe cumplir con las altitudes mínimas publicadas empleando el altímetro barométrico.

11.2.3.16 En el equipo se presentarán automáticamente los puntos de recorrido desde el IAF hasta el punto de recorrido de espera de aproximación frustrada, salvo que la tripulación de vuelo ya haya tomado una medida manual.

11.2.3.17 En el MAPt, puede ser que el equipo no pase automáticamente en secuencia hacia el siguiente WPT requerido; puede ser necesario establecer manualmente la secuencia en el equipo del GNSS hasta el siguiente WPT.

11.2.3.18 Con la guía vectorial radial, puede ser necesario seleccionar manualmente el siguiente WPT de forma que el GNSS utilice correctamente los puntos apropiados de la base de datos y las correspondientes trayectorias de vuelo.

11.2.4 Tramo de aproximación inicial.-

11.2.4.1 IAF desplazados.- Los IAF desplazados, en los procedimientos basados en el concepto de diseño de barra "Y" o "T" para el GNSS básico, están alineados de forma que se requiere en el IF un cambio de rumbo de 70° a 90°. La región de captura está asociada a cada IAF del procedimiento del GNSS básico desde el que la aeronave entrará en el procedimiento. La región de captura para derrotas entrantes hacia los IAF desplazados se extiende a 180° en torno a los IAF, previéndose así una entrada por el Sector 3 en los casos en los que el cambio de derrota en el IAF es de 70°. El IAF

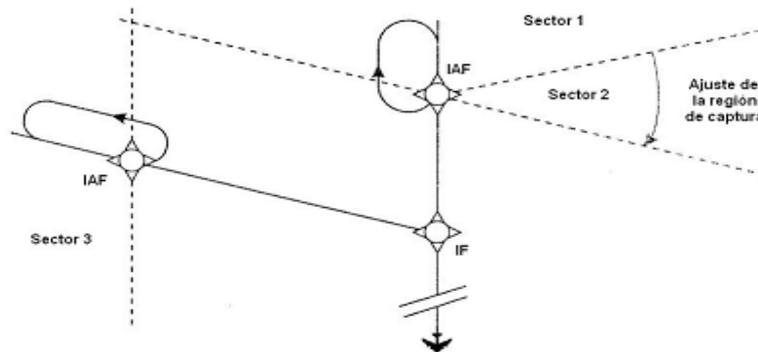
central está alineado con la derrota de aproximación final, siendo el ángulo idéntico al cambio de derrota en el IAF para el correspondiente IAF desplazado. De esta forma no hay lagunas entre las regiones de captura de todos los IAF sea cual fuere el cambio de rumbo en el IAF. Su región de captura es de 70° a 90° a ambos lados de la derrota final. En el caso de virajes superiores a 110° en los IAF, deben emplearse las entradas por el Sector 1 o por el Sector 2.

11.2.4.2 Véase Figura 10 – 2 - *Ejemplo de ejecución de procedimientos de inversión cuando las condiciones locales impiden la utilización de un tramo desplazado;*

11.2.4.3 Cuando se usen, los tramos de aproximación central inicial desplazada no tienen una longitud máxima. La longitud óptima es de 9,3 km (5 NM). Se establece la longitud mínima del tramo mediante la velocidad máxima de aproximación inicial de la categoría de aeronaves más rápidas para las que está prevista la aproximación y mediante la distancia mínima entre los WPTs requerida por el equipo de aviónica de la aeronave para seguir correctamente los WPTs.

Nota.- La longitud óptima de 9,3 km (5,0 NM) garantiza el establecimiento de la longitud mínima del tramo para la velocidad de aeronave de hasta 390 km/h (210 kt) por debajo de 3 050 m (10 000 ft).

Figura 10 -2 – Ejemplo de ejecución de procedimientos de inversión cuando las condiciones locales impiden la utilización de un tramo desplazado



11.2.5 Tramo de aproximación intermedia.-

11.2.5.1 El tramo de aproximación intermedia tiene dos componentes.- Un componente de viraje transversal al IF seguido por un componente directo inmediatamente antes del FAF. La longitud del componente directo es variable pero no será inferior a 3,7 km (2 NM) para que la aeronave pueda estabilizarse antes de sobrevolar el FAF.

11.2.6 Tramo de aproximación final.-

11.2.6.1 El tramo de aproximación final en una aproximación GNSS empezará en un WPT designado situado normalmente a 9,3 km (5 NM) desde el umbral de pista.

11.2.6.2 Sensibilidad de rumbo.- La sensibilidad CDI relacionada con el equipo del GNSS varía según el modo de operación. En la fase de ruta, antes de que se ejecute la aproximación por instrumentos, la desviación al límite de la escala de la sensibilidad de presentación es de 9,3 km (5 NM) a ambos lados del eje.

11.2.6.3 Al activarse el modo de aproximación, la sensibilidad de la presentación pasa de una desviación al límite de la escala de 9,3 km (5 NM) a una de 1,9 km (1 NM) a ambos lados del eje.

11.2.6.4 A una distancia de 3,7 km (2 NM) en el tramo de entrada al FAF, la sensibilidad de presentación empieza a pasar de una desviación al límite de la escala de 0,6 km (0,3 NM) a ambos lados del eje. En algunos equipos de aviónica del GNSS puede proporcionarse una presentación en pantalla angular entre el FAF y MAPt que se aproxima a la sensibilidad de rumbo de la parte del localizador de un ILS.

11.2.6.5 Puntos de referencia para el descenso escalonado.- Se realiza el vuelo hacia un punto de referencia en descenso escalonado del mismo modo que en una aproximación de base terrestre. Todos los puntos de referencia de descenso escalonado requeridos antes del punto de recorrido de aproximación frustrada serán identificados mediante distancias a lo largo de la derrota.

11.2.6.6 Pendiente/ángulo de descenso.- La pendiente/ángulo óptimo de descenso es de 5,2% / 3%, aunque si es necesaria una pendiente/ángulo superior, la máxima permisible es 6,5% / 3,7%. La pendiente/ángulo de descenso ha de ser publicada.

11.2.7 Tramo de aproximación frustrada.-

11.2.7.1 Sensibilidad CDI.- Para los receptores del GNSS básico, la puesta en secuencia de la guía después de pasar el MAPt, activa la transición de la sensibilidad CDI y del límite de alerta RAIM hacia el modo de terminal [1,9 km (1,0NM)].

11.2.7.2 Cuando se realiza una aproximación frustrada del GNSS, la tripulación de vuelo debe establecer la secuencia del receptor del GNSS básico después del MAPt para efectuar el tramo de aproximación frustrada del procedimiento. La tripulación de vuelo debe estar plenamente familiarizado con el procedimiento de aproximación de la implantación de aviónica del GNSS básico correspondiente instalada en la aeronave y debe iniciar las medidas apropiadas después del MAPt. Si se activa la aproximación frustrada antes del MAPt, la sensibilidad CDI pasará inmediatamente a terminal (sensibilidad de $\pm 1,0$ NM) y la guía de navegación continuará hacia el MAPt. La guía no establecerá la secuencia después de pasar el MAPt o iniciar el viraje de aproximación frustrada sin acción de la tripulación de vuelo. Si la aproximación frustrada no se activa, la implantación de aviónica del GNSS básico presentará en pantalla una prolongación del rumbo final de acercamiento y la distancia a lo largo de la derrota aumentará a partir del MAPt hasta que se establezca manualmente la secuencia después de cruzar el MAPt.

11.2.7.3 Para el receptor del GNSS básico, cuando se trata de encaminamiento para aproximación frustrada en los que la primera derrota es por un rumbo específico en lugar de dirigir al siguiente punto de recorrido, se requieren acciones adicionales por parte de la tripulación de vuelo para establecer el rumbo. Particularmente crítico durante esta fase del vuelo, es estar familiarizado con todos los datos requeridos que deben introducirse en el sistema.

11.3 RNAV con sensores múltiples.-

11.3.1 Generalidades.-

11.3.1.1 Introducción.- Para los procedimientos de aproximación que no sean de precisión y procedimientos de aproximación con guía vertical del GNSS, los sistemas RNAV con sensores múltiples, tales como una FMC, deben contar con un sensor del GNSS básico que incluya la comprobación de la integridad que apoye a la selección y utilización del sensor del sistema, así como indicaciones de estado y alerta. En este tipo de implantación, el GNSS constituye solamente una de varias fuentes diferentes de determinación de la posición para la navegación (por ej.: IRS/INS, VOR/DME, DME/DME y localizador), que pueden utilizarse individualmente o en combinación con otras fuentes. La FMC proporcionará una selección automática de la fuente óptima (más exacta), así como la capacidad de anular la selección o inhibir su empleo al calcular la posición, de un tipo de sensor o una ayuda para la navegación específica. La FMC puede constituir la fuente de referencia de guía para el vuelo o, también, puede estar conectada a un sistema de piloto automático que

proporciona referencias de guía u operaciones de vuelo automático. Con este tipo de aviónica, normalmente la tripulación de vuelo establece interfases con la FMC mediante una unidad de control y presentación. Las tripulaciones de vuelo deben estar familiarizadas con las funciones de la FMC, específicamente cuando el GNSS es la fuente primaria para la determinación de la posición.

Nota.-- A los efectos de simplificar el texto de este capítulo, se utiliza el término FMC para denotar la categoría general de sistemas RNAV con sensores múltiples.

11.3.1.2 Aprobación operacional.- Las aeronaves equipadas con un sistema FMC que ha sido aprobado por el Estado del explotador para operaciones de salida y de aproximación que no sea de precisión, pueden usar este sistema para llevar a cabo procedimientos RNAV basados en el GNSS siempre que, antes de realizar cualquier vuelo, se cumpla con los criterios que figuran en el Párrafo 11.2.1.2

11.3.1.3 Plan de vuelo.- Se considera que las aeronaves que dependen de la FMC utilizando el GNSS están equipadas para RNAV. Se asignan los sufijos de equipo correspondientes para cada tipo a fin de que se incluyan en el plan de vuelo. Cuando un sensor del GNSS para la FMC no está en condiciones de funcionar y la configuración del equipo resultante es insuficiente para realizar o continuar los procedimientos, la tripulación de vuelo avisará inmediatamente al ATC y solicitará un procedimiento disponible de alternativa, compatible con la capacidad del sistema RNAV. Cabe hacer notar que, dependiendo del tipo de FMC certificado que se utilice, los manuales de vuelo y datos de los fabricantes de la aeronave pueden permitir las operaciones continuas.

11.3.1.4 Base de datos de navegación.- Los criterios especificados en el Párrafo 11.2.1.4 se aplican a un sistema FMC.

11.3.1.5 Integridad de la performance.- Las implantaciones pudieran depender de la capacidad en materia de integridad de los sensores del GNSS que incorpora la RAIM, así como la comprobación AAIM. La RAIM depende solamente de las señales de satélite para ejecutar la función de integridad. La AAIM utiliza información de otros sensores de navegación de a bordo además de las señales del GNSS para ejecutar la función de integridad a fin de permitir un uso continuo de la información del GNSS en el caso de pérdida momentánea de la RAIM ocasionada por el número insuficiente de satélites o de la constelación de satélites. La performance en materia de integridad AAIM debe ser equivalente al menos a la performance de la RAIM.

11.3.1.6 Funcionamiento del equipo.- Existen varios tipos de FMC que utilizan sensores del GNSS. Aunque la mayor parte utiliza una interfaz de usuario conocida como unidad de control y presentación, existen sistemas que también emplean una interfaz gráfica de usuario. Se prevé que las tripulaciones de vuelo se familiarizaran completamente con el funcionamiento de sus sistemas antes de utilizarlos en operaciones de vuelo. El equipo debe manejarse con arreglo a las disposiciones del AOM o el AFM correspondiente. Asimismo se recomienda contar con una de las listas de verificación correspondientes a bordo de la aeronave para facilidad de referencia en la carga y operación de secuencia del equipo.

11.3.1.7 Modos de funcionamiento y límites de alerta.- Una FMC que utilice el GNSS contendrá ya sea los tres modos de sistemas de operación descritos en el Párrafo 11.2.1.7 “modos de funcionamiento y límites de alerta”, o se requerirá que funcione conjuntamente con un sistema de director de vuelo o un sistema de piloto automático acoplado, para garantizar que proporcione en nivel de performance requerido.

11.3.1.8 Sensibilidad CDI.- Algunas implantaciones GNSS FMC pueden incorporar diferentes sensibilidades de presentación en pantalla para operaciones de aproximación diferentes a las que figuran en el Párrafo 11.2.1.8 “sensibilidad del indicador de desviación de rumbo (CDI)”. Estas diferentes sensibilidades de presentación en pantalla pueden utilizarse cuando la guía es proporcionada por un FD o un A/P. Independientemente de las diferencias en sensibilidad de presentación en pantalla de la aproximación respecto a las implantaciones GNSS FMC, aún debe

proporcionarse una integridad equivalente.

11.3.2 Antes del vuelo.- Los criterios para los procedimientos previos al vuelo que figuran en los Párrafos 11.2.2.1 a 11.2.2.3, se aplican a un sistema FMC. Para un sistema FMC, cualesquiera condiciones y limitaciones especiales para operaciones de aproximación y las alternativas se especificarán en el AOM. Un tipo puede utilizar medidas idénticas a las descritas en el Párrafo 11.2.2. Otros tipos pueden requerir un centro de control de operaciones para evaluar la disponibilidad de la RAIM y proporcionar estos datos como parte de la información relativa al despacho del vuelo.

11.3.3 Procedimientos de aproximación del GNSS.-

11.3.3.1 Los criterios que figuran en los Párrafos 11.2.3.1 a 11.2.3.5 se aplican a un sistema FMC. Una FMC que utilice el GNSS puede contener ya sea los mismos límites de alerta RAIM que el receptor del GNSS básico o las indicaciones y alertas correspondientes de performance de navegación para $\pm 0,6$ km ($\pm 0,3$ NM). El reglaje manual de la sensibilidad CDI no modifica automáticamente el límite de alerta RAIM en algunas implantaciones de aviónica.

11.3.3.2 Los criterios figuran en los Párrafos 11.2.3.6 al 11.2.3.8 se aplican a un sistema FMC. Respecto a las instalaciones en las que la FMC incluye una capacidad AAIM, puede no existir perturbación alguna de la operación, a menos que la interrupción del servicio sobrepase la capacidad de la FMC para mantener el nivel de performance requerido;

11.3.3.3 Los criterios que figuran en los Párrafos 11.2.3.9 al 11.2.3.11 se aplican a un sistema FMC. Algunas implantaciones FMC no concuerdan con la sensibilidad de presentación en pantalla analizada, sino que en cambio, proporcionan operaciones comparables en la forma descrita en el AOM.

11.3.3.4 Los criterios que figuran en el Párrafo 11.2.3.12 se aplican a un sistema FMC. En las instalaciones en las que una FMC proporciona información de navegación en una presentación de mapa electrónico o proporciona información de guía o referencias a la tripulación de vuelo, se requiere que la tripulación de vuelo esté familiarizada con la presentación en pantalla que se utilizará en las operaciones.

11.3.3.5 Los pilotos deben prestar especial atención especialmente al funcionamiento exacto de las implantaciones de aviónica para ejecutar circuitos de espera y en el caso de aproximaciones superpuestas, deben prestar atención a operaciones tales como los virajes reglamentarios y las inversiones de rumbo. Para instalaciones FMC que proporcionan una unidad de control y presentación o una interfaz de usuario gráfica, así como una presentación de mapa electrónico, los pilotos deben tener un conocimiento suficiente de la situación y medios para controlar y garantizar en forma conveniente que el procedimiento que se ejecutará concuerde con el procedimiento autorizado.

11.3.3.6 Los criterios que figuran en el Párrafo 11.2.3.14 se aplican a un sistema FMC. Para las instalaciones FMC, lo mismo puede aplicarse en el caso de que la performance en materia de seguimiento de la tripulación de vuelo se base en el CDI. En los casos en que se proporcionen guías de FD o FMC/A/P acoplados, el FTE se controla y reduce basándose en la selección de control de guía, así como en el método de presentación en pantalla de la información sobre seguimiento.

11.3.3.7 Los sistemas FMC proporcionan información sobre altitud. Sin embargo, la tripulación de vuelo debe cumplir con las altitudes mínimas publicadas utilizando el altímetro barométrico. Cuando una FMC proporcione información vertical, referencias de guía de FD u operación de A/P acoplado, la tripulación de vuelo se ajustará a la información o referencias correspondientes, junto con todas las verificaciones de altimetría barométrica necesarias.

11.3.3.8 Los criterios que figuran en el Párrafo 11.2.3.16 se aplican a un sistema FMC.

11.3.3.9 En el MAPt, la FMC permitirá establecer la secuencia automática.

11.3.3.10 Con vectores radar y para instalaciones FMC, el sistema normalmente proporciona lo que se conoce como una capacidad de “dirigir al “para apoyar vectores radar bajo guía FMC.

11.3.4 Tramo de aproximación inicial.-

a) Los criterios que figuran en el Párrafo 11.2.4 se aplican a un sistema FMC.

11.3.5 Tramo de aproximación intermedia.-

a) Los criterios que figuran en el Párrafo 11.2 .5 se aplican a un sistema FMC.

11.3.6 Tramo de aproximación final.-

11.3.6.1 Los criterios que figuran en los Párrafos 11.2.6.1 y 11.2.6.2 se aplican a un sistema FMC. La sensibilidad de rumbo correspondiente puede obtenerse cuando la tripulación de vuelo seleccione la escala de mapa electrónico apropiada. En el caso en que las selecciones de escala de mapa no sean convenientes (es decir, sean demasiados grandes o la resolución sea insuficiente), es posible subsanar esta situación mediante la utilización de la referencia de guía del FD o FMC/operaciones del A/P acoplado.

11.3.6.2 Puntos de referencia de escalón de descenso.- Los criterios que figuran en el Párrafo 11.2.6.3 se aplican a un sistema FMC. Cuando la FMC incluya una capacidad de navegación vertical, el procedimiento de la base de datos de navegación puede contener una trayectoria de vuelo de descenso continua que permanece por encima del perfil vertical del procedimiento de escalón de descenso. La utilización de la capacidad de navegación vertical FMC estará sujeta al grado de familiarización e instrucción de la tripulación de vuelo, así como a la aprobación operacional.

11.3.6.3 Angulo de descenso.- Cuando la FMC proporciona la capacidad de definir una trayectoria de vuelo vertical, esto se especificará como un ángulo. El ángulo típico será de 3°. Cuando se indique en una carta el perfil de descenso continuo, éste se representará con un ángulo.

11.3.7 Tramo de aproximación frustrada.-

11.3.7.1 Sensibilidad CDI.- Aunque pueden aplicarse los criterios que figuran en el Párrafo 11.2.7.1, algunas implantaciones GNSS FMC pueden incorporar diferentes sensibilidades de presentación en pantalla para las operaciones de aproximación frustrada. Estas sensibilidades diferentes de presentación en pantalla pueden utilizarse cuando hay guía proporcionada por referencias de un FD o un A/P. Independientemente de las diferencias de sensibilidad de la presentación en pantalla de la aproximación frustrada respecto a las implantaciones GNSS FMC, aún debe proporcionarse una integridad equivalente a la operación.

11.3.7.2 Generalmente se aplican los criterios que figuran en el Párrafo 11.2.7.2. También existirán instalaciones, especialmente las que utilizan información de navegación en la presentación de mapa móvil, en la que la guía de trayectoria FMC se presentará continuamente en pantalla para la aproximación frustrada.

11.3.7.3 Las derrotas de aproximación frustrada se incluyen normalmente en la base de datos de navegación de la FMC, de modo que no se requiere acción alguna de la tripulación de vuelo.

11.4 Procedimientos de aproximación con RNAV basados en DME/DME.-

11.4.1 Los procedimientos de aproximación RNAV basados en DME/DME son procedimientos de aproximación que no son de precisión. En estos procedimientos no se requiere especificar una instalación de referencia y se basan en dos casos distintos, cuando:

- a) sólo se dispone de dos estaciones DME; y
- b) se dispone de más de dos estaciones DME.

11.4.2 Las aeronaves dotadas de sistemas RNAV que han sido aprobadas por el Estado del explotador para el nivel apropiado de operaciones RNAV pueden emplear estos sistemas para realizar aproximaciones RNAV DME/DME, a condición de que antes de la realización del vuelo se tenga la garantía de:

- a) el equipo RNAV está en condiciones de servicio; y
- b) la tripulación de vuelo tiene conocimientos actualizados de la forma de funcionar del equipo para que con el mismo pueda lograrse el nivel óptimo de precisión para la navegación.

11.4.3 Las hipótesis estándar para el equipo de a bordo y el equipo de tierra en las que se basan los procedimientos DME/DME son las siguientes:

- a) en el caso especificado en el Párrafo 11.4.1.a), la aeronave está dotada por lo menos de una sola FMC capaz de navegación DME/DME y capaz de revertir automáticamente a la navegación IRS actualizada, que haya sido aprobada para las operaciones dentro del TMA;
- b) en el caso especificado en el párrafo 11.4.1.b), la aeronave está dotada por lo menos de una sola FMC capaz de navegación DME/DME, aprobada para las operaciones dentro del TMA; y
- c) las coordenadas de los WPTs y de la estación DME satisfacen los requisitos WGS-84.

11.4.4 Los factores de los que depende la precisión de la navegación del RNAV DME/DME son los siguientes:

- a) tolerancia del DME, en función del horizonte teórico máximo de radio, en base a la altitud/altura especificadas en los puntos de recorrido;
- b) tolerancia técnica de vuelo; y
- c) tolerancia de cálculos del sistema.

11.4.5 En el caso de procedimientos que se basan en dos estaciones DME solamente, se tiene en cuenta el factor de la tolerancia DME máxima para atender tanto a los efectos de orientación de la derrota relativa a las instalaciones DME como al ángulo en que se cortan las dos estaciones DME. En el caso de procedimientos que se basan en más de dos estaciones DME, se supone un ángulo de intersecciones de 90° y no se tiene en cuenta el factor de tolerancia máxima DME.

11.4.6 El espacio aéreo protegido que se requiere para franqueamiento de obstáculos, en el caso en que solamente se disponga de dos estaciones DME, es de dimensiones superiores al del caso en el que se dispone de más de dos estaciones DME. En ambos casos, se supone que automáticamente puede cargarse al plan de vuelo FMC, la base de datos para la navegación con WPTs almacenados cuyas coordenadas se basan en los requisitos del WGS-84, incluidas las limitaciones relativas a velocidad y limitaciones verticales que abarcan los procedimientos por los que se haya de volar.

11.4.7 Llegada.- Las STAR pueden basarse en criterios RNP (limitados a RNP 1 o superior) o

en criterios RNAV específicos. Cuando se emplean criterios específicos, se aplican los mismos principios a la protección de toda la fase de llegada, con excepción de que la Tolerancia técnica de vuelo (FTT) se supone que es igual a 3,7 km (2 NM) antes del punto situado a 46 km (25 NM) del IAF e igual a 1,9 km (1 NM) después de ese punto.

11.4.8 Los procedimientos (aproximación, salida, rutas de llegada) pueden identificarse como "RNAV". En este caso, puede utilizarse cualquiera de los sensores de navegación siguientes: GNSS básico, DME/DME o VOR/DME. Sin embargo, en algunos procedimientos pueden identificarse los sensores que se requieren para el procedimiento, o pueden publicarse separadamente procedimientos que identifiquen cada sensor permitido. Muchos de los FMS actuales pueden hacer que el sensor de navegación baje a actualización VOR/DME o IRS en un orden específico. Cuando esto ocurre, el procedimiento de aproximación debe abandonarse, debe iniciarse una aproximación frustrada y hay que informar al ATC que la precisión de navegación no cumple con los requisitos. En caso de reversiones poco frecuentes únicamente al IRS, la ruta o procedimiento puede continuarse durante determinado periodo. El periodo depende de la certificación del IRS y de la precisión de navegación para la cual se diseñó el procedimiento.

Nota.- El tiempo máximo de vuelo para permanecer dentro del espacio aéreo protegido, se basa en el espacio aéreo lateral protegido. Se han identificado como aceptables los siguientes tiempos de vuelo máximo:

Fase de vuelo	Tiempo (minutos)
En ruta	50
TMA	25
Aproximación	12

Sección 2 – Factores que afectan las operaciones todo tiempo

1. Factores generales que afectan los mínimos de utilización de aeródromo

1.1 Las referencias visuales externas necesarias para controlar una aeronave solamente por medios visuales, no están disponibles durante una aproximación y aterrizaje en condiciones por instrumentos. Por lo tanto el piloto deberá controlar la trayectoria de vuelo de la aeronave por referencia a los instrumentos o por referencia combinada de los instrumentos y la información visual externa. En las operaciones de todo tiempo, el nivel deseado de seguridad es alcanzado a través de la utilización de equipos especiales, instrucción y entrenamiento especial, procedimientos de vuelo por instrumentos y los mínimos de operación asociados. Estos factores aseguran que dicha combinación de información (disponible desde fuentes externas y equipo e instrumentos de a bordo), es suficiente para permitir que una aeronave sea operada en forma segura a través de la trayectoria de vuelo deseada, mientras las condiciones meteorológicas están a, o sobre, los mínimos de operación. Así como la información visual externa disminuye debido a las restricciones de condiciones de visibilidad, deben incrementarse la calidad y cantidad de información de los instrumentos y otras fuentes de equipos, y la competencia de las tripulaciones de vuelo. Para las operaciones de aproximación y aterrizaje, las consideraciones específicas que están involucradas cuando se determina los mínimos de operación, están relacionadas con los siguientes factores:

- a) la precisión con la cual la aeronave puede ser controlada a lo largo de la trayectoria de aproximación deseada, utilizando las guías provistas por las NAVAIDS mediante referencia de los instrumentos de la aeronave y la utilización del equipo de a bordo;
- b) características de vuelo de la aeronave;

- c) características físicas de la aeronave;
- d) características del entorno de tierra y obstáculos;
- e) competencia de las tripulaciones de vuelo;
- f) extensión hasta donde la información visual debe ser utilizada para controlar la aeronave; e
- g) interacción de dichos factores para proveer una performance satisfactorio del sistema completo.

2. Precisión del control de la trayectoria de vuelo

2.1 La precisión del control de la trayectoria de vuelo, depende al menos de los siguientes factores:

- a) exactitud e integridad de las “señales en el espacio” irradiadas por las NAVAIDS (precisión e integridad de las NAVAIDS);
- b) exactitud de los equipos de a bordo para detectar las “señales en el espacio” y para proveer información de instrumentos a los pilotos o A/P (exactitud de los equipos de a bordo); y
- c) precisión con la que la tripulación de vuelo o A/P mantiene la trayectoria de vuelo deseada en condiciones de medioambiente variable (error técnico de vuelo).

3. Franqueamiento de obstáculos

3.1 El franqueamiento de obstáculos es logrado por la tripulación de vuelo a través de ver y evitar los obstáculos, por la utilización de la información de los instrumentos y/o a través del diseño de procedimientos por instrumentos. No siempre es práctico diseñar un procedimiento por instrumentos que permita disponer de información instrumental para ser utilizada en la evasión de obstáculos. En dichas situaciones, son establecidos mínimos de operación que aseguran que las tripulaciones de vuelo tengan condiciones de visibilidad suficiente para identificar los obstáculos y maniobrar en forma segura para el aterrizaje, utilizando referencias visuales externas. La medida del área dentro de la cual deben ser considerados los obstáculos, está determinada por la exactitud en los sistemas de guías y control, y la aptitud de los pilotos. La precisión total de un sistema es el área más pequeña en la cual deben ser considerados los obstáculos (menos obstáculos) y normalmente se pueden establecer mínimos de operación más bajos. Cuando los obstáculos no son limitativos, la altura a la cual puede ser conducida una aproximación sin establecimiento de una referencia visual externa, esta limitada por el rendimiento del sistema total. Generalmente, incrementando la precisión, confiabilidad e integridad del sistema total (ambos, los emplazados en tierra y los de a bordo), son alcanzados los mínimos de operación más bajos.

Nota.- En los PANS-OPS, Volumen I, figura información para los pilotos y el personal de operaciones de vuelo sobre los parámetros relativos a los procedimientos de vuelo y sobre los procedimientos operacionales. Los criterios para la construcción de procedimientos de vuelo visual y por instrumentos figuran en los PANS-OPS, Volumen II. Los criterios sobre el franqueamiento de obstáculos y los procedimientos empleados en ciertos Estados pueden diferir de los que se encuentren en los PANS-OPS y, por motivos de seguridad, es importante conocer estas diferencias. (Anexo 6, Parte I, Capítulo 7.1 a) o b)).

4. Función de las referencias visuales externas

4.1 Excepto para ciertas operaciones de CAT III, la información visual externa es esencial para que un piloto pueda realizar un aterrizaje seguro o para completar la aproximación y aterrizaje. Esta información visual externa (referencias visuales) es necesaria para la tripulación de vuelo cuando debe valorar la posición tridimensional de la aeronave, su velocidad y aceleración o

desaceleración en relación a la superficie en la cual se intenta un aterrizaje o despegue. Dicha información es esencial para la tripulación de vuelo cuando maniobra manualmente (o cuando está evaluando el rendimiento del A/P que está maniobrando) la aeronave en la alineación con el eje de la superficie de aterrizaje o despegue. Las referencias visuales externas son esenciales para que un piloto realice un aterrizaje con seguridad, dentro de la TDZ y para mantener el control direccional y evitar los obstáculos. En condiciones de degradación de la visibilidad, la calidad de la información visual externa puede ser mejorada significativamente, con el uso de ayudas visuales, tales como marcas y luces de pista. Dichas ayudas visuales son necesarias para incrementar lo notable de la superficie de despegue y aterrizaje. Estas ayudas proveen al piloto las referencias necesarias durante el despegue y el aterrizaje, las etapas finales de la aproximación y aterrizaje y el movimiento en tierra. La importancia de las ayudas visuales se incrementa a medida que decrecen las condiciones de visibilidad.

4.1.1 las luces de aproximación, las luces de la TDZ, luces de eje de pista, luces de borde de pista y marcas de pista, proveen referencias visuales a los pilotos para evaluar la posición lateral y velocidad transversal o aceleración.

4.1.2 Las luces de aproximación, las luces de umbral de pista, luces dentro de la pista y marcas de pista, proveen una referencia visual para el movimiento durante el aterrizaje, despegue, rotación y ascenso inicial.

4.1.3 Las luces de la TDZ y las marcas de pista indican el plano de la superficie de aterrizaje e identifican el área de toma de contacto, de ese modo proveen una referencia vertical y longitudinal. Estas ayudas visuales proveen la información visual necesaria para que la tripulación de vuelo determine la posición vertical, relación de descenso y aceleración o desaceleración vertical.

4.1.4 La información de guía visual desde las luces dentro de la pista y/o las marcas, deben ser suficientes para asegurar una información de control direccional y alineación, durante el despegue o durante las etapas finales del aterrizaje y desaceleración.

4.1.5 Las referencias a las ayudas visuales externas es un requerimiento primario para el control de la trayectoria de la aeronave cuando se está operando por debajo de las altitudes (alturas) mínimas publicadas para el vuelo por instrumentos.

5. Máximas razones de descenso

5.1 Percepción de las limitaciones.- Las condiciones de visibilidad restringida afecta significativamente a la habilidad de la tripulación de vuelo para detectar o percibir visualmente la altura vertical, la velocidad vertical de descenso (velocidad vertical) y la aceleración vertical. Así como van decreciendo las condiciones visuales, la habilidad de la tripulación de vuelo para percibir la altura vertical, la velocidad vertical de descenso y la aceleración vertical, se degradan más rápidamente que para percibir los errores laterales y aceleraciones laterales (véase discusión de la ilusión visual en Subsección 20). Aquellos que establecen los mínimos de operación, deben considerar estas limitaciones humanas de percepción.

5.2 Limitaciones estructurales de la aeronave.- De acuerdo al criterio de diseño estructural, la estructura de la aeronave debe tolerar la velocidad vertical de descenso de aterrizaje (velocidad vertical) de por lo menos diez pies por segundo (600 pies por minuto). Las velocidades verticales de descenso para el aterrizaje mayores que el máximo evaluado durante la certificación de una aeronave, puede causar serios daños estructurales, incluyendo fallas catastróficas. Por lo tanto, los diseños de las aproximaciones por instrumentos deben prever velocidades verticales de descenso que den a los pilotos la capacidad de detectar situaciones inaceptables y ajustar la trayectoria de vuelo para realizar aterrizajes seguros, considerando las ayudas visuales y los mínimos de operación. Las ayudas visuales y los mínimos de operación deben proporcionar una alta probabilidad de que los pilotos sean capaces de adecuar el control de la aeronave y ajustar la trayectoria de vuelo vertical, para alcanzar una velocidad vertical de descenso aceptable en el punto de toma de contacto

y el aterrizaje dentro de la TDZ.

5.3 Máxima velocidad vertical de descenso aceptable.- La experiencia operacional y la investigación han demostrado que una velocidad vertical de descenso mayor a aproximadamente 1000 pies por minuto, es inaceptable durante la etapa final de una aproximación (por debajo de los 1000 pies sobre el terreno). Esto es debido a una limitación de percepción humana, la cual es independiente de la aeronave que está siendo operada y también aplicable a los helicópteros. Por lo tanto los procedimientos de aproximación por instrumentos y las prácticas y técnicas operacionales, deben asegurar que no son requeridas ni permitidas, las velocidades verticales de descenso de más de 1 000 pies por minuto, tanto en las porciones de vuelo por instrumentos como visuales, en una operación de aproximación y aterrizaje. Los mínimos de operación y la disponibilidad de las ayudas visuales deben proveer una seguridad razonable de que un piloto tendrá referencias visuales externas en la porción visual de todos los procedimientos de vuelo por instrumentos (exceptuadas ciertas operaciones de CAT III). Para ser considerada adecuada, la referencia de ayuda visual externa, debe permitir al piloto la percepción adecuada de velocidad vertical de descenso y maniobrar la aeronave manualmente (o evaluar el rendimiento del A/P) para alcanzar una velocidad vertical de descenso de aterrizaje y un punto de toma de contacto aceptable, considerando los mínimos de operación y las ayudas visuales disponibles.

6. Diseño de la cabina de pilotaje

El diseño físico de la cabina de pilotaje de una aeronave tiene un impacto significativo en las condiciones de visibilidad durante el despegue y las etapas finales de una aproximación por instrumentos y aterrizaje. El diseño de la cabina de pilotaje tiene un efecto directo en la habilidad de la tripulación de vuelo para determinar la posición tridimensional de una aeronave en relación al aterrizaje y el despegue, y consecuentemente, la habilidad para controlar la trayectoria de vuelo de una aeronave, con seguridad. Por lo tanto, el diseño de la cabina de pilotaje es un factor importante en el establecimiento de los mínimos de operación de una aeronave particular. (Véase la Subsección 17 de este capítulo). Normalmente, los aviones con las cabinas de pilotaje más amplias (mejor visión angular sobre la nariz) y una actitud de cabeceo más suave, proveen mejores condiciones de visibilidad. El mejoramiento de las condiciones de visibilidad que derivan del diseño de cabinas de pilotajes mejoradas, puede ser utilizado para justificar mínimos de operación más bajos. Por ejemplo, la porción completa de la nariz del fuselaje de la cabina del Concorde, se rebate hacia abajo para el aterrizaje para compensar la actitud de cabeceo tan alta, en la configuración para el aterrizaje. De esta manera el Concorde mantiene las condiciones de visibilidad necesarias para las operaciones de mínimos más bajo.

7. Altitudes mínimas de vuelo por instrumentos

7.1 Excepto para ciertas operaciones de CAT III, todas las operaciones de aproximaciones y aterrizajes tienen limitaciones relacionadas con los obstáculos, equipo e instrumental de a bordo, equipo de navegación emplazado en tierra y/o ayudas visuales. En razón de estas limitaciones, para completar con seguridad las aproximaciones y aterrizajes por instrumentos, es requerida la información de las ayudas visuales. Los instrumentos de a bordo y el equipo, y las señales irradiadas en el espacio por las NAVAIDS basadas en tierra, deben proporcionar al piloto un guía adecuado para controlar la aeronave con seguridad, solamente por referencias por instrumentos, hasta que la aeronave llegue a una altura o altitud mínima preestablecida DH/A o MDA para vuelo por instrumentos. El sistema total (basados en tierra y de a bordo) no proporciona esa capacidad, por debajo de la altitud o altura mínima para vuelo por instrumentos. Por lo tanto, el descenso por debajo de la altura o altitud mínima para vuelo por instrumentos, solamente puede ser llevado a cabo con seguridad, cuando están disponibles las referencias visuales adecuadas. Si no están establecidas las referencias visuales adecuadas, la tripulación de vuelo debe ejecutar una aproximación frustrada por instrumentos a, o antes de, pasar por el MAPt.

Nota.- Descender por debajo de la altitud IFR establecida sin la adecuada referencia visual para controlar y maniobrar la aeronave al aterrizaje es inseguro y prohibido. Los mínimos de altura o altitud de vuelo por instrumentos en una aproximación

y aterrizaje por instrumentos están especificados de varias maneras, dependiendo del tipo y categoría de la aproximación por instrumentos que se está conduciendo.

7.1.1 Aproximaciones de no precisión.- Las alturas o altitudes mínimas de aproximaciones de no precisión pueden ser especificadas como una altura mínima de descenso (MDA), altura sobre el punto de contacto (HAT), altura sobre el aeródromo (HAA), altura mínima de descenso (MDH), altitud de franqueamiento de obstáculos (OCA), altura de franqueamiento de obstáculos (OCH) o límite de franqueamiento de obstáculos (OCL). MDA, HAT y HAA son utilizadas en los EEUU y otros Estados que utilizan los criterios de procedimientos de instrumentos en área terminal (TERPS). OCA, OCH y OCL son utilizados por aquellos Estados que lo tienen establecidos de acuerdo a los procedimientos de la OACI (PANS-OPS). Aunque en los nuevos procedimientos se ha eliminado la utilización del OCL, algunos Estados aún utilizan este criterio, de la versión anterior de los PANS-OPS. En algunos Estados, además de OCA y OCH, se proporcionan la MDA y MDH. MDA y OCA son altitudes de vuelo barométricas, referenciadas al nivel medio del mar (MSL). HAT, HAA, MDH, OCH y OCL son altitudes de radar o radioaltímetro, sea referenciado a la elevación del aeródromo, a la elevación del TDZ o a la elevación del umbral de pista utilizable para el aterrizaje.

- a) MDA y OCA pueden ser especificados para cualquier procedimiento de aproximación de no precisión;
- b) HAT, MDH, OCH u OCL pueden ser especificados para procedimientos de aproximaciones directas y de no precisión;
- c) HAA, MDH, OCH u OCL pueden ser especificados para maniobras de aproximación en circuito.

7.1.2 Aproximaciones de precisión.- La altura o altitud mínima para aproximaciones de vuelo por instrumentos de precisión, pueden ser especificadas como una altitud de decisión (DA), OCA, DH, OCH u OCL. En los EEUU y otros Estados que utilizan los criterios TERPS, la altitud mínima por instrumentos para aproximaciones de precisión, es DH. La DH esta especificada como la altitud de decisión referenciada al MSL para aeronaves equipadas solamente con altímetros barométricos y como HAT para aeronaves equipadas con radar o radioaltímetros. DA, DH, OCH u OCL son utilizados en la mayoría de los Estados y están en concordancia con los PANS-OPS de la OACI. DA y OCA está referenciada a una altitud barométrica (MSL). DH, OCH y OCL, en muchos Estados, están referenciados a una altura de radar o radioaltímetro, sea sobre la elevación del aeródromo, la elevación del TDZ o la elevación del umbral de pista utilizable para el aterrizaje.

7.1.3 Altura o altitud mínima permitida para vuelo por instrumentos.- La altura o altitud mínima permitida para vuelo por instrumentos para una aproximación de precisión y de no precisión, no puede ser menor a alguno de las siguientes:

- a) altura mínima especificada en el AFM;
- b) altitud o altura mínima de las señales provenientes del equipo de navegación basados en tierra o el espacio, que pueden ser tenidas en cuenta para el vuelo por instrumentos;
- c) altura o altitud que proporcione un adecuado franqueamiento de obstáculos;
- d) mínimos de altura o altitud autorizado para las tripulaciones de vuelo;
- e) altura o altitud mínima autorizada para el explotador para la combinación de aeronave y equipo;
- f) mínimos de altura o altitud permitido por el equipo operativo de a bordo y basado en tierra y en el espacio;

- g) mínimos de altura o altitud publicada o de otra manera establecido para la aproximación por instrumentos; y
- h) mínimos de altura o altitud autorizado en las OpsSpec para la operación que esta siendo conducida.

8. Visibilidad mínima y alcance visual en la pista

8.1 Al arribo a los mínimos de altura o altitud de vuelo por instrumentos y antes de pasar por el punto de decisión preestablecido, el PIC debe tener establecidas unas condiciones de visibilidad adecuadas para completar la aproximación y aterrizaje.

8.2 Los mínimos están expresados en visibilidad y/o RVR. Los criterios para establecer los mínimos de utilización de aeródromo, deben proporcionar una seguridad razonable de que la tripulación de vuelo puede establecer las condiciones de visibilidad requeridas antes de pasar el punto de decisión. Este criterio proporciona esa seguridad, si las condiciones meteorológicas informadas están a, o sobre los mínimos de aterrizaje, cuando es iniciada la aproximación. Para lograr este objetivo, los mínimos de operación especificados para el procedimiento (visibilidad y RVR) deben ser compatibles con las alturas o altitudes mínimas para vuelo por instrumentos y el punto de decisión especificado para el procedimiento. Por lo tanto, cuando el informe de las condiciones meteorológicas está dentro los mínimos autorizados, la tripulación de vuelo deberá ser capaz de establecer referencias visuales externas al arribar a la DH/A o MDA y antes de pasar por el punto de decisión (DH/A, MAPt). En dicho punto un piloto debe ser capaz de, con referencias visuales externas, maniobrar para un aterrizaje sin exceder una velocidad vertical de descenso de 1000 pies por minuto o exceder las limitaciones de la aeronave en el punto de toma de contacto. (véase Subsección 15 de este capítulo para la discusión de factores que afectan las condiciones de visibilidad). Por ejemplo, podría no ser práctico especificar una DH de 200 pies (HAT 200 pies) con unos mínimos de operación de RVR 700 pies, ya que el primer contacto, en una aeronave típica, no podría ocurrir hasta los 130 pies sobre la elevación de la TDZ. Los mínimos de operación también deben permitir que sean establecidas con anticipación las referencias visuales externas adecuadas, suficientes para realizar un descenso normal para el aterrizaje (menos de 1000 pies por minuto). Por ejemplo, no sería razonable especificar una MDA equivalente a un HAT de 400 pies y unos mínimos de operación de RVR 1600 pies para una aeronave turbomotor típico. En dicha situación, la tripulación de vuelo no podría establecer el primer contacto visual hasta que la aeronave esté dentro de los 4000 pies del umbral de pista y requeriría una velocidad vertical de descenso mucho mayor que 1000 pies por minuto para aterrizar dentro de la TDZ.

9. Seguridad operacional durante las aproximaciones frustradas

9.1 La mayoría de las aeronaves utilizadas en transporte aéreo comercial tienen la capacidad, en una configuración normal de aproximación y aterrizaje, de ejecutar una aproximación frustrada desde cualquier punto antes del punto de toma de contacto, aun cuando ocurran fallas significativas, tales como fallas de motor, hidráulicas o de A/P. Las capacidades de performance de la aeronave para una aproximación frustrada, deberían ser proporcionadas, y en particular, para las aproximaciones frustradas causadas por factores operacionales, tales como fallas de equipos basados a bordo o en tierra, contingencias del ATC, pérdidas de referencias visuales externas y del alineamiento con la superficie de aterrizaje. Dicha capacidad es requerida en todas las operaciones de CAT II y CAT III. Cuando sean establecidos los mínimos para aeronaves que no dispongan de esta capacidad, deben ser consideradas las consecuencias de las fallas que pueden descartar una aproximación frustrada segura. Los mínimos de operación para aeronaves sin la capacidad de realizar una aproximación frustrada segura, seguida de una falla de motor, deben proporcionar condiciones de visibilidad adecuadas para completar satisfactoriamente un aterrizaje forzado en una posición preestablecida. Los siguientes factores deben ser considerados, cuando se evalúa la seguridad de las aproximaciones frustradas desde cualquier punto de la aproximación antes del punto de contacto:

- a) la capacidad de la aproximación frustrada está basada en condiciones normales de operación en los mínimos de operación más bajos autorizados. Deben ser considerados los factores relacionados con la geometría de la aeronave durante la transición a la aproximación frustrada (tales como impacto de la cola). Otros factores a ser considerados son las referencias visuales disponibles, modo de transferencia del A/P o F/D, pérdida de altura durante la transición a la aproximación frustrada y altura perdida debido al malfuncionamiento del A/P;
- b) si de la aproximación frustrada resulta un contacto inadvertido con la superficie de aterrizaje, debe ser considerada la seguridad en dicho caso. El diseño de la aeronave y/o los procedimientos utilizados deben ser acomodados para los factores relevantes. Los ejemplos de factores relevantes que deben ser considerados incluyen la operación de los motores, operación del acelerador automático, frenos automáticos, spoilers automáticos, modo de transferencia del A/P y otros sistemas que puedan afectar adversamente en un contacto inadvertido con la superficie de aterrizaje;
- c) si la ocurrencia de una condición de falla en la aeronave o sus equipos asociados pudiera descartar una aproximación frustrada segura a baja altitud, dichas condiciones de fallas deben ser claramente identificadas. En dichos casos, debe ser especificada la altura mínima desde donde debe iniciarse una aproximación frustrada con seguridad, si ocurriera alguna falla. Si la falla ocurre por debajo de esta altura, los pilotos deben estar alertados de los efectos o consecuencias de cualquier intento de aproximación frustrada; y
- d) a las tripulaciones se les debe proporcionar información concerniente a los procedimientos apropiados para las aproximaciones frustradas a baja altura y la pérdida de altura esperada. Si está autorizada la conducción de determinadas operaciones de aproximaciones y aterrizaje con un motor inoperativo, también se les debe proporcionar a las tripulaciones de vuelo, la información de la pérdida de altura con un motor inoperativo.

10. Concepto de altura de decisión (DH)

10.1 La DH es un concepto fundamental para las operaciones de aproximación y aterrizaje de precisión de CAT I y CAT II. Es también un concepto esencial en ciertas operaciones de CAT III. Este concepto fue desarrollado después de la introducción de los turbo reactores en 1958. Esto fue establecido para resolver los problemas creados por el uso de un techo como un elemento de mínimos de operación, especialmente durante rápidos cambios en las condiciones meteorológicas. La utilización del concepto de DH también aumentó la seguridad de las operaciones en condiciones de degradación de la visibilidad. Una DH está establecida para requerir al piloto que, antes de pasar una altura especificada, decida si están disponibles las referencias visuales adecuadas para llevar a cabo las siguientes acciones:

- a) verificación que la aeronave está en una posición tal que permitirá un aterrizaje seguro en la TDZ;
- b) determinar que existen las referencias visuales externas suficientes y están disponibles para maniobrar manualmente la aeronave (o evaluar la maniobra del A/P en operaciones de CAT II y CAT III) en la alineación con el eje de la pista; y
- c) determinar que la aeronave puede ser maniobrada al punto de toma de contacto dentro del TDZ, que es posible mantener el control direccional dentro de la pista y que la aeronave puede ser detenida dentro de la longitud de pista disponible.

10.2 Desde el punto de vista operacional, la DH es el límite hasta el cual la tripulación de vuelo puede descender antes de tomar la decisión de iniciar una maniobra de aproximación frustrada si no se ha establecido la referencia visual requerida para continuar la aproximación. Si no se han establecido las referencias visuales requeridas para continuar con seguridad la aproximación, antes de pasar la DH, debe ser ejecutada una aproximación frustrada, en la DH. Esto no significa que un

piloto debe esperar hasta el arribo a la DH, para decidir una aproximación frustrada o continuar con la aproximación basada en las referencias visuales. El proceso de toma de decisión empieza cuando es iniciada la aproximación y continúa durante la misma. La tripulación de vuelo debe evaluar continuamente la información de desplazamiento del curso y la trayectoria de planeo, durante la aproximación. Conociendo que esos cambios significativos no pueden ocurrir instantáneamente, la tripulación de vuelo empieza a formular las decisiones concernientes de la probabilidad de una aproximación exitosa, mucho antes de alcanzar la DH. Aunque la DH es un punto específico en el espacio, en el cual un piloto debe tomar una decisión operacional, la tripulación de vuelo acumula la información requerida para tomar esa decisión a lo largo de la aproximación. Es incorrecto asumir que todos los aspectos del proceso de la toma de decisión son demorados hasta el instante crítico en que la aeronave arriba a la DH. Las referencias visuales que aparecen disponibles durante el descenso a la DH aumentan la formulación que se hace la tripulación de vuelo respecto a la decisión que debe tomar en la DH. Sin embargo, la decisión operativa acerca de continuar la aproximación por referencia visual, debe ser tomada antes de pasar por la DH. En la DH, si la tripulación de vuelo está satisfecha con el total de las pautas de las referencias visuales que proporcionan la guía suficiente y la aeronave está en una posición y derrota tal que permita realizar un aterrizaje en forma segura, la decisión de continuar la aproximación por referencias visuales, es apropiada. Sin embargo, si la tripulación de vuelo no está satisfecha con todas esas condiciones existentes, debe ser ejecutada una aproximación frustrada.

10.3 La decisión que debe tomar el PIC, antes de pasar la DH no es un compromiso para aterrizar. Es una decisión para continuar una aproximación basadas en referencias visuales. Esta distinción es importante, ya que existe la posibilidad que, al arribo a la DH, las referencias visuales sean inadecuadas para completar el aterrizaje con seguridad o la aeronave puede desviarse de la trayectoria de planeo a un punto desde donde no es posible realizar un aterrizaje con seguridad. Dado que están involucradas muchas variables, la decisión final para el compromiso de decidir el aterrizaje, es el PIC y es un juicio primario basado en todos los factores operacionales relevantes. El PIC normalmente debería demorar la decisión de compromiso de aterrizar, hasta las etapas finales del enderezamiento y el aterrizaje.

10.4 La siguiente es una lista de expresiones que definen la DH:

- a) la DH es un punto de decisión especificado;
- b) la DH es el punto al cual debe ser iniciada una determinada acción (ya sea, la aproximación es continuada por referencia de ayudas visuales o la aproximación es finalizada con una aproximación frustrada);
- c) la DH es la altura mas baja permisible a la cual una aproximación de precisión por instrumentos puede ser continuada únicamente por referencias visuales a los instrumentos de vuelo;
- d) la DH es el límite hasta el cual un piloto puede descender para continuar la aproximación por referencias visuales externas.

10.5 La siguiente es una lista de expresiones que definen que la **DH no es**:

- a) la DH no es un punto donde es tomada la decisión de aterrizar;
- b) la DH no es un punto donde se inicia el proceso de toma de decisión;
- c) la DH no es el último punto al cual podría o debería iniciarse una aproximación frustrada;
- d) la DH no es un punto donde todos los aspectos de la decisión son instantáneamente formulados.

11. Concepto de la altitud mínima de descenso (MDA) y de punto de aproximación frustrada (MAPt)

11.1 El concepto de MDA/MAPt es fundamental para la seguridad operacional, en las operaciones de aproximaciones de no precisión. En ciertas localidades no existe información de trayectoria de planeo, debido a problemas de obstáculos o de terreno, problemas de línea de vista de las NAVAIDS y factores de costo-beneficio. El concepto de MDA/MAPt proporciona la seguridad en las operaciones de aproximaciones de no precisión en condiciones de vuelo por instrumentos, sin información electrónica de la trayectoria de planeo.

11.2 Altitud mínima de descenso (MDA).- Una MDA es la altitud más baja permisible (en una aproximación que no es de precisión o en una aproximación en circuito) a la cual la aeronave puede ser controlada por referencia únicamente de información instrumental y por debajo de la cual no debe efectuarse el descenso sin la referencia visual requerida. Después de pasar el FAF un piloto debería descender a la MDA tan pronto como sea posible, a fin de que la tripulación de vuelo pueda lograr las referencias visuales suficientes, mientras todavía se encuentra en una posición para completar con seguridad una aproximación y aterrizaje por referencias visuales. Una MDA es establecida para requerir que la tripulación de vuelo, antes de descender por debajo de la altura especificada y antes de pasar el MAPt, determine que están disponibles las referencias visuales adecuadas para completar las siguientes acciones:

- a) verifique que la aeronave está en una posición que permitirá un aterrizaje seguro en el TDZ;
- b) determine que existen suficientes referencias visuales disponibles para maniobrar manualmente la aeronave para alinearla con el eje de la pista, punto de contacto dentro de la TDZ y mantener el control direccional en la pista.

Nota.- Para la MDA se toma como referencia el MSL y para la MDH, la elevación del aeródromo o la elevación del umbral, si éste estuviera a más de 2 m (7 pies) por debajo de la elevación del aeródromo. Para la MDA en aproximaciones en circuito se toma como referencia la elevación del aeródromo.

Nota.- La referencia visual requerida significa aquella sección de las ayudas visuales o del área de aproximación que debería haber estado a la vista durante el tiempo suficiente para que la tripulación de vuelo pudiera hacer una evaluación de la posición y de la rapidez del cambio de posición de la aeronave, en relación con la trayectoria de vuelo deseada. En el caso de la aproximación en circuito, la referencia visual requerida es el entorno de la pista.

1) La siguiente es una lista de expresiones que definen la MDA:

- la MDA es la altitud mínima permisible a la cual una aproximación de no precisión puede ser continuada por referencia, solamente, a los instrumentos de vuelo;
- la MDA es el límite a la cual un piloto puede descender antes de tomar la decisión de continuar o no la aproximación utilizando referencias visuales externas; y
- la MDA es la altitud mínima a la cual la aeronave puede descender, a menos que la tripulación de vuelo determine que la aeronave está en una posición desde la cual pueda ser maniobrada utilizando una velocidad vertical de descenso normal (menor a 1 000 pies por minuto) hacia el punto de contacto dentro de la TDZ.

2) La siguiente es una lista de expresiones que definen que la **MDA no es**:

- la MDA no es un punto de decisión especificado;
- la MDA no es un punto en el cual es iniciada una acción específica;
- la MDA no es un punto donde se inicia el proceso de toma de decisión;

- la MDA no es el último punto al cual podría o debería iniciarse una aproximación frustrada;
- la MDA no es un punto donde todos los aspectos de la decisión son instantáneamente formulados.

11.3 Punto de aproximación frustrada (MAPt).- Dado que la trayectoria de planeo electrónica no es utilizada en las aproximaciones de no precisión, es necesario definir un punto en o cerca del aeródromo, desde donde deba ser ejecutada una aproximación frustrada, si no están disponibles las referencias visuales necesarias para continuar la aproximación con seguridad. Dicho punto es especificado como MAPt. Un MAPt es una posición aérea tridimensional donde la MDA pasa sobre una posición fija geográfica (el MAPt).

a) La siguiente es una lista de expresiones que definen la MAPt:

- 1) el MAPt es un punto de decisión especificado;
- 2) el MAPt es el último punto al cual una aproximación puede ser continuada por referencia solamente de los instrumentos de vuelo. Después del MAPt, la aproximación debe ser descontinuada; y
- 3) el MAPt es el último punto al cual la aproximación frustrada puede ser ejecutada con seguridad en condiciones por instrumentos.

b) La siguiente es una lista de expresiones que definen que el **MAPt no es**:

- 1) el MAPt no es el último punto en el cual un piloto puede decidir continuar la aproximación por referencias visuales externas. A menudo, el MAPt está localizado en un punto donde la tripulación de vuelo no puede descender con seguridad y aterrizar si se mantiene la MDA una vez arribado al MAPt (por ejemplo cuando el MAPt está localizado sobre el VOR en el aeródromo);
- 2) el MAPt no es un punto donde es tomada la decisión o compromiso de aterrizar;
- 3) el MAPt no es un punto donde se inicia el proceso de toma de decisión;
- 4) el MAPt no es un punto donde todos los aspectos de la decisión son instantáneamente formulados.

12. Concepto de maniobra de aproximación en circuito

12.1 En muchas situaciones, los criterios de diseño de aproximación por instrumentos no permite aproximaciones directas a la pista de aterrizaje. En dichas situaciones, es necesaria una aproximación en circuito, para maniobrar el avión para el aterrizaje en la pista en uso. Las maniobras de aproximación en circuito son normalmente necesarias cuando existen problemas de obstáculos o terreno. Las maniobras de aproximación en circuito también son requeridas cuando la NAVAID está localizada en una posición que descarta una aproximación directa a la pista en uso.

12.2 La maniobra de aproximación en circuito puede ser iniciada desde un procedimiento de aproximación de precisión o desde un procedimiento que no es de precisión y debe ser realizada enteramente por referencias visuales externas. Las guías de trayectoria de planeo o curso electrónico no pueden ser utilizadas para ejecutar la aproximación en circuito. La aproximación en circuito no es una maniobra por instrumentos. Durante la aproximación en circuito debe ser mantenida una referencia visual suficiente para maniobrar manualmente el avión al aterrizaje. La tripulación de vuelo debe mantener la posición del avión dentro del área de maniobra, mientras

ejecuta la aproximación en circuito.

12.3 La MDA debe mantenerse hasta que el avión (utilizando maniobras normales) esté en una posición desde la cual pueda ser ejecutado un descenso normal (menor a 1 000 pies por minuto) al punto de contacto dentro de la TDZ. Es muy importante que los pilotos entiendan que el procedimiento de aproximación frustrada publicado, puede no proporcionar un franqueamiento de obstáculos adecuado, especialmente durante la porción inicial de una aproximación frustrada ejecutada desde una maniobra de aproximación en circuito. La aproximación frustrada publicada está diseñada para proporcionar un franqueamiento de obstáculos, solamente cuando la aproximación frustrada es ejecutada en un curso de aproximación final a o sobre la MDA y antes de pasar el MAPt. Una aproximación frustrada publicada no garantiza el margen de seguridad necesaria cuando la misma se ejecuta pasado el MAPt y/o por debajo de la MDA. El avión se debe mantener dentro del área de maniobra de la aproximación en circuito establecida, hasta que el avión esté a o sobre la MDA y se establezca en el curso de aproximación frustrada.

12.4 Los siguientes conceptos resumen los conceptos básicos de una maniobra de aproximación en circuito:

- a) la aproximación en circuito es una maniobra de vuelo visual;
- b) deben ser mantenidas suficientes referencias visuales para maniobrar manualmente el avión hasta el aterrizaje, a través de toda la maniobra;
- c) el avión debe mantenerse a la MDA hasta que la misma esté en una posición desde la cual pueda ser ejecutado un aterrizaje con seguridad;
- d) cuando las referencias visuales externas se pierdan o no pueden ser mantenidas para maniobrar manualmente el avión, debe ser ejecutada una aproximación frustrada; y
- e) el procedimiento de aproximación frustrada publicado no garantiza el franqueamiento de obstáculos durante la fase inicial de la aproximación frustrada, si ésta es iniciada desde una aproximación en circuito, después de descender debajo de la MDA y después del MAPt. Por lo tanto, cuando se ejecuta una aproximación frustrada desde una aproximación en circuito, la dirección del viraje inicial debe ser realizada siempre hacia el aeródromo para asegurar el franqueamiento de obstáculos y para mantener el avión dentro del área de maniobra hasta que esté sobre la MDA y pueda proceder con seguridad al curso de la aproximación frustrada.

13. Concepto de alcance visual en la pista (RVR)

13.1 Los mínimos de operación están definidos como visibilidad en tierra y RVR. El concepto de RVR ha evolucionado durante un largo periodo. A medida que los mínimos de operación han ido reduciéndose debido a las mejoras de los equipos basados en tierra y de a bordo, se volvió más probable que los pilotos no pudieran ver la longitud total de la pista al llegar a un punto especificado de decisión. Las posiciones establecidas para obtener las observaciones de visibilidad estaban a menudo a varias millas del final del procedimiento de aproximación a las pistas. El resultado de los valores de visibilidad informados, frecuentemente no representaba las condiciones de visibilidad encontradas en la etapa final de una aproximación y aterrizaje. Dicha deficiencia fue particularmente crítica cuando ocurrían rápidos cambios meteorológicos dentro del área terminal. Dichos factores generaron la necesidad de sistemas como el RVR, el cual proporciona información rápida y confiable de las condiciones de visibilidad que la tripulación de vuelo espera encontrar en la TDZ y a lo largo de la pista.

13.1.1 El RVR es la distancia hasta la cual la tripulación de vuelo de una aeronave que se encuentra sobre el eje de una pista puede ver señales de superficie de la pista o las luces que la delimitan o que señalan su eje. La medida del RVR es tomada por un sistema de transmisómetros

calibrados y toma en cuenta los efectos del contraste ambiental de la luminosidad e intensidad de las luces de pista. El sistema de transmisómetros está estratégicamente localizado para proporcionar la medida RVR asociada con una o más de las tres porciones básicas de la pista: punto de toma de contacto (TDZ RVR), punto medio (MID RVR) y, extremo de parada (Rollout RVR).

13.1.1.1 El RVR es un valor derivado de instrumentos que reflejan una condición creada de visibilidad artificial en o cerca de la porción de la pista asociada con el informe de RVR. Esta condición artificial creada, es lograda utilizando las luces de borde de pista de alta intensidad, de TDZ y de eje de pista. Dichas luces incrementan la claridad de la superficie de aterrizaje y el alcance del piloto, por lo tanto crean condiciones de visibilidad que son significativamente mejores que la visibilidad en tierra informada. Para una densidad de niebla particular, el RVR informado será significativamente mejor, porque el RVR está basado en la utilización de luces de alta intensidad. Dado que el RVR está basado en luces de alta intensidad, un informe de RVR sólo tiene significado cuando está asociado con las de visibilidad a, o cerca de la porción de la pista de donde se ha obtenido el informe (TDZ RVR, MID RVR o Rollout RVR).

TDZ, MID o Rollout). Un informe de RVR no tiene significado a menos que un piloto también esté viendo las luces de alta intensidad en las cuales está basado el informe.

13.1.1.2 Para aplicar apropiadamente los mínimos de operación, es importante entender el RVR. La siguiente es una lista de expresiones que definen que es el RVR:

- a) el RVR es un valor derivado de un instrumento;
- b) el RVR es normalmente medido por transmisómetros localizados aproximadamente a 400 pies del eje de la pista;
- c) el RVR está relacionado con la transmisividad (grado de opacidad) de la atmósfera;
- d) el RVR es una aproximación de la distancia a la cual un piloto podría ver cuando el avión está en, o ligeramente arriba, de la porción de la pista asociada con el informe;
- e) el RVR es calibrado con referencias a las luces de la pista y/o al contraste de objetos;
- f) el RVR es un valor que varía con las condiciones de las luces de pista;
- g) el RVR es un valor que sólo tiene significado para las porciones de la pista asociada a un informe de RVR (TDZ, MID o Rollout).

13.1.1.3 La siguiente es una lista de expresiones que definen que el **RVR no es**:

- a) El RVR no es una medida de visibilidad meteorológica;
- b) el RVR no es una medida de visibilidad de superficie o de la torre de control;
- c) el RVR no es una medida de la condición de visibilidad en calle de rodaje, rampas o plataforma de estacionamiento;
- d) el RVR no es una medida de condición de visibilidad a, o cerca de la MDA o DH; y
- e) el RVR no es "visibilidad".

Nota.- Como información, el RVR es un valor que de noche, puede ser cinco o seis veces más grande que la visibilidad en tierra y dos a tres veces mayor durante el día.

13.1.2 Concepto del RVR de control.- El RVR de control se refiere a los valores notificados de uno o más emplazamientos de notificación RVR (TDZ RVR, MID RVR o Rollout RVR) que se utilizan para determinar si se cumplen o no los mínimos de utilización. Cuando se emplea el RVR, el RVR de control es el RVR del punto de toma de contacto, salvo que de otro modo lo prescriban los criterios del Estado. El RVR de control significa que los informes de RVR son utilizados para determinar los mínimos de operación, cuando dichos mínimos de operación estén especificados en términos de RVR y siempre que los informes de RVR estén disponibles para la pista a ser utilizada. Las operaciones de CAT I pueden estar basadas ya sea en visibilidad o en RVR. Todas las operaciones de CAT II y CAT III, están basadas en RVR. La utilización de la visibilidad en CAT II y CAT III está prohibida porque la visibilidad informada puede no representar las condiciones de la visibilidad en la pista. Los mínimos de despegue y aterrizajes para todas las categorías de operación, están establecidos en el Doc 9365 – Manual de operaciones todo tiempo de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI).

14. Factores generales que afectan las condiciones de observación visual

14.1 Las condiciones de visibilidad durante las operaciones de todo tiempo en áreas terminales son afectadas por diversos factores. Dichos factores están relacionados con el diseño de las aeronaves, las condiciones meteorológicas, nivel de luces ambientales (día o noche), entorno del aeródromo y ayudas visuales disponibles. Las condiciones de visibilidad también son afectadas por factores operacionales, tales como la configuración de la aeronave, velocidad, masa bruta, la maniobra que está siendo conducida, utilización de las luces del avión, nivel de luces seleccionadas en la cabina de pilotaje y la referencia de la posición de los ojos del piloto (ajuste apropiado del asiento). Cualquiera de dichos factores puede afectar adversamente las condiciones de visibilidad durante una operación particular en condiciones por instrumentos.

14.2 El efecto de dichos factores aumenta significativamente a medida que la visibilidad del RVR disminuye. Por ejemplo, el ajuste del asiento del piloto (referencia de la posición de los ojos) que utilizan los pilotos para operación en ruta o CAT I en algunos aviones, pueden no proporcionar una condición de visibilidad adecuada para operaciones de despegue y aterrizaje en condiciones meteorológicas de CAT II y CAT III (véase Subsección 18 de éste capítulo). Las discusiones en las Subsecciones 15 a 18, intentan proporcionar un entendimiento básico de algunos factores generales que afectan a las condiciones de visibilidad.

15. Condiciones meteorológicas/estructura de la niebla

15.1 Las condiciones meteorológicas tienen el efecto más evidente en las condiciones de visibilidad. La humedad visible tal como las nubes, lluvia, nieve y niebla, son los elementos más comunes que obstruyen la visibilidad de la tripulación de vuelo. Las partículas en el aire tales como humo, polvo o bruma también pueden obstruir significativamente la visión. Durante las operaciones en condiciones meteorológicas de CAT I, las obstrucciones de visión más frecuentes están relacionadas con las bases de las nubes, precipitación visible y partículas en el aire. En operaciones en condiciones meteorológicas de CAT II y en especial en condiciones de CAT III, las obstrucciones primarias de la visión, son varias formas de niebla. Los factores primarios asociados con dichos tipos de obstrucciones a la visión del piloto y aquellas que tienen los efectos más significativos en las condiciones de visibilidad, son las siguientes:

- a) densidad de la obstrucción (números de partículas en el aire por unidad de volumen);
- b) profundidad de la obstrucción (espesor);
- c) variación en densidad en función de la altura sobre la superficie (estructura vertical); y
- d) variación en densidad como una función de distancia desde la pista (estructura lateral).

15.2 Estructura vertical/lateral.- Las bases de las nubes comúnmente encontradas en condiciones meteorológicas de CAT I, representan un ejemplo extremo de estructura vertical. Las bases de las nubes son creadas por un cambio abrupto en la densidad de las gotas de agua suspendidas en la atmósfera como función de la altura sobre la superficie (la densidad de las gotas de agua aumenta bruscamente a medida que aumenta la altura). Arriba de la base de las nubes, la visibilidad es significativamente restringida debido a la mayor densidad de las gotas en suspensión. A medida que la nube es penetrada en descenso, las condiciones de visibilidad mejoran rápidamente, debido a la reducción en la densidad del fenómeno de oscurecimiento. Otro ejemplo de estructura vertical es la condición conocida como niebla "homogénea". La densidad de las gotas en la niebla homogénea es uniforme con la altura y no varía con el descenso del avión. En la niebla homogénea clásica, las condiciones de visibilidad mejoran gradualmente a medida que el avión desciende, primariamente porque la profundidad de la obstrucción de la visión disminuye a medida que la distancia entre los ojos del piloto y la pista disminuye. (véase Figura 10 – 3 – Segmento visual vs. *altitud de radio* y Figura 10 – 4 – *Comparación entre un segmento visual a 50 pies y durante el recorrido de aterrizaje*). La niebla baja representa el extremo opuesto al ejemplo de la base de nubes. Cuando existe niebla baja, la densidad de las gotas se incrementa a medida que el avión desciende dentro de la niebla. En estas situaciones, las condiciones de visibilidad pueden disminuir drásticamente y resulta en la pérdida de las ayudas visuales externas adecuadas que son necesarias para maniobrar manualmente el avión en la etapa final del aterrizaje. La niebla baja suele ser insidiosa. En algunas condiciones de niebla baja, puede ser visible toda la superficie de la pista a varios kilómetros de distancia en la aproximación final, pero justo antes del punto de contacto, las condiciones de visibilidad pueden deteriorarse a menos de 200 metros. Aunque la variabilidad de las condiciones de la niebla es casi infinita, se definen tres tipos de estructuras generales de niebla, para mejor comprensión:

Figura 10 – 3 – Segmento visual vs. altitud de radio

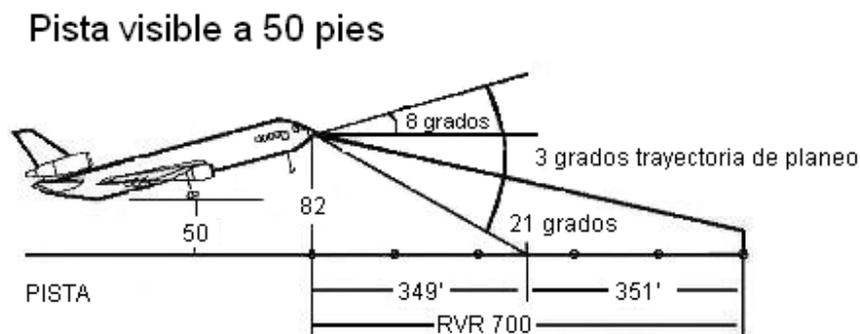
Atmósfera homogénea (tipo de avión L1011 en A 3-grados de trayectoria de vuelo a 1 800 pies RVR)

Distancia al contacto	Altura de vista del piloto	Altura del radioaltímetro	Segmento visible
7633	404	373	0
6223	331	300	333
5746	306	275	445
5269	281	250	558
4792	256	225	670
4315	231	200 (DH)	782
3838	206	175	893
3361	181	150	1004
2884	156	125	1115
2407	131	100	1225
1930	106	75	1335

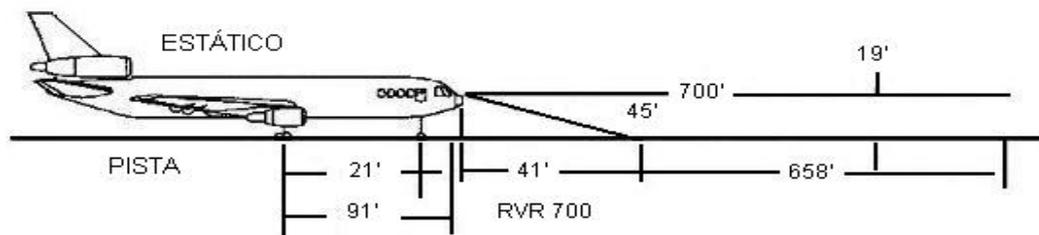
1453	81	50	1444
968	61	30	1532
484	44	13	1606
TD	31	TD	1663

- a) Niebla “homogénea”.- La niebla homogénea es una condición en la cual la densidad es uniforme con la altura (estructura vertical uniforme). La condición de niebla homogénea es la condición típica de niebla programada en los simuladores de vuelo. En los escenarios de entrenamiento, utilizando esta condición de niebla, las condiciones de visibilidad mejoran constantemente a medida que el avión desciende. Las condiciones de niebla homogénea son encontradas normalmente en condiciones meteorológicas estables y persisten por largos periodos de tiempo.
- b) Niebla “madura”.- Es la condición de niebla en la que la densidad de las gotas se incrementa con la altura. Las condiciones de visibilidad se deterioran rápidamente con la altura y mejora rápidamente a medida que el avión desciende. Las nieblas maduras raramente se programan en los simuladores de vuelo. Las nieblas maduras se encuentran normalmente, cuando la niebla comienza a “levantar” después de un periodo extenso de niebla homogénea estable. A menudo, las nieblas maduras evolucionan como base de nube antes de disiparse.
- c) Niebla baja.- Las nieblas bajas son una condición en la cual la densidad de las gotas de agua disminuye con la altura. La visibilidad rápidamente aumenta con la altura y por el contrario, se deterioran cuando el avión desciende. En casos extremos, durante la formación inicial de la niebla baja es posible en aviones grandes (B-747) ver la torre de control y los empenajes de otros aviones, pero no ver la pista o las calles de rodaje. Las nieblas bajas normalmente se encuentran cuando se empiezan a formar las nieblas de radiación por el enfriamiento del suelo al atardecer. Si están dadas las condiciones por un periodo extendido, las nieblas bajas normalmente evolucionan en nieblas homogéneas o maduras.

Figura 10-4 – Comparación entre un segmento visual a 50 pies y durante el recorrido de aterrizaje



Condiciones visuales en el recorrido de aterrizaje



15.3 La estructura de las nieblas y otras condiciones meteorológicas tienen el mayor efecto en las condiciones de visibilidad. Las amplias variaciones en las condiciones meteorológicas que ocurren rutinariamente, no permiten la utilización de reglas fijas y rápidas para determinar las condiciones de visibilidad que serán encontradas durante una operación particular. Las variaciones en las condiciones meteorológicas son la razón primordial del porqué la decisión en la DH o MDA/MAPt no es una decisión de aterrizar, sino una decisión de continuar la aproximación utilizando referencias visuales externas o ejecutar una aproximación frustrada. El criterio de diseño de un procedimiento por instrumentos y los procedimientos de operaciones deben tener en cuenta esas limitaciones; por lo tanto, se proporcionan otras alternativas de seguridad, si no están establecidas las condiciones de referencias visuales al arribo al punto de decisión o mantenidas después de descender por debajo de este punto.

16. Ayudas visuales y entorno de la pista

16.1 El factor primario en la identificación de los objetos, tales como la superficie de aterrizaje, depende de la habilidad del piloto para ver el contraste entre los objetos y el fondo que lo rodea. La habilidad para ver y reconocer el contraste en el brillo o color de un objeto es mucho más grande que la habilidad para determinar el nivel actual de iluminación de un objeto. Por ejemplo una lámpara de luz de 100 vatios, parece ser mucho más brillante de noche que de día, a pesar que el nivel de luminosidad es el mismo. El contraste entre una luz de 100 vatios y un fondo de noche oscura, es mucho mayor que si fuera con un fondo de luz de día. La presencia de partículas en el aire o gotas de agua, causan que la luz visible sea difusa o dispersa. Este efecto de dispersión eleva la iluminación general del entorno, el cual en cambio reduce el nivel de contraste entre el objeto y el entorno. Esta es la razón principal por la que las condiciones de visibilidad disminuyen cuando se está aterrizando con sol en un día brumoso o con neblina o cuando las luces de aterrizaje de un avión se encienden en condiciones de nieve o niebla.

16.2 La reducción de los niveles de contraste, incrementa la dificultad de identificar objetos tales como pistas cubiertas de nieve o pistas localizadas en áreas urbanas de mucha densidad. Como resultado, deben ser incrementados los niveles de contraste para proporcionar las condiciones de visibilidad necesarias para conducir la operación con seguridad en condiciones operativas de mínimos. Las condiciones de visibilidad pueden mejorarse utilizando ayudas visuales e incrementando el nivel de contraste dentro del entorno de la pista. Por ejemplo, la diferencia en el nivel de contraste entre la superficie de despegue y aterrizaje y el área que lo rodea, puede ser mejorada a través de una buena práctica de mantenimiento del aeródromo. Dichas prácticas, como el sembrado y mantenimiento de césped alrededor de la pista y entre la pista y calles de rodaje y roturando las pistas cubiertas de nieve, incrementan los niveles de contraste. Sin embargo, el camino más efectivo para incrementar los niveles de contraste de las superficies de despegue y aterrizaje, es utilizar ayudas visuales, porque éstas son efectivas en una variedad de condiciones meteorológicas.

16.3 Las ayudas visuales, tales como las luces de aproximación, luces de pista y marcas de pista, incrementan significativamente el contraste entre la superficie de despegue y aterrizaje y el

entorno inmediato a las áreas. El contraste incrementado que provee la iluminación de la aproximación y de pista, incrementa significativamente las condiciones de visibilidad en las operaciones diurnas y nocturnas. La iluminación de aproximación y de pista, son elementos esenciales en todas las operaciones de aterrizaje conducidas en condiciones meteorológicas por debajo de RVR 1200 m y todas las operaciones de despegue por debajo de RVR 500 m

17. Efectos del diseño de la aeronave y cabina de pilotaje en las condiciones de observación visual

17.1 El diseño general de un avión y la cabina de pilotaje, afecta significativamente las condiciones de visibilidad durante las etapas finales de una aproximación y aterrizaje y durante las primeras etapas de un despegue. Las condiciones de visibilidad están afectadas por los factores geométricos relacionados con el diseño de la estructura del avión y los factores aerodinámicos relacionados con el eje de cabeceo. La Figura 10 – 4 – *Comparación del segmento visual a 50 pies y durante el recorrido de aterrizaje*, muestra dichos factores. La Figura 10 – 3 – *Segmento visual vs. altitud de radio* muestra una ilustración de cómo la escena visual se “abre” a medida que el avión desciende. El segmento visual utilizado en las ilustraciones representa la porción de la superficie de iluminación visible en la aproximación, por parte del piloto, cuando está mirando por sobre la nariz del avión, ubicado en la posición de sentado en forma apropiada (posición de referencia de los ojos). Mientras se analizan las ilustraciones, es importante notar lo siguiente:

- a) que el radioaltímetro o radar altímetro está calibrado para leer la altura del tren de aterrizaje sobre el terreno (cuando está en configuración de aterrizaje);
- b) que la antena de trayectoria de descenso de una aeronave registra el centro de la trayectoria de descenso, cuando los instrumentos de la cabina de pilotaje indican que el avión está en la trayectoria de descenso;
- c) que los ojos del piloto están siempre más altos que lo que es indicado por el radioaltímetro o radar altímetro; y
- d) que los ojos del piloto están sobre la trayectoria de planeo electrónica en la mayoría de aeronaves.

17.2 Diseño físico de la aeronave y la cabina de pilotaje.- Los factores significativos relacionados con la combinación del diseño físico de un avión y su cabina de pilotaje que más afectan las condiciones de visibilidad, son las siguientes (véase Figura 10 – 5 – *Efectos de la aeronave y diseño de cabina de pilotaje en condiciones visuales – Gráfico A*):

- a) distancia a lo largo del eje longitudinal desde directamente sobre el tren de aterrizaje principal a directamente por debajo de los ojos del piloto;
- b) distancia vertical desde los ojos del piloto a una posición lateral al tren de aterrizaje principal;
- c) distancia a lo largo del eje longitudinal desde directamente debajo de la antena de la trayectoria de planeo a directamente debajo de los ojos del piloto; y
- d) distancia vertical desde la antena de la trayectoria de planeo a la posición lateral de los ojos del piloto.

17.3 Ángulo de corte de la cabina de pilotaje.- El ángulo de corte de la cabina de pilotaje, es el ángulo medido hacia abajo, desde el eje longitudinal del avión (referencia de cero cabeceo) al ángulo mas bajo (más depresivo) que puede ser visualizado sobre la nariz del avión, desde una posición de sentado apropiada (posición de referencia de los ojos). (véase Figura 10 – 5 – *Efectos de la aeronave y de diseño de la cabina de pilotaje en condiciones visuales – Gráfico B*). El ángulo de

corte de la cabina en las mayorías de los aviones categoría de transporte, es 15° a 25°.

17.4 Diseño aerodinámico de la aeronave.- Los factores significativos asociados con el diseño aerodinámico de un avión que afectan las condiciones de visibilidad, están relacionados con las actitudes de cabeceo. La actitud de cabeceo necesaria para la aproximación final, enderezamiento y aterrizaje, tiene un efecto mayor en las condiciones de visibilidad. Esto es porque una actitud de "nariz arriba" reduce el ángulo de visión hacia abajo en relación al horizonte, el cual reduce las condiciones de visibilidad (véase Figura 10 – 5 – *Efectos de la aeronave y de diseño de la cabina de pilotaje en condiciones visuales – Gráfico B*). Por ejemplo, un avión con un excelente ángulo de corte de 21° y un alto ángulo de cabeceo en la aproximación final de 8° podría tener una condición de visibilidad comparable a un avión de medidas similares que tenga un pobre ángulo de corte de 13° grados y 0° de ángulo de cabeceo. Dado que la actitud de cabeceo en la aproximación final varía con la velocidad de aproximación, la configuración del avión y la masa bruta, las condiciones de visibilidad variarán según cambien dichos factores. Las características de enderezamiento del avión también pueden tener efectos significativos en las condiciones de visibilidad durante el aterrizaje. Las condiciones de visibilidad durante el enderezamiento disminuyen, si es requerido un ángulo de ataque mayor. Una situación similar ocurre con aviones turbomotor durante la rotación en el despegue y en el ascenso inicial, cuando pueden ser perdidas las referencias visuales externas.

Figura 10 – 5 – Efectos de la aeronave y de diseño de la cabina de pilotaje en condiciones visuales – Gráfico A

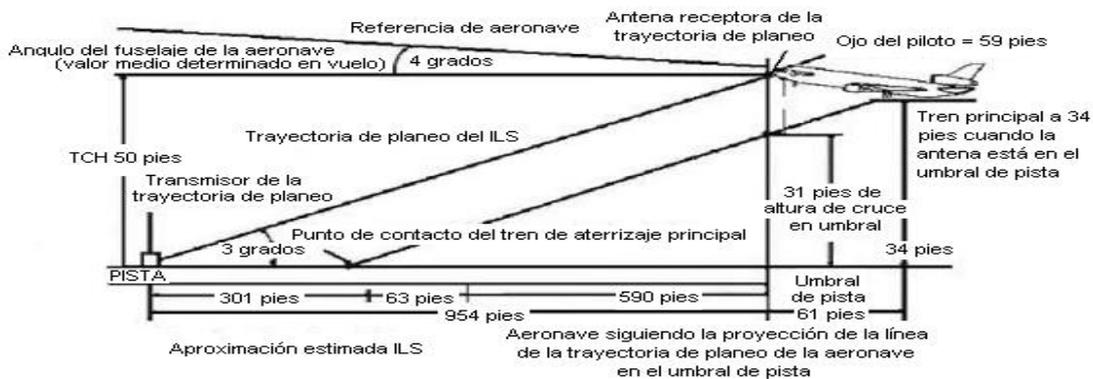
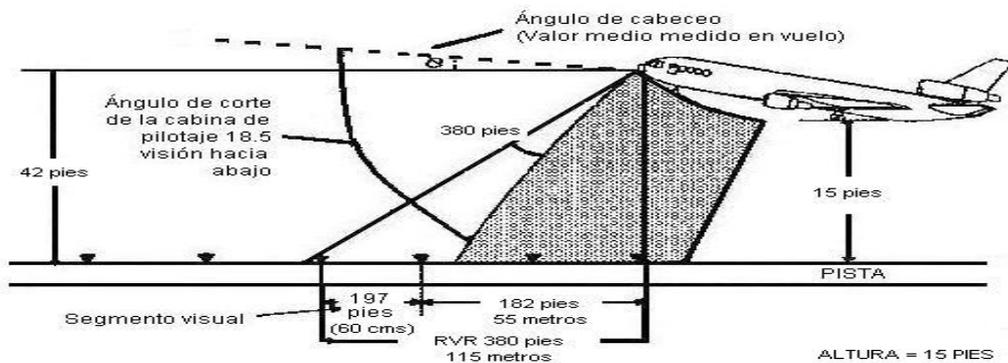


Figura 10 – 5 – Efectos de la aeronave y de diseño de la cabina de pilotaje en condiciones visuales – Gráfico B

Segmento de la visual de tierra en aproximación de aterrizaje



18. Posición de referencia de los ojos

La referencia visual de los ojos es un factor crítico en lograr una condición de visibilidad óptima. El asiento del piloto debe ser individualmente ajustado, de modo que los ojos del piloto estén ubicados en la posición de referencia de los ojos óptima (alineación de los ojos con las bolas de color rojo y blanco que habitualmente tienen los aviones). Cuando esté sentado en ésta posición, un piloto debería ser capaz de aprovechar la ventaja de tener el ángulo de corte de cabina óptimo, mantener la referencia con los instrumentos de vuelo y operar todos los controles necesarios. Muchos aviones tienen elementos especiales para indicar la posición de ajuste del asiento apropiado. Un ajuste del asiento inapropiado, especialmente en operaciones de CAT II y CAT III, pueden impedir al piloto adquirir las referencias visuales externas necesarias al alcanzar la DH o MDA/MAPt. La posición del asiento normalmente utilizada para operaciones en ruta en muchos aviones es muy baja y muy hacia atrás, para que el piloto alcance la posición de visibilidad óptima durante la operación de aproximación y aterrizaje. Esa posición más baja y lejana resulta en una reducción del ángulo de corte de cabina, la cual degrada las condiciones de visibilidad, reduciendo el segmento de superficie visible en el segmento de aproximación y aterrizaje. Un piloto que mantiene esa posición no deseable durante la aproximación y aterrizaje, tiende a compensar la reducción del ángulo de corte de cabina y sus efectos, inclinándose hacia delante en un intento de lograr las referencias visuales necesarias. La consecuencia de utilizar estas prácticas, es la tendencia no intencional de reducir la actitud de cabeceo. Dado que las condiciones de visibilidad mejoran a medida que se baja la nariz, esa tendencia de reducir la actitud de cabeceo puede contribuir a la tendencia de “ir por debajo de la trayectoria”, lo cual resulta en aterrizajes cortos en la pista.

19. Concepto de altura de cruce del umbral de pista

19.1 Durante la instalación de los sistemas ILS y MLS de aterrizaje por instrumentos, deben ser considerados varios factores técnicos complejos, para proporcionar operaciones de aproximación y aterrizaje en una pista en particular. Las señales irradiadas al espacio por la facilidad, deben cumplir con requerimientos de inspección de vuelo (precisión y estructura de curso) para que la categoría determinada de operación. El diseño de los soportes de tierra de los sistemas debe ser tal que deben tener una muy extremadamente baja probabilidad de pérdida de la guía electrónica durante las operaciones (continuidad del servicio). El diseño también debe proporcionar una extremadamente alta probabilidad de proporcionar una guía electrónica confiable (integridad). La estructura de precisión y curso, la continuidad del servicio y la integridad del ILS y MLS, deben cumplir con los requerimientos estándares de la categoría de operación autorizada para esa facilidad. Otro factor crítico en la instalación y ubicación de estos sistemas es la altura de cruce del umbral de pista. Para establecer la altura de cruce del umbral de pista (TCH) a quince metros (cincuenta pies), se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones.-

- a) Ubicación de la antena de la trayectoria de planeo.- El receptor de la pendiente de planeo de un avión detecta el movimiento vertical (desplazamiento) de la antena de pendiente de planeo, con relación al eje de una trayectoria electrónica, irradiada desde una facilidad ubicada en tierra. Como resultado, la ubicación de la antena de pendiente de planeo en el avión está relacionada con el terreno y el franqueamiento de obstáculos durante la etapa final de la aproximación y aterrizaje. Las dimensiones físicas y las características aerodinámicas del avión (especialmente en la actitud de aterrizaje), son factores importantes en la determinación de la ubicación apropiada de la antena de recepción de la pendiente de planeo. En aviones convencionales, la antena de la pendiente de planeo, está localizada por encima de la altura del tren de aterrizaje principal. Dado que el avión está siendo maniobrado para que la antena de la pendiente de planeo realice el seguimiento del eje de la pendiente de planeo electrónica, el tren de aterrizaje principal ira por debajo del eje de la pendiente de planeo (véase Figura 10 – 5 – *Efectos de la aeronave y del diseño de la cabina de pilotaje en condiciones visuales – Gráfico A*) Por ejemplo, si la antena de la pendiente de planeo está ubicada a cuarenta pies sobre el tren de aterrizaje principal y la trayectoria de planeo electrónica cruza treinta pies arriba del umbral de pista, el tren de aterrizaje principal hará contacto antes (más corto) del

punto previsto en la pista, dado que la antena de la pendiente de planeo, no el tren de aterrizaje, vuela la trayectoria de planeo. Este ejemplo ilustra la importancia de la relación entre la antena de la pendiente de planeo de la aeronave y la trayectoria electrónica y la altura de cruce del umbral de pista. Esta situación puede ser resuelta ubicando al ILS o MLS, para alcanzar una determinada altura de cruce del umbral de pista y ubicando la antena de la pendiente de planeo de la aeronave, en forma apropiada. Problemas similares son encontrados cuando se utilizan los sistemas visuales de guía vertical, tales como el VASI o PAPI, dado que los ojos del piloto siguen la trayectoria de la pendiente visual y el tren de aterrizaje sigue una trayectoria más baja.

- b) Alturas de cruce del umbral de pista aceptables.- La ubicación de los equipos de ILS y MLS para alcanzar una altura de cruce del umbral de pista especificada, puede ser una tarea compleja. Deben ser considerados los diferentes tipos de aeronaves que harán uso de un sistema particular. Otra consideración en el establecimiento de la altura de cruce del umbral de pista, es la habilidad del piloto de detectar (por referencias visuales externas) las desviaciones de la trayectoria de planeo apropiadas y realizar los ajustes de la trayectoria para adecuar la liberación del tren de aterrizaje respecto al umbral de la pista. La altura apropiada de cruce del umbral de pista, en las operaciones de CAT II y CAT III, son más críticas, debido a las limitaciones de referencias visuales disponibles y la utilización de sistemas de aterrizaje automático. El sistema de aproximación y aterrizaje por instrumentos, debe ser situado de modo tal que todas las aviones tengan una amplia probabilidad de hacer contacto con la pista, con seguridad, en la TDZ. La performance de aterrizaje está basada en asumir que ese contacto con la pista ocurrirá en la TDZ. Una altura de cruce del umbral de pista demasiado alta, no permitirá que algunos aviones puedan hacer contacto con seguridad en la TDZ, por lo tanto, debe establecerse un máximo de altura de cruce del umbral de pista aceptable. No deberá conducirse operaciones a pistas con una altura de cruce del umbral de pista más bajo de quince metros (cincuenta pies), a menos que existan limitaciones especiales para conducir esta operación. Esta limitación especial debe ser tal que el piloto pueda hacer el contacto en la TDZ con seguridad y consistencia, y completar el recorrido de aterrizaje en la longitud de pista disponible.

20. Ilusiones visuales

20.1 Las limitaciones de las percepciones humanas pueden causar ilusiones visuales durante las operaciones de todo tiempo en área terminal. Generalmente, las ilusiones ópticas son debidas a limitaciones de la habilidad del piloto para percibir en forma precisa la posición tridimensional de la aeronave, su velocidad y/o su aceleración en relación a la superficie de despegue o aterrizaje. Dichas ilusiones normalmente prevalecen más, cuando las condiciones de visibilidad se deterioran. Lo siguiente es una consideración acerca del significado de algunas ilusiones visuales que pueden ocurrir durante las operaciones de aproximación y aterrizaje.

- a) Ilusión de altura vertical y trayectoria de planeo.- La habilidad de percibir visualmente la altura vertical y trayectoria vertical de planeo a una superficie, depende de varios factores. Dichos factores incluyen la medida y orientación de la superficie en relación con el fondo (nivel, pendiente arriba/abajo o pendiente derecha/izquierda) y el número de las referencias visuales disponibles. Un ejemplo de ilusión de posición vertical, causada por el tamaño de la superficie de aterrizaje, es cuando un piloto percibe que su avión está mas bajo que lo que realmente está, es cuando esta aterrizando en una pista de aterrizaje más ancha que lo normal. Esta ilusión puede ocurrir aún en excelentes condiciones de visibilidad y a menudo resultan en un enderezamiento alto. A la inversa, la ilusión de “estar muy alto” puede ocurrir durante el aterrizaje en superficies muy angostas. También es dificultoso poder determinar la distancia a una superficie particular, a menos que existan numerosos elementos visuales de referencia dentro de la visión del piloto en las cercanías de la pista. La ausencia de elementos visuales en la cercanía de la pista, tal como en la situación llamada “agujero negro”, puede crear una ilusión de estar “muy alto”. Dicha ilusión es causada por la ausencia de elementos

diferenciados en la visión del piloto en las cercanías de la pista, resultando en una percepción incorrecta en que la distancia a la superficie de aterrizaje es más cerca que la actual, durante la aproximación. Dicha ilusión puede causar en el piloto la sensación de estar muy alto. La respuesta del piloto ante esta situación puede ser volar el avión por debajo de la trayectoria de planeo deseada. A medida que las condiciones meteorológicas se deterioran, la reducción de las referencias visuales externas en las proximidades de la pista puede tener efectos similares. La determinación visual de la trayectoria vertical de planeo está fuertemente influenciada por la orientación del avión en la superficie de aterrizaje y/o la orientación del fondo que lo rodea. Por ejemplo en una pista o fondo, con una pendiente hacia arriba, puede crear una ilusión tal que una trayectoria vertical tres grados es muy pronunciada y que una pendiente hacia arriba de dos grados, puede hacer que una trayectoria de planeo de tres grados, parezca de cinco grados. La habilidad del piloto para percibir con precisión la altura vertical y la trayectoria de planeo, decrece rápidamente a medida que las condiciones de visibilidad se deterioran. Esa degradación de la habilidad es causada por la reducción de los elementos visuales disponibles en el campo visual cercano a la pista. Para las operaciones de CAT I, con condiciones de visibilidad inferior a 1 200 m, es necesario establecer un determinado criterio para anular los efectos adversos de la ilusión óptica de altura vertical y trayectoria de planeo. Algunos de esos criterios son:

- 1) gradientes máximas de pista aceptables;
 - 2) gradientes máximas aceptables (hacia arriba o abajo) para las luces de aproximación; y
 - 3) la instalación de las luces de aproximación, luces y marcas de pista, para definir más claramente el plano de la superficie de aterrizaje.
- b) Ilusiones de posición lateral y de trayectoria de planeo.- La habilidad para percibir con precisión la posición lateral y la variación de movimientos laterales, con relación a la orientación a la superficie de despegue y aterrizaje, depende en el número de ayudas visuales en el campo lejano de visión del piloto. Con suficientes ayudas visuales en los alrededores de la pista, el piloto puede orientarse fácilmente respecto a la posición lateral del avión, la dirección y relación del movimiento con respecto a la orientación de la superficie de aterrizaje. El error de posición lateral puede ser fácilmente detectado a través de las ayudas visuales en los alrededores de la pista, a la vista del piloto. Sin embargo, cuando hay un deterioro o pérdida de las ayudas visuales en el campo lejano de visión del piloto, la habilidad del piloto para percibir la orientación direccional con relación a la pista es significativamente degradada. El deterioro en las ayudas visuales de posición lateral incrementa la dificultad de mantener manualmente el control direccional o establecer manualmente la corrección de deriva necesaria para realizar una derrota hacia el eje de la pista. Si la tarea visual primaria para el piloto, es asegurar la performance de un sistema automático de control de vuelo, las ayudas visuales cercanas a la pista de aterrizaje, permiten la detección temprana de una derrota anormal por parte del A/P, debido al incremento de la capacidad de percibir los desplazamientos laterales y la relación de cambio de la posición lateral. Sin embargo, durante los despegues y aterrizajes manuales, dicha ilusión lateral puede, en ciertas circunstancias, afectar adversamente en la capacidad del piloto para controlar el avión. Dicha ilusión exagera los errores de posición lateral y/o la relación de desplazamiento respecto del eje de la pista. Como resultado, el piloto tiende a sobre compensar (sobre corregir) cuando realiza cambios en rumbos y a una oscilación inducida por el mismo. Esta oscilación inducida por el piloto puede llevar a la pérdida del control direccional y posible salida de la pista. El criterio que ha sido establecido para anular los efectos de las ilusiones laterales incluye lo siguiente:
- 1) instalación de luces de aproximación y de pista que definan más claramente la orientación (dirección) de la superficie de aterrizaje;
 - 2) utilización de un sistema de control de aterrizaje automático o instrumentos de vuelo especiales (tales como el HUD); y

- 3) requerimientos especiales de instrucción y entrenamiento de las tripulaciones de vuelo.
- c) Otras ilusiones.- Condiciones de visibilidad muy pobres, especialmente en condiciones meteorológicas variables o irregulares, pueden crear ilusiones que afecten la capacidad del piloto de percibir con precisión la actitud y/o la velocidad terrestre. Las ayudas visuales para la inclinación, están normalmente presentes en las etapas finales de una aproximación y aterrizaje (aún en la mayoría de las operaciones de CAT III). Sin embargo, en condiciones de visibilidad muy pobre, puede ocurrir un deterioro muy sutil en la visión de inclinación, lo cual puede afectar en la capacidad del piloto de reconocer rápidamente una actitud de ángulo de inclinación inaceptable para el contacto con la pista. Dicha ilusión de que las ayudas visuales de inclinación son mejores que las que realmente son, pueden resultar en un contacto de la punta del ala o los flaps con la pista. Las ilusiones de actitud de cabeceo pueden ocurrir durante la conducción de operaciones en condiciones meteorológicas variables o irregulares. La mayoría de los pilotos, han aprendido a través de su experiencia, que la escena visual se expande a medida que el avión desciende y se contrae a medida que la actitud de cabeceo aumenta. Como resultado, el descenso hacia un rápido deterioro de las condiciones visuales durante la etapa final de una aproximación y aterrizaje, puede crear una ilusión de "cabeceo hacia arriba" o "nivelado". Inversamente, un descenso hacia un rápido mejoramiento de las condiciones visuales, tales como una apertura en condiciones de niebla madura, puede crear una ilusión de actitud de cabeceo hacia abajo o de descenso rápido. La habilidad para percibir correctamente la velocidad terrestre, también puede ser significativamente degradada por el deterioro de las ayudas visuales, especialmente durante las operaciones en condiciones meteorológicas de CAT III. También pueden resultar en velocidades de rodaje inseguras en operaciones de rodaje en condiciones de CAT IIIB, a menos que sean utilizados equipos especiales (tales como equipos INS de velocidad terrestre) u otro procedimiento especial.

NOTA. - Las limitaciones humanas de percepción visual y el resultado de las ilusiones visuales son las razones primarias para establecer los requerimientos específicos como prerrequisitos para conducir operaciones de todo tiempo en área terminal de las diferentes categorías. Algunos de dichos requerimientos específicos incluyen el establecimiento de mínimos de operación, procedimientos especiales de operación, entrenamiento y calificación especial de las tripulaciones de vuelo y equipamiento especial basado en tierra y en vuelo. Las operaciones que no cumplan con estos requerimientos específicos son inseguras.

21. Concepto de aproximación estabilizada

21.1 En condiciones meteorológicas de vuelo por instrumentos, un piloto debe asegurarse continuamente de la información de los instrumentos, a través de una aproximación, para maniobrar apropiadamente el avión y decidir el curso de acción apropiado en el punto de decisión (DH/A o MDA/MAPt). Cambios significativos en la velocidad y la configuración durante la aproximación, pueden afectar seriamente las tareas asociadas con el control del avión, incrementa la dificultad para evaluar apropiadamente el progreso de una aproximación y complica la decisión para tomar la acción apropiada en el punto de decisión. Las características de manejo y respuesta de los motores de la mayoría de las aeronaves turbomotor más bien complican las tareas del piloto durante las operaciones de aproximación y aterrizaje. Un piloto debe empezar formulándose una decisión concerniente a la probabilidad de una aproximación exitosa, antes del punto de decisión. El proceso de toma de decisión, requiere que el piloto sea capaz de determinar el desplazamiento del eje del curso o de la trayectoria de planeo, para proyectar mentalmente la posición tridimensional del avión por referencias a los instrumentos y para luego aplicar los controles necesarios para alcanzar y mantener la trayectoria de aproximación deseada.

21.2 Dicho proceso se simplifica, manteniendo una aproximación, velocidad vertical de descenso, trayectoria vertical de descenso y la configuración estable, durante la etapa final de la aproximación. Manteniendo una velocidad, velocidad vertical de descenso, trayectoria vertical de descenso y la configuración estable, es un procedimiento normalmente referido como una "aproximación estabilizada". La experiencia operacional ha demostrado que el concepto de una aproximación estabilizada es esencial para la seguridad de las operaciones para los aviones turbomotor y fuertemente recomendada para todos los otros aviones. Los cambios de configuración

a baja altura deberían ser limitados a aquellos que pueden ser fácilmente realizados sin afectar adversamente la carga de trabajo del piloto. Una aproximación estabilizada para un avión, significa que el avión debe estar en la configuración aprobada de aterrizaje (incluida la configuración de aproximación en circuito, si es aplicable), debe mantener la velocidad de aproximación apropiada con los motores en aceleración y debe estar establecido en la trayectoria de planeo apropiada antes de descender por debajo de la "altura mínima de aproximación estabilizada" establecida para el tipo de operación que esta siendo conducida. Dicha condición debe ser mantenida a través del resto de la aproximación para que sea considerada una aproximación estabilizada. Una aproximación estabilizada debe ser establecida antes de descender por debajo de las siguientes alturas mínimas de aproximación estabilizada:

- a) 500 pies sobre la elevación del aeródromo durante aproximaciones visuales o durante aproximaciones por instrumentos directas en condiciones VFR;
- b) la MDA o 500 pies, sobre la elevación del aeródromo, lo que sea menor, si se debe realizar una aproximación en circuito después de completar la aproximación por instrumentos;
- c) 1 000 pies sobre la elevación del aeródromo o el TDZ durante cualquier aproximación directa por instrumentos en condiciones de vuelo por instrumentos; y
- d) 1 000 pies sobre el aeródromo en aproximaciones por contacto.

Nota.- Los POIs no deberán aprobar el procedimiento a un explotador, a menos que el concepto de aproximación estabilizada sea utilizado para todas las operaciones de aviones turbomotor. Esto es recomendado para todos los aviones en general.

22. Concepto de control de tránsito aéreo

22.1 Los servicios del ATC son elementos importantes en las operaciones de condiciones meteorológicas por instrumentos. Dichos servicios son esenciales para la conducción segura de operaciones de CAT II o CAT III. Los requerimientos al ATC de proporcionar ciertos servicios a las tripulaciones de vuelo, son más críticos a medida que las condiciones de visibilidad se deterioran. En tales condiciones, debe ser puesto un gran grado de confianza en las guías provistas por las ayudas electrónicas y visuales, y por los servicios del ATC necesarios para asegurar que dichas ayudas proveen las guías confiables. En condiciones de visibilidad muy pobres, los pilotos y controladores no ven los otros tráficos en el área terminal y el incremento de la confianza esta radicada en la información del ATC y los servicios de prevención de colisiones. Los objetivos de los servicios de ATC en las áreas terminales de operación de todo tiempo son los siguientes:

- a) prevenir la colisión entre aeronaves;
- b) prevenir la colisión entre aeronaves y los obstáculos durante las operaciones en las áreas de maniobra de un aeródromo;
- c) ordenar el flujo de tráfico en forma expeditiva y continuada;
- d) proporcionar la protección necesaria en las áreas de seguridad de las pistas, áreas críticas libre de obstáculos y áreas críticas de protección ILS/MLS;
- e) proporcionar aviso e información necesaria para proveer operaciones seguras y eficientes; y
- f) proporcionar notificación y asistencia durante un accidente, fuego u operaciones de rescate.

22.2 Prevención de colisiones.- Las condiciones de visibilidad con la mayoría de las operaciones de CAT I, permite a los pilotos ver y evitar otros tráficos y obstáculos durante el movimiento en tierra y durante las etapas finales del aterrizaje. Sin embargo, bajo las mismas

condiciones de visibilidad, los controladores de vuelo no son capaces de identificar visualmente las aeronaves y los obstáculos. En muchas situaciones de operaciones de CAT I y durante las operaciones de CAT II y CAT III, ni los controladores ni los pilotos son capaces de ver todo el tráfico y los obstáculos que pueden afectar las operaciones. Por lo tanto, es esencial que durante esas operaciones, se utilice un sistema y/o procedimiento que efectivamente asegure la separación de una aeronave de otra y las aeronaves de los vehículos y los obstáculos. Los sistemas y procedimientos utilizados para satisfacer dichos objetivos, deben ser adecuados para acomodar el entorno único de cada aeródromo. El sistema completo normalmente utilizado incorpora los siguientes principios generales:

- a) procedimientos de control que asegure que la pista es mantenida libre de otras aeronaves y obstrucciones mientras una aeronave está aterrizando o despegando desde dicha pista;
- b) utilización de procedimientos, ayudas visuales y/o sistemas tales como el radar de movimiento de superficie (ASDE) para facilitar el movimiento en tierra;
- c) entrenamiento para el personal de tierra;
- d) procedimientos para denegar el acceso de personal y vehículos no esenciales en el área de movimiento de aeronaves;
- e) los requerimientos para que los vehículos que operan en el área de movimientos, mantengan contacto de radio con el ATC; y
- f) procedimientos para notificar a las personas que están operando dentro del área de movimiento, cuando cambian las restricciones debido a la variación en las condiciones meteorológicas.

22.3 Mantenimiento de un flujo ordenado de tránsito aéreo.- Es conveniente que el ATC acomode el flujo de tránsito aéreo, de modo que los aviones equipados para CAT II y CAT III, no sean innecesariamente demorados por aviones no equipados para dichas operaciones. El ATC puede necesitar proporcionar una separación de distancia longitudinal adicional entre las sucesivas aeronaves que están aterrizando, debido a que las condiciones visuales desmejoradas, incrementan la dificultad del movimiento en tierra. En dichas situaciones, los pilotos necesitan más tiempo para liberar la pista y las áreas asociadas con la seguridad de pista, zonas libre de obstáculos y las áreas críticas de ILS/MLS. Durante condiciones meteorológicas que requieren aproximaciones de precisión, se deben hacer ajustes en el flujo de tránsito, para establecer a la aeronave en un curso de aproximación final (con un ángulo máximo de 45°) antes de la intercepción de la trayectoria de planeo. En dichas condiciones, las restricciones de velocidad deben ser removidas con la anticipación suficiente para que el piloto comience una aproximación estabilizada, antes de descender por debajo de 1 000 pies sobre el terreno.

22.4 Áreas de seguridad de las pistas, áreas críticas libre de obstáculos y áreas críticas de protección de ILS/MLS.- Las condiciones de visibilidad encontradas en las operaciones de todo tiempo, pueden impedir que un piloto visualice y evite todos los obstáculos. Como resultado, el piloto debe confiar en las guías electrónicas basadas en tierra, el equipo de control del ATC y los procedimientos y técnicas para evitar obstáculos. Dichos procedimientos y equipos deben asegurar que las otras aeronaves y/o vehículos no se encuentren dentro del área de seguridad de las pistas,, zonas libre de obstáculos y las áreas críticas del ILS/MLS, cuando el avión está en la etapa final de una aproximación y aterrizaje o cuando está despegando de la pista. Las áreas de seguridad de la pista y la zona libre de obstáculos deben ser controladas, para asegurar que está provista la protección de obstáculos durante el despegue, aproximación, aterrizaje y la aproximación frustrada desde bajas alturas. Las áreas críticas del ILS y MLS deben ser controladas para asegurar que es mantenida la integridad de la señal de guía electrónica. Las aeronaves y vehículos dentro de dichas áreas críticas, pueden causar perturbaciones significativas a las señales de guía electrónica. Las señales de ILS y MLS también pueden ser perturbadas por la reflexión causada por el sobrevuelo de

las antenas por las aeronaves o volando a través del curso de una señal, entre las antenas del ILS o MLS y un avión aterrizando. Las aeronaves y/o vehículos también pueden afectar adversamente la señal de la trayectoria de planeo si ellos están en las proximidades de una antena de planeo. En operaciones de CAT II y en particular en CAT III, puede ser requerida una separación longitudinal adicional entre las aeronaves aterrizando, para permitir que una aeronave complete el aterrizaje y el rodaje para liberar las áreas o zonas críticas, antes que la próxima aeronave entre en la fase crítica de la aproximación.

22.5 Avisos e información.- Durante las operaciones de vuelo por instrumentos en áreas terminales, es esencial para los pilotos y los explotadores, el obtener información precisa, concerniente a las condiciones meteorológicas, condiciones de la superficie de la pista y el estado de las facilidades y servicios necesarios. Los tipos de avisos e información necesaria para conducir operaciones de vuelo por instrumentos en áreas terminales, incluyen lo siguiente:

- a) informes de las condiciones meteorológicas (tales como el ajuste del altímetro, visibilidad, RVR, viento y altura de las bases de las nubes);
- b) estado operacional de las facilidades para la navegación;
- c) el grado de protección proporcionado a las áreas críticas del ILS o MLS, zona libre de obstáculos y áreas de seguridad de las pistas;
- d) factores que podrían afectar significativamente el movimiento y el control del movimiento en tierra;
- e) informe de las condiciones de la superficie de la pista (tales como humedad, cobertura de nieve, hielo) o informe de la acción de frenado, si es aplicable; y
- f) NOTAMs que podría afectar las operaciones.

22.6 Accidente, fuego u operaciones de rescate.- Las condiciones de visibilidad muy pobres, incrementan la dificultad para identificar, localizar y responder a los requerimientos de los servicios de accidente, fuego y rescate. A medida que las condiciones de visibilidad desmejoran, el rol del ATC para notificar a los servicios para accidente, fuego y rescate y los esfuerzos para asistir a los mismos, tiene gran relevancia. Deben ser utilizados procedimientos, sistemas y técnicas, para asegurar que las aeronaves que requieran la asistencia, puedan ser rápidamente identificadas y localizadas, y que los servicios de accidente, fuego y rescate puedan ser despachados y proveídos en forma expeditiva.

23. Facilidades y servicios del aeródromo

23.1 La variedad de las condiciones de visibilidad encontradas en las operaciones de todo tiempo en las áreas terminales, requiere que los pilotos confíen mucho en las ayudas visuales, guías electrónicas de las ayudas basadas en tierra y otras facilidades y servicios provistos por el aeródromo. Por lo tanto las facilidades y servicios básicos para VFR de un aeródromo deben ser incrementados, antes que puedan ser conducidas operaciones de vuelo con seguridad en condiciones por instrumentos. Las pistas y calles de rodaje deben alcanzar los criterios más rigurosos respecto al ancho, largo, marcación e iluminación. Son requeridas ayudas a la aproximación y procedimientos de aproximación por instrumentos. Las ayudas visuales son requeridas para ayudar a las tripulaciones de vuelo durante la transición de vuelo por instrumentos al vuelo visual y durante los movimientos en tierra. Deben estar disponibles las observaciones meteorológicas y equipos de medición, para proporcionar la información meteorológica en tiempo real. Deben estar establecidos los equipos y procedimientos para proporcionar la información aeronáutica de las condiciones de la superficie de la pista y el estado de las condiciones de las facilidades y servicios del aeródromo. El mejoramiento de las facilidades y servicios básicos para

VFR de un aeródromo, para proporcionar operaciones de vuelo por instrumentos, incluye los siguientes factores:

- a) características físicas del entorno de la pista de aterrizaje, incluso las áreas de aproximación y de salida;
- b) superficies limitadoras de obstáculos;
- c) ayudas visuales;
- d) ayudas no visuales (electrónicas);
- e) fuentes secundarias de energía eléctrica; y
- f) seguridad en el área de movimientos.

23.2 Características físicas.- Entre las características físicas se incluye la disposición del área de maniobras y el terreno en las áreas de aproximación y de salida. Dichas características son muy importantes a medida que las condiciones de visibilidad se deterioran. Luces de pista o de aproximación excesivas, pueden crear ilusiones visuales indeseables y pueden causar aterrizajes bruscos o largos. Pueden ser necesarias grandes longitudes de pista, por razones como la tendencia de aterrizar largo debido a una ilusión visual y la dificultad para controlar la trayectoria de descenso del avión. La topografía en la aproximación final y previa al umbral de la pista debería ser, por lo menos, regular y preferentemente nivelada para asegurar la operación apropiada del radioaltímetro, sistemas de FD y sistemas de aterrizaje automático. Esto es importante para garantizar la operación del sistema de aterrizaje automático, el GPWS y otros sistemas que proporcionan guía de vuelo durante el enderezamiento y el aterrizaje, tales como el HUD, que dependen de los datos ingresados a través del radioaltímetro. Como resultado, el perfil del enderezamiento, velocidad vertical en el contacto y en el punto de contacto, pueden verse adversamente afectado por el perfil del terreno previo al umbral de la pista. Cuando el terreno previo al umbral de la pista, de una pista en particular, pueda afectar la seguridad de las operaciones, debe ser llevado a cabo un vuelo de demostración para determinar que el sistema de control de vuelo de una aeronave en particular no está adversamente afectado por el perfil del terreno previo al umbral de la pista. Adicionalmente, ciertos terrenos previos al umbral de la pista, pueden no permitir la utilización de un radioaltímetro para definir la DH para operaciones de CAT II o la altura de alerta (AH) DH para operaciones de CAT III, para ciertas aeronaves. En ciertas situaciones, un marcador interno (IM) puede ser utilizado para definir la DH de CAT II o la AH de CAT III.

23.3 Obstáculos y evaluación de la superficie limitadoras de obstáculos.- Una condición de visibilidad degradada, desmejora la capacidad del piloto para ver y evitar obstáculos. Por lo tanto, es esencial que dicha protección contra los obstáculos sea proporcionada a lo largo de las trayectorias de aproximación, aproximación frustrada o trayectorias de partida y en áreas en, o cerca de, las pistas utilizadas para despegues y aterrizajes. Los criterios de protección contra obstáculos en las diferentes categorías de operación y en las diferentes fases de una aproximación, aterrizaje, aproximación frustrada, despegue o partida, están especificados en la PANS-OPS de la OACI. En ciertas situaciones, los obstáculos pueden impedir la conducción de operaciones de CAT II o CAT III. En otras situaciones, son requeridos mínimos más altos que los normales para operaciones de CAT I o CAT II, para proveer las condiciones de visibilidad necesarias para ver y evitar los obstáculos controlables. Durante las operaciones de aproximación de precisión, es esencial proporcionar protección contra los obstáculos en las áreas de seguridad de la pista y las zonas libres de obstáculos. El área de seguridad de la pista es un área adyacente a la pista que debe ser libre de obstrucciones fijas o móviles "no franqueables". Las áreas de protección de la pista reducen el potencial de accidentes catastróficos, si porciones de la estructura del avión (tales como las puntas de ala) se extienden más allá de los bordes de la pista o si un avión se sale de la pista durante un despegue o aterrizaje. Una zona libre de obstáculos, es un área tridimensional incluyendo porciones de la superficie de aterrizaje, la cual proporciona franqueamiento de obstáculos durante los

aterrijajes o una aproximación frustrada, incluyendo la aproximación frustrada después de hacer contacto con la pista. La única obstrucción fija permitida en las áreas de seguridad de la pista o zona despejada de obstáculos son objetos franqueables u obstrucciones que son fijas para su propósito funcional. "Fijas para su propósito funcional" significa la instalación de un objeto en dichas áreas que es esencial para conducir las operaciones con seguridad en la pista; no hay otra ubicación alternativa (como ejemplo son las luces de pista, antenas de pendiente de planeo y sistema de información de RVR). Las obstrucciones móviles (como los aviones y/o vehículos) no están permitidas dentro del área de seguridad de la pista o zonas libre de obstáculos, mientras las aeronaves están utilizando la pista. Aeronaves, vehículos y otros objetos que puedan producir disturbios en la guía electrónica de un ILS o MLS, no están permitidas en las áreas críticas/sensibles del ILS o MLS, cuando otras aeronaves estén críticamente dependiendo de dicho tipo de guía. Dado que la protección de dichas áreas o zonas son críticas/sensibles para las operaciones seguras (particularmente en condiciones de visibilidad degradada), deben ser proporcionadas ayudas visuales (tales como señales, marcas o luces) para identificar los límites de dichas áreas a los pilotos y explotadores, de otro tráfico vehicular. Se deben proporcionar procedimientos y restricciones al movimiento en tierra, para asegurar que dichas áreas son protegidas.

23.4 Ayudas visuales.- Las ayudas visuales son esenciales para la mayoría de las operaciones de todo tiempo. Las ayudas visuales tienen por objeto aumentar la perceptibilidad de la pista, proporcionar referencias visuales en las fases finales de aproximación y aterrijaje y facilitar el movimiento en tierra. Las ayudas visuales también son importantes para guía y control del rodaje de las aeronaves en forma segura y expedita. Dichas ayudas incluyen señales, marcas y luces las cuales identifican puntos de espera o indican direcciones y las marcas o iluminación del eje de la calle de rodaje y los bordes. La iluminación de aproximación y las luces y señales de eje de pista y de borde de pista proporcionan al piloto una estimación de la posición lateral y de la velocidad en sentido perpendicular a la derrota. La iluminación de aproximación y las luces y señales del umbral le proporcionan una referencia de balanceo. Las luces y señales de la TDZ indican el plano de la superficie de la pista y muestran la zona de toma de contacto, proporcionando así referencia vertical y longitudinal. Las marcas que resaltan la pista y calles de rodaje se deterioran rápidamente, especialmente en los aeródromos con mucho tráfico. Dichas marcas deben ser inspeccionadas frecuentemente y mantenidas, particularmente para las operaciones de CAT II y CAT III. Todos los sistemas de iluminación deben ser monitoreados por el ATC, dado que a los pilotos se les debe dar información oportuna de las fallas o malfuncionamiento de los sistemas. Debe ser hecha una inspección visual regular de todas las secciones del sistema de iluminación, para determinar el estado individual de las luces. Por lo tanto, solamente es necesario que el ATC monitoree remotamente los circuitos de iluminación para determinar si la energía demandada y enviada al sistema de iluminación, es apropiada. El monitoreo remoto de la iluminación de las luces de aproximación, bordes de pista y de pista, es esencial durante las operaciones de CAT II y CAT III, a menos que se realicen inspecciones visuales frecuentes (cada dos horas) o que los informes en forma oportuna de los pilotos, indiquen que las luces están en servicio para las operaciones en progreso.

23.5 Ayudas no visuales (electrónicas).- La expresión de ayudas "no visuales" hace referencia a las radioayudas y ayudas radar aprobadas, que se emplean para asistir al piloto en la aproximación y en el aterrijaje en condiciones de nubosidad o visibilidad limitada que le impidan ver la pista durante toda la fase de aproximación. En condiciones de bases de nubes y visibilidad moderadas, el propósito de la ayuda es colocar el avión en una posición desde la cual el piloto pueda realizar, con seguridad, las maniobras de aproximación y aterrijaje por medios visuales y en tales condiciones, sería suficientes una ayuda relativamente sencilla. En condiciones de bases de nubes muy bajas y/o poca visibilidad, el piloto acaso no disponga de contacto visual y entonces se requeriría un sistema mucho más preciso y confiable para colocar el avión, de manera precisa, en la trayectoria nominal de aproximación, tanto en sentido vertical como lateral. Las ayudas para las aproximaciones que no son de precisión, son las instalaciones que solamente proporcionan información de azimut y/o de distancia. Las ayudas para las aproximaciones de precisión proporcionan información de la pendiente de aproximación (es decir la trayectoria de planeo) además de guía en azimut y posiblemente información acerca de la distancia. Los sistemas basados en tierra o en el espacio

para proporcionar una guía electrónica, deben proporcionar la misma calidad de guía (estructura del curso inspeccionado en vuelo), integridad (grado de veracidad que pueda ser puesto en la precisión de la guía) y la continuidad del servicio (protección contra la pérdida de señal), apropiado para la categoría de operación a ser conducida (CAT I / II / III). Los sistemas utilizados para las operaciones de aproximación de precisión deben proporcionar ángulos de trayectoria de planeo y altura de cruce del umbral de pista aceptables. La clasificación del sistema es la que hace la OACI para los sistemas de aproximación de precisión basados en tierra. Dicho sistema de clasificación refleja las capacidades de configuración, calidad del curso, integridad y continuidad del servicio, de un sistema basado en tierra. Dado que las ayudas visuales proporcionan funciones tan críticas, los pilotos que conducen una operación despegue o aterrizaje deben ser inmediatamente notificados de algún cambio en el estado del sistema o de algún mal funcionamiento o falla. Para cumplir con este requerimiento, todas las facilidades asociadas con los equipos de ILS o MLS, deben ser constantemente monitoreadas por el ATC u otro personal apropiado. Los niveles de confiabilidad, integridad y continuidad del servicio para dichas facilidades, normalmente son proporcionados por sistemas de monitoreo electrónico automático, equipamiento secundario en línea, como apoyo (transmisor de reserva), duplicación de las funciones claves y equipo de suministro de energía secundario.

23.6 Fuentes secundarias de energía eléctrica.- Las fuentes de energía secundaria son esenciales para asegurar las ayudas visuales, ayudas electrónicas, sistema de informes meteorológicos y facilidades de comunicación continua para funcionar, aún si la fuente de energía principal es interrumpida. La pérdida de energía de dichos sistemas viene a ser más crítica a medida que las condiciones de visibilidad se deterioran. Por lo tanto, a medida que las condiciones cambian de CAT I a CAT II o CAT III, los niveles de requerimientos redundantes se incrementan y el tiempo de cambio a la energía secundaria decrece. Los tiempos de conexión para las comunicaciones esenciales y para instalaciones conexas, tales como los sistemas de medición de la visibilidad, estarán en consonancia con las operaciones que se efectúan. Los requerimientos de energía secundaria están establecidos en los Anexos 10 y 14. (véase información en Capítulo 7, Sección 3, Párrafo 11.9.4- *Fuente secundaria de energía para ayudas visuales*, de este Manual)

23.7 Seguridad en el área de movimientos.- Para operaciones de escasa visibilidad se necesitan, ordinariamente, precauciones adicionales a fin de garantizar la seguridad de las operaciones de las aeronaves, del movimiento de vehículos y del personal. Será preciso que las autoridades del aeródromo efectúen una evaluación completa de la seguridad, tanto en el área de movimientos como en las operaciones correspondientes, para facilitar así la preparación de procedimientos conducentes a excluir del área de movimiento, vehículos y personas que no sean necesarios. Un texto de orientación al respecto figura en el Manual de sistemas de guía y control del movimiento en la superficie (SMGCS) (Doc 9476)

Sección 3 - Mínimos de utilización de aeródromo comúnmente aceptados para el despegue y aproximaciones que no son de precisión (NPA)

1. Introducción

1.1 Los mínimos de utilización de aeródromo se expresan por lo general en términos de altitud o altura mínima y de visibilidad mínima o RVR.

1.2 En el caso del despegue, los mínimos de utilización de aeródromo constituyen una indicación de las condiciones de visibilidad mínima o del RVR en que puede esperarse que el piloto de un avión tendrá las referencias visuales exteriores necesarias para controlar el avión a lo largo de la superficie de la pista hasta que el avión se encuentre en el aire o hasta el final de un despegue interrumpido.

1.3 En el caso de la aproximación y el aterrizaje, estos mínimos constituyen una expresión de la altitud o altura mínima en la que debe disponerse de la referencia visual especificada y en la

que debe adoptarse la decisión de continuar para aterrizar o ejecutar una aproximación frustrada. Dichos mínimos de utilización de aeródromo son asimismo una indicación de la visibilidad mínima que puede considerarse necesaria a fin de que el piloto tenga la información visual de que precisa para mantener el control de la trayectoria de vuelo del avión durante la fase visual de la aproximación y el aterrizaje.

1.4 La transición del vuelo por instrumentos al vuelo por referencias visuales externas no es instantánea. Suponiendo que se efectúa una trayectoria de aproximación estable en condiciones de visibilidad limitada, el primer contacto que se establezca con los sistemas de ayudas visuales, o con características identificables de la zona de aproximación si se trata de una aproximación que no es de precisión, solamente indicará al piloto que el avión está en la zona de aproximación final; en general, el piloto deberá mantener contacto visual durante varios segundos para evaluar la posición del avión en relación con el eje de aproximación, así como su velocidad en el sentido perpendicular a la derrota, pero será todavía de mayor importancia su evaluación del grado en que la escena o panorámica visual aumenta durante este periodo. Puesto que todo esto debe ocurrir antes de que el piloto pueda tomar la decisión de continuar la aproximación, se desprende de ello que el contacto visual debería producirse normalmente por encima de la altura de decisión o de la altura mínima de descenso. La escena visual se amplía normalmente a medida que el avión desciende. Además cabe indicar que por un periodo de tiempo y bastante por debajo de la altura de decisión (DH) o de la altura mínima de descenso (MDH), el piloto puede continuar observando la escena visual sin por ello perder de vista los instrumentos del avión.

1.5 Los valores mínimos de visibilidad carecen de significado, salvo que se los considere en asociación con los reglamentos que tratan del inicio y de la continuación de una aproximación. La visibilidad mínima especificada por el Estado del explotador, por el explotador o, en algunos casos, por el Estado del aeródromo, puede utilizarse para prohibir que se inicie o continúe una aproximación por instrumentos o para prohibir el despegue, en el caso de que la visibilidad fuera inferior a la mínima especificada.

1.6 La combinación de información que se necesita y que debe obtenerse de los instrumentos y de las referencias visuales varían según el tipo de operación y puede clasificarse de la manera siguiente:

- a) para las operaciones de aproximaciones que no son de precisión y para las de precisión de las Categorías I y II, el requisito es ver las ayudas visuales o la pista, o una combinación de ambas; lo cual, unido a la información sobre velocidad, altura y, cuando corresponda, trayectoria de planeo suministrada por los instrumentos de vuelo, permitirá que el piloto evalúe la posición del avión y su avance progresivo en relación con la trayectoria de vuelo deseada, tanto durante la transición de la fase de vuelo por instrumentos a la fase visual de la aproximación como durante el descenso subsiguiente hasta aterrizar en la pista. El piloto debe poder identificar el eje de la aproximación y debe contar con una referencia lateral, por ejemplo, la barra transversal de las luces de aproximación o el umbral de la pista en que aterriza. Para poder controlar la trayectoria de descenso, el piloto tendrá que poder ver la zona de toma de contacto con la pista. La carencia de guía electrónica de trayectoria de planeo, durante una aproximación que no sea de precisión, hará que normalmente sea menester que el piloto pueda ver la zona de toma de contacto en la pista con una anticipación mayor de la que se requiere para la aproximación de precisión, pues en este caso normalmente es posible utilizar por cierto tiempo la guía de trayectoria de planeo por debajo de la altura de decisión;
- b) para las operaciones de Categoría IIIA ó IIIB con DH, el requisito es ver las luces o señales de la zona de toma de contacto de la pista, lo que visualmente confirmará que las indicaciones del sistema de a bordo han llevado al avión con precisión a la zona de toma de contacto de la pista y que el aterrizaje puede realizarse con seguridad; y
- c) para las operaciones de Categoría III con un sistema de aterrizaje automático operacional en

caso de falla, sin DH, en general no es necesaria la referencia visual para el aterrizaje. No obstante, se han establecido mínimos para garantizar la seguridad durante el recorrido de aterrizaje.

1.7 Los Estados con experiencia en las operaciones en condiciones de visibilidad limitada están casi por completo de acuerdo con los principios implicados en la determinación de los mínimos de utilización de aeródromo. En las operaciones corrientes, los mínimos de utilización de aeródromo empleados son muy parecidos para una aeronave dada y un nivel dado de equipo de a bordo. Los principios aplicados por los Estados han permitido elaborar tablas donde se dan ejemplos de los mínimos aplicados y que figuran en este capítulo y los tres capítulos siguientes. Estas tablas están destinadas al Estado del explotador, para que se utilicen a título de orientación en la supervisión de sus explotadores al determinar los mínimos de utilización de aeródromo. No se pretende que se tomen como valores absolutos y no impiden que un Estado determine valores inferiores, si tales valores dan como resultado un nivel adecuado de seguridad. Por el contrario, tampoco se pretende que estos valores se aprueben para uso de un explotador a alturas de decisión por debajo del valor OCH pertinente publicado por el Estado del aeródromo, o por debajo de otros valores mínimos de restricción que los Estados, en circunstancias especiales, pudieran considerar necesario aplicar.

2. Despegue

2.1 En general, los mínimos de despegue se expresan como límites de visibilidad o de RVR. Cuando existe la necesidad concreta de ver y evitar obstáculos a la salida, los mínimos de despegue deben incluir, en ciertos casos, los límites de la base de nubes. En los casos que esos obstáculos puedan evitarse por otros procedimientos, tales como el uso de determinadas pendientes ascensionales o trayectorias de salida especificadas, no es preciso aplicar restricciones de la base de nubes. Los mínimos de despegue tienen en cuenta típicamente factores tales como el terreno y el franqueamiento de obstáculos, la controlabilidad y la performance de la aeronave, las ayudas visuales disponibles, las características de la pista, la navegación y la guía disponible, así como las condiciones fuera de lo normal tales como las fallas de motor y las condiciones meteorológicas adversas, como por ejemplo, la contaminación de la pista o los vientos.

2.2 Los mínimos de despegue no deberían confundirse con los mínimos meteorológicos de salida requeridos para iniciar el vuelo. Los mínimos de despegue se refieren a la maniobra misma de despegue, tales como se describe anteriormente. Para iniciar el vuelo, los mínimos meteorológicos de salida de un aeródromo no deberían ser inferiores a los mínimos aplicables para el aterrizaje en ese aeródromo, salvo que se disponga de un aeródromo de alternativa pos-despegue adecuado. El aeródromo de alternativa pos-despegue debería tener condiciones meteorológicas e instalaciones adecuadas para el aterrizaje del avión en configuraciones normales y no normales, pertinentes a la operación. Además el avión en configuración no normal tiene que poder subir y mantenerse a altitudes que le permitan un franqueamiento de obstáculos suficiente y que le proporcionen señales de navegación en ruta hasta el aeródromo de alternativa pos-despegue que debería encontrarse dentro de los siguientes límites de distancia respecto al aeródromo de salida:

- a) para aviones con dos grupos motores, a no más de una hora de vuelo a la velocidad de crucero con un sólo motor; y
- b) para aviones con tres o más grupos motores, a no más de dos horas de vuelo a la velocidad de crucero con un motor inoperativo.

2.3 El piloto al mando no iniciará el despegue a menos que las condiciones meteorológicas en el aeródromo de salida sean iguales o mejores que los mínimos de aterrizaje aplicables a ese aeródromo, a no ser que esté disponible un aeródromo de alternativa de despegue adecuado.

2.4 Cuando la visibilidad meteorológica reportada esté por debajo de la requerida para el

despegue y el RVR no haya sido notificado, sólo se puede iniciar el despegue si el piloto al mando puede determinar que el RVR/visibilidad en la pista de despegue es igual o mejor que el mínimo requerido.

2.5 Cuando la visibilidad meteorológica no haya sido notificada, ni el RVR esté disponible, sólo se puede iniciar el despegue si el piloto al mando puede determinar que el RVR/visibilidad en la pista de despegue es igual o mejor que el mínimo requerido.

2.6 Referencia visual.- Los mínimos de despegue se deben seleccionar de manera que aseguren un guiado suficiente para controlar el avión, tanto en el caso de un despegue abortado en circunstancias adversas, como en la continuación del mismo después de la falla del grupo motor crítico.

3. Mínimos para el despegue comúnmente aceptados

3.1 Los mínimos para el despegue que se indican en la Figura 10-6 son apropiados para la mayoría de las operaciones internacionales. La utilización de dichos mínimos se basa en los siguientes factores:

- a) características de vuelo e instrumentos típicos del puesto de pilotaje de aeronaves multimotores de turbina;
- b) programas amplios de calificación de la tripulación en los que se trate el uso de los mínimos especificados;
- c) programas amplios de aeronavegabilidad, con todo el equipo necesario en funcionamiento (MEL);
- d) disponibilidad de instalaciones especificadas para los mínimos respectivos, incluyendo programas para cerciorarse de la necesaria confiabilidad e integridad;
- e) disponibilidad de servicios de tránsito aéreo para cerciorarse de la separación de las aeronaves y del suministro oportuno y preciso de información meteorológica, NOTAMs, y otra información de seguridad;
- f) características normalizadas de pistas, aeropuertos, franqueamiento de obstáculos y terreno circundante, así como otros aspectos típicos de las instalaciones principales que prestan servicio a las operaciones internacionales regulares;
- g) condiciones meteorológicas ordinarias de poca visibilidad (por ejemplo, niebla, precipitación, neblina, componentes del viento, etc.) que no requieren una consideración especial; y
- h) disponibilidad de vías de acción de alternativa en el caso de que se presenten situaciones de emergencia.

Figura 10-6 – Mínimos comúnmente aceptados para el despegue

Aviones de transporte aéreo comercial (aviones multimotores)

Instalaciones	RVR/VIS
Luces de borde y de eje de pista, señales de eje, y RVR en la toma de contacto, en el punto medio y en el extremo de parada de la pista	175 m ^{1,2,3}
Luces de borde de pista, y o bien luces de eje o bien señales de eje	500 ²

Nota 1.- Los mínimos se basan en los factores descritos en 3.1. Si dichos factores no se aplican, hay que utilizar los mínimos superiores descritos en 4.1.

Nota 2.- En ciertos Estados en que el RVR se da en incrementos de 50 m. 150 m puede ser aceptable para el RVR de extremo de parada.

Nota 3.- Algunos Estados en los que se opera de conformidad con los textos de orientación sobre mínimos para el despegue que figuran en el capítulo 6 del Documento 17, Número 3 de la CEAC, se han aceptado mínimos RVR inferiores a los indicados en la Tabla 5-1. Si bien la tabla de la CEAC es básicamente similar a la arriba indicada, permite el despegue en RVR diferentes a los detallados en la tabla (bajo circunstancias especiales claramente definidas).

Nota 4.- En los casos que los informes RVR están limitados por la lectura del RVR, o en los casos en que no se dispone del RVR en el punto medio, algunos Estados restringen el RVR a 350m.

4. Otros mínimos para el despegue

4.1 Cuando uno o más de los factores especificados en 3.1 no se apliquen, no correspondan debidamente o sean inciertos, pueden ser necesarios mínimos para el despegue superiores a los indicados en la Figura 10-6. En dichos casos, algunos Estados aplican mínimos normalizados (mínimos estándar) que son superiores a los mínimos indicados en la tabla referida y que incluyen la mayoría de las excepciones a los factores enumerados en 3.1 (por ejemplo, mínimos normalizados de 1 600 m (5 000 ft) para aeronaves de 1 o 2 motores y de 800 m (2 400 ft) para aeronaves de 3 o 4 motores). En otros casos, cuando incluso los mínimos normalizados no son adecuados para garantizar la seguridad en circunstancias especiales, puede ser necesario emplear incluso mínimos mas elevados. Al utilizar estos mínimos puede ser necesario contar con un método de evaluación o validación de los mismos, a fin de cerciorarse de que los aspectos relacionados con el establecimiento de estos mínimos también se tienen debidamente en cuenta en relación con las aeronaves, las tripulaciones u operaciones específicas. Entre los ejemplos de situaciones, circunstancias o factores en los que puede ser necesario aplicar mínimos superiores a los indicados en la Tabla 5-1, se incluyen los siguientes:

- existencia de características de vuelo no normales o poco habituales (por ejemplo, debido a la configuración o a la MEL crítica o a la lista de desviaciones con respecto a la configuración, tales como sistema antiderrapante o inversor de empuje fuera de servicio, etc.);
- tripulación con calificaciones que no incluyan el uso de los mínimos especificados o que no cuenten con la suficiente experiencia;
- cuando la separación con respecto a los obstáculos, correspondiente a la performance con "todos los motores" funcionando o con "motor inoperativo", no puede asegurarse mediante los procedimientos de vuelo por instrumentos únicamente;
- existencia de limitaciones relativas a las instalaciones necesarias para el uso de los mínimos respectivos (por ejemplo, luces parcialmente fuera de servicio, señales no visibles debido a

que están cubiertas por la nieve o por depósitos de caucho excesivos, etc.);

- e) limitaciones relativas a los servicios de tránsito aéreo necesarios para aplicar los mínimos inferiores, o limitaciones cuando los servicios no son adecuados o no están disponibles (por ejemplo, durante las horas en que la torre de control está cerrada por la noche, etc.);
- f) durante cambios temporales, tales como construcciones en el aeropuerto que afecten a las instalaciones o a los procedimientos normales;
- g) cuando las características del aeropuerto no sean normales, por ejemplo, en el caso de pendientes de pista pronunciadas, superficies no pavimentadas, pistas estrechas, información incierta sobre obstáculos, terreno montañoso, o cuando exista alguna otra situación no normal;
- h) durante períodos de condiciones meteorológicas adversas no ordinarias (por ejemplo, cortante del viento, pistas resbaladizas, contaminantes en las pistas, componentes del viento de valor excesivo, bancos de nieve altos en los bordes de las pistas, pistas no limpiadas en toda su extensión, etc.), que requieren especial consideración;
- i) cuando no haya otras vías de acción posibles en caso de emergencia (por ejemplo, cuando no haya un aeródromo de alternativa post-despegue disponible o no haya medios de realizar un regreso de emergencia, etc.); y
- j) cuando estén presentes otros factores que el explotador o el Estado del explotador hayan determinado que son pertinentes para las operaciones.

5. Aproximaciones que no son de precisión

5.1 Introducción

5.1.1 En un procedimiento de aproximación que no es de precisión se proporciona guía de derrota, pero no se dispone de información precisa sobre la trayectoria de planeo. La expresión "que no es de precisión" se refiere a la imprecisión relativa de la guía disponible, en comparación con el equipo para aproximación de precisión. Además, el piloto debe determinar de antemano cuál es el régimen de descenso óptimo, deduciéndolo de la información disponible en materia de procedimientos.

5.1.2 Los errores de posición que pueden ocurrir en la MDA/H serán mayores que los que ocurrirían en una aproximación de precisión, debido a las características de la guía de derrota y al régimen (velocidad) de descenso seleccionado. Puede ser necesario ejecutar una maniobra visual de gran amplitud para poder terminar la aproximación y aterrizar. Estas consideraciones, y la necesidad de satisfacer los requisitos asociados en cuanto a franqueamiento de obstáculos, tienen como consecuencia mínimos de utilización generalmente mayores para las aproximaciones que no son de precisión que para las de precisión. Los criterios para franqueamiento de obstáculos en los procedimientos de aproximación que no son de precisión figuran en los PANS-OPS (Doc 8168), Volumen II.

5.1.3 Las operaciones de aproximación y de aterrizaje que no son de precisión no proveen una trayectoria de planeo electrónica y la guía prevista es menos precisa que cuando se utiliza un equipo de aproximación y aterrizaje de precisión. Como resultado, se requiere maniobras más grandes para alinear visualmente la aeronave con la pista y para establecer dicha aeronave en una trayectoria de planeo visual apropiada, de tal manera de aterrizar dentro de la zona de toma de contacto (TDZ). Estas maniobras más grandes no solamente aumentan el nivel de dificultad para completar el aterrizaje, sino que también deben ser iniciadas a una mayor distancia del umbral de la pista para completar un aterrizaje exitoso, por lo tanto las operaciones de aproximación y aterrizaje que no son de precisión usualmente requieren mejores condiciones de visibilidad que las operaciones de

aproximación y aterrizaje de precisión.

5.2 El elemento "altura" de los mínimos de una aproximación que no es de precisión

5.2.1 El elemento "altura" de los mínimos de una aproximación que no es de precisión es la altitud/altura mínima de descenso (MDA/H). Es la altitud/altura por debajo de la cual el avión no debe descender hasta que este a la vista el entorno de la pista, es decir, el umbral de pista, la zona de toma de contacto, la iluminación de aproximación o las señales identificables con la pista y el avión se encuentra entonces en posición de realizar un descenso normal visual para aterrizar.

5.2.2 La MDA/H se basa en la OCA/H. Puede ser superior pero nunca inferior a la OCA/H. En los PANS/OPS (Doc 8168), Volumen II, se indica el método para determinar la OCA/H; en los PANS/OPS, Volumen I, se ilustra la relación entre la MDA/H y la OCA/H, tanto para las aproximaciones que no son de precisión con tramo rectilíneo de aproximación final como para las aproximaciones que no son de precisión con vuelo en circuito (visual) sobre el aeródromo antes de aterrizar. Los mínimos con vuelo en circuito son normalmente mayores que los de otras aproximaciones que no son de precisión.

5.2.3 La MDA para una determinada aproximación es la OCH promulgada para el procedimiento o la MDH más baja para la cual el avión o la tripulación están autorizados.

5.3 El elemento "visibilidad" de los mínimos de una aproximación que no es de precisión

5.3.1 La visibilidad mínima que el piloto requiere para establecer una referencia visual con tiempo suficiente para descender con seguridad desde la MDA/H y efectuar las maniobras de aterrizaje, variará de acuerdo a la categoría del avión, a la MDA/H, a las instalaciones disponibles, y a si se usa una aproximación en línea recta o una aproximación en circuito. En general, la visibilidad mínima requerida será menor para los casos de:

- a) aviones que tengan lentas velocidades de aproximación;
- b) MDA/H mas bajas; y
- c) mejores ayudas visuales.

5.3.1 El resultado de la aplicación de este criterio por parte de los Estados es que los mínimos de visibilidad varían entre 5 km y 800 m. El amplio margen de variación de estos mínimos es una consecuencia inevitable de la permutación de unos u otros de los factores utilizados, pues con algunos de los factores se tiende a aumentar la visibilidad requerida y con otros a reducirla.

5.4 Mínimos para operaciones de aproximación y aterrizaje que no son de precisión.-

5.4.1 Las operaciones de aproximación y aterrizaje que no son de precisión utilizan guía lateral pero no guía vertical (guía electrónica de trayectoria de planeo), mientras que las operaciones de aproximación y aterrizaje con guía vertical utilizan guía lateral y vertical pero no satisfacen los requisitos establecidos para las operaciones de aproximación y aterrizaje de precisión.

5.4.2 El explotador debe asegurarse que la altura mínima de descenso (MDH) para las operaciones de aproximación y aterrizaje que no son de precisión no sea menor que:

- a) La OCA/H promulgada para el procedimiento; o
- b) la MDH más baja para la cual el avión, la tripulación o el sistema para radioayudas de aproximaciones que no son de precisión están autorizados.

5.4.3 Para las operaciones nocturnas, como mínimo deben estar encendidas las luces de borde, umbral y extremo de pista.

5.5 Referencias visuales.- En las operaciones de aproximación y aterrizaje que no son de precisión, el piloto no puede continuar una aproximación por debajo de la altitud/altura mínima de descenso (MDA/H), a menos que una de las siguientes referencias visuales de la pista a la que se procede, sea claramente visible e identificable por el piloto:

- a) elementos del sistema de luces de aproximación;
- b) el umbral;
- c) las marcas del umbral;
- d) las luces del umbral;
- e) las luces de identificación del umbral;
- f) el indicador visual de la senda de planeo;
- g) el área de toma de contacto o las marcas del área de toma de contacto;
- h) las luces del área de toma de contacto;
- i) las luces de borde de pista; u
- j) otras referencias visuales aceptadas por la AAC.

5.6 Mínimos del sistema.- Los mínimos más bajos permitidos para operaciones de aproximación y aterrizaje que no son de precisión, basados en la utilización del ILS sin senda de planeo (sólo LLZ), VOR, NDB, SRA o VDF no serán menores que los valores de la MDH que se dan en la Figura 10-7 – *Mínimos del sistema para radioayudas de aproximaciones que no son de precisión*:

Figura 10-7 - Mínimos del sistema para radioayudas de aproximaciones que no son de precisión

Mínimos del sistema	
Radioayudas	MDH mínima
ILS (sin senda de planeo – LLZ)	250 pies
SRA (terminando a 0,5 nm)	250 pies
SRA (terminando a 1 nm)	300 pies
SRA (terminando a 2 nm)	350 pies
VOR	300 pies
VOR/ DME	250 pies
NDB	300 pies
VDF (QDM y QGH)	300 pies

5-7 En la Figura 10-8 – *Mínimos comúnmente aceptados para aproximaciones que no son de precisión – Aviones de transporte aéreo comercial (aviones multimotores)* se establece la relación entre la MDH y los mínimos de visibilidad para una MDH de 100 m (320 ft) y superior:

Figura 10-8 – Mínimos comúnmente aceptados para aproximaciones que no son de precisión – Aviones de transporte aéreo comercial (aviones multimotores)

Relación entre la MDH y los mínimos de visibilidad para una MDH de 100 m (320 ft) y superior					
MDH		Visibilidad o RVR (metros)			
		Categoría del Avión			
metros	pies	A	B	C	D
100-120	320-390	1 600 m	1 600 m	1 600	2 000
121-140	391-460	1 600 m	1 600 m	2 000	2 400
141-160	461-530	1 600 m	1 600 m	2 000	2 800
161-180	531-600	1 600 m	1 600 m	2 400	2 800
181-205	601-670	1 600 m	1 600 m	2 800	3 200
206-225	671-740	1 600 m	1 600 m	3 200	3 600
226-250	741-810	1 600 m	2 000 m	3 600	4 000
251-270	811-880	1 600 m	2 000 m	4 000	4 000

5.8 En la Figura 10-9 - *Mínimos comúnmente aceptados para aproximaciones que no son de precisión – Aviones de transporte aéreo comercial (aviones multimotores)* se establece la relación entre las ayudas visuales y los mínimos de visibilidad para una MDH entre 75 m y 100 m (250 ft – 320 ft):

Tabla 10-9 - Mínimos comúnmente aceptados para aproximaciones que no son de precisión – Aviones de transporte aéreo comercial (aviones multimotores)

Relación entre las ayudas visuales y los mínimos de visibilidad para una MDH entre 75 m y 100 m (250 ft – 320 ft)				
Tipos de instalaciones	Visibilidad o RVR (metros)			
	Categoría del avión			
	A	B	C	D
Instalaciones completas Consisten de un sistema de iluminación para aproximación de	800 ¹	800 ¹	800 ¹	1 600 ²

precisión de Categoría I, con luces de borde de pista, luces de umbral, luces de extremo de pista y señales de pista				
Instalaciones intermedias Consisten de un sistema sencillo de luces de aproximación de gran intensidad, con luces de borde de pista, luces de umbral, luces de extremo de pista y señales de pista.	1 200	1 200	1 200	1 600
Instalaciones básicas Consisten de un sistema sencillo de luces de aproximación de baja intensidad, con luces de borde de pista, luces de umbral, luces de extremo de pista y señales de pista o pueden consistir en un sistema sin luces de aproximación, o cuyas luces de aproximación no alcanzan el nivel de las luces de un sistema sencillo.	1 600	1 200	1 600	1 600

Nota 1.- 1 200 m de visibilidad/RVR para NDB.

Nota 2.- 1 200 m de visibilidad/RVR para localizador con punto de referencia de aproximación final (FAF) y radiobaliza intermedia (MM).

6. Aproximaciones que requieren maniobras de aproximación en circuito

6.1 Cuando un explotador está autorizado a conducir operaciones de aproximación y aterrizaje que nos son de precisión y operaciones de precisión de CAT I, las OpSpecs automáticamente le autoriza a conducir maniobras de aproximación en circuito en condiciones meteorológicas VFR (1 000 pies de techo y 4 800 m de visibilidad (no RVR)).

6.2 Una maniobra de aproximación en circuito conducida bajo esta autorización puede ser realizada a la MDH que será la mayor de las siguientes:

- la OCH para una categoría específica de avión promulgada para esa aproximación (o la altura sobre el aeródromo (HAA) publicada y apropiada para la velocidad más alta en la maniobra en circuito cuando se opere en los Estados Unidos); o
- el valor de la MDH que se indica en la Tabla 5-5; o
- el valor de la MDA (H) que se indica en la Tabla 5-6, promulgada para la velocidad más alta en la maniobra en circuito.

6.3 Sin embargo, antes de conducir una maniobra de aproximación en circuito bajo 1 000 ft y/o 4 800 m de visibilidad, el programa de instrucción aprobado del explotador debe proporcionar instrucción y entrenamiento en las maniobras de aproximación en circuito.

6.4 Si un explotador intenta conducir maniobras de aproximación en circuito con techos de nubes bajo 1 000 pies y/o visibilidades bajo 4 800 m, los IOs deben evaluar el programa de instrucción del explotador y determinar que este programa provee instrucción adecuada y verificación de la competencia de los pilotos en las maniobras de aproximación en circuito.

6.5 Cuando un explotador no provee instrucción y entrenamiento en las maniobras de aproximación en circuito, las políticas y procedimientos de operación del explotador deben prohibir las maniobras de aproximación en circuito cuando el techo y/o la visibilidad estén por debajo de 1 000 pies y 4 800 m de visibilidad.

6.6 El IO también debe asegurarse que los programas de instrucción de los explotadores, especifiquen las condiciones necesarias para conducir maniobras de aproximación en circuito, con seguridad. El programa del explotador debería incorporar métodos, procedimientos e instrucción que cumplan los siguientes criterios:

- a) satisfagan los criterios de la maniobra de aproximación en circuito de las OpSpecs y/o del OM;
- b) requiera que las maniobras de aproximación en circuito, sean realizadas en condiciones de vuelo visual;
- c) provea aproximaciones frustradas seguras durante la maniobra de aproximación en circuito;
- d) requiera la utilización de mínimos de aproximación en circuito apropiados para la velocidad más alta utilizada en una maniobra de aproximación en circuito particular;
- e) el programa limite las operaciones a aquellos aeródromos y pistas donde las maniobras de aproximación en circuito pueden ser realizadas con seguridad; y
- f) el programa limite la aproximación en circuito con techos bajo 1 000 ft y/o visibilidades bajo 4 800 m a aquellos pilotos quienes están apropiadamente entrenados y evaluados para la aproximación en circuito en esas condiciones meteorológicas.

6.7 En la Figura 10-10 – *Mínimos comúnmente aceptados para aproximaciones en circuito (Categoría de avión)* se establece la MDH para cada categoría de avión.

6.8 En la Tabla 10-11 - *Mínimos comúnmente aceptados para aproximaciones en circuito (máxima velocidad indicada en aproximación en circuito)* se establece la MDH para las máximas velocidades utilizadas en la aproximación en circuito.

6.9 La visibilidad mínima (no el RVR) para una aproximación en circuito debería ser la correspondiente a la MDH aplicable, tal como se indican en las Figuras 10-8 y 10-10 (En aquellos casos en que la MDH es superior a la MDH mínima que se indica en la Figura 10-10, el valor de la visibilidad será correspondiente a la MDH mayor de la Figura 10-8).

6.10 Los valores de visibilidad correspondientes a los mínimos en circuito que se dan en la Figura 10-10 son mínimos operacionales comúnmente aceptados y no deberían confundirse con los criterios de proyectos aplicables a las áreas de aproximación con maniobra visual (en circuito) que aparecen en los PANS-OPS (Doc 8168).

6.11 Algunos Estados imponen un RVR mínimo para aterrizar a partir de una aproximación en circuito, aun si el piloto prevé que la referencia visual se mantendrá. Así cabe evitar que se realicen aproximaciones en las que se produzcan pérdida subsiguiente de referencia visual durante el enderezamiento, y se reduce asimismo la probabilidad de que se realicen al mismo tiempo aproximaciones de precisión y en circuito, lo que podría crear una mezcla de aproximaciones que no es muy conveniente.

6.12 En la Figura 10-10 – *Mínimos comúnmente aceptados para aproximaciones en circuito*, se establece los mínimos que son comúnmente aceptados para dichas aproximaciones:

Tabla 10-10 – Mínimos comúnmente aceptados para aproximaciones en circuito (categoría de avión)

	Categoría del avión ¹			
	A	B	C	D
MDH ²	120 m (400 ft)	150 m (500 ft)	180 m (600 ft)	210 m (700 ft)
Visibilidad ³	1 600 m	1 600 m	2 400 m	3 600 m

Nota 1.- Algunos Estados aplican para la aproximación en circuito de aviones de fuselaje ancho mínimos establecidos con una MDH de 300 m (1 000 ft) y una visibilidad de 5 Km.

Nota 2.- En aquellos casos en que la MDH es superior a la MDH mínima que se indica en la Figura 10-10, el valor de la visibilidad será correspondiente a la MDH mayor de la Figura 10-8.

Nota 3.- Algunos Estados imponen un RVR mínimo para el aterrizaje a partir de una aproximación en circuito.

Tabla 10-11 – Mínimos comúnmente aceptados para aproximaciones en circuito (máxima velocidad indicada en aproximación en circuito)

Circle to land	
Max Kts (IAS)	MDA (H)
100	560' (533') – 1 600 m
135	
180	630' (603') – 2 800 m
205	730' (703) – 3 600 m

INTENCIONALMENTE EN BLANCO

PARTE II – EXPLOTADORES DE SERVICIOS AÉREOS**VOLUMEN III – AUTORIZACIONES OPERACIONALES Y EQUIPOS DE LAS AERONAVES****Capítulo 11 – Operaciones de aproximación por instrumentos 3D Tipo B de Categoría I****Índice****Sección 1 – Operaciones de aproximación por instrumentos 3D Tipo B de Categoría I**

1.	Objetivo	PII-VIII-C11-01
2.	Generalidades	PII-VIII-C11-01
3.	Definiciones y abreviaturas	PII-VIII-C11-02
4.	Objetivos de las operaciones de CAT I	PII-VIII-C11-04
5.	Conceptos genéricos operacionales de CAT I	PII-VIII-C11-05
6.	Principios fundamentales de operación	PII-VIII-C11-05
7.	Altura de decisión	PII-VIII-C11-06
8.	Alcance visual en la pista /Visibilidad	PII-VIII-C11-07
9.	Mínimos para operaciones de aproximación por instrumentos 3D Tipo B de Categoría I	PII-VIII-C11-08
10.	Mínimos básicos de operación de explotadores de servicios aéreos	PII-VIII-C11-09
11.	Utilización de mínimos de operación estándar en aviones turbo reactores, turbofan y propfan	PII-VIII-C11-11

Sección 2 - Evaluación y aprobación de las operaciones de aproximación por instrumentos 3D Tipo B de Categoría I

1.	Fases del proceso	PII-VIII-C11-12
2.	Criterios para la evaluación y aprobación de las operaciones de aproximación por instrumentos 3D Tipo B de Categoría I	PII-VIII-C11-12
3.	Requisitos de equipos basados en tierra, pistas y aeródromos	PII-VIII-C11-16
4.	Operaciones de Categoría I que utilizan mínimos básicos de operación del explotador	PII-VIII-C11-17
5.	Aterrizaje automático en Categoría I o en mejores condiciones meteorológicas ..	PII-VIII-C11-22
6.	Aprobación de las operaciones todo tiempo de CAT I	PII-VIII-C11-23

Sección 1 – Operaciones de aproximación por instrumentos 3D Tipo B de Categoría I**1. Objetivo**

1.1 Este capítulo provee conceptos, dirección y guía a los IOs, para evaluar, aprobar o negar las solicitudes de autorización para realizar operaciones de aproximación por instrumentos 3D Tipo B de Categoría I (CAT I) en área terminal.

2. Generalidades

2.1 De conformidad con el Anexo 6 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional, las operaciones de CAT I son clasificadas como operaciones de aproximación por instrumentos 3D de Tipo B con:

- a) una altura de decisión no inferior a 60 m (200 ft); y

b) con visibilidad no inferior a 800 m o alcance visual en la pista no inferior a 550 m.

2.2 La información de este capítulo debe ser observada cuando un explotador solicita una autorización de CAT I para utilizar ya sea:

- a) una aeronave;
- b) equipo de a bordo y equipo basado en tierra o en el espacio; y
- b) procedimientos operacionales que son nuevos para el explotador.

2.2 Esta sección amplía los conceptos generales, políticas, directivas y guías que se han desarrollado en los capítulos anteriores de este manual. Se proporcionan requisitos específicos para la evaluación de las operaciones de CAT I, utilizando equipos de a bordo y equipos basados en tierra o en el espacio, los cuales poseen características y limitaciones determinadas.

3. Definiciones y abreviaturas

3.1 Definiciones.- Para propósitos de este capítulo, se aplican las siguientes definiciones:

3.1.1 Clasificación de las operaciones de aproximación por instrumentos.- Las operaciones de aproximación por instrumentos se clasificarán basándose en los mínimos de utilización más bajos por debajo de los cuales la operación de aproximación deberá continuarse únicamente con la referencia visual requerida, de la manera siguiente:

- a) Tipo A: operación de aproximación por instrumentos con una altura mínima de descenso (MDH) o una altura de decisión (DH) igual o superior a 75 m (250 ft); y
- b) Tipo B: operación de aproximación por instrumentos con una altura de decisión (DH) inferior a 75 m (250 ft). Las operaciones de aproximación por instrumentos de Tipo B están categorizadas de la siguiente manera:
 - 1) Categoría I (CAT I): una altura de decisión no inferior a 60 m (200 ft) y con visibilidad no inferior a 800 m o alcance visual en la pista (RVR) no inferior a 550 m;
 - 2) Categoría II (CAT II): una altura de decisión inferior a 60 m (200 ft), pero no inferior a 30 m (100 ft) y alcance visual en la pista no inferior a 300 m;
 - 3) Categoría IIIA (CAT IIIA): una altura de decisión inferior a 30 m (100 ft) o sin limitación de altura de decisión y alcance visual en la pista no inferior a 175 m;
 - 4) Categoría IIIB (CAT IIIB): una altura de decisión inferior a 15 m (50 ft) o sin limitación de altura de decisión y alcance visual en la pista inferior a 175 m pero no inferior a 50 m; y
 - 5) Categoría IIIC (CAT IIIC): sin altura de decisión ni limitaciones de alcance visual en la pista.

Nota 1.- Cuando los valores de la altura de decisión (DH) y del alcance visual en la pista (RVR) corresponden a categorías de operación diferentes, la operación de aproximación por instrumentos ha de efectuarse de acuerdo con los requisitos de la categoría más exigente (p. ej., una operación con una DH correspondiente a la CAT IIIA, pero con un RVR de la CAT IIIB, se consideraría operación de la CAT IIIB, o una operación con una DH correspondiente a la CAT II, pero con un RVR de la CAT I, se consideraría operación de la CAT II).

Nota 2. - La referencia visual requerida significa aquella sección de las ayudas visuales o del área de aproximación que debería haber estado a la vista durante tiempo suficiente para que el piloto pudiera hacer una evaluación de la posición y de la rapidez del cambio de posición de la aeronave, en relación con la trayectoria de vuelo deseada. En el

caso de una operación de aproximación en circuito, la referencia visual requerida es el entorno de la pista.

3.1.2 Operaciones de aproximación por instrumentos.- Aproximación o aterrizaje en que se utilizan instrumentos como guía de navegación basándose en un procedimiento de aproximación por instrumentos. Hay dos métodos para la ejecución de operaciones de aproximación por instrumentos:

- a) una operación de aproximación por instrumentos bidimensional (2D), en la que se utiliza guía de navegación lateral únicamente; y
- b) una operación de aproximación por instrumentos tridimensional (3D), en la que se utiliza guía de navegación tanto lateral como vertical.

Nota.- Guía de navegación lateral y vertical se refiere a la guía proporcionada por:

- a) una radioayuda terrestre para la navegación; o bien
- b) datos de navegación generados por computadora a partir de ayudas terrestres, con base espacial, autónomas para la navegación o una combinación de las mismas.

3.1.3 Procedimientos de aproximación por instrumentos (IAP).- Serie de maniobras predeterminadas realizadas por referencia a los instrumentos de a bordo, con protección específica contra los obstáculos desde el punto de referencia de aproximación inicial, o, cuando sea el caso, desde el inicio de una ruta definida de llegada hasta un punto a partir del cual sea posible hacer el aterrizaje; y, luego, si no se realiza éste, hasta una posición en la cual se apliquen los criterios de circuito de espera o de margen de franqueamiento de obstáculos en ruta. Los procedimientos de aproximación por instrumentos se clasifican como sigue:

- a) Procedimiento de aproximación que no es de precisión (NPA).- Procedimiento de aproximación por instrumentos diseñado para operaciones de aproximación por instrumentos 2D de Tipo A.

Nota.- Los procedimientos de aproximación que no son de precisión pueden ejecutarse aplicando la técnica de aproximación final en descenso continuo (CDFA). En los PANS-OPS (Doc. 8168) Vol. I, sección 1.7, se proporciona más información acerca de la CDFA.

- b) Procedimiento de aproximación con guía vertical (APV).- Procedimiento de aproximación por instrumentos diseñado para operaciones de aproximación por instrumentos 3D de Tipo A.
- c) Procedimiento de aproximación de precisión (PA).- Procedimiento de aproximación por instrumentos diseñado para operaciones de aproximación por instrumentos 3D de Tipo B.

3.2 Abreviaturas.- Para propósitos de este capítulo, son de aplicación las siguientes abreviaturas:

- | | | |
|-------|-------|--|
| 3.2.1 | ACAS | Sistema anticolidión de a bordo |
| 3.2.2 | CAT I | Categoría I |
| 3.2.3 | DA/H | Altitud/Altura de decisión |
| 3.2.4 | EVS | Sistema de visión mejorada |
| 3.2.5 | GS | Pendiente de planeo |
| 3.2.6 | HUD | Visualizador de cabeza alta |
| 3.2.7 | LDA | Ayuda direccional del tipo localizador |

3.2.8	LOC	Localizador
3.2.9	MAPt	Punto de aproximación frustrada
3.2.10	MDA	Altitud mínima de descenso
3.2.11	MLS	Sistema de aterrizaje por microondas
3.2.12	MSA	Altitud mínima de seguridad
3.2.13	MVA	Altitud mínima de vectoreo
3.2.14	NTZ	Zona inviolable
3.2.15	OCA/H	Altitud/altura de franqueamiento de obstáculos
3.2.16	OCL	Límite de franqueamiento de obstáculos
3.2.17	OM	Manual de operaciones
3.2.18	PAR	Radar de aproximación de precisión
3.2.19	PRM	Monitor de precisión de pista
3.2.20	RA	Aviso de resolución
3.2.21	RVR	Alcance visual en la pista
3.2.22	SOIA	Aproximaciones paralelas simultáneas por instrumentos
3.2.23	TA	Alerta de tráfico
3.2.24	TDZ	Zona de toma de contacto
3.2.25	VIS	Visibilidad

4. Objetivos de las operaciones de CAT I

4.1 La diferencia esencial entre una aproximación VFR a una pista y una aproximación por instrumentos de CAT I, es que se requiere un procedimiento de aproximación por instrumentos para completar con seguridad una aproximación y aterrizaje o una aproximación frustrada. El objetivo primario de una operación de CAT I es doble:

- a) la operación debe proporcionar a la aeronave una transición segura y ordenada, bajo condiciones de vuelo por instrumentos, desde la fase de vuelo de crucero en ruta a través de los segmentos de aproximación inicial hasta un punto en la aproximación final, desde el cual, un aterrizaje visual puede ser realizado; y
- b) si no se puede completar un aterrizaje visual, la operación de CAT I, debe proporcionar una aproximación frustrada que pueda ser ejecutada con seguridad a través del segmento de aproximación frustrada a una transición hacia la estructura de ruta nuevamente para ejecutar una desviación al aeródromo de alternativa.

4.2 Para alcanzar estos objetivos, un procedimiento de aproximación por instrumentos debe

definir las derrotas a ser voladas con las alturas asociadas y debe especificar las alturas mínimas requeridas que aseguren el franqueamiento de obstáculos, cuando la aeronave está volando en condiciones IFR.

5. Conceptos genéricos operacionales de CAT I

5.1 La meteorología y las condiciones del entorno que se pueden encontrar en operaciones de CAT I, pueden ocasionar una restricción de las condiciones de visibilidad al grado que las referencias externas necesarias para controlar la aeronave por medios visuales, no estén disponibles durante todos los segmentos de la aproximación. Por lo tanto, hasta cierto punto de la aproximación, la aeronave debe ser operada y controlada por referencias a los instrumentos de vuelo y navegación y luego ésta debe de ser operada con referencia a la combinación de vuelo por instrumentos y la información visual externa.

5.2 Propósito de los mínimos de operación.- Los procedimientos y mínimos para las operaciones de CAT I, son establecidos para asegurar que se alcance el nivel deseado de seguridad operacional en condiciones de visibilidad reducida asociadas con esas operaciones. El propósito de los mínimos de operación es para asegurar que la combinación de la información disponible de los instrumentos de la aeronave y las fuentes visuales externas es suficiente para la operación segura de la aeronave a lo largo de la trayectoria de vuelo deseada. Los mínimos de operación establecen alturas mínimas seguras para vuelo por instrumentos y los mínimos de visibilidad (VIS)/RVR necesarios para completar con seguridad la operación de aproximación y el aterrizaje que debe ser realizado mediante referencias visuales externas. A medida que la información visual externa disminuye debido a la reducción de las condiciones de visibilidad, debe haber un aumento en la calidad y cantidad de la información de los instrumentos y en la habilidad de las tripulaciones de vuelo para mantener el nivel deseado de seguridad operacional (véase Capítulo 10 – Operaciones todo tiempo).

5.3 Relación entre los mínimos genéricos de operación.- Los mínimos de operación para CAT I (DA/H y VIS/RVR) normalmente son determinados considerando las tareas que el piloto debe cumplir después de alcanzar el punto de decisión (DA/H) para completar el aterrizaje. Como regla general las condiciones mínimas de visibilidad requeridas (VIS/RVR) son mayores si el piloto tiene que establecer referencias visuales a mayor altura debido a los obstáculos o limitaciones de los sistemas de guía electrónica basados en tierra o en el espacio. Además, los mínimos de operación son más altos si el piloto debe establecer mejores condiciones de visibilidad debido a las dificultades para cumplir con las tareas requeridas para completar el aterrizaje con seguridad (por ejemplo una aproximación de CAT I seguida de una aproximación en circuito). Las aproximaciones de precisión normalmente permiten al piloto, maniobrar la aeronave con referencias a los instrumentos a una posición más cercana de alineación con la pista y de trayectoria de planeo apropiada. Por ello, deben ser utilizados mínimos de operación más bajos que los mínimos para las operaciones de aproximación y aterrizaje que no son de precisión, debido a que se requieren maniobras más pequeñas para hacer contacto dentro de la TDZ. Los factores genéricos que deberán ser considerados en el establecimiento de los mínimos de operación, son tratados en mayores detalles en el Capítulo 10 de éste volumen.

6. Principios fundamentales de operación

6.1 Principios fundamentales.- Los mínimos de operación de CAT I están basados en los siguientes principios fundamentales:

- a) la tripulación de vuelo debe haber adquirido un mínimo de conocimientos aeronáuticos, entrenamiento, experiencia, habilidad, calificaciones y habilitaciones según lo requerido por la RAB 61 y RAB 91 para operaciones de CAT I, y
- b) deben estar disponibles los equipos mínimos de a bordo y los basados en tierra o en el espacio, requeridos para la certificación de la aeronave para operaciones de CAT I.

6.2 Suposiciones y criterios.- Las suposiciones y criterios utilizados para la certificación de la aeronave y el diseño del procedimiento de aproximación por instrumentos publicado, deben estar basados en estos principios. El objetivo fundamental que deberá ser alcanzado durante la certificación de la aeronave y el diseño del procedimiento de la aproximación por instrumentos, es asegurarse que las tripulaciones de vuelo y las aeronaves cumplan con los requisitos mínimos para conducir operaciones de CAT I, utilizando los mínimos, con seguridad.

6.3 Equipo especial o procedimientos.- Cualquier equipo especial o procedimientos necesarios para alcanzar estos objetivos deben estar especificados en los fundamentos de la certificación de aeronavegabilidad o en el certificado de tipo suplementario (STC) de la aeronave y/o AFM. Cualquier requerimiento para instrucción y entrenamiento especial, conocimientos o habilidad no constituye un método aceptable de cumplir este objetivo fundamental.

6.4 Seguridad de la operación.- Las aeronaves que no puedan ser operadas con seguridad en los mínimos de CAT I y utilicen tripulaciones de vuelo que alcancen solamente los requisitos mínimos reglamentarios, no serán aprobadas para realizar operaciones de CAT I.

7. Altura de decisión

Nota.- En algunos Estados, el término altura de decisión se utiliza para designar las altitudes mínimas o las alturas mínimas basadas en el altímetro barométrico.

7.1 La altura de decisión para una operación de CAT I deberá ser la mayor de las alturas siguientes:

- a) la altura mínima hasta la cual el avión puede descender volando únicamente con referencia a los instrumentos, según la altura especificada en el certificado de aeronavegabilidad del avión o en los requisitos de operación; o
- b) la altura mínima hasta la cual puede utilizarse la ayuda de aproximación de precisión únicamente con referencia a los instrumentos; o
- c) la altura de franqueamiento de obstáculos (OCH); o
- d) la altura de decisión hasta la cual la tripulación de vuelo esta autorizada en las operaciones; o
- e) 60 m (200 ft).

7.2 Se puede establecer una altura de decisión más elevada que los mínimos arriba mencionados cuando prevalecen condiciones no normales o es probable que ocurran. En los siguientes párrafos se estudian algunas de las repercusiones que tienen en la altura de decisión los aspectos de geometría (configuración) del avión, su performance, el rumbo de aproximación final desplazado y la turbulencia atmosférica.

7.3 En casos excepcionales puede haber pistas en las cuales la altura del punto de referencia ILS/MLS sea inferior al valor recomendado de 15 m (50 ft). En tales casos puede ser necesario ajustar los mínimos y asegurar que la tripulación de vuelo esta adiestrada para dejar un margen suficiente entre las ruedas y el umbral.

7.4 Cuando la aproximación se realiza con un motor inoperativo puede requerirse aumentar la altura de decisión. Al iniciar un procedimiento de aproximación frustrada y "dar motor" ("go around") con el tren de aterrizaje y los flaps replegados, es probable que se produzca una pérdida de altura superior a lo normal. En tal caso, la altura de decisión no debería ser inferior a la altura pertinente que se mencione en el manual de vuelo del avión (AFM) o documento equivalente y que indique la altura mínima para decidir el aterrizaje cuando la aproximación se ha efectuado con un motor inoperativo.

7.5 Cuando se emplee un rumbo de aproximación final desplazado, el avión avanzará en situación de alineamiento lateral respecto a la prolongación del eje de la pista. Par lo tanto, la altura de decisión debería establecerse lo suficientemente alta como para permitir la realización de la maniobra de alineamiento lateral con la pista antes de alcanzar el umbral de aterrizaje. Los valores de los mínimos establecidos en las Tablas 10-3 y 10-4 del Capítulo 10 anterior y en la Tabla 11-1 de este capítulo no tienen necesariamente en cuenta las maniobras visuales que requieren las aproximaciones para las que se utilice un rumbo de aproximación final desplazado. En estos casos de manera general es necesario que se establezcan valores especiales para la altura de decisión o para las visibilidades.

7.6 Cuando se sepa que probablemente se darán condiciones no normales de vuelo, también puede establecerse una altura de decisión por encima del mínimo. Por ejemplo, si se sabe que las características topográficas en torno a determinada pista producen con frecuencia corrientes descendentes en el área de aproximación, la altura de decisión podría incrementarse 15 m (50 ft), o más, para los aviones de hélice y unos 30 m (100 ft) o más, para los aviones turbo reactores; puede emplearse un incremento mayor si existe la posibilidad de que la corriente descendente sea severa. Además, debería entrenarse a los pilotos para que interrumpan la aproximación antes de llegar a la altura de decisión siempre que, durante la aproximación, encuentren o esperen encontrar condiciones adversas, tales como fuerte turbulencia, o siempre que se desestabilice la aproximación, por ejemplo, debido al mal funcionamiento de los equipos de a bordo o terrestres.

8. Alcance visual en la pista /Visibilidad

8.1 Las condiciones meteorológicas mínimas en las cuales cabe considerar que el piloto tiene la referencia visual requerida en y por debajo de la altura de decisión, pueden especificarse como RVR o como visibilidad. Un parámetro suplementario, empleado en algunos Estados, es la base de nubes mas baja. No obstante, estos son valores medidos en tierra y ninguno de ellos, ni su combinación, puede indicar con precisión si el piloto tendrá o no la referencia visual requerida cuando se encuentre a la altura de decisión. Esto se debe a varios factores: por ejemplo, el RVR se mide horizontalmente, mientras que el piloto normalmente estará mirando a las luces de aproximación desde una trayectoria oblicua y desde una posición algo lejana a la pista; y si la visibilidad se reduce por niebla, es probable que esta sea menos densa en la superficie que en niveles superiores y, por lo tanto, la visibilidad oblicua será probablemente menor que la visibilidad horizontal en la superficie; y cuando la visibilidad se reduce por nieve o por polvareda, la visibilidad oblicua puede ser menor que la horizontal debido a la falta de contraste entre la iluminación de aproximación y el suelo cubierto de nieve, o a la falta de contraste en las referencias visuales del terreno vistas a través del polvo. Por el contrario, pueden presentarse casos tales como el de niebla baja, en los que el alcance visual oblicuo es mayor que la visibilidad horizontal durante las primeras fases de la aproximación. Por su parte, la visibilidad resultará probablemente aún menos representativa de la visibilidad oblicua que tiene el piloto, dado que frecuentemente la visibilidad se mide a alguna distancia de la pista y, posiblemente, en una dirección distinta de la pista en cuestión.

8.2 La medida de la base de nubes normalmente no proporcionará, una buena indicación de la altura a la cual el piloto establecerá contacto visual con la superficie debido a varias razones: es improbable que la medida se tome por debajo de la posición de la trayectoria de planeo en la que el piloto establece contacto visual; la nube tendrá probablemente una base irregular; la posición en la trayectoria de planeo podría coincidir con una brecha en la nube; y la distancia que un piloto puede ver mientras permanece en la nube variará con el espesor de esta, así como con la visibilidad que haya por debajo de la nube.

8.3 En resumen, la diferencia entre la distancia que un piloto puede ver desde una determinada posición en la aproximación y las mediciones tomadas en la superficie a ese respecto será una variable que solo podrá expresarse estadísticamente y, por lo tanto, no puede establecerse una relación específica para una determinada aproximación. No obstante, sigue siendo necesario determinar cuales son los mínimos a fin de producir valores que den una alta probabilidad de que el

piloto tendrá una visión suficiente en y por debajo de la altura de decisión que le permita llevar a cabo su tarea; y es necesario asimismo especificar la mínima referencia visual requerida para el descenso por debajo de la altura de decisión.

8.4 La distancia a que un piloto debe estar en condiciones de ver, a fin de tener un segmento visual adecuado a la vista en y por debajo de la altura de decisión, depende de la posición de sus ojos en el espacio en relación con las ayudas visuales en la superficie, de la medida en que la estructura del avión restrinja su visión hacia adelante y hacia abajo, así como de la clase de ayudas visuales. Cuanto mayor sea la altura de decisión y mayores sean las dimensiones del avión, tanto mas altos estarán los ojos del piloto por encima de la superficie y tanto mayor será la visibilidad requerida para que el segmento visual sea aceptable; por el contrario, cuanto mejor sea la visión hacia abajo por encima de la proa, y cuanto mayor sea la longitud del sistema de luces de aproximación, tanto menor será la visibilidad requerida.

8.5 Sin embargo, algunos factores tienden a anularse entre si. Por ejemplo, en los aviones de grandes dimensiones, la altura de los ojos del piloto por encima de las ruedas del tren de aterrizaje principal es generalmente elevada; esta característica indeseable se ve normalmente compensada si se dota al avión de equipo automático preciso para hacer las aproximaciones, lo que hace mas fácil la tarea del piloto cuando la visibilidad es reducida, y también se puede compensar si se proyecta el puesto de pilotaje de modo que proporcione a los pilotos una buena visión hacia adelante y hacia abajo. En el caso de los aviones de pequeñas dimensiones, la altura de los ojos del piloto por encima de las ruedas es más reducida por lo general. Esta característica deseable queda generalmente anulada por la visión relativamente reducida hacia adelante y hacia abajo de que disponen los pilotos, y por la falta de equipo automático preciso para hacer las aproximaciones. Como norma, el RVR mínimo para una aproximación de precisión de Categoría I efectuada por los grandes aviones utilizando equipos automáticos será el mismo RVR que para los aviones de tamaño pequeño y mediano que realizan una aproximación manual. En consecuencia, cabe prever que se requerirá un mayor RVR en la operación manual de los grandes aviones cuyas aproximaciones se hacen a velocidades elevadas.

8.6 Aunque la iluminación de aproximación normalizada prescrita por la OACI para una pista de aproximación de precisión es un sistema de 900 m de longitud, existen algunas pistas en las cuales no hay iluminación de aproximación debido a que es físicamente imposible instalarla, y otras pistas en las que los sistemas de iluminación de aproximación tiene menos de 900 m de longitud. La longitud y la índole de la iluminación de aproximación influirán de modo significativo en los mínimos de visibilidad. Par ejemplo, a una altura de 60 m (200 ft) en una pendiente de planeo de 3°, la zona de toma de contacto esta situada aproximadamente a 1 100 m por delante del avión. Si no existe iluminación de aproximación, el RVR debería ser del orden de los 1 200 m para que así el piloto vea adecuadamente la zona de toma de contacto. Por el contrario, con iluminación completa de aproximación, de zona de toma de contacto, de umbral, de borde y de eje de pista, podría disponerse de suficiente información visual en la altura de decisión y por debajo de ella con RVR del orden de 550 m, lo que permitiría al piloto continuar la aproximación en base de una combinación de información visual y de instrumentos.

9. Mínimos para operaciones de aproximación por instrumentos 3D Tipo B de Categoría I

9.1 Créditos por instalaciones

9.1.1 En algunos Estados todas las operaciones de aproximación o aterrizaje de precisión directas (en línea recta) están basadas en la utilización de ayudas visuales emplazadas en tierra para aumentar las condiciones de visibilidad durante la fase final de la operación de aproximación y aterrizaje y de esta manera poder reducir los mínimos. Dichas reducciones son conocidas como créditos por instalaciones y no deben ser utilizados para reducir los mínimos para las maniobras de aterrizaje de una aproximación en circuito, debido al área más amplia que se requiere para maniobrar con seguridad (radios de viraje) a las diferentes velocidades utilizadas. Por lo tanto, la

reducción de los mínimos de aterrizaje basados en los créditos por instalaciones, solamente puede ser autorizada para las aproximaciones por instrumentos a las pistas que proporcionen la capacidad de una aproximación directa.

9.1.2 Los mínimos de altitud normalizados (estándares) para operaciones de aproximación y aterrizaje IFR no podrán ser reducidos debido a limitaciones de obstáculos y/o señales de las radioayudas. Por ello, las reducciones en los mínimos de operación por debajo de los valores básicos establecidos para cada radioayuda, están expresadas solamente en reducción de la visibilidad/RVR requerida para conducir operaciones con seguridad.

9.1.3 Los mínimos comúnmente aceptados para aproximaciones de precisión de CAT I, están especificados en Tabla 6-1 de este capítulo, con las referencias de variación de las visibilidades/RVR según las instalaciones, ya sean estas completas, intermedias o básicas.

9.2 Mínimos comúnmente aceptados para aproximaciones por instrumentos Tipo B de Categoría I

9.2.1 Los mínimos comúnmente aceptados para aproximaciones por instrumentos Tipo B de CAT I, están especificados en la Tabla 6-1 - *Mínimos comúnmente aceptados para aproximaciones por instrumentos Tipo B de Categoría I – Aviones de transporte aéreo comercial (aviones multimotores)*. La reducción de los mínimos de operación, están basados, en principio, en la utilización de la combinación del sistema de iluminación de pista. Dicho sistema de luces es necesario para incrementar el realce de la superficie de aterrizaje, el cual aumenta la capacidad del piloto para utilizar las ayudas visuales externas para controlar y maniobrar la aeronave en condiciones de visibilidad reducida.

9.2.2 Los mínimos más bajos permitidos para todas las aeronaves que conduzcan operaciones de aproximación y aterrizaje de precisión de CAT I son DH 60 m (200 pies) y 800 m de visibilidad o RVR 550 m (1 800 ft). Dichos mínimos normalizados (estándar) son los más bajos autorizados para aproximaciones de precisión de CAT I con instalaciones completas. Los mínimos de visibilidad y RVR aumentan para aeródromos con instalaciones intermedias y básicas según se establece en la Figura 11-1 - *Mínimos comúnmente aceptados para aproximaciones por instrumentos 3D Tipo B de Categoría I*.

Figura 11-1 – Mínimos comúnmente aceptados para aproximaciones por instrumentos 3D Tipo B de Categoría I

Mínimos de Categoría I			
	Instalaciones completas	Instalaciones intermedias	Instalaciones básicas
DH ^{1,2}	60 m (200 ft)	60 m (200 ft)	60 m (200 ft)
RVR ³	550 m	800 m	1 200 m
Visibilidad ³	800 m	800 m	1 200 m

Nota 1.- la DH es o bien 60 m (200 ft) o bien la OCH, de ambas la mayor.

Nota 2.- La DH puede aumentarse para las aproximaciones que se realizan con un motor inoperativo.

Nota 3.- Los aumentos en la DH exigirán un aumento correspondiente en el RVR/visibilidad.

10. **Mínimos básicos de operación de explotadores de servicios aéreos**

10.1 Mínimos básicos de operación del explotador

Si bien este capítulo y el Doc 9365 establecen los mínimos normalizados (estándar) de acuerdo con diferentes categorías de instalaciones (completas, intermedias y básicas), dichos mínimos estándar no pueden ser utilizados automáticamente por los explotadores que operan según los RAB 121 y 135. Dos clases de *mínimos de operación* son establecidos para explotadores RAB 121 y 135. Estas clases de *mínimos de operación* son *mínimos básicos del explotador* y *mínimos estándar*. Para propósitos de este manual, los mínimos básicos del explotador incluyen requisitos de mínimos más altos para el piloto al mando (PIC) y para aeronaves con motores turbo reactores. Estos mínimos básicos del explotador son usualmente más altos que los mínimos estándar prescritos en este documento y en el Doc 9365 para varias categorías de avión y combinaciones de sistemas de iluminación. Los mínimos básicos del explotador deben ser utilizados por todos los explotadores RAB 121 y 135 hasta que los requisitos de equipo especial de a bordo, instrucción, calificación y/o experiencia para los *mínimos estándar de operación* sean satisfechos. En función de lo anterior, el inspector principal de operaciones (POI) podrá autorizar la utilización de los mínimos estándar de operación, cuando se han alcanzados los requisitos pertinentes.

10.2 Pilotos al mando con mínimos de utilización de aeródromo más altos.-

10.2.1 La degradación de las condiciones de visibilidad y el incremento de la dificultad para realizar las tareas de pilotaje que son encontradas durante la operación de aproximación y aterrizaje, puede hacer necesario a los PIC, que adquieran una cierta cantidad de experiencia de vuelo antes de operar en los mínimos más bajos autorizados de CAT I. El objetivo de este requerimiento de experiencia de vuelo, es asegurar que el piloto está totalmente consciente de las capacidades del equipo de la aeronave y sus limitaciones, las ayudas visuales externas y las características de manejo de la aeronave.

- a) Mínimos de operación más altos (incrementados).- La experiencia de vuelo necesaria para satisfacer este objetivo se encuentra especificada en las RAB 121.2685 y 135.695 (d). Estas secciones requieren que aquellos PICs que no han satisfecho los requisitos de experiencia (haber volado 100 horas como PICs en operaciones RAB 121 o 135 en el tipo de aeronave que están operando) incrementen 100 pies a la MDA/DH publicada y 800 m (2 400 ft) a la visibilidad o RVR publicado. El RVR que debe ser utilizado cuando un RVR está publicado y disponible es el RVR para PICs con mínimos más altos especificado en el OM. Por lo tanto cuando se despache o libere un vuelo, el explotador debe considerar los mínimos de operación incrementados para PICs con mínimos más altos y las condiciones meteorológicas pronosticadas. Estas secciones aplica únicamente para designar un aeródromo de destino y no para designar un aeródromo de alternativa. Las 100 horas de experiencia para PICs pueden ser reducidas (siempre que no se exceda el 50% de las horas totales) sustituyendo un aterrizaje por una hora de vuelo en operaciones RAB 121 y 135 y en una aeronave específica. La Sección 121.2685 se aplica a todos los aviones operados según el RAB 121. La Sección 135.695 se aplica a los aviones a turbina (turbo reactores y turbohélices) operados de conformidad con el RAB 135.
- b) Mínimos básicos para aviones turbo reactores.- Mínimos de operación básicos de visibilidad y RVR para aviones turbo reactores han sido establecidos para todos los aviones turbo reactores que operen según los RAB 121 y 135. El mínimo básico de aviones turbo reactores para aproximaciones directas que no son de precisión y de precisión es de RVR 1 200 m (4 000 ft). Cualquier mínimo menor que el básico no está autorizado en aeronaves turbo reactores hasta que se cumplan requisitos especiales. Cuando el equipo de la aeronave, los sistemas de iluminación y señalamiento y los pilotos se encuentran en cumplimiento y calificados de acuerdo con este manual y la AC 120-29 de la FAA o documento equivalente publicado por los Estados, los mínimos más bajos que han sido establecidos para varias configuraciones aprobadas de iluminación y señalamiento de aproximación y de pista, pueden ser autorizados. Los mínimos para aeronaves turbo reactores para cada configuración aprobada de iluminación y señalamiento de aproximación y de pista serán especificados en el OM.

11. Utilización de mínimos de operación estándar en aviones turboreactores, turbofan y propfan

11.1 Un explotador no deberá ser autorizado a conducir operaciones de CAT I utilizando los mínimos de operación estándar con aeronaves turboreactores, turbofan y/o propfan a menos que la aeronave, aeródromo, pista y tripulaciones de vuelo utilizadas estén específicamente calificadas para la operación utilizando los mínimos estándares. Cuando se evalúa una propuesta para conducir operaciones de CAT I utilizando los mínimos de operación, el IO debe considerar los factores desarrollados más adelante. Sobre la base de la evaluación de dichos factores, el IO debe hacer su juicio para considerar la competencia del explotador para conducir operaciones de CAT I utilizando los mínimos estándar. Antes de otorgar la autorización para conducir operaciones utilizando los mínimos estándar con aviones turboreactores, turbofan y/o propfan, el IO debe determinar que todos los programas (incluyendo manuales e instrucción) aseguren que los siguientes criterios son alcanzados para conducir dichas operaciones:

- a) Aeródromos y pistas.- Las operaciones deben ser restringidas a aquellos aeródromos y pistas donde están autorizados los procedimientos de aproximación por instrumentos y donde dichos procedimientos autorizan la utilización de los mínimos de operación estándar. Las facilidades y servicios del aeródromo deben alcanzar los siguientes criterios adicionales, cuando son utilizados los mínimos de operación estándar:
- 1) las pistas deben proporcionar una longitud de pista efectiva de como mínimo el 1,15 veces el largo de pista requerido;
 - 2) las pistas deben estar equipadas con un sistema de luces de aproximación y de pista en servicio;
 - 3) las NAVAIDS que sirven a la pista y los requisitos de franqueamiento de obstáculos para esa pista permiten el desarrollo de un procedimiento de aproximación por instrumentos irrestricto (esto es un DH o MDA estándar);
 - 4) los servicios y facilidades del ATC son compatibles con la utilización de los mínimos de operación estándares;
 - 5) el sistema de información meteorológica debe apoyar las operaciones utilizando los mínimos de operación estándares.
- b) Equipo adicional de a bordo.- Normalmente no es requerido un equipo adicional de a bordo para las operaciones de aproximación y aterrizaje por instrumentos de no precisión, cuando se utilizan los mínimos de operación estándar. Sin embargo, sí es requerido un equipo adicional de a bordo cuando se conduzcan operaciones de aproximación de precisión utilizando los mínimos de operación estándar.
- 1) Guía de vuelo y sistema de control automático.- El equipo mínimo adicional de a bordo requerido es un director de vuelo (FD) simple o un piloto automático (A/P) simple para aproximación. Sin embargo, es muy ventajosa la instalación de un equipo redundante, porque los requisitos del equipo utilizado, la instrucción de vuelo y el despacho están interrelacionados, especialmente cuando es considerada una falla en vuelo. Como resultado, muchos explotadores utilizan un FD dual con presentación dual o un sólo FD y un acoplador simple.
 - 2) Detección de falla de instrumento y sistema de aviso.- A menos que el explotador implemente procedimientos y tareas de la tripulación aceptables para detectar en forma confiable e inmediata fallas y mal funcionamientos, la aeronave debería estar equipada con un sistema de aviso aceptable para proporcionar información inmediata y precisa a

los pilotos de cualquier falla en un equipo esencial. Si dicho sistema de detección y aviso no está instalado, el explotador deberá implementar un procedimiento y roles de la tripulación aceptable para detectar en forma confiable e inmediata fallas/mal funcionamiento, que puedan afectar la seguridad de vuelo.

- 3) Cualquier equipo adicional especificado en los términos de la aprobación del diseño de tipo (certificación) basados en el AFM, debe estar instalado y en servicio si éste es requerido para conducir operaciones utilizando los mínimos de operación estándar.

- c) Instrucción del piloto.- Véase Sección 2 Párrafo 4.3 a continuación.

Sección 2 - Evaluación y aprobación de las operaciones de aproximación por instrumentos 3D Tipo B de Categoría I

1. Fases del proceso

El proceso de evaluación y aprobación de las operaciones de aproximación por instrumentos Tipo B de CAT I sigue el proceso de evaluación y aprobación descrito en el Volumen I Capítulo 3 – Proceso general para aprobación/aceptación, de este Manual. Las siguientes secciones proporcionan orientación y guía específica relacionada con la evaluación y aprobación de las operaciones de aproximación por instrumentos de CAT I.

2. Criterios para la evaluación y aprobación de las operaciones de aproximación por instrumentos 3D Tipo B de Categoría I

2.1 Operaciones de aproximación o aterrizaje directas

2.1.1 Antes de ser otorgada una autorización para realizar operaciones de aproximación o aterrizaje de CAT I, el IO debe evaluar la operación propuesta y determinar si el explotador es competente para conducir dichos procedimientos con seguridad. El IO se debe asegurar que el programa del explotador especifica las condiciones necesarias para conducir con seguridad las operaciones propuestas. El programa del explotador debería incorporar los sistemas, métodos y procedimientos que cumplan los siguientes criterios:

- a) programa que limite las operaciones a las aeronaves que están apropiadamente equipadas y aeronavegables para las operaciones de CAT I que serán conducidas;
- b) cumplir con los requisitos reglamentarios especificados para las operaciones;
- c) satisfacer los requisitos de las OpSpecs y los criterios de esta sección;
- d) proveer para aceptación, prácticas de operación seguras, tales como conciencia situacional de la altura y procedimientos de cabina estéril;
- e) requisitos de utilización de aproximaciones estabilizadas cuando se operen aeronaves turboreactores, turbofan o turbohélice
- f) programas que limiten las operaciones solo a pilotos instruidos y entrenados apropiadamente, experimentados, calificados y competentes para la operación particular que está siendo conducida;
- g) programa que limite las operaciones a los aeródromos y pistas que satisfagan los requisitos aplicables para las operaciones de CAT I.

2.3 Aproximaciones de aproximación por instrumentos especiales

2.3.1 Las operaciones de CAT I especiales, por definición, requieren la utilización de equipo de a bordo y basado en tierra o en el espacio que estén sobre o por encima del equipo mínimo necesario para la operación de CAT I estándar. Las operaciones de CAT I especial requieren conocimientos, habilidad, eficiencia y procedimientos especiales. De hecho, para asegurar la conducción de operaciones seguras de CAT I especiales, deben efectuarse los cambios y enmiendas necesarias en los programas y manuales del explotador. Las operaciones especiales de CAT I normalmente están referidas a las operaciones de aterrizaje utilizando los sistemas de aterrizaje automático y el HUD. Asimismo, las operaciones especiales de CAT I, requieren cambios en las políticas, guías, procedimientos, instrucción y entrenamiento de las tripulaciones de vuelo y en los programas de calificación y mantenimiento. Dichas operaciones están basadas en la utilización de sistemas de a bordo que han sido certificados (aprobación del diseño de tipo) o se han demostrado que son aceptables desde el punto de vista de la aeronavegabilidad y que el explotador posea la capacidad y habilidad para conducir la operación propuesta. Las aprobaciones deben ser válidas para las áreas, aeródromos y pistas donde la utilización del sistema es propuesto y que todo otro equipo requerido debe estar en servicio.

- a) Sistema de aterrizaje automático y HUD.- Antes de ser otorgada la autorización para la utilización del sistema de aterrizaje automático o el HUD en alguna operación, el IO debe determinar que el programa completo del explotador asegure que el equipamiento está apropiadamente instalado y mantenido para las operaciones de aproximación y aterrizaje. Los manuales y programas deben ser evaluados para determinar que proporcionan la política, guía, procedimientos operacionales suficientes y la instrucción y verificación para conducir, con seguridad operaciones de aterrizaje automático o con HUD.

2.4 Prácticas de operaciones básicas IFR y de CAT I normalizadas

2.4.1 En virtud que las operaciones de CAT I han sido desarrolladas en las operaciones todo tiempo, se ha demostrado que deben llevarse a cabo ciertas prácticas y procedimientos de operaciones para proporcionar el aumento de la conciencia situacional en la cabina de pilotaje durante el vuelo por instrumentos. Dichas prácticas y procedimientos proporcionan un elemento efectivo para asegurar que las tripulaciones de vuelo mantienen un entendimiento común del progreso de vuelo de la aeronave, incluyendo las acciones y secuencia de acciones que deben ser llevadas a cabo para continuar el vuelo y aterrizar con seguridad. Estas prácticas de operación y procedimientos estandarizados sirven para conducir procedimientos de aproximación por instrumentos, tener conciencia de la altura, manejo de los regímenes de ascenso o descenso y la utilización de las listas de verificación. Cuando las prácticas de operaciones estandarizadas que se discutirán en este párrafo, se aplican en forma apropiada y consistente, ha sido demostrado que reducen significativamente el potencial de malos entendimientos y accidentes, o serios incidentes. Dichas prácticas aumentan la seguridad operacional y son buenos ejemplos de prácticas y procedimientos seguros de operación.

2.4.2 Debe ser política, dirección y guía del Estado, que cada explotador desarrolle procedimientos de operación estandarizados para las operaciones de CAT I y éstos deben ser incluidos en el OM, programas de instrucción y procedimientos operacionales. Cuando un IO evalúa las prácticas y procedimientos del explotador, debería utilizar las prácticas discutidas en los siguientes párrafos y deberían estar establecidas como política de la AAC.

2.4.3 Prácticas de operaciones básicas IFR.- Las prácticas y procedimientos de operación para operaciones básicas IFR, están relacionados a la conciencia de la altura, manejo de los regímenes de ascenso o descenso y la utilización de las listas de verificación. El propósito básico de dichas prácticas es proporcionar un elemento para que las tripulaciones de vuelo funcionen continuamente como un equipo coordinado para garantizar la finalización segura de un vuelo planificado. Esto se lleva a cabo con el establecimiento de deberes y responsabilidades de la tripulación de vuelo, que

definan claramente cada rol del tripulante de vuelo durante una operación en particular. Bajo circunstancias normales, por lo menos un piloto debe mantener referencia a los instrumentos en todo momento, para monitorear el progreso del vuelo.

- a) Responsabilidad del control de la aeronave.- Se deben establecer las prácticas y procedimientos para asegurar que nunca exista duda acerca de quién es el piloto que está volando (PF) y quién es el piloto que no vuela (PNF) en cada punto particular del vuelo. El PNF debería monitorear y asistir al PF, haciendo avisos en cada punto de transición significativo de la aeronave, evento o condición de falla y para llevar a cabo cualquier acción requerida por el PF o requerida en el procedimiento de operación establecido. Si la responsabilidad primaria para el control del avión es transferida de un piloto a otro durante cualquier porción del vuelo, los procedimientos utilizados deben describir claramente cómo se anuncia esa transferencia al otro miembro de la tripulación.
- b) Procedimientos y listas de verificación.- Deben estar establecidos los procedimientos y listas de verificación para asegurar que todas las acciones requeridas para un vuelo en particular, estén apropiadamente realizadas. Dichas listas de verificación y las prácticas y procedimientos de operación asociados, deben ser diseñados para minimizar la atención requerida en la cabina de pilotaje, sin disminuir la efectividad de los procedimientos de verificación de la cabina. Las listas de verificación y los procedimientos de cabina utilizados deberían incorporar los siguientes principios generales:
- 1) los procedimientos de las listas de verificación deberían incluir solamente aquellos ítems que son esenciales para la seguridad de la operación;
 - 2) los procedimientos de operación deberían estar organizados de modo tal que un piloto pueda estar mirando hacia afuera, con las interrupciones o distracciones mínimas de las tareas de escudriñar, mientras el otro piloto está llevando a cabo tareas dentro de la cabina de pilotaje;
 - 3) los procedimientos de cabina deberían estar organizados para minimizar las verificaciones de cabina que deben ser hechas en momentos críticos, tales como ascenso o descenso y durante las salidas o llegada en áreas congestionadas;
 - 4) los procedimientos operativos y el manejo de la cabina de pilotaje deberían ser organizados para detectar la amenaza potencial de colisión en vuelo durante las fases de vuelo donde las mismas son más fáciles que ocurran, como son salidas, ascensos, descensos y llegadas; y
 - 5) la organización de los ítems de la lista de verificación y el formato impreso (formato de uso regular) utilizado en las listas de verificación no deberían involucrar una concentración muy grande de la vista del piloto, para ajustar los cambios desde visión lejana y cercana.
- c) Avisos estandarizados.- Los avisos estandarizados (normalizados) para las operaciones de IFR básico, deberían estar establecidos para asegurar que las tripulaciones de vuelo, funcionen como un equipo bien coordinado y mantengan la conciencia situacional necesaria para operar la aeronave con seguridad. El PNF debería tener asignada la responsabilidad de monitorear el progreso del vuelo y de proporcionar los avisos al PF para cada punto de transición significativo, evento o condición de falla. Los siguientes avisos adicionales del PNF, deberían ser utilizados también como prácticas para todas las operaciones básicas de operaciones IFR:
- 1) durante el ascenso al nivel de vuelo asignado, el PNF debería proporcionar un aviso cuando estén pasando a través de la altitud de transición (como recordatorio de

reajustar los altímetros) y cuando se aproximen a 1 000 pies antes del nivel asignado;

- 2) en crucero, el PNF debería proporcionar un aviso cuando la altitud de la aeronave se desvíe \pm 200 ft o más de la altura asignada; y
- 3) durante el descenso desde el nivel de vuelo en ruta hasta la altitud de aproximación inicial, el PNF debería proporcionar un aviso cuando la aeronave se esté aproximando a 1 000 ft sobre la altitud asignada y también en la altitud donde se requiere reducir la velocidad (por ejemplo 10 000 ft en muchos Estados), 1 000 ft sobre la altitud de aproximación inicial o cuando se cruza el nivel de transición.

2.4.4 Prácticas normalizadas de operación de CAT I.- Las prácticas y procedimientos normalizados de operación para CAT I, están relacionadas con la preparación apropiada de la aproximación y aproximación frustrada, conciencia situacional sobre la altitud, del terreno y obstáculos, control de la velocidad, sistema de control de la propulsión, control de la trayectoria de planeo, manejo de la velocidad vertical de descenso, la utilización y limitaciones de las NAVAIDS y las ayudas visuales, y la utilización de las listas de verificación. Los propósitos básicos de estos procedimientos y prácticas normalizadas, son proporcionar los elementos para que las tripulaciones de vuelo funcionen como un equipo bien coordinado para asegurar la finalización de la aproximación por instrumentos y el subsiguiente aterrizaje o aproximación frustrada, con seguridad. Los siguientes procedimientos y prácticas operacionales normalizadas, que son adicionales a las prácticas y procedimientos de operación para operaciones básicas IFR, deberían estar establecidos para las operaciones de CAT I:

- a) Preparación para la aproximación y la aproximación frustrada.- Antes de ejecutar algún procedimiento de aproximación por instrumentos, la tripulación de vuelo debería revisar el procedimiento de operación antes del punto de referencia de aproximación final (FAF). Como mínimo, dicha revisión debería incluir la elevación del campo, la altura mínima del sector (MSA), el tipo de aproximación, el curso de aproximación final, la DH, los mínimos establecidos y el procedimiento de aproximación frustrada.
- b) Finalización de la lista de verificación.- En todas las aproximaciones directas conducidas en condiciones IFR, la lista de verificación final previo al aterrizaje, debe ser finalizada antes que la aeronave pase los 1 000 ft sobre la elevación de la TDZ. Para las aproximaciones en circuito conducidas en condiciones VFR, todos los ítems, excepto la configuración de flaps para el aterrizaje, debe ser finalizada antes que la aeronave pase los 1 000 ft sobre la elevación del aeródromo y la lista de verificación debe ser completada antes de pasar la DH o 500 ft, lo que sea más bajo. En las aproximaciones conducidas en condiciones VFR, todas las listas de verificación deben ser completadas antes de pasar los 500 ft sobre la elevación de la TDZ.
- c) Concepto de aproximación estabilizada.- Todas las aproximaciones conducidas con aeronaves turbo reactores, turbofan y turbohélice deben ser realizadas en concordancia con el concepto de aproximación estabilizada. La utilización del concepto de aproximación estabilizada es altamente recomendada para todas las aeronaves.
- d) Avisos genéricos de CAT I.- Se deberían establecer avisos genéricos para las operaciones de CAT I, para asegurar que las tripulaciones de cabina funcionen como un equipo bien coordinado y mantengan la conciencia situacional necesaria para la operación segura de la aeronave. Como mínimo, deberían ser utilizados los siguientes avisos genéricos del PNF, además de los especificados en los avisos básicos para operaciones IFR, para las operaciones de CAT I:
 - 1) Iniciando el segmento de aproximación final.- Justo antes de iniciar el segmento de aproximación final, debe proporcionarse un aviso para hacer una verificación cruzada de los altímetros y las indicaciones de los instrumentos y para confirmar el estado de las banderas de alertas para los instrumentos de vuelo y navegación y otros sistemas

críticos. Durante las aproximaciones con FD o acopladas, debe ser confirmado el acople apropiado del FD y/o A/P y las señales de derrotas de navegación lateral y/o vertical.

- 2) Avisos de velocidad vertical de descenso.- Si la altura de vuelo es menor de 2 000 ft AGL, el PNF debería proporcionar un aviso cuando la velocidad vertical de descenso excede los 2 000 ft por minuto. Adicionalmente, se deberá proporcionar un aviso cuando la velocidad vertical excede los 1 000 pies por minuto (FPM), si la altura de la aeronave es menor de 1 000 ft AGL.
- 3) Avisos de alturas.- El PNF debería proporcionar un aviso de 1 000 ft sobre la elevación de la pista de aterrizaje, para confirmar la configuración de la aeronave y para hacer una verificación cruzada de los instrumentos de vuelo y navegación. Para las aproximaciones conducidas en condiciones IFR, el PNF también debería proporcionar un aviso de 100 ft sobre la DH seguido de un aviso de arribo a la DH. A menos que se alcancen a visualizar las referencias externas requeridas para descender por debajo de la DH, el PNF debería dar los avisos si la aeronave desciende por debajo de la DH mínima autorizada. Si está instalado un radioaltímetro y está operativo, deberían proporcionarse los avisos en intervalos de diez ft entre los cincuenta ft y el punto de contacto.
- 4) Avisos de velocidad.- El PNF proporcionará un aviso en cada punto de la aproximación, cuando la velocidad sea menor a la planificada para la configuración existente de la aeronave. Si la aeronave ha entrado en el segmento de aproximación final, también se deberá proporcionar un aviso cuando la velocidad excede de diez nudos sobre la velocidad final de aproximación planificada.
- 5) Avisos de ayudas visuales.- El PNF debería proporcionar los avisos cuando las referencias visuales requeridas para continuar la aproximación son avistadas, tales como “luces de aproximación” o “pista”. Dichos avisos no deben ser realizados, a menos que dichas ayudas visuales alcancen los requisitos especificados, para descender por debajo de la DH.
- 6) Avisos de aproximación no estabilizada.- El PNF debería proporcionar un aviso si la aproximación se vuelve no estabilizada. Una aproximación no es estabilizada, si no se alcanza y mantiene el criterio de “aproximación estabilizada” (véase Volumen III, Capítulo 5, Sección 2, Subsección 21).
- 7) Aviso de perfil de aproximación.- El PNF debería proporcionar un aviso si la aeronave se desvía del perfil de aproximación apropiado durante cualquier porción de una aproximación por instrumentos. Por lo tanto, el PNF debería proporcionar un aviso si la aeronave ha entrado en el segmento de aproximación final de una aproximación ILS/MLS y si el localizador (azimut) excede un desplazamiento de 1/3 de punto y/o el desplazamiento de la pendiente de planeo (glideslope) es mayor de un punto. Para aproximaciones basadas en localizador (azimut), un aviso (call out) debería ser realizado si el desplazamiento excede 1/3 de punto durante el segmento de aproximación final. Para las aproximaciones basadas en VOR, un aviso debería ser realizado si el desplazamiento excede 2 grados durante el segmento de aproximación final. Para aproximaciones basadas en NDB, un aviso debería ser hecho si el desplazamiento excede de 5 grados durante el segmento mencionado.

3. Requisitos de equipos basados en tierra, pistas y aeródromos

3.1 La disponibilidad de aeródromos y pistas para los tipos de aeronaves y tipos de operaciones a ser conducidas, es una parte integral para la evaluación y aprobación de las operaciones de CAT I. Los requisitos básicos para las operaciones de vuelo por instrumentos y los

requisitos de performance de despegue/aterrizaje de las reglamentaciones aplicables, determinan la mayoría de los criterios requeridos para las operaciones de todo tiempo. Sin embargo, los conceptos operacionales y los criterios de operación utilizados por el explotador en la conducción de las operaciones de todo tiempo, son otros factores a ser considerados. El IO debe determinar que un explotador comprende completamente los requisitos operacionales de CAT I y proporcionan las políticas, procedimientos, instrucción y entrenamiento que alcancen dichos requisitos. El explotador deberá especificar los mínimos de operación, en los manuales y programas de instrucción. Cuando se deba determinar los aeródromos disponibles para respaldar las operaciones de CAT I, el IO debe considerar si los programas completos del explotador tienen en cuenta los siguientes factores:

- a) disponibilidad de pistas, longitudes de pistas, calles de rodaje y otras áreas de maniobras en el aeródromo;
- b) disponibilidad de procedimientos de aproximación por instrumentos y NAVAIDS utilizadas;
- c) adecuación de procedimientos de protección de la seguridad operacional de la pista y áreas libre de obstáculos, áreas críticas de ILS/MLS, así como también los procedimientos de prevención de incursiones y excursiones en pista y calles de rodaje;
- d) facilidades y servicios de seguridad operacional requeridos (tales como accidente, fuego y rescate y niveles de SEI);
- e) facilidades y servicios requeridos de ATC;
- f) servicios de información y pronósticos meteorológicos;
- g) servicios de información aeronáutica (NOTAM, ATIS);
- h) utilización de iluminación radio controlada (si es aplicable);
- i) iluminación adecuada, marcas y otras ayudas visuales necesarias para respaldar operaciones de CAT I.

4. Operaciones de Categoría I que utilizan mínimos básicos de operación del explotador

4.1 Equipo de a bordo requerido.- Para las operaciones que utilizan procedimientos de aproximación por instrumentos basados en las NAVAIDS normalizadas de la OACI y sus mínimos de operación, la certificación de aeronavegabilidad y aviónica básica de la aeronave y las reglamentaciones de operación, definen los requisitos de sistemas y equipo de a bordo. Dichos requisitos son “reglas de equipo”, (esto es “la aeronave debe estar equipada con.....”).

- a) Equipo de a bordo requerido para la salida.- Las “reglas de equipo” son cumplidas cuando el equipo requerido está instalado y en servicio al momento de la salida de la aeronave. La redundancia especificada en dichas reglas, tiene la intención de proporcionar la capacidad de continuar y completar una aproximación y aterrizaje IFR en forma segura (sea al aeródromo de destino o de alternativa) en el caso de que, en vuelo, falle o haya un malfuncionamiento de un sistema de aproximación.
- b) Equipo requerido para conducir procedimientos de aproximación por instrumentos estándar.-
 - 1) las “reglas de equipo” determinan específicamente el equipo de a bordo que debe estar instalado y en servicio antes de la partida. Por lo tanto debe estar especificado un requisito adicional para determinadas circunstancias donde algún equipo requerido tenga una falla o malfuncionamiento en vuelo. En ciertas circunstancias particulares, es cierto que “las reglas de equipo” requieren una redundancia con el propósito de preservar la

capacidad de realizar una aproximación por instrumentos, en la eventualidad que ocurra una falla. Las reglas de equipo y las OpSpecs no especifican detalladamente el equipo requerido para iniciar un procedimiento de aproximación por instrumento estándar. Sin embargo los conceptos operacionales y las previsiones de las reglamentaciones, intentan claramente y requieren que cierto equipo esté en servicio para ejecutar, con seguridad, una aproximación por instrumentos de CAT I;

- 2) los criterios de diseño de los procedimientos de aproximaciones por instrumentos de los PANS OPS, Volumen II de la OACI, requieren claramente que el equipo específico de a bordo debe estar en servicio para conducir la aproximación. Las OpSpecs requieren la utilización de un procedimiento de aproximación por instrumentos aprobado, para todas las operaciones de aproximación y aterrizaje que sean conducidas en condiciones meteorológicas de vuelo por instrumentos. Asimismo, los criterios de los PANS OPS, Volumen II identifican los procedimientos de aproximación, apoyados con el equipo de a bordo y el basado en tierra o en el espacio, que deben estar en servicio para la guía final de aproximación (por ejemplo: ILS/DME). En general, el equipo de a bordo requerido que debe estar en servicio a fin de ejecutar con seguridad un procedimiento de aproximación por instrumentos, consiste en el equipo de instrumentos de vuelo y navegación. Como mínimo, el equipo requerido de instrumentos de vuelo y navegación debe permitir, bajo condiciones meteorológicas de vuelo IFR, una transición ordenada desde el entorno del vuelo en ruta a través del punto de referencia de aproximación hasta la DA/H o el MAPt. Luego, si no se puede establecer una referencia visual, el equipo de instrumentos de vuelo y navegación debe permitir la ejecución de una aproximación frustrada y transitar hacia el entorno de ruta para un desvío hacia un aeródromo de alternativa o para reiniciar una aproximación por instrumentos, si lo dictan las circunstancias; y
- 3) dicho equipamiento requerido también incluye todo instrumento de vuelo o navegación necesario para obtener el curso y la trayectoria de vuelo a ser volada y la determinación de los puntos geográficos definidos en el procedimiento (tales como los puntos de referencia de transición o puntos de referencia de descensos, arribos a los mínimos y/o MAPt). Obviamente, los instrumentos de vuelo y navegación deben proporcionar la información utilizable al piloto que está volando la aeronave. Dicha información debe estar ubicada dentro del patrón normal de observación del piloto. La mayoría de las operaciones de CAT I no requieren el equipamiento con instrumentos de vuelo y navegación redundantes para ejecutar un procedimiento de aproximación por instrumentos. Por ejemplo un sólo sistema ILS en servicio, un sólo sistema marcador, un sólo sistema DME y un sólo sistema de instrumentos de vuelo, normalmente son suficientes para volar un procedimiento de aproximación ILS/DME utilizando los mínimos de operación. Dicho ejemplo asume que la aproximación final, aproximación frustrada y la ruta de vuelo al aeródromo de alternativa están basadas en VOR o VOR DME. El IO debe determinar que los programas de operaciones del explotador en todas las operaciones de CAT I en condiciones meteorológicas IFR, proporcione la política, procedimientos, instrucción y entrenamiento y el equipamiento necesario para conducir los procedimientos de aproximación por instrumentos autorizado en las OpSpecs.

4.2 Manual de operaciones.- Antes de ser otorgada la autorización a través de las OpSpecs, el IO debe evaluar la capacidad del programa completo del explotador para proporcionar la política, guía, métodos y procedimientos necesarios para asegurar la conducción de operaciones de CAT I utilizando los mínimos con seguridad. Mientras realiza esa evaluación el IO debe considerar ciertos factores relativos al OM. Después de completar dicha evaluación, el IO debe juzgar si el programa del explotador, desarrollado en el OM, es capaz de alcanzar los requisitos de los RAB 121 y 135 y de las OpSpecs. Asimismo, el IO debe juzgar si el explotador tiene la capacidad de realizar procedimientos y prácticas de operación seguras. Cuando se realicen estas evaluaciones, el IO debería considerar los siguientes factores:

- a) criterios y procedimientos para determinar la capacidad de las pistas, facilidades del

aeródromo, servicios y equipo basados en tierra necesarios para las operaciones de CAT I y los tipos de aeronaves a ser utilizadas;

- b) criterios y procedimientos para determinar el equipo requerido de a bordo, que debe estar en servicio para la salida;
- c) criterios y procedimientos para determinar que el equipo de a bordo y el basado en tierra, debe estar en servicio antes de conducir operaciones de CAT I en los aeródromos de destino y alternativa;
- d) criterios y procedimientos para determinar el estado de aeronavegabilidad de las aeronaves para las operaciones a ser conducidas;
- e) criterios y procedimientos para determinar que son alcanzados los requisitos de la MEL para las operaciones a ser conducidas;
- f) criterios y procedimientos que aseguren que son alcanzados los requisitos de despacho y liberación de la aeronave;
- g) criterios y procedimientos para determinar que los procedimientos por instrumentos y los mínimos de operación autorizados, incluyen los requisitos de equipo, instrucción, entrenamiento y calificación necesarios para conducir las operaciones;
- h) procedimientos de operación específicos y detallados, asignación de roles a la tripulación para los tipos de aeronaves utilizadas y los procedimientos de aproximación por instrumentos autorizados. (Dichas políticas y procedimientos deben requerir que todas las operaciones con aeronaves turbomotor y turbohélice deben ser conducidas en concordancia con el concepto de aproximación estabilizada (véase Parte II, Volumen III, Capítulo 5, Sección 2, Subsección 21 de este manual); y
- i) requisitos e instrucciones específicos concernientes a las restricciones de operación y limitaciones asociadas con los tipos de aeronaves y procedimientos de aproximación a ser utilizados.

4.3 Programa de instrucción del explotador.- El IO debe evaluar los programas de instrucción para determinar que las tripulaciones de vuelo reciban la instrucción y entrenamiento de tierra y de vuelo en aproximaciones por instrumentos que el explotador está autorizado a realizar. Debido a la similitud de procedimientos y diseños, la instrucción de vuelo para el tipo de procedimiento de aproximación por instrumentos a menudo proporciona el adiestramiento necesario para otros tipos de aproximaciones por instrumentos. El IO que observa el desarrollo de la instrucción llevada a cabo, debería verificar que los segmentos de los currículos de instrucción y calificación aseguren la competencia de las tripulaciones de vuelo para conducir los procedimientos de aproximación por instrumentos autorizados:

4.3.1 Aproximaciones de precisión.- Son aquellas aproximaciones con trayectoria de descenso electrónica y están referidas a los procedimientos de ILS, MLS y PAR.

- a) se requiere instrucción y entrenamiento en tierra y de vuelo en las aproximaciones de precisión (aproximaciones ILS, MLS y PAR) que los explotadores están autorizados a realizar;

4.3.2 Aproximaciones en circuito (maniobras visuales en circuito)

- a) La instrucción en tierra deberá incluir la instrucción en los procedimientos a ser utilizados para asegurar que la ejecución de una aproximación frustrada durante la maniobra de aproximación en circuito sea realizada con seguridad.

- b) Se requiere instrucción de vuelo para aproximaciones visuales en circuito si el explotador solicita realizar estas aproximaciones en condiciones meteorológicas con techos de nubes por debajo 1 000 ft y/o visibilidades menores a 4 800 m. Si el explotador no provee instrucción de vuelo en aproximaciones visuales en circuito, el OM del explotador debe específicamente prohibir a las tripulaciones de vuelo realizar aproximaciones en circuito cuando el techo de nubes está por debajo de 1 000 ft y/o la visibilidad es menor a 4 800 m.

4.3.3 Aproximaciones visuales.- La instrucción en tierra debe incluir adiestramiento sobre los requisitos especificados en las OpSpecs y OM para la aceptación de las aproximaciones visuales.

4.3.4 Aproximaciones por contacto.- Debido a la dificultad de simular de manera real las condiciones encontradas durante una aproximación por contacto, la instrucción de vuelo en este procedimiento puede no ser productiva. Si el explotador permite realizar aproximaciones por contacto, se requiere instrucción en tierra sobre estos procedimientos.

4.4 Programa de mantenimiento.- El programa de mantenimiento para cada tipo de aeronave del explotador y el equipo de aviónica debe estar estructurado para equipar, configurar y mantener las aeronaves y sistemas del explotador para soportar operaciones de CAT I. El POI debe coordinar muy de cerca con el PMI e inspectores de aviónica, para asegurar que las aeronaves del explotador están en condiciones de aeronavegabilidad para las operaciones de CAT I a ser realizadas.

4.5 Pruebas de demostración y validación.- Las pruebas de validación no son requeridas si las operaciones de CAT I son evaluadas durante las pruebas de demostración requeridas por los RAB 119, 121 y 135.

4.6 Instrucción y entrenamiento del piloto.- El programa aprobado de instrucción en tierra y de vuelo del explotador, debe proporcionar a las tripulaciones de vuelo la habilidad, conocimientos y eficiencia necesaria para conducir operaciones de CAT I con seguridad, utilizando los mínimos de operación. La utilización de las aproximaciones estabilizadas es obligatoria para todas las operaciones con aeronaves turbo reactores. La instrucción de tierra también debería incluir el requerimiento de cualquier procedimiento adicional y obligaciones de la tripulación y el incremento de las dificultades encontradas durante la transición del vuelo por instrumentos y las referencias visuales externas, producidas por la reducción de las condiciones visuales asociadas con la utilización de los mínimos de operación. La instrucción para la utilización de los mínimos de operación de precisión de CAT I, debe ser más extensa e involucrar los segmentos del currículo de tierra y de vuelo.

- a) Instrucción de tierra para aproximaciones de precisión de CAT I.- Los segmentos del currículo de instrucción en tierra para todas las categorías de instrucción (p. ej., instrucción inicial, transición, promoción, periódica y de recalificación) deben incluir los siguientes factores tal como ellos están relacionados con el uso de los mínimos de operación durante las aproximaciones de precisión:

- 1) requerimiento de ayudas visuales basadas en tierra;
- 2) procedimientos de aproximación por instrumentos y mínimos de operación;
- 3) requerimientos de procedimientos adicionales y obligaciones de la tripulación;
- 4) condiciones de visibilidad asociadas con la transición desde el vuelo por instrumentos al vuelo visual;
- 5) la necesidad de mantener, durante todo el tiempo, una referencia a los instrumentos por parte de un piloto, hasta llegar a los 200 pies AGL;

- 6) requerimiento de equipo de a bordo adicional;
 - 7) razones críticas de la “posición de referencia del ojo” apropiada (altura del asiento apropiada);
 - 8) requisitos de instrucción y calificación del piloto; y
 - 9) métodos para determinar que la aeronave está en condición de aeronavegabilidad para utilizar los mínimos de operación y los requisitos asociados al despacho.
- b) Instrucción de vuelo para aproximación de precisión de CAT I.- El objetivo primario de la instrucción de vuelo en la utilización de los mínimos de operación, es asegurar que las tripulaciones de vuelo tengan la habilidad, conocimiento y eficiencia necesaria para lograr los conceptos operacionales y los criterios de operación utilizando los mínimos de operación. Además, los pilotos deben estar específicamente calificados para conducir aproximaciones de precisión de CAT I utilizando los mínimos de operación normalizados (estándar). A los efectos de la calificación, los pilotos deben demostrar satisfactoriamente al IO, en un vuelo o en un simulador aceptable, la competencia necesaria para conducir dichas operaciones con seguridad. Las maniobras en las cuales los pilotos son instruidos y verificados en el equipamiento instalado y la opción de despacho elegida por el explotador, que son descritas más adelante. Las maniobras deben ser ejecutadas de acuerdo con las políticas, estándares, procedimientos y obligaciones de la tripulación de vuelo, especificados en el OM y en el programa de instrucción aprobado del explotador. Cuando las maniobras son ejecutadas en un simulador que reproduzca realmente las condiciones de visibilidad encontradas y las ayudas visuales requeridas, la transición desde el vuelo por instrumentos al de referencias visuales deberían comenzar a los 200 pies, tal como normalmente ocurriría en las operaciones reales. Sin embargo, cuando esas maniobras están siendo llevadas a cabo en una aeronave, las mismas deben ser conducidas bajo capota, hasta los 100 pies de altura. Esa altura más baja durante la instrucción o verificación en la aeronave, es necesaria para simular en forma más real las dificultades encontradas durante la transición de vuelo por instrumentos a las referencias visuales a los 200 pies en las condiciones meteorológicas reales, aunque la aproximación sea realizada en condiciones mucho mejores de condición visual.
- 1) para operaciones basadas en FD duales independientes con pantallas duales, los pilotos deben ser instruidos y demostrar su competencia en, por lo menos, las siguientes maniobras: una aproximación ILS/MLS volando hasta los 200 pies (100 pies en una aeronave) utilizando el FD seguido de una transición de vuelo por instrumentos a las referencias visuales para completar el aterrizaje; y una aproximación ILS/MLS volando hasta los 200 pies (100 pies en una aeronave) utilizando el FD, con o sin contacto visual, seguido de una aproximación frustrada conducida con referencia a los instrumentos;
 - 2) para las operaciones basadas en un FD simple, con pantallas duales y con un acoplador de aproximación automático (piloto automático), los pilotos deben ser instruidos y demostrar la competencia en, por lo menos, las siguientes maniobras: una aproximación ILS/MLS volando hasta los 200 pies (100 pies en una aeronave) utilizando el FD; y una aproximación ILS/MLS volando hasta los 200 pies (100 pies en una aeronave) utilizando el acoplador de aproximación automático (piloto automático). Una de las aproximaciones debe estar seguida de una transición de vuelo por instrumentos a las referencias visuales para completar el aterrizaje, mientras que la otra debe estar, con o sin contacto visual, seguida de una aproximación frustrada conducida con referencia a los instrumentos;
 - 3) para las operaciones basadas en un FD simple y un acoplador de aproximación automático (piloto automático), los pilotos deben ser instruidos y demostrar su competencia en, por lo menos, las siguientes maniobras: una aproximación ILS/MLS utilizando solamente vuelo manual con información básica (raw data) volando hasta los 200 pies (200 pies en una aeronave); y una aproximación ILS/MLS volando hasta los 200

pies (100 pies en una aeronave) utilizando el FD y el A/P, como sea apropiado. Una de las aproximaciones debe estar seguida de una transición de vuelo por instrumentos a las referencias visuales para completar el aterrizaje, mientras que la otra debe estar, con o sin contacto visual, seguido de una aproximación frustrada conducida con referencia a los instrumentos;

- 4) para los explotadores autorizados a conducir operaciones PAR, los pilotos deben ser instruidos y demostrar su competencia para realizar aproximaciones PAR. Los procedimientos de aproximaciones PAR deben ser voladas hasta los 200 pies (100 pies en una aeronave). Las aproximaciones PAR deben ser seguidas de una transición de vuelo por instrumentos a las referencias visuales para completar el aterrizaje o una aproximación frustrada conducida con referencia a los instrumentos.

5. Aterrizaje automático en Categoría I o en mejores condiciones meteorológicas

5.1 Generalidades.- Algunos explotadores pueden desear la realización de aterrizajes automáticos en condiciones meteorológicas de CAT I o mejores, con el propósito de entrenamiento o para un registro de datos para una demostración operacional o incluso a discreción de la tripulación. A continuación se darán unas guías, bajo estas condiciones, que deben ser consideradas por el explotador antes de autorizar a sus tripulaciones para realizar aterrizajes automáticos.

5.2 Requisitos del aeródromo.- La performance del sistema de aterrizaje automático ha sido demostrada durante la certificación para operar con el haz de CAT II o CAT III, sin embargo la calidad del haz del sistema de aterrizaje automático es posible de ser utilizado en CAT I, si la línea aérea ha verificado que la guía es satisfactoria por debajo de los 200 pies. Los explotadores deberían interrogar a las autoridades del aeródromo acerca de la calidad del equipamiento de tierra del ILS y la experiencia con otros explotadores. Estos deberían verificar con las autoridades que no existen o aplican restricciones específicas para los aeródromos con la capacidad de operar sólo en CAT I. También debería ser considerado el perfil del terreno anterior al umbral de pista, dado que éste puede afectar significativamente en la performance del sistema de aterrizaje automático. Generalmente se acepta que el aterrizaje automático en condiciones meteorológicas de CAT I o mejores, sean realizadas sin la activación de los procedimientos de baja visibilidad. En particular, las áreas sensibles del ILS no estarán protegidas, por lo cual se pueden encontrar fluctuaciones, debido a la presencia de vehículos o aeronaves rodando en las áreas sensibles. En dichos casos, se debería interrogar a las autoridades y verificar si no es necesaria la protección de las áreas sensibles del ILS, antes de la realización de aterrizajes automáticos.

5.3 Autorización de la tripulación de vuelo.- El explotador deberá establecer su propio estándar de operación para autorizar a los pilotos, el aterrizaje automático. Solamente los pilotos autorizados por el explotador, pueden realizar aterrizajes automáticos.

5.4 Los aterrizajes automáticos sólo pueden llevarse a cabo en los aeródromos listados en las OpSpecs. El explotador debe establecer procedimientos y técnicas similares a las de operaciones de CAT II /CAT III. Las referencias visuales deben ser obtenidas a la DA de CAT I o se debe realizar una aproximación frustrada. La tripulación debería ser alertada de las fluctuaciones que pueden ocurrir en un LOC o GS, para que el PF desacople inmediatamente el piloto automático y tome la acción apropiada, si ocurriera una performance insatisfactoria del aterrizaje automático. Se le debe recordar a la tripulación de vuelo de estar atento a las perturbaciones de las señales del ILS, cuando se conducen aterrizajes automáticos en cualquier haz de ILS en condiciones meteorológicas de CAT I o mejores, cuando la protección de las áreas críticas no esté asegurada por el ATC. Estando en contacto visual con la pista, la tripulación de vuelo decidirá si continuar con el aterrizaje automático o cambiar al comando manual, o realizar un escape. El enderezamiento, aterrizaje y recorrido de aterrizaje deben ser monitoreados de cerca, de modo tal que la tripulación, también, esté lista para hacerse cargo de estas fases.

5.5 Limitaciones.- El aterrizaje automático debe estar aprobado en el AFM. Como mínimo

debe estar desarrollada la capacidad de CAT II en el OM. Deben ser observadas las limitaciones del AFM, incluyendo:

- a) ángulo de la trayectoria de planeo;
- b) elevación del aeródromo;
- c) configuración de flaps;
- d) límites de viento; y
- e) requisitos de equipos para CAT II, que deben estar operativos.

6. Aprobación de las operaciones todo tiempo de CAT I

6.1 Las aprobaciones de las operaciones todo tiempo de CAT I son otorgadas mediante la emisión de las OpSPecs. En el OM se describirá los mínimos de utilización de aeródromo autorizados.

INTENCIONALMENTE EN BLANCO

PARTE II – EXPLOTADORES DE SERVICIOS AÉREOS

VOLUMEN III – AUTORIZACIONES OPERACIONALES Y EQUIPOS DE LAS AERONAVES

Capítulo 12 – Operaciones de aproximación por instrumentos 3D Tipo B de Categoría II

Índice

Sección 1 – Operaciones de aproximación por instrumentos 3D Tipo B de Categoría II

1.	Objetivo	PII-VIII-C12-01
2.	Generalidades	PII-VIII-C12-01
3.	Definiciones y abreviaturas	PII-VIII-C12-02
4.	Tipos de operaciones de Categoría II	PII-VIII-C12-05
5.	Objetivo de las operaciones de Categoría II	PII-VIII-C12-05
6.	Concepto operacional de Categoría II	PII-VIII-C12-06
7.	Requisitos de aeródromos, pistas y equipos basados en tierra	PII-VIII-C12-09
8.	Equipos de a bordo requeridos para las operaciones de Categoría II	PII-VIII-C12-16
9.	Fases del proceso de evaluación y aprobación	PII-VIII-C12-19
10.	Desarrollo del proceso de evaluación y aprobación	PII-VIII-C12-20
11.	Ayuda de trabajo.....	PII-VIII-C12-30

Sección 1 – Operaciones de aproximación por instrumentos 3D Tipo B de Categoría II

1. Objetivo

1.1 Este capítulo provee orientación y guía a los IOs, para evaluar, aprobar o denegar las solicitudes de autorización para conducir operaciones de aproximación por instrumentos 3D Tipo B de Categoría II (CAT II) en área terminal.

2. Generalidades

2.1 Todas las operaciones de CAT II que utilizan aeronaves, equipos de a bordo, equipos emplazados en tierra, conceptos y procedimientos que son nuevos para un explotador en particular, requieren ser aprobadas.

2.2 De igual manera, todas las operaciones de CAT II en aeródromos y pistas nuevas para un explotador en particular, requieren de aprobación, aún cuando las aeronaves, equipos de a bordo, equipos emplazados en tierra, conceptos y procedimientos hayan sido previamente aprobados para dichas operaciones.

2.3 Esta sección amplía los conceptos generales y las políticas y guías que han sido tratadas en capítulos anteriores. Se proporcionan, además, los estándares específicos para la evaluación de las operaciones de CAT II utilizando equipos de a bordo y equipos emplazados en tierra que tienen características y limitaciones bien establecidas. Todas las referencias que a continuación se detallan, son de orientación y aplicación a las operaciones de CAT II cuando correspondan.

- a) Documento 9365 – Manual de *operaciones todo tiempo* de la OACI; y
- b) MIO Parte II Volumen III, Capítulo 10 – *Operaciones todo tiempo*.

3. Definiciones y abreviaturas

3.1 Definiciones.- Para los propósitos de este capítulo, las siguientes definiciones son de aplicación:

3.1.1 Altitud de decisión (DA) o altura de decisión (DH).- Altitud o altura especificada en una operación de aproximación por instrumentos 3D, a la cual debe iniciarse una maniobra de aproximación frustrada si no se ha establecido la referencia visual requerida para continuar la aproximación.

Nota 1.- Para la altitud de decisión (DA) se toma como referencia el nivel medio del mar y para la altura de decisión (DH), la elevación del umbral.

3.1.2 Alcance visual en la pista (RVR).-

- a) El RVR es la distancia a la cual el piloto de una aeronave que se encuentra sobre el eje de una pista puede ver las señales de superficie de la pista o las luces que la delimitan o que señalan su eje.
- b) En los RVR especificados para las operaciones de CAT II se considera que el primer contacto visual se hace normalmente con el sistema de iluminación de aproximación y que cuando el avión ha descendido a una altura en que las ruedas están a 15 m (50 pies) del suelo, se debería ver ya claramente la zona de toma de contacto (TDZ). Aún cuando pueden autorizarse operaciones manuales de CAT II, las mismas normalmente se llevan a cabo con A/P. Además, algunos aviones de grandes dimensiones pueden utilizar equipo de aterrizaje automático. Los mínimos de visibilidad de CAT II, normalmente se expresan en términos de RVR más bien que

de visibilidad y por esto es necesario un sistema de evaluación del RVR, en el caso de las pistas usadas para operaciones de CAT II.

3.1.3 Concepto de mínimos.- Las reglamentaciones a menudo utilizan el concepto de mínimos. En realidad, éste puede referirse a diferentes conceptos:

- a) Mínimo de operación de aeródromo.- Establecido de acuerdo con lo determinado por las autoridades del aeródromo y que están publicados en las cartas de aproximación.
- b) Mínimos del explotador.- El mínimo más bajo que un explotador está autorizado a utilizar en un aeródromo específico, seguido de una aprobación operacional por parte de la autoridad.
- c) Mínimos de la tripulación de vuelo.- El mínimo más bajo al cual la tripulación de vuelo está autorizada a operar, dependiendo de su calificación.
- d) Mínimos de la aeronave.- El mínimo más bajo, el cual ha sido demostrado durante la certificación de la aeronave. Dicho mínimo está especificado en el AFM.

Nota.- Para todas las operaciones CAT II, dichos mínimos consisten en DH y RVR.

3.1.4 Clasificación de las operaciones de aproximación por instrumentos.- Las operaciones de aproximación por instrumentos se clasificarán basándose en los mínimos de utilización más bajos por debajo de los cuales la operación de aproximación deberá continuarse únicamente con la referencia visual requerida, de la manera siguiente:

- a) Tipo A: operación de aproximación por instrumentos con una altura mínima de descenso (MDH) o una altura de decisión (DH) igual o superior a 75 m (250 ft); y
- b) Tipo B: operación de aproximación por instrumentos con una altura de decisión (DH) inferior a 75 m (250 ft). Las operaciones de aproximación por instrumentos de Tipo B están categorizadas de la siguiente manera:
 - 1) Categoría I (CAT I): una altura de decisión no inferior a 60 m (200 ft) y con visibilidad no inferior a 800 m o alcance visual en la pista (RVR) no inferior a 550 m;
 - 2) Categoría II (CAT II): una altura de decisión inferior a 60 m (200 ft), pero no inferior a 30 m (100 ft) y alcance visual en la pista no inferior a 300 m;
 - 3) Categoría IIIA (CAT IIIA): una altura de decisión inferior a 30 m (100 ft) o sin limitación de altura de decisión y alcance visual en la pista no inferior a 175 m;
 - 4) Categoría IIIB (CAT IIIB): una altura de decisión inferior a 15 m (50 ft) o sin limitación de altura de decisión y alcance visual en la pista inferior a 175 m pero no inferior a 50 m; y
 - 5) Categoría IIIC (CAT IIIC): sin altura de decisión ni limitaciones de alcance visual en la pista.

Nota 1.- Cuando los valores de la altura de decisión (DH) y del alcance visual en la pista (RVR) corresponden a categorías de operación diferentes, la operación de aproximación por instrumentos ha de efectuarse de acuerdo con los requisitos de la categoría más exigente (p. ej., una operación con una DH correspondiente a la CAT IIIA, pero con un RVR de la CAT IIIB, se consideraría operación de la CAT IIIB, o una operación con una DH correspondiente a la CAT II, pero con un RVR de la CAT I, se consideraría operación de la CAT II).

Nota 2. - La referencia visual requerida significa aquella sección de las ayudas visuales o del área de aproximación que debería haber estado a la vista durante tiempo suficiente para que el piloto pudiera hacer una evaluación de la posición y de la rapidez del cambio de posición de la aeronave, en relación con la trayectoria de vuelo deseada. En el caso de una operación de aproximación en circuito, la referencia visual requerida es el entorno de la pista.

3.1.5 Operaciones de aproximación por instrumentos.- Aproximación o aterrizaje en que se utilizan instrumentos como guía de navegación basándose en un procedimiento de aproximación por instrumentos. Hay dos métodos para la ejecución de operaciones de aproximación por instrumentos:

- a) una operación de aproximación por instrumentos bidimensional (2D), en la que se utiliza guía de navegación lateral únicamente; y
- b) una operación de aproximación por instrumentos tridimensional (3D), en la que se utiliza guía de navegación tanto lateral como vertical.

Nota.- Guía de navegación lateral y vertical se refiere a la guía proporcionada por:

- a) una radioayuda terrestre para la navegación; o bien
- b) datos de navegación generados por computadora a partir de ayudas terrestres, con base espacial, autónomas para la navegación o una combinación de las mismas.

3.1.6 Procedimientos de aproximación por instrumentos (IAP). Serie de maniobras predeterminadas realizadas por referencia a los instrumentos de a bordo, con protección específica contra los obstáculos desde el punto de referencia de aproximación inicial, o, cuando sea el caso, desde el inicio de una ruta definida de llegada hasta un punto a partir del cual sea posible hacer el aterrizaje; y, luego, si no se realiza éste, hasta una posición en la cual se apliquen los criterios de circuito de espera o de margen de franqueamiento de obstáculos en ruta. Los procedimientos de aproximación por instrumentos se clasifican como sigue:

- a) Procedimiento de aproximación que no es de precisión (NPA). Procedimiento de aproximación por instrumentos diseñado para operaciones de aproximación por instrumentos 2D de Tipo A.

Nota.- Los procedimientos de aproximación que no son de precisión pueden ejecutarse aplicando la técnica de aproximación final en descenso continuo (CDFA). En los PANS-OPS (Doc. 8168) Vol. I, sección 1.7, se proporciona más información acerca de la CDFA.

- b) Procedimiento de aproximación con guía vertical (APV). Procedimiento de aproximación por instrumentos diseñado para operaciones de aproximación por instrumentos 3D de Tipo A.
- c) Procedimiento de aproximación de precisión (PA). Procedimiento de aproximación por instrumentos diseñado para operaciones de aproximación por instrumentos 3D de Tipo B.

3.1.7 Sistema de aterrizaje automático.- Equipo de a bordo que proporciona mando automático del avión durante la aproximación y el aterrizaje.

3.1.8 Sistema de aterrizaje automático con protección mínima (Fail passive).- Un sistema de aterrizaje automático tiene protección mínima si, en caso de falla, no se perturba de manera notable ni la compensación, ni la trayectoria de vuelo, ni la actitud, pero el aterrizaje no se llevaría a cabo de forma plenamente automática.

3.1.9 Sistema de aterrizaje automático operacional en caso de falla (Fail operacional).- Se dice que un sistema de aterrizaje automático es operacional en caso de falla si, en tales circunstancias, pueden completarse las maniobras de aproximación, enderezamiento y aterrizaje utilizando aquella parte del sistema automático que continúa en funcionamiento.

3.1.10 Sistema de aterrizaje mixto operacional en caso de falla.- Un sistema que comprende un sistema primario de aterrizaje automático con protección mínima y un sistema independiente secundario de guía. En caso de falla del sistema primario, el sistema secundario proporciona la guía que permite completar manualmente el aterrizaje.

Nota.- El sistema de aterrizaje mixto operacional en caso de falla puede constar de un sistema de aterrizaje automático con

protección mínima junto con un colimador de pilotaje (head up display) que proporcione orientación para que el piloto pueda completar el aterrizaje manualmente después de que fallara el sistema de aterrizaje automático.

3.1.11 Sistema de guía para la aproximación y el aterrizaje con colimador de pilotaje.- Un sistema de guía para la aproximación y el aterrizaje con colimador de pilotaje es un sistema de instrumentos de a bordo que presenta información y guía suficientes en un área específica del parabrisas de la aeronave, en forma superpuesta para obtener una perspectiva de conjunto conforme con la escena visual exterior y que permite al piloto maniobrar manualmente la aeronave, por referencia exclusiva a dicha información y guía, por lo menos con el mismo grado de performance y fiabilidad que los exigidos de un sistema de mando automático de vuelo que se considere aceptable para la categoría de operación de que se trate.

3.1.12 Sistema de mando automático de vuelo (AFCS) con modo de aproximación ILS de acoplamiento automático.- Equipo de a bordo que proporciona mando automático para la trayectoria de vuelo del avión por referencia al ILS.

3.2 Abreviaturas.-

3.2.1	AH	Altura de alerta
3.2.2	DA/H	Altitud/Altura de decisión
3.2.3	ECAC	Conferencia Europea de Aviación Civil
3.2.4	ECAM	Monitoreo electrónico de alerta a la tripulación de vuelo
3.2.5	EVS	Sistema de visión mejorada
3.2.6	EFIS	Sistema electrónico de instrumentos de vuelo
3.2.7	EICAS	Sistema electrónico de información y alerta a la tripulación de vuelo
3.2.8	FD	Director de vuelo
3.2.9	FMA	Anunciador de monitoreo de vuelo
3.2.10	HAT	Altura sobre la zona de toma de contacto
3.2.11	HUD	Visualizador de cabeza alta
3.2.12	JAR AWO	Requisitos conjuntos de la aviación – Operaciones todo tiempo
3.2.13	JAR OPS	Requisitos conjuntos de la aviación – Operaciones
3.2.14	LVTO	Despegue con baja visibilidad
3.2.15	MABH	Altura mínima de ruptura de la aproximación
3.2.16	OCA/H	Altitud/altura de franqueamiento de obstáculos
3.2.17	OCL	Límite de franqueamiento de obstáculos
3.2.18	OFZ	Zona despejada de obstáculos
3.2.19	OM	Radiobaliza exterior

3.2.20	PDF	Presentación de vuelo primaria
3.2.21	SMGCS	Sistemas de guía y control del movimiento en la superficie
3.2.22	V/S	Velocidad vertical

4. Tipos de operaciones de Categoría II

Los únicos tipos de operaciones de CAT II que pueden ser normalmente autorizados para los explotadores de servicios aéreos, son las operaciones basadas en los sistemas ILS y MLS. El ILS es la ayuda que comúnmente se emplea, mientras que el MLS no ha sido completamente difundido en todos los Estados, por lo tanto este capítulo tratará exclusivamente sobre las operaciones de Categoría II, basadas en ILS.

5. Objetivo de las operaciones de Categoría II

5.1 La diferencia esencial entre las operaciones de CAT I y CAT II está en que las operaciones de CAT II ubica la mayor confiabilidad en la guía provista por el equipo de a bordo y de tierra. Dicho equipo debe ser capaz de conducir a la aeronave a una posición desde la cual la tripulación de vuelo pueda hacer una transición del vuelo por instrumentos al vuelo visual a una HAT de 100 pies y completar el aterrizaje en las condiciones de visibilidad reducida. El objetivo primario de las operaciones de CAT II es proporcionar un nivel de seguridad equivalente a las operaciones de aproximación de precisión por instrumentos de CAT I, aunque las condiciones de visibilidad de CAT II puedan ser peores que las encontradas en operaciones de CAT I. El nivel de seguridad equivalente es alcanzado mediante:

- a) el incremento de la confiabilidad y precisión en el equipo basado a bordo y emplazado en tierra para aumentar la precisión de la trayectoria de vuelo hasta la DH y, cuando convenga, hasta el aterrizaje y el subsiguiente recorrido en tierra;
- b) el aumento de la instrucción, entrenamiento y la habilitación y demostración de la competencia de las tripulaciones de vuelo para incrementar la precisión de la trayectoria de vuelo;
- c) ayudas visuales adicionales e idoneidad de las pistas, calles de rodaje y del aeródromo, para incrementar las condiciones de visibilidad;
- d) criterios más estrictos para asegurar el franqueamiento de obstáculo, liberación del terreno y la naturaleza del terreno previo al umbral;
- e) criterios más estrictos para asegurar la protección de las señales del ILS;
- f) procedimientos especiales de operación y mayor vigilancia de los sistemas de guía y control del movimiento en la superficie (SMGCS) en condiciones de mala visibilidad;
- g) procedimientos y/o limitaciones especiales de ATC y despliegue de los equipos de salvamento y extinción de incendios;
- h) procedimientos de aproximaciones por instrumentos que aseguren una transición segura y ordenada desde la fase de ruta al punto de una aproximación final hasta un HAT de 100 pies, desde el cual pueda realizarse un aterrizaje visual, o se pueda ejecutar con seguridad una aproximación frustrada con una transición desde la aproximación frustrada hacia el segmento de ruta y hacia el aeródromo de alternativa o al punto de referencia para realizar una nueva aproximación por instrumentos; y

- i) procedimientos de aproximaciones por instrumentos, procedimientos operacionales de vuelo y procedimientos de ATC que aseguren la protección contra los obstáculos cercanos a la superficie de aterrizaje (sean fijos o móviles) y que también permitan un escape seguro desde cualquier punto de la aproximación y aterrizaje, antes de la toma de contacto.

6. Concepto operacional de Categoría II

6.1 Las condiciones meteorológicas asociadas a una operación de CAT II, restringen las condiciones visuales de tal manera que las referencias externas que son necesarias para controlar manualmente una aeronave, no son adquiridas hasta que la aeronave alcance una altura muy baja (normalmente 100 a 200 pies AGL). Por lo tanto, la tripulación de vuelo debe operar y controlar la aeronave por referencia a los instrumentos a través de la mayor parte de la aproximación y mediante una combinación de instrumentos e información visual externa durante las últimas fases de la aproximación, enderezamiento y aterrizaje. Debido a la reducida capacidad de maniobra resultante de las condiciones de visibilidad en CAT II, la precisión del sistema de guía de vuelo y todo el control de la trayectoria, debe asegurar que la aeronave pueda ser volada a una posición que esté cercanamente alineada con el eje de la pista y con la pendiente de planeo deseada. Es necesario el incremento de la confiabilidad y la precisión requerida en el equipo de a bordo y emplazado en tierra, para asegurar que cuando la aeronave arribe a la DH, esté en una trayectoria de vuelo que permita al piloto completar el aterrizaje, sin una maniobra significativa, para alinearse con la pista.

6.2 Todas las operaciones de CAT II son conducidas de acuerdo con los conceptos de DH y RVR utilizados en las operaciones de CAT I. Sin embargo, debido a las limitaciones de las condiciones de visibilidad disponibles en las operaciones de CAT II, son necesarios los requerimientos adicionales descritos bajo los objetivos de las operaciones de CAT II (véase párrafo anterior), para asegurar que es mantenido el nivel de seguridad equivalente, cuando la aeronave está siendo operada en esas condiciones. Sin embargo las nuevas tecnologías, como el sistema de guía con visualizador de cabeza alta (HUD), y los sistemas de aterrizaje automático han resultado en capacidades operacionales adicionales en los sistemas de aviónica de a bordo y un potencial para agregar créditos a los mínimos de operación. Dichos sistemas de a bordo acoplados con un ILS moderno y confiable y requerimientos de performance más restrictivos, asociados con procedimientos desarrollados para operaciones de baja visibilidad, actualmente pueden permitir autorizar operaciones de CAT II o mínimos de CAT I más bajos que los estándar de CAT I, para las pistas aprobadas que eran programadas originalmente para operaciones de CAT I.

6.3 Función de la referencia visual.- Debido a las restricciones de los equipos de a bordo utilizados en operaciones de CAT II y los instrumentos de guía disponibles, el piloto debe tener suficiente referencia visual para controlar y maniobrar manualmente la aeronave desde la DH hasta una detención total en la pista. Estas referencias visuales externas son requeridas debajo de la DH para que el piloto controle y maniobre la aeronave para alinear el avión con el eje de la pista (CL), haga contacto dentro de la TDZ y realice el recorrido de aterrizaje en la pista.

6.4 Región de decisión.-

- a) La *región de decisión* es aquella parte de la aproximación entre los 300 pies AGL y la DH donde la performance de seguimiento de la trayectoria debe ser cuidadosamente evaluada para determinar si la performance del sistema en general es suficiente para que la aeronave continúe hacia la DH.
- a) Como ha sido discutido previamente, la escena visual se expande a medida que la aeronave desciende, debido a los efectos de la geometría y rango de visión inclinada. El piloto debe integrar los instrumentos con las ayudas visuales, a medida que van siendo disponibles y antes de pasar la DH, decidir si continuar la aproximación por referencias visuales o ejecutar una aproximación frustrada. Dicha información debe ser integrada y evaluada en la región de decisión y el piloto debe tomar una decisión definitiva antes que la aeronave pase la DH.

- b) Mientras se encuentre volando en la región de decisión, la tripulación de vuelo debe estar especialmente alerta a la máxima indicación de desviación del ILS permisible desde la cual puede completarse un aterrizaje con seguridad. Los parámetros de performance de derrota normalmente utilizados dentro de la región de decisión, son $\pm 1/3$ de punto del localizador (máximo) y $\pm 1/2$ punto de desplazamiento de la pendiente de planeo (máxima), sin oscilaciones sostenidas en el localizador o trayectoria de planeo. Si la trayectoria está fuera de dichos parámetros mientras se está en la región de decisión, debe ejecutarse una aproximación frustrada, porque la performance de la trayectoria total no es suficiente para asegurar que la aeronave arribará a la DH en una trayectoria de vuelo que permita completar el aterrizaje con seguridad.

6.5 La DH en CAT II.-

6.5.1 La DH es la altura especificada en la aproximación de precisión o en una aproximación con guía vertical, a la cual debe iniciarse una maniobra de aproximación frustrada si no se ha establecido la referencia visual requerida para continuar la aproximación. Es la altura mínima a la cual una aproximación puede ser conducida por referencias a los instrumentos solamente. La DH es la altura mínima a la cual la tripulación de vuelo debe decidir si continuar con la aproximación de CAT II con referencias visuales o ejecutar una aproximación frustrada. No es el punto donde empieza la evaluación y toma de decisión. El proceso de evaluación y decisión debe continuar después de pasar la DH para CAT II para asegurar que las referencias visuales suficientes son mantenidas para controlar y maniobrar manualmente la aeronave y asegurar que la aeronave se mantiene alineada con el eje de la pista y puede hacer contacto dentro de la TDZ, con seguridad. Si las referencias visuales requeridas no son mantenidas, o cuando el piloto no puede determinar si puede completarse el aterrizaje con seguridad, la tripulación de vuelo debe ejecutar la aproximación frustrada de inmediato.

6.5.2 La altura de decisión para una operación de CAT II será normalmente la OCH promulgada para tal procedimiento, aunque en ningún caso deberá ser inferior a 30 m (100 pies). En el Doc 8168 (PANS-OPS), Volumen II, se presentan tres métodos para calcular la OCH. En general para una determinada configuración de obstáculos, cuanto más amplia sea la evaluación, mas baja será la OCH. Si un aeródromo esta situado en un área en la que unos pocos obstáculos requieren que la altura de decisión sea superior a 30 m (100 pies), debería considerarse la posibilidad de eliminar los obstáculos para poder reducir así la altura de decisión a 30 m (100 pies). Excepto en circunstancias poco usuales, tales como el caso de terreno adyacente irregular, las alturas de decisión se basan en la información del radioaltímetro. Si se utilizaran otros medios para especificar la altura de decisión, tales como una radiobaliza interior o un altímetro barométrico, entonces puede ser necesario que el franqueamiento de obstáculos, la instrucción, la MEL y otros factores se tomen en consideración de manera especial.

6.5.3 El explotador debe garantizar que la DH para una operación de CAT II no sea menor de:

- a) la altura de decisión mínima especificada en el AFM de la aeronave, si está establecida;
- b) la altura de decisión mínima hasta la cual la NAVAID de la aproximación de precisión puede ser utilizada solamente por referencia a los instrumentos;
- c) la OCH para la categoría de la aeronave;
- d) la altura de decisión que la tripulación de vuelo está autorizada a operar; o
- e) cien (100) pies (30 m).

6.6 Propósito de los mínimos de operación de CAT II.-

6.6.1 Los procedimientos y mínimos de operación de CAT II han sido establecidos para asegurar que un nivel deseado de seguridad operacional sea alcanzado, cuando existen condiciones de visibilidad de CAT II. Estos mínimos de operación están basados en los conceptos de DH y RVR. Los mínimos de operación establecidos de DH y RVR determinan los mínimos de altura y visibilidad para el vuelo por instrumentos a los cuales el aterrizaje puede ser completado con seguridad, con referencias visuales externas y con un avión en particular. Estos mínimos de operación están basados en los conceptos operacionales establecidos de CAT II y en los requerimientos de equipo de a bordo requerido, ayudas visuales en tierra y equipo electrónico, procedimientos de operación e instrucción y entrenamiento y calificación del piloto. Dichos mínimos de operación, cuando están combinados con otros requerimientos de CAT II, aseguran que la combinación de información disponible de las fuentes de ayudas visuales externas y el equipo e instrumentos de la aeronave es suficiente para permitir a los pilotos que han sido adecuadamente instruidos y habilitados, operar el avión con seguridad, a través de la trayectoria de vuelo deseada. A medida que la calidad y cantidad de la información de las ayudas visuales externas disminuye, debido a la reducción de las condiciones de visibilidad (cuando son reducidos los mínimos de operación), la calidad y cantidad de información de los instrumentos y la eficiencia de las tripulaciones de vuelo deben ser incrementadas para mantener el nivel deseado de seguridad.

6.7 Establecimiento de los mínimos de operación.-

6.7.1 Los mínimos de operación DH y RVR para operaciones de CAT II normalmente son determinados por las tareas requeridas para que el piloto complete la maniobra de aterrizaje después de pasar la DH. Para el establecimiento de los mínimos de operación, se deben tomar en consideración el grado de precisión en la trayectoria de vuelo proporcionada por el equipo electrónico requerido y las condiciones visuales incrementadas proporcionadas por las ayudas visuales requeridas.

6.7.2 Generalmente, el mínimo requerido de condiciones visuales (RVR) es mayor que el estándar (RVR 500) cuando al piloto se le requiere establecer referencia visual a una altura mayor (por ejemplo HAT 150) por los obstáculos o limitaciones en el sistema de guía basado en tierra. El RVR mínimo también es más alto si el piloto debe establecer una condición visual mejor, debido a la complejidad o dificultad de las tareas requeridas para completar el aterrizaje con seguridad. (Por ejemplo los factores relacionados con el diseño y las características de operación de un avión en particular).

6.7.3 Los mínimos comúnmente aceptados por OACI para aproximaciones de precisión de CAT II se ilustran en la Figura 12-1 – *Mínimos comúnmente aceptados para aproximaciones por instrumentos 3D Tipo B de CAT II – Aviones de transporte aéreo comercial (aviones multimotores)*.

Figura 12-1 – Mínimos comúnmente aceptados para aproximaciones por instrumentos 3D Tipo B de CAT II - Aviones de transporte aéreo comercial (aviones multimotores)

	Mínimos básicos CAT II	CAT II restringida ¹
Altura de decisión (DH)	30 m (100 ft)	45 m (150)
RVR ^{2,3}	300 m	500 m

Nota 1.- Los mínimos de la Categoría II restringida se aplican en general a las fases de evaluación operacional previas a la autorización de los mínimos básicos de Categoría II.

Nota 2.- Los aumentos en la DH pueden exigir un aumento correspondiente en el RVR.

Nota 3.- Ciertas interrupciones del servicio o fallas en las instalaciones pueden exigir que se aumente el RVR para determinadas alturas de decisión.

6.7.4 En la Figura 12-2 – *Comparación de mínimos de CAT II entre OACI, FAA y EASA* se ilustran los mínimos que cada organización ha establecido respecto a esta categoría.

Figura 12-2 – Comparación de mínimos de CAT II entre OACI, FAA y EASA

	OACI		FAA / EASA	FAA	EASA
DH	RVR		DH	RVR	RVR
100 ft	300 m (1 000 ft)		100-120 ft	350 m (1 200 ft)	350m/300m (1)
			121-140 ft	350 m (1 200 ft)	400m
150 ft	500 m (1 600 ft)		141-180 ft	500 m (1 600 ft)	450m
			181-199 ft	550 m (1 800 ft)	450m

Nota 1.- 300 m para aeronaves con AP en comando hasta una altura, la cual no es mayor que el 80% de la DH aplicable.

Nota 2.- Los mínimos RVR de 300 m, de acuerdo con OACI son denominados “mínimos básicos CAT II” y a los mínimos de 500 m se les denomina “mínimos restringidos de CAT II”. La OACI recomienda el establecimiento de “mínimos restringidos CAT II” para las fases de evaluación operacional previas a la autorización de los “mínimos básicos CAT II”.

7. Requisitos de aeródromos, pistas y equipos basados en tierra

7.1 Generalidades.-

7.1.1 La aplicabilidad de un aeródromo y pista para el tipo de aeronave y la operación que está siendo conducida, es una parte integral en la evaluación y aprobación para operaciones de CAT II.

7.1.2 Los requisitos básicos para las operaciones estándar de CAT I y los requisitos de performance en lo aplicable a las reglas de operación establecen la mayor parte de los criterios requeridos para las operaciones de CAT II, sin embargo en los conceptos de operación y en los criterios para las operaciones de CAT III, es necesario considerar otros factores. Los IOs deben asegurarse que el explotador comprenda totalmente que los requisitos operacionales de CAT II y que cada manual, programa de mantenimiento y programa de instrucción del explotador provean las políticas, guía, mantenimiento, instrucción y los procedimientos necesarios para asegurar que esos otros factores sean adecuadamente tratados. Cuando se evalué un programa del explotador/administrador para operaciones de CAT II, el organismo de certificación e inspección debe considerar si el programa trata los siguientes factores cuando designa los aeródromos para apoyar las operaciones de CAT II:

- a) idoneidad de las pistas, longitudes de pista, calles de rodaje y otras áreas de maniobra en el aeródromo, considerando las condiciones de restricciones de visibilidad asociadas con las operaciones de CAT II;
- b) IAPs y NAVAIDS de CAT II a ser utilizadas;
- c) procedimientos de protección de las operaciones de CAT II respecto a lo siguiente: áreas de seguridad de las pistas, zonas libre de obstáculos y áreas críticas ILS/MLS, así como procedimientos para evitar incursiones y excursiones en las pistas y calles de rodaje en condiciones meteorológicas de CAT II;
- d) instalaciones ATC y servicios requeridos para operaciones de CAT II;

- e) instalaciones y servicios de seguridad requeridos (tales como: contra incendio, de rescate y salvamento) y cualquier procedimiento necesario para las operaciones de CAT II;
- f) reporte RVR y reporte meteorológico y servicios de pronósticos;
- g) servicios de información aeronáutica relacionados con las operaciones de CAT II (tales como NOTAMs y ATIS);
- h) idoneidad de la iluminación, señalamiento y otras ayudas visuales para apoyar las operaciones de CAT II; y
- i) la necesidad de prohibir operaciones de CAT II en los aeródromos y pistas que no están aprobadas para dichas operaciones;
- j) necesidad de equipos terrestres y sistemas de a bordo adicionales y más confiables que permitan guiar al avión con precisión hasta la altura de decisión;
- k) requisitos especiales para la habilitación, instrucción, demostración de competencia y experiencia reciente de las tripulaciones de vuelo;
- l) criterios más estrictos en cuanto a las superficies limitadoras de obstáculos;
- m) naturaleza del terreno previo al umbral;
- n) criterios más estrictos para la protección de la señal ILS; y
- o) necesidad de una vigilancia más completa de la guía y control del movimiento en la superficie, en condiciones de baja visibilidad.

7.2 Instalaciones de aeródromos.-

7.2.1 Aspectos relativos a la planificación inicial.- El establecimiento y realización de operaciones de CAT II exigen desde un principio un extenso estudio, planificación, dirección, administración y control, así como grandes inversiones de capital y elevados gastos de mantenimiento. Es evidente que no tendría objeto llevar a cabo la implantación de instalaciones costosas si no se justifica en términos de la incidencia de las condiciones de mala visibilidad o baja base de nubes y en razón al volumen de tránsito. Hay diferencias entre los diversos métodos nacionales de certificación de aeródromos y de autorización de las operaciones. De todos modos, es conveniente que haya un entendimiento entre los Estados, en el sentido que ninguno de ellos declarará una pista habilitada a las operaciones de CAT II o CAT III, a no ser que sus instalaciones y servicios satisfagan las especificaciones de la OACI. Cuando el Estado donde está localizado el aeródromo establezca requisitos adicionales, va implícito que éstos se satisfarán antes de que se declare abierta la pista en cuestión.

7.2.2 Pistas y calles de rodaje.- Las especificaciones y las orientaciones sobre las características físicas de las pistas y calles de rodaje figuran en el Anexo 14, Volumen I y en el Doc 9157 – *Manual de proyecto de aeródromos*, Partes 2 y 3 de la OACI. Al considerar el proyecto de una pista nueva, o cambios de importancia en una existente, debería tenerse debidamente en cuenta la necesidad de atender la categoría de operaciones previstas en cada una de esas pistas. Por ejemplo puede ser necesario imponer limitaciones al movimiento de vehículos y aeronaves en tierra a fin de asegurarse de que se eviten las zonas críticas y sensibles del ILS. En general, los requisitos relativos a las operaciones de las CAT II y III, no son más estrictos que los de la CAT I, pero la distancia de separación estipulada entre una zona de espera o un punto de espera en rodaje y el eje de la pista, puede ser considerablemente mayor para las operaciones de CAT II y CAT III. Igualmente, las dimensiones estipuladas para las áreas críticas o sensibles, son mayores en el caso

de operaciones de CAT II y CAT III.

7.2.3 Criterios en materias de limitación de obstáculos.- Para las operaciones de CAT II y CAT III, la zona despejada de obstáculos, ampliada según corresponda al valor apropiado de la altura de franqueamiento de obstáculos de la CAT II, no debe ser penetrada por ningún obstáculo, salvo los permitidos por el Anexo 14, Volumen I.

7.2.4 Terreno anterior al umbral.- El Anexo 14 requiere que los Estados que suministren instalaciones para las operaciones de CAT II y CAT III, publiquen una carta topográfica del perfil del terreno. El funcionamiento de algunos sistemas de aterrizaje automático depende, entre otras cosas, del o de los radioaltímetros. El perfil del enderezamiento, régimen de descenso para la toma de contacto y la distancia entre el punto de toma de contacto y el umbral de la pista pueden, por tanto, verse afectados por el perfil del terreno situado inmediatamente antes del umbral. El terreno que se considera más crítico está situado en una zona de 60 m a cada lado del eje de la pista, extendiéndose hasta la zona de aproximación a lo largo de una distancia de por lo menos 300 m antes del umbral. El Anexo 14 se refiere a las pendientes máximas del terreno anterior al umbral de la pista que normalmente son aceptables al planificar una pista nueva en las que las operaciones incluirán aproximaciones y aterrizajes con A/P. No obstante, también puede requerirse disponer de los datos del radioaltímetro cuando el avión se encuentra en la aproximación final, incluso hasta la distancia de 8 km (5NM) del punto de toma de contacto y cabe indicar en este contexto que en los aeródromos donde el terreno situado debajo de la trayectoria de vuelo de aproximación no es aproximadamente nivelado, el comportamiento del A/P podría ser anormal y dar como resultado lo siguiente:

- a) cuando el nivel del terreno situado debajo de la trayectoria de aproximación es considerablemente más bajo que el del umbral, la información del radioaltímetro para una determinada etapa de la aproximación puede aparecer más tarde de lo requerido;
- b) cuando el nivel del terreno es considerablemente más alto que el del umbral, la información del radioaltímetro, para una determinada etapa de la aproximación puede aparecer antes de lo requerido; y
- c) cuando el terreno consiste en una serie de elevaciones y valles puede surgir tanto la situación presentada en a) como en b).

7.2.4.1 En los casos en que las características del terreno sean considerablemente marginales para un tipo determinado de avión, debería realizarse una demostración para determinar que la actuación o el funcionamiento del sistema de mando automático de vuelo, no se ve afectado en forma adversa. Deben vigilarse cualquier adición o modificación de las estructuras existentes o del terreno en la zona anterior al umbral, para determinar cualquier repercusión en la información publicada. En el caso de que una modificación de esta zona tenga un efecto importante en los radioaltímetros, los datos enmendados relativos al perfil del terreno tendrán que divulgarse rápidamente.

7.2.4.2 La determinación de la altura de decisión por medio del radioaltímetro pudiera exigir que se tuviera en cuenta el terreno de aproximación hasta 1 000 m antes del umbral.

7.2.5 Ayudas visuales.- Se requieren luces de aproximación, de umbral, de TDZ, de borde de pista, de eje de pista, de extremo de pista y otras luces de aeródromo que sean apropiadas para la categoría de operación a la cual se destina una pista. Siempre que sea factible y particularmente en los casos en que se haya previsto elevar la categoría de la pista en el futuro, para que sea adecuada a las operaciones de CAT II y CAT III, sería ventajoso proporcionar desde el inicio de la construcción o durante una nueva pavimentación de las pistas de aproximación, la iluminación correspondiente a la categoría deseada.

7.2.5.1 La experiencia ha demostrado que para las operaciones que tienen lugar durante el día, las señales colocadas en la superficie son un medio eficaz de indicar los ejes de las calles de rodaje y los puntos de espera. En todos los puntos de espera de CAT II y CAT III, se requiere un letrero de punto de espera. Quizás se necesiten letreros para indicar las calles de rodaje. Para las operaciones de CAT II y CAT III, se requiere luces de eje de calles de rodaje que proporcionen una guía adecuada. La perceptibilidad de las señales de pista y calles de rodaje se deterioran rápidamente, principalmente en los aeródromos de gran movimiento. Nunca se insistirá demasiado en la necesidad de inspeccionar frecuentemente esas señales y de mantenerlas de manera adecuada, especialmente para las operaciones de CAT II y CAT III.

7.2.5.2 Las barras de parada pueden representar una valiosa contribución a la seguridad y al control del movimiento del tránsito en tierra cuando se efectúan operaciones en condiciones de mala visibilidad. La función de seguridad primordial de la barra de parada es la de impedir que en tales condiciones, aeronaves y vehículos ingresen inadvertidamente en pistas activas y en las Zonas despejadas de obstáculos (OFZ). Deberían instalarse barras de parada en todas las calles de rodaje que den acceso a la pista activa durante condiciones de visibilidad limitada, salvo que el trazado del aeródromo, la densidad del tránsito y los procedimientos aplicados permitan la protección por otros medios, a criterio de la autoridad responsable. Si se proporcionan barras de parada, éstas deberían utilizarse por lo menos cuando las condiciones de visibilidad se sitúan en RVR inferiores a 400 m. Las barras de parada también pueden contribuir, junto con otros elementos del SMGCS, a un movimiento eficaz del tránsito cuando la mala visibilidad impida al ATC proceder a un movimiento y separación en tierra óptimos, mediante referencia visual.

7.2.6 Ayudas no visuales.- El equipo terrestre del ILS debe satisfacer los requisitos de performance de la instalación especificados en el Anexo 10, Volumen I, Parte I. La calidad de las señales del ILS en el espacio no está determinada solamente por la calidad del equipo en tierra; la conveniencia del emplazamiento, inclusive la influencia de la reflexión provocada por objetos que reciben las señales del ILS y la manera en que se ajusta y mantiene el equipo terrestre también tienen un efecto importante sobre la calidad de la señal recibida a bordo del avión. Es esencial que las señales del ILS en el espacio se verifiquen en vuelo para confirmar que satisfacen plenamente las normas.

7.2.6.1 Para garantizar que se mantenga la integridad de la señal de guía emitida por el ILS durante la aproximación del avión, todos los vehículos y aeronaves en tierra deben quedar fuera de las áreas críticas y sensibles del ILS, después de que el avión en aproximación final haya rebasado la radiobaliza exterior. Si un vehículo o avión se encuentra dentro del área crítica, causará reflexión y/o difracción de las señales del ILS, lo cual puede provocar serias perturbaciones a las señales de guía en la trayectoria de aproximación. Una mayor separación longitudinal entre las aeronaves que aterrizan sucesivamente, también contribuye a la integridad de las señales de guía del ILS.

7.2.6.2 Los aviones grandes que se encuentran en la proximidad de la pista, también pueden ocasionar difracciones y/o reflexiones que pueden afectar tanto a las señales de la trayectoria de planeo como del LLZ. Esta área adicional fuera del área crítica se llama área sensible. La extensión del área sensible variará según las características del ILS y la categoría de las operaciones. Es esencial que se establezca el nivel de interferencia ocasionada por las aeronaves y por los vehículos en distintos puntos del aeródromo, a fin de determinar los límites de las áreas sensibles.

Nota.- Algunos Estados no hacen distinción entre áreas críticas y sensibles según se definen en el Anexo 10. Dichos Estados definen un área más grande que la que define el Anexo 10, pero la siguen denominando área crítica. Además, esta área está protegida cuando una aeronave que llega se halla a la altura del punto donde se encuentra instalada la radiobaliza intermedia, siempre y en todos aquellos casos, en que las condiciones relativas a las nubes y a la visibilidad sean inferiores a los valores especificados. Esto proporciona una protección equivalente a la descrita más arriba.

7.2.6.3 La confiabilidad del equipo terrestre del ILS se mide por el número de períodos imprevistos en que el equipo deje de funcionar. Si se dispone de equipo de reserva directo y se duplican o triplican las funciones claves, incluyendo las fuentes de energía eléctrica, se logrará un aumento en la confiabilidad. Los mínimos más bajos de utilización se obtienen solamente cuando el

ILS posee un alto grado de confiabilidad. Las especificaciones del Anexo 10 Volumen I, Parte I, indican los períodos máximos totales de tiempo admisibles en que cabe estar fuera de los límites de performance especificados para cada uno de los requisitos de actuación de las instalaciones del ILS.

7.2.6.4 Fuentes secundarias de energía.- Los requisitos relativos a las fuentes secundarias de energía se especifican en el Anexo 10, Volumen I para las ayudas visuales. También se requiere una fuente secundaria de energía para las comunicaciones esenciales y para otras instalaciones conexas, tales como sistemas de medición de la visibilidad. Los tiempos de conexión para estas últimas instalaciones mencionadas estarán en consonancia con las operaciones que se lleven a cabo.

7.3 Servicios de aeródromos.-

7.3.1 Evaluación de la seguridad del aeródromo.- En ciertas condiciones de visibilidad limitada tal vez no le sea posible al controlador de tráfico aéreo ver la totalidad del área de movimientos del aeródromo, pero los pilotos aún tienen la posibilidad de ver el tránsito que circula en sus proximidades y de evitarlo si fuera necesario. Si las condiciones son todavía peores, es posible que ni el controlador ni el piloto alcancen a ver dicho tránsito y puede que entonces sea esencial disponer de un sistema que garantice efectivamente la separación entre aviones y entre éstos y otros vehículos. El primer paso práctico al respecto implica una amplia evaluación de la seguridad del aeródromo, lo cual requiere un examen de todos los factores pertinentes, tales como la disposición general del área de movimientos, el encaminamiento del tránsito de aviones y vehículos, las actuales instrucciones y reglamentos pertinentes, los registros meteorológicos, las estadísticas sobre los movimientos, los registros de las intrusiones en las pistas, los procedimientos de seguridad existentes, etc. La decisión que surja de tal evaluación dependerá de las características del área de movimiento y el tipo de operación y será necesario que se tome en consideración lo siguiente:

- a) la formación del personal de tierra;
- b) el mantenimiento por parte del ATS de registros de las personas y vehículos que circulan en el área de maniobras;
- c) que cuando prevalezcan o sean inminentes condiciones meteorológicas de mala visibilidad, se retire de las áreas de movimiento al personal y a los vehículos que no sean imprescindibles;
- d) que los vehículos imprescindibles autorizados a entrar en el área de movimientos en condiciones de mala visibilidad, tengan comunicación radiotelefónica con el ATS;
- e) que las áreas con mucho movimiento de vehículos que no cuenten con un punto de control de tránsito entre dichas áreas y la pista, se patrullen siempre que sea necesario;
- f) que las entradas no vigiladas del aeródromo se cierren e inspeccionen a intervalos frecuentes;
- g) que se establezcan procedimientos para advertir a las líneas aéreas y otros organismos con acceso al área de movimientos, cuando van a iniciarse medidas más estrictas; y
- h) que se elaboren procedimientos de emergencia apropiados.

7.3.1.1 En algunos Estados estas medidas acompañan a los procedimientos normales de seguridad, pero en otros Estados son parte de procedimientos especiales que se aplican cuando las condiciones meteorológicas empeoran progresivamente y el RVR disminuye por debajo de un valor predeterminado, que generalmente es de unos 800 m.

7.3.2 Control del movimiento de aviones y vehículos en la superficie.- El sistema de guía y control del movimiento en la superficie que haya de adoptarse en un determinado aeródromo,

debería proyectarse con el fin de satisfacer los requisitos operacionales de guía y control de todo el tránsito aéreo pertinente en condiciones de visibilidad limitada.

7.3.2.1 Los procedimientos de control del movimiento en la superficie deberían garantizar que se impidan las incursiones en la pista durante todo el tiempo en que la pista se utiliza para operaciones de despegue y aterrizaje.

7.3.2.2 En un aeródromo de mucho tránsito, los procedimientos y ayudas disponibles para facilitar los movimientos son adecuados hasta unas condiciones de visibilidad de unos 150 m. Con menor visibilidad, probablemente serán necesarias ayudas proyectadas específicamente para el movimiento del tránsito del aeródromo de que se trate. El control, la vigilancia y la seguridad mejorarán utilizando instalaciones complementarias, tales como un radar de movimiento en la superficie, luces controlables de calle de rodaje, barras de parada, letreros y detectores locales, como por ejemplo bucles de inducción, dispositivos de alarma de intrusión, etc. Los vehículos absolutamente necesarios deben poder maniobrar en condiciones de visibilidad limitada y deberían estar situados estratégicamente durante estas operaciones para que se pueda disponer de sus servicios en un tiempo límite.

7.3.3 Seguridad y vigilancia.- Cuando no se utilice un equipo especial de vigilancia y control del tránsito en el área de movimientos y se lleve a cabo mediante procedimientos y ayudas visuales, se debe restringir el tránsito no autorizado mediante medidas de carácter apropiado al lugar. Normalmente puede esperarse que las medidas ordinarias adoptadas para restringir el tránsito no autorizado en el aeródromo también serán adecuadas para las operaciones con visibilidad limitada (es decir, vallas de seguridad que rodeen el aeródromo y letreros que limiten el acceso no autorizado e indiquen que el acceso solo está permitido a aquellos vehículos cuyos conductores están familiarizados con las precauciones y procedimientos esenciales). Cuando la situación en el lugar sea tal que las medidas ordinarias puedan no resultar adecuadas, deberían adoptarse medidas especiales para proporcionar vigilancia y control, particularmente en lo que respecta a las áreas críticas y sensibles del ILS y a las pistas activas. Por ejemplo, cuando en el aeródromo haya vehículos de obra o mantenimiento dedicados a sus actividades y presenten condiciones de visibilidad que requieran operaciones de CAT II o CAT III, puede resultar necesario interrumpir sus actividades y retirarlos del área de maniobras hasta que mejore la visibilidad. Por otra parte puede resultar apropiado acompañar dichos vehículos con una escolta dotada de radio, mientras reinen las condiciones de visibilidad limitada.

7.3.4 Servicios de tránsito aéreo.- El suministro de control de tránsito aéreo es esencial en los aeródromos destinados a operaciones de CAT II y CAT III. La información relativa al estado de los sistemas terrestres pertinentes debería comunicarse inmediatamente a las tripulaciones de vuelo que estén realizando aproximaciones por instrumentos. Esto es especialmente crítico para las operaciones de CAT II y CAT III.

7.3.4.1 Deberían aplicarse los siguientes principios a las comunicaciones de radio entre el ATC y los aviones que llegan en condiciones de operaciones de la CAT II y CAT III o con aviones que salen en condiciones de baja visibilidad, a saber:

- a) como mínimo debería proporcionarse información de conformidad con el Doc 4444, PANS-RAC, Sección 4;
- b) el ATC, los explotadores y las autoridades deberían llegar a un acuerdo previo sobre las deficiencias, fallas o anomalías que puedan ocurrir y que podrían afectar a las operaciones de CAT II y CAT III o a los despegues con baja visibilidad, especialmente si se trata de elementos específicos en razón a su emplazamiento o de elementos de carácter excepcional;
- c) debería establecerse una terminología común para que el ATC la aplique en las transmisiones a las tripulaciones de vuelo cuando tengan lugar los hechos anteriormente señalados;

- d) debería llegarse a un entendimiento sobre toda situación que pueda producirse y con respecto a la cual el ATC no proporciona información, o no informará, a las aeronaves que aterrizan; y
- e) como regla general, si existe alguna duda respecto a la pertinencia operacional de la información, el ATC pasará dicha información a las tripulaciones de vuelo para que éstas decidan su aplicación e importancia operacionales.

7.3.4.2 Como las señales ILS pueden ser perturbadas por reflexiones causadas por los aviones que vuelen sobre la antena del localizador, las dependencias ATC deben ejercer el control necesario para asegurar que, por lo menos durante las operaciones de las CAT II y CAT III, el avión que sale ha rebasado la antena del localizador ILS antes de que el avión que llega haya descendido a 60 m (200 pies). Esto es necesario para preservar la integridad del sistema de guía de precisión durante aquel período de tiempo en que el avión que aterriza depende en gran medida de la calidad de la señal en el espacio. Por esta misma razón, quizás también sea necesaria una separación longitudinal adicional entre los aviones que aterrizan sucesivamente; esto podría afectar la capacidad del aeródromo.

7.3.5 Servicios meteorológicos.- La información meteorológica necesaria para el apoyo de las operaciones de CAT II y CAT III está especificada en el Anexo 3. En el Doc 9328 – *Manual de métodos para la observación y la información del alcance visual en la pista* se proporciona orientación adicional sobre la evaluación y notificación del RVR, especialmente sobre el aumento del número de posiciones o puntos de notificación, a saber: una posición para operaciones de CAT I, que se incrementa a dos o tres posiciones cuando se trata de operaciones de CAT II y de tres posiciones para las operaciones de CAT III.

7.3.6 Servicio de información aeronáutica.- Una de las funciones del AIS es garantizar la divulgación oportuna de la información sobre la disponibilidad y las condiciones de servicio de las instalaciones, servicios y procedimientos de los aeródromos. Esta información debería estar a disposición de los pilotos durante el vuelo y durante la etapa de planificación previa al vuelo.

7.3.6.1 Dependiendo de la naturaleza de la información y el período de aviso disponible, la divulgación puede efectuarse en una de las formas siguientes:

- a) información básica relativamente estática en la AIP;
- b) mediante publicación de NOTAM Clase II, circulares de información aeronáutica o enmienda de la AIP;
- c) mediante NOTAM Clase I; y
- d) mediante transmisión del ATS.

8. Equipos de a bordo requeridos para las operaciones de Categoría II

8.1 Generalidades.- Para determinar los mínimos de utilización de aeródromo, se debe tener en cuenta las características físicas del avión; éstas incluyen sus dimensiones totales, el ángulo de visión del puesto de pilotaje y la configuración o aspectos geométricos que se produzcan durante la aproximación entre las posiciones de la antena del receptor de la trayectoria de planeo del sistema de guía y el punto mas bajo del tren de aterrizaje desplegado y la línea de visión del piloto.

8.1.1 Los instrumentos y el equipo para las operaciones de las CAT II o CAT III deben cumplir con los requisitos de aeronavegabilidad del Estado de matrícula del avión. Además, la performance del avión debe permitir llevar a cabo una aproximación frustrada con un motor inoperativo, y sin referencia visual exterior, a partir de cualquier altura hasta la de decisión en las operaciones de CAT II y hasta la toma de contacto en las operaciones de CAT III y salvando los obstáculos. Los

instrumentos y equipos apropiados para diversas operaciones de precisión, según lo exigido por algunos Estados, figuran en este capítulo. El grado de redundancia requerido y los métodos empleados para llevar a cabo la vigilancia y para proporcionar las advertencias, pueden variar de acuerdo con la categoría y el tipo de operación.

8.1.2 El nivel deseado de seguridad y la frecuencia aceptable de aproximaciones frustradas, junto con los mínimos de utilización previstos, determinan los requisitos de proyecto de equipo de a bordo en lo que se refiere a:

- a) precisión del sistema;
- b) confiabilidad;
- c) características en caso de fallas;
- d) procedimientos y equipos de supervisión; y
- e) grado de redundancia.

8.2 Sistema de notificación.-

8.2.1 Será necesario instituir un sistema de notificación para permitir la realización de exámenes periódicos y verificaciones continuas durante el período de evaluación operacional, antes de que el explotador sea autorizado a realizar operaciones de CAT II o CAT III. Mas aún, resulta de particular importancia que dicho sistema de notificación continúe utilizándose por un período convenido para garantizar que se mantiene en el servicio, el nivel necesario de performance. El sistema de notificación anual debería incluir todas aquellas aproximaciones realizadas con éxito como así también las insatisfactorias, indicando los motivos de estas últimas e incluir un registro de fallas de los componentes del sistema.

8.2.2 Para las operaciones de CAT II sería suficiente distinguir entre aproximaciones con éxito y aproximaciones insatisfactorias y proporcionar un cuestionario que habría de llenar la tripulación de vuelo, a fin de obtener datos sobre las aproximaciones reales o de práctica que se hubieran efectuado con éxito. El número de aproximaciones realizadas durante la fase inicial de la evaluación operacional, que variará mucho dependiendo de los antecedentes del sistema y de la experiencia del explotador, debería ser suficiente demostrar que la performance del sistema al servicio de las líneas aéreas permitirá obtener una proporción adecuada de aproximaciones realizadas con éxito. Al calcular la proporción de aproximaciones realizadas con éxito, debería tenerse en cuenta las fallas debidas a factores externos, tales como las debidas a las instrucciones del ATC o a las fallas del equipo de tierra.

8.3 Requisitos en cuanto al equipo del avión.- Los adelantos en materia de sistemas de mando de vuelo y de guía de los aviones hacen posible llevar a cabo operaciones utilizando diversas combinaciones de equipos y según muestra la Figura 12-3 – *Ejemplos de combinaciones de equipos de a bordo que requieren varios Estados de sus explotadores para las operaciones de Categoría II con aviones multimotores* puede haber una gama considerable de variaciones en los equipos utilizados. Esta tabla no es completa, pero muestran los niveles de equipos exigidos por diversos Estados. Las notas adjuntas son indicativas de dichas variaciones. No obstante, debe tenerse presente que la situación está sujeta a cambios. Los requisitos se modifican a medida que se acumula experiencia y que las innovaciones técnicas permiten una mejor performance de aviones y sistemas y una mayor confiabilidad.

Figura 12-3 – Ejemplos de combinaciones de equipos de a bordo que requieren varios Estados de sus explotadores para las operaciones de Categoría II con aviones multimotores

Tipos / especificaciones de equipo	Operaciones CAT II	
	Modo manual	Modo automático
Presentación de datos en bruto	x	x
Receptor ILS		
Doble, con presentación doble	x ¹	x ¹
Advertidor de exceso de desviación	x ²	x ²
Radioaltímetros		
Único, autocontrolado, con presentación doble	x	x
Sistemas directores de vuelo (FDS)		
Único, autocontrolado, con presentación doble	-	x ⁴
Doble, con presentación doble	x ⁴	-
Modo “dar motor” (“go around”)	x ⁵	x ⁵
Sistema de mando automático de vuelo con acoplamiento en modo de aproximación ILS	--	x ⁶
Mando automático de gases	x ⁷	x ⁷

Nota 1.- El Reino Unido aceptará un receptor único dotado de dispositivo de autocontrol adecuado, pero normalmente se instalan dos receptores.

Nota 2.- Alemania no lo exige para las operaciones de Categoría II. En los Estados Unidos los procedimientos reglamentarios podrían considerarse satisfactorios a este efecto.

Nota 3.- El Reino Unido no exige un sistema director de vuelo (FDS) para aproximaciones automáticas; los Estados Unidos no lo exigen para aproximaciones automáticas de aviones pequeños de hélice; los Estados Unidos aceptarán un FDS único con presentación única para las aproximaciones manuales de aviones pequeños.

Nota 4.- Un visualizador de cabeza alta para guía de aproximación y aterrizaje puede sustituir a uno de los dos FDS en las operaciones manuales, o al FDS único que se acepte en las operaciones automáticas.

Nota 5.- Alemania, Francia y los Estados Unidos aceptarán giróscopos de actitud con señales calibradas de cabeceo.

Nota 6.- En los aviones matriculados en el Reino Unido se exigen autoacopladores con protección mínima.

Nota 7.- La mayoría de los Estados exigen mando automático de gases si el trabajo resulta excesivo sin este dispositivo. Los Estados Unidos exigen mando automático de gases en todos los turborreactores, en el caso de operaciones con FDS doble.

Nota 8.- En Francia no se exige guía mediante FDS en el caso de aproximación frustrada.

Nota 9.- Los Estados Unidos han aprobado ciertas operaciones en las que el colimador de pilotaje sustituye al sistema e aterrizaje automático.

Nota 10.- Un sistema mixto operacional en caso de falla con visualizador de cabeza alta como sistema de guía independiente secundario puede sustituir a un sistema de aterrizaje automático operacional en caso de falla.

Nota 11.- Un sistema mixto operacional en caso de falla, con visualizador de cabeza alta como sistema de guía independiente secundario y con guía de recorrido en tierra mediante un visualizador de cabeza alta o un sistema automático, puede sustituir

a un sistema de aterrizaje automático operacional en caso de falla y con modo automático de recorrido en tierra.

Nota 12.- Ni los Estados Unidos ni Francia exigen modo “dar motor” (“go around”) automático.

Nota 13.- Es aceptable un sistema automático con protección mínima, suplementado por FDS dobles con modo “dar motor” calculado.

Nota 14.- Los Estados Unidos podrían aceptar operaciones sin mando automático de gases en caso de que pueda demostrarse que la performance es satisfactoria y que el volumen de trabajo no es excesivo.

8.4 Requisitos de performance para la aprobación inicial de los sistemas de a bordo.- Los criterios relativos a los sistemas de mando automáticos de vuelo y a los sistemas automáticos de aterrizaje figuran en el Doc 9760 Volumen II, Capítulo 4.6 – *Manual de Aeronavegabilidad*, En este manual se describe el concepto de sistemas automáticos y en los criterios, se incluyen los requisitos relativos a la performance mínima de los sistemas, lo que comprende las condiciones de falla, la demostración en vuelo durante la certificación de homologación y la información que ha de figurar en el AFM. El texto proporciona orientación para la homologación de la aeronavegabilidad de los sistemas, pero conviene observar que en el caso de los sistemas de mando automático de vuelo, no se incluye ningún requisito especial para la homologación del sistema en condiciones de visibilidad restringida. En el caso de la homologación de los sistemas automáticos de aterrizaje, la aceptabilidad del sistema puede depender de las condiciones meteorológicas, de las cuales la visibilidad es solo un factor. Además, hay consideraciones adicionales apropiadas que atañen a la homologación del avión, considerado en conjunto, para las aproximaciones y aterrizajes con visibilidad restringida, es decir, para las operaciones de CAT II y CAT III.

8.5 Aprobación de los sistemas de a bordo.- Las normas de performance de seguimiento de la trayectoria de planeo del ILS y del LLZ deberían establecerse en forma de desviación característica estipulada para el error de la señal de guía. La precisión del sistema de a bordo debería demostrarse mediante un número suficiente de aproximaciones durante la certificación o durante la evaluación operacional. Los casos de fallas deberían examinarse con mayor detalle que en las condiciones de CAT I, aunque algunos Estados prefieren un análisis estadístico de las fallas, debería ponerse en práctica un sistema y así adquirir suficiente experiencia, antes de aprobar las operaciones de CAT II.

8.6 Mantenimiento.-

8.6.1 El explotador debería establecer un programa de mantenimiento para garantizar que el equipo de a bordo está en condiciones de servicio al nivel de performance requerido. Siguiendo dicho programa de mantenimiento, debería ser posible detectar fácilmente cualquier reducción en el nivel de performance global, tal como se describe en el Párrafo 8.2 anterior. Debería hacerse hincapié en la importancia del mantenimiento de los siguientes aspectos:

- a) procedimientos de mantenimiento;
- b) mantenimiento y calibración del equipo de ensayo;
- c) instrucción inicial y periódica del personal de mantenimiento; y
- d) registro y análisis de las fallas del equipo de a bordo.

9. Fases del proceso de evaluación y aprobación

9.1 El proceso de evaluación y aprobación de las operaciones de CAT II sigue el proceso de evaluación y aprobación descrito en el Volumen I, Capítulo 3 – Proceso general para aprobación/aceptación de este manual. La discusión de los siguientes capítulos proporciona un criterio y guía específica relacionada con la evaluación y aprobación de las operaciones de CAT II.

9.2 El proceso de evaluación y aprobación de las operaciones de CAT II es muy parecido al proceso de evaluación y aprobación de CAT I. Los siguientes párrafos especifican los criterios relacionados con la evaluación y aprobación para operaciones de CAT II.

- a) Criterios generales.- Antes de autorizar operaciones de CAT II, los IOs deben evaluar las operaciones propuestas y determinar que el explotador es competente para realizar con seguridad tales operaciones. Los IOs también deben determinar que el explotador ha especificado las condiciones necesarias para realizar las operaciones propuestas y que tales condiciones aseguran satisfacer los siguientes criterios:
- 1) las operaciones son restringidas a las aeronaves que están apropiadamente equipadas y aeronavegables para las operaciones de CAT II;
 - 2) el cumplimiento de los requisitos reglamentarios especificados para las operaciones de CAT II;
 - 3) el cumplimiento de los requisitos de CAT II de la Parte C de las OpSpecs y de este manual;
 - 4) se han provisto prácticas de operación seguras aceptables de CAT II;
 - 5) se requiere la utilización de los conceptos de aproximación estabilizada y de región de decisión en todas las operaciones de CAT II;
 - 6) las operaciones de CAT II están restringidas para aquellos pilotos que tienen experiencia y están apropiadamente entrenados, calificados y son competentes para las operaciones de CAT II; y
 - 7) las operaciones de CAT II están restringidas a los aeródromos y pistas que cumplen los requisitos de CAT II;

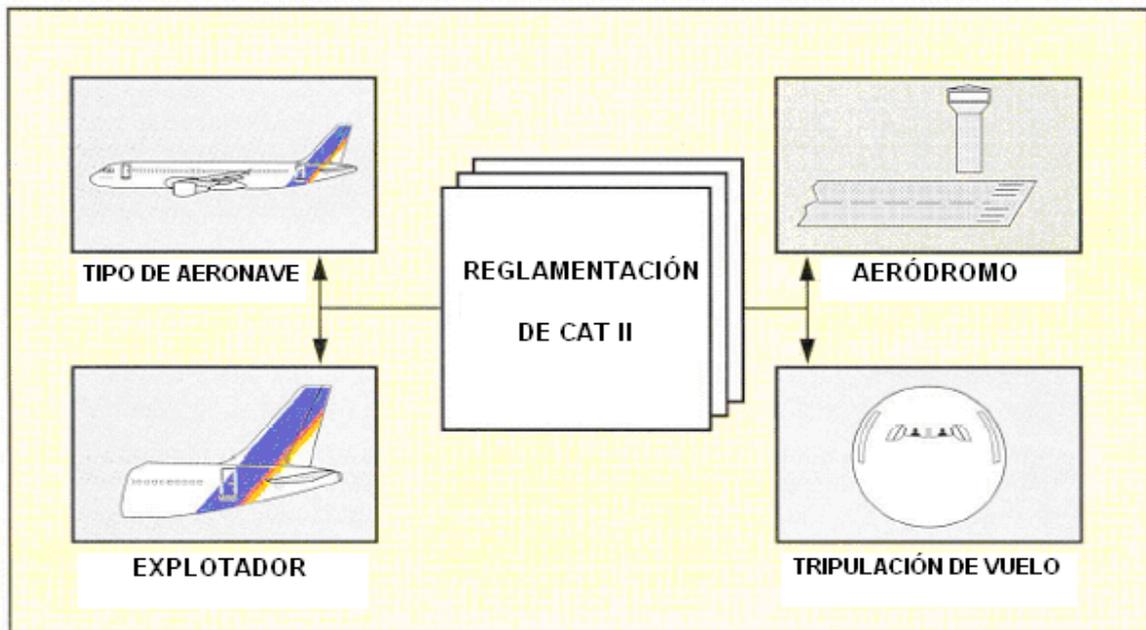
10. Desarrollo del proceso de evaluación y aprobación

10.1 Introducción.-

10.1.1 Debido a las muy bajas visibilidades asociadas con las operaciones de CAT II, las AAC reglamentan todos los aspectos de este tipo de operación, a fin de mantener el nivel de seguridad apropiado. Básicamente, hay cuatro elementos que son estrictamente reglamentados, como se muestra a continuación en la Figura 12-4 – *Reglamentación de Categoría II*:

- a) el avión;
- b) el aeródromo;
- c) el explotador; y
- d) la tripulación de vuelo.

Figura 12-4 – Reglamentación de Categoría II



10.1.2 Un explotador que solicita la aprobación para realizar operaciones de CAT II, debe adherirse estrictamente a las reglamentaciones vigentes para obtener dicha aprobación de la AAC competente. Los siguientes párrafos deberían servir para entender los requerimientos y de guía para que el explotador obtenga su aprobación para realizar operaciones de CAT II:

- a) Tipo de avión.- Del AFM se obtienen los datos de certificación, lista del equipo requerido para el tipo de operación solicitada, las limitaciones y los procedimientos para las fallas;
- b) Equipamiento del aeródromo.- Una descripción del aeródromo, con los estándares establecidos por la OACI para CAT II, incluyendo las ayudas visuales y no visuales, características de las pistas, área despejada de obstáculos, medición del RVR, procedimientos del ATC, etc;
- c) Mínimos de operación del aeródromo.- Una propuesta de los mínimos de operación para cada aeródromo que solicita el explotador;
- d) Instrucción y entrenamiento de las tripulaciones de vuelo.- El programa de instrucción y entrenamiento en tierra y de vuelo, a los efectos de satisfacer los requerimientos de calificación para CAT II y los requerimientos de instrucción y entrenamiento periódicos;
- e) Procedimientos de las tripulaciones de vuelo.- Una descripción de los procedimientos de operación (manual de CAT II) que cubra, en particular, las tareas compartidas de la tripulación de vuelo, monitoreo de la aproximación, manejo de las fallas y la aproximación frustrada; y
- f) Programa de mantenimiento.- El programa de mantenimiento es obligatorio para asegurar que el equipo de a bordo se mantendrá dentro del nivel de performance y confiabilidad demostrada durante la certificación.

10.2 Proceso de aprobación.-

10.2.1 El proceso de evaluación y aprobación para realizar operaciones de CAT II debe cumplir con las cinco fases descritas en la Parte 3 del Volumen I, Capítulo 3 – Proceso general de aprobación/aceptación, de este manual. Además de la guía presentada en este párrafo, la AC 120-29 de la FAA – *Criterios para la aprobación de mínimos meteorológicos de aproximaciones de Categoría I y de Categoría II* y los documentos equivalentes publicados por los Estados pueden ser utilizados para llevar a cabo el proceso de aprobación de las operaciones de CAT I y CAT II. A continuación se detallan las fases del proceso de aprobación de las operaciones de CAT II:

- a) Fase uno: Pre-solicitud.- El explotador solicita una reunión con el equipo de la AAC designado para la evaluación y aprobación de operaciones de CAT II. En dicha reunión el explotador reúne la información pertinente para preparar la solicitud formal;
- b) Fase dos: Solicitud formal.- En esta fase el explotador presenta la solicitud formal para la evaluación y aprobación de las operaciones de CAT II. El explotador deberá entregar los documentos con los requerimientos técnicos exigidos: equipo de a bordo, programa de mantenimiento, etc., y los requerimientos de operaciones: manual de procedimientos de CAT II, programa de instrucción y entrenamiento, OpSpecs, etc., El equipo de la AAC designado revisará las propuestas para asegurarse que contiene toda la información requerida en la Fase uno. Durante la evaluación de la propuesta, el equipo de la AAC deberá verificar que la misma cumpla con los requerimientos especificados en el reglamento apropiado:

Si la propuesta es satisfactoria se pasa a la Fase tres, caso contrario se devuelve la misma al explotador explicando los motivos de su devolución.

- c) Fase tres: Análisis de la documentación.- En esta fase el equipo designado de la AAC llevará a cabo el análisis detallado de la solicitud presentada. Este análisis lo debe hacer en conjunto con el PMI, a los efectos de la revisión de los documentos presentados;
- d) Fase cuatro: Inspección y demostración.- En esta Fase el equipo designado de la AAC llevará a cabo las inspecciones necesarias y requerirá las demostraciones pertinentes para la aprobación de las operaciones de CAT II. Durante la demostración operacional, el explotador debe demostrar su habilidad para realizar operaciones de CAT II, con una cantidad de aproximación exitosas y el nivel de seguridad apropiado; y
- e) Fase cinco: Aprobación.- Una vez finalizada con éxito la fase de inspección y demostración, se le otorgará al solicitante la autorización para realizar operaciones de CAT II y se emitirá las OpSpecs pertinentes.

10.3 Mínimos de operación.-

10.3.1 El explotador debe establecer los mínimos de operación de cada aeródromo que ha planificado utilizar. El método de determinación de dichos mínimos debe ser aprobado por la AAC. Excepto para una autorización específica, dichos mínimos son normalmente más altos que los que puedan estar establecidos para dichos aeródromos, por la autoridad competente.

10.3.2 El explotador debe tener en cuenta:

- a) el tipo, performance y las características de operación del avión;
- b) la composición de la tripulación de vuelo, su competencia y experiencia;
- c) las dimensiones y características de la pista que pueda ser seleccionada para su utilización;
- d) la performance y adecuación de las ayudas visuales y no visuales disponibles;

- e) el equipo disponible en el avión para los propósitos de la navegación y/o control de la trayectoria del vuelo, como sea apropiado, durante la aproximación, enderezamiento, el aterrizaje y la aproximación frustrada;
- f) los obstáculos en las áreas de la aproximación y aproximación frustrada y el franqueamiento necesario;
- g) la altura/altitud de franqueamiento de obstáculos para los procedimientos de aproximación por instrumentos; y
- h) los elementos para determinar e informar las condiciones meteorológicas.

10.3.3 Los mínimos de operación de CAT II y los mínimos del explotador deberán ser detallados en las OpSpecs.

10.4 Procedimientos de la tripulación de vuelo.-

10.4.1 Las OpSpecs especifican que en una operación de CAT II, es necesario que:

- a) la tripulación de vuelo tenga disponible a bordo un manual de aproximaciones de CAT II vigente y aprobado, correspondiente a ese avión; y
- b) se realice la operación de acuerdo a los procedimientos, instrucciones y limitaciones consignadas en el manual respectivo.

10.4.2 Instrucción y calificaciones.- Antes de efectuar operaciones de despegue con baja visibilidad y de CAT II, la tripulación de vuelo debe:

- a) haber completado los requisitos de instrucción y verificación prescritos por la AAC en los reglamentos aplicables;
- b) estar calificada de acuerdo con los RAB apropiados;
- c) haber efectuado la instrucción y verificación de la competencia bajo un programa aprobado por la AAC, incluido en el MO. Esta instrucción es adicional a la indicada en los capítulos de los programas de instrucción de la RAB 121 y 135; y
- d) las calificaciones de la tripulación de vuelo sean específicas para la operación y el tipo de aeronave.

10.4.3 Procedimientos operacionales.- Las operaciones con mínimos meteorológicos bajos requieren la inclusión de procedimientos e instrucciones especiales en el manual de operaciones, pero sería conveniente que tales procedimientos también sirvieran de base a todas las operaciones que se indican más adelante a fin de aplicar el mismo criterio operacional a todas las categorías de operaciones. Estos procedimientos abarcan todas las circunstancias previsibles de manera que las tripulaciones de vuelo estén siempre bien informadas del procedimiento correcto que debe seguirse. Esto es cierto en especial durante la última parte de la aproximación y del aterrizaje, cuando sólo se dispone de tiempo limitado para tomar decisiones. Entre los modos posibles de operación se cuentan;

- a) despegue manual;
- b) aproximación y aterrizaje manuales;
- c) aproximación con acoplamiento automático hasta la DH y a continuación aterrizaje manual;

- d) aproximación con acoplamiento automático hasta por debajo de la DH, pero con enderezamiento y aterrizaje manuales;
- e) aproximación con acoplamiento automático, seguido de enderezamiento y aterrizaje automáticos; y
- f) aproximación con acoplamiento automático, seguido de enderezamiento, aterrizaje y recorrido en tierra automáticos.

10.4.3.1 La índole y el alcance precisos de los procedimientos e instrucciones variarán de acuerdo con el equipo de a bordo utilizado y los procedimientos seguidos en el puesto de pilotaje. En el Manual de operaciones deben indicarse claramente las obligaciones de la tripulación de vuelo durante el despegue, aproximación, enderezamiento, recorrido en tierra y aproximación frustrada. Se debería hacer especial hincapié en las obligaciones de la tripulación cuando haya una transición de condiciones de vuelo no visual a vuelo visual, y en los procedimientos que han de utilizarse si empeora la visibilidad u ocurren fallas. Debería prestarse atención especial a la distribución de las obligaciones de la tripulación para asegurarse de que las tareas que tiene a su cargo el piloto en el momento de tomar la decisión de aterrizar o de ejecutar una aproximación frustrada le permitan concentrarse en las tareas de supervisión y en la toma de decisiones.

10.4.3.2 Revisten importancia especial los siguientes elementos:

- a) verificación del funcionamiento correcto del equipo, tanto en tierra como en vuelo;
- b) efectos sobre los mínimos, causados por modificaciones en el estado de funcionamiento de las instalaciones de tierra;
- c) uso y aplicación de los informes proporcionados sobre el RVR en varios puntos;
- d) evaluación por parte del piloto de la posición de la aeronave y vigilancia de la performance del sistema de mando automático de vuelo, de los efectos de una falla de cualquier parte del sistema de mando automático de vuelo o de los instrumentos utilizados con el mismo, y medidas a tomar en caso de performance inadecuada o falla de cualquier parte del sistema o de los instrumentos con él relacionados;
- e) medidas que se han de tomar en caso de falla, por ejemplo de los motores, del sistema eléctrico, de los circuitos hidráulicos y de los sistemas de mando de vuelo;
- f) lista de las deficiencias tolerables en el equipo de la aeronave;
- g) precauciones necesarias en el caso de que se efectúen prácticas de aproximación cuando todavía no estén plenamente en vigor todos los procedimientos ATC en apoyo de las operaciones de Categoría II, o cuando se utilice un equipo ILS en tierra de un nivel de categoría inferior para hacer prácticas correspondientes a operaciones de las Categorías II ó III;
- h) limitaciones de utilización resultantes de la certificación de la aeronavegabilidad; e
- i) información sobre la desviación máxima autorizada respecto a la trayectoria de planeo ILS y/o al localizador desde la zona de altura de decisión hasta el punto de toma de contacto, así como indicaciones sobre la referencia visual requerida.

10.4.3.3 Se ha considerado que es útil establecer procedimientos para que cada explotador pueda introducir gradualmente las operaciones con mínimos meteorológicos reducidos. Esto supone un enfoque productivo en la ejecución de operaciones todo tiempo, permitiéndose una reducción

gradual de los criterios meteorológicos en consonancia con la confianza adquirida gracias a la experiencia. En algunos Estados estos procedimientos constituyen un firme requisito, siendo necesarios para proceder a la autorización de las operaciones. Dichos procedimientos tienen normalmente el objetivo de:

- a) evaluar en la práctica el equipo de a bordo antes de iniciar las operaciones propiamente dichas. Esto puede revestir un interés particular para los Estados que confían en la certificación efectuada por otro Estado de fabricación;
- b) adquirir experiencia en los procedimientos mencionados arriba antes de iniciar las operaciones propiamente dichas y, si fuera necesario, el ajuste de estos procedimientos;
- c) adquirir experiencia en operaciones reales, con mínimos de utilización de aeródromo situados dentro de la categoría de operación autorizada pero sin llegar al límite inferior dentro de esa categoría;
- d) adquirir experiencia operacional con mínimos de Categoría II antes de pasar a los mínimos de Categoría III;
- e) proporcionar, para fines de análisis, medios de que el piloto notifique la performance de los sistemas de tierra y de a bordo;
- f) lograr que la tripulación adquiera más experiencia; y
- g) adquirir experiencia en el mantenimiento de determinados equipos.

10.4.4 Equipo mínimo.- Para las operaciones de baja visibilidad, el explotador debe incluir en su MO, el equipo mínimo que debe estar operativo al comienzo de un despegue con baja visibilidad o una aproximación de CAT II, de acuerdo con el AFM.

10.4.4.1 El PIC debe asegurarse de que el estado de la aeronave y de los sistemas necesarios a bordo son adecuados para la operación específica que se va a realizar.

10.5 Programa de instrucción para la tripulación de vuelo.-

10.5.1 Generalidades.-

10.5.1.1 Es necesario que las tripulaciones de vuelo, antes de iniciar operaciones en condiciones de CAT II, sigan un programa amplio de instrucción y capacitación. Cada programa de instrucción se adaptará, necesariamente, al tipo de avión y a los procedimientos operacionales adoptados.

10.5.1.2 La utilización cada vez más frecuente de sistemas automáticos, exige que se le de más importancia al papel que el piloto ha de desempeñar como supervisor de su funcionamiento y al proceso mental correspondiente a la toma de decisiones. Debería dársele importancia también a la evaluación, por parte del piloto, de la posición del avión y a la vigilancia de la performance del sistema de mando automático de vuelo durante todas las fases de la aproximación, enderezamiento, toma de contacto y recorrido en tierra.

10.5.1.3 Terminado el tiempo de instrucción y entrenamiento, la tripulación de vuelo debe demostrar su competencia a las autoridades respectivas. Antes de recibir autorización para realizar vuelos reales con mínimos de operación correspondientes a CAT II, la tripulación de vuelo debería haber adquirido suficiente experiencia de vuelo en el tipo de avión de que se trate. El explotador debería demostrar que el programa de capacitación, procedimientos de operación y la instrucción impartida, permiten un nivel de operación aceptable para la AAC y además, debería presentar pruebas de que las técnicas operacionales propuestas se han utilizado satisfactoriamente en

condiciones meteorológicas con mínimos superiores a los propuestos.

10.5.2 Instrucción en tierra.-

10.5.2.1 La tripulación de vuelo debe ser capaz de hacer uso pleno del equipo de tierra y de a bordo destinado a las operaciones de CAT II. Por lo tanto, debe ser instruida en la manera de obtener el beneficio máximo de la redundancia que suministra el equipo de a bordo y entender plenamente las limitaciones del sistema total, incluyendo los elementos tanto terrestres como de a bordo.

10.5.2.2 Entre las ayudas a la instrucción figuran películas de aproximaciones en condiciones reales o la utilización de un simulador de vuelo visual aprobado. Con la instrucción debe conseguirse que cada miembro de la tripulación de vuelo entienda sus tareas y obligaciones y la de los otros miembros de la tripulación de vuelo, así como la necesidad de que exista una estrecha coordinación.

10.5.2.3 En algunas aproximaciones reales pudiera ocurrir que antes o después de la DH, o en la propia DH, el avión no se encuentre alineado con el eje o con la trayectoria de planeo, por consiguiente los pilotos deberían tener un adiestramiento suficiente que les permita tomar decisiones en esas circunstancias, poniéndose en claro mediante ese adiestramiento, las limitaciones que tienen las referencias visuales en condiciones de baja visibilidad. Los pilotos deben estar al tanto, también, de que pudieran ser llevados a efectuar una transición prematura hacia referencias exteriores para controlar el avión, cuando en realidad las referencias exteriores disponibles no son adecuadas para controlar la actitud de cabeceo y/o trayectoria vertical del vuelo. Por lo tanto, debería advertírseles que no desacoplen prematuramente el A/P y que continúen vigilando los instrumentos de vuelo aún cuando puedan mantenerse un contacto visual adecuado con la pista y su entorno, para completar así una aproximación y aterrizaje seguro.

10.5.3 Programa de instrucción y competencia en vuelo.-

10.5.3.1 Cada miembro de la tripulación de vuelo debe ser instruido para llevar a cabo las tareas apropiadas al sistema de a bordo que le incumbe y luego tiene que demostrar su habilidad para llevar a cabo esas tareas como miembro de la tripulación de vuelo a un nivel de competencia aceptable, antes de que sea autorizado a realizar vuelos en condiciones correspondientes a la categoría para la cual ha recibido instrucción. Además, antes de que autorice a un piloto a operar con mínimos de CAT II, debe haber adquirido la experiencia necesaria en los procedimientos apropiados, pero en condiciones meteorológicas más favorables que los mínimos pertinentes. A las tripulaciones de vuelo debería dárseles instrucción práctica y ensayos en la utilización del sistema y en los procedimientos correspondientes a los mínimos más bajos que se especifiquen.

10.5.3.2 La instrucción inicial podrá llevarse a cabo de manera eficaz en un simulador de vuelo con visual aprobado. La instrucción dependerá del sistema de a bordo de que se trate y de los procedimientos de operación adoptados.

10.5.3.3 En el programa de instrucción de vuelo deberá adquirirse práctica para enfrentar las fallas del sistema, en especial aquellas que influyen en los mínimos de utilización y/o posteriormente en la propia operación. Sin embargo, la frecuencia de casos de mal funcionamiento durante las prácticas de instrucción, no debería ser tan elevada como para que merme la confianza de la tripulación de vuelo en la integridad y confiabilidad de los sistemas utilizados en operaciones con mínimos bajos.

10.5.4 Técnicas de simulación.-

10.5.4.1 Las técnicas de simulación son una ayuda valiosa para la instrucción sobre operaciones en condiciones de visibilidad limitada. Dichas técnicas deberían emplearse en la instrucción general sobre el sistema del avión y sobre los procedimientos operacionales a utilizarse. Sin embargo, su

valor real en la instrucción consiste en que pueden simularse diversos valores de RVR, de modo que los pilotos que raramente encuentren en la práctica condiciones de visibilidad limitada, puedan adquirir una idea realista de lo que cabe esperar en esas condiciones y puedan mantener su pericia durante los entrenamientos periódicos de repaso que efectúen. Para dar instrucción en aproximaciones frustradas, debería ser posible simular visibilidades inferiores a las más bajas autorizadas al explotador. Puede utilizarse un simulador de vuelo con visual aprobado durante la formación inicial y entrenamiento periódico de repaso, simulándose diferentes valores RVR para:

- a) aproximaciones;
- b) aproximaciones frustradas;
- c) aterrizajes;
- d) ejercicios y procedimientos apropiados en caso de advertir mal funcionamiento:
 - 1) sistemas de a bordo; y
 - 2) del sistema de tierra.
- e) transición de vuelo por instrumentos al vuelo visual; y
- f) transición del vuelo visual al vuelo por instrumentos a bajo nivel.

10.5.4.2 Es de gran importancia que la visibilidad simulada sea un buen reflejo del RVR pretendido. Puede efectuarse una verificación sencilla del sistema visual, a modo de calibración, comparando con el RVR seleccionado, el número de luces de eje de pista visibles cuando el simulador esta alineado para el despegue. Sin embargo, sería preferible que se efectuaran verificaciones de las referencias visuales con el simulador en el modo “en vuelo”, dado que en algunos sistemas visuales, la escena visual dinámica podría ser diferente a la estática.

10.5.5 Verificaciones periódicas de la competencia.- Junto con la verificación normal de la competencia del piloto a intervalos regulares, debe demostrarse que el piloto tiene los conocimientos necesarios y la pericia para llevar a cabo las tareas correspondientes a la categoría particular de operación para la cual ha sido autorizado. Debido a las pocas probabilidades que existen de encontrar condiciones de visibilidad limitada durante las operaciones reales, tiene gran importancia la utilización de un simulador de vuelo aprobado para el entrenamiento periódico, la verificación de la competencia y la renovación de las habilitaciones.

10.5.6 Requisitos de entrenamiento reciente.-

10.5.6.1 Algunos Estados alientan o exigen a los explotadores y pilotos a que utilicen, en condiciones normales de servicio, procedimientos aplicables a operaciones de CAT II, cualesquiera que sean las condiciones meteorológicas, siempre que dispongan de las instalaciones de tierra necesarias y cuando así lo permite el tránsito. Este método garantiza que la tripulación de vuelo estará familiarizada con los procedimientos, otorga confianza en lo que respecta al equipo y asegura el mantenimiento apropiado de los sistemas relacionados con la CAT II. Pero también es importante asegurarse de que el piloto mantenga su pericia para el mando manual del avión. La experiencia ha demostrado que esto es muy importante, en particular cuando las tripulaciones vuelan en estructuras de rutas con etapas muy largas. Se debería contar con un requisito que exija un entrenamiento reciente, es decir, que las tripulaciones deberían efectuar un número mínimo de aproximaciones con A/P o un número mínimo en aproximaciones y aterrizajes, según sea el caso, cada mes (u otros periodos de tiempo conveniente) para mantener su idoneidad en las operaciones de CAT II. Este requisito de entrenamiento reciente no supe en modo alguno al entrenamiento periódico.

10.5.7 Programa de mantenimiento.-

10.5.7.1 En este capítulo, se expresa que un explotador debería establecer un programa de mantenimiento para garantizar que el equipo de a bordo está en condiciones de servicio al nivel de performance requerido. El programa de mantenimiento establecido, será principalmente el concerniente al equipo que es requerido para que esté en servicio operacional para operaciones de precisión. Toda tarea de mantenimiento no programada que sea necesaria por razones operativas, de mantenimiento o requeridas por la autoridad aeronáutica, debería seguir un procedimiento y verificación detallado en un capítulo pertinente del programa de mantenimiento.

10.6 Demostración operacional.-

10.6.1 Cuando un explotador incorpora un nuevo avión a su flota, deberá completar una demostración completa, para operar en CAT II. El proceso de demostración operacional, a menudo sigue las mismas secuencias básicas. Estas consisten en una introducción progresiva a los mínimos más bajos con informes periódicos de las aproximaciones realizadas durante el servicio actual de línea.

10.6.2 El propósito de la demostración operacional, es determinar o validar el uso y la efectividad de los sistemas de guía de vuelo de la aeronave aplicable, la instrucción, los procedimientos de la tripulación de vuelo, los programas de mantenimiento y que los manuales aplicables a las operaciones de CAT II sean aprobados; y además especifica los requerimientos de demostración completa y demostración reducida, la recopilación y análisis de la información.

10.7 Monitoreo continuo.-

10.7.1 La AAC establecerá en los reglamentos las pautas para realizar el monitoreo continuado de las operaciones del explotador, para detectar cualquier tendencia indeseable antes de que sea peligrosa.

Ayuda de Trabajo

 AYUDA DE TRABAJO PARA LA APROBACION CAT II – CAT III		
Nombre del explotador:		Fecha de la revisión:
Tipo de Operación 121 <input type="checkbox"/> 135 <input type="checkbox"/> 91 <input type="checkbox"/>		Tipo de aplicación: CAT II <input type="checkbox"/> CAT III <input type="checkbox"/>
REF	CONDICION A VERIFICAR	REF. DOC
	Operaciones de Vuelo	
	Procedimientos del Explotador:	(S-U-N/A)
1.	Tipo de Operación	
2.	CAT II y CAT III Procedimientos de Aproximación Instrumental	
3.	AFM/AOM/POH/QRH Previsiones o como sea aplicable	
4.	Coordinación de la tripulación y procedimientos de monitoreo	
5.	Callouts	
6.	Uso de DA (H) (Fail Passive)	
7.	Uso de alerta de altitud (AH) (Fail Operational)	
8.	Briefing de la Tripulación	
9.	Configuración	
10.	Operaciones No Normales y procedimientos	
11.	Consideraciones ambientales especiales (si aplica)	
12.	Continuación de la Aproximación CAT II, CAT III con deterioro del clima	
13.	Planificación de despacho y procedimientos de aplicación de la MEL y CDL	
14.	Demostración de la capacidad de los sistemas de la aeronave	
15.	Demostración de las capacidades de explotador	
16.	Análisis para la demostración de los sistemas de a bordo	
17.	Procedimientos operaciones para el retorno al servicio	
	ENTRENAMIENTO Y CALIFICACION DE LA TRIPULACION	
1.	Entrenamiento Inicial	
2.	Entrenamiento Periódico / Verificación	
3.	Entrenamiento de Promoción	
4.	Entrenamiento de Recalificación	
5.	Experiencia Reciente	
6.	Entrenamiento de Diferencias	
7.	Entrenamiento simultaneo y calificación para CAT II, CAT III	
8.	Segmento de entrenamiento en tierra	
9.	Sistemas de guía y control del movimiento en la superficie	

10.	Elemento de entrenamiento en vuelo	
11.	Política de procedimientos y maniobras	
12.	Calificación Inicial	
13.	Calificación en despegue con visibilidad reducida	
14.	Múltiples tipos de aeronaves o calificación en variantes (si aplica)	
15.	Terrenos especiales en aeropuertos (si aplica)	
16.	Procedimientos de mínimos de altitud para el PIC	
17.	Verificación en línea	
18.	Registros de la tripulación y sistema de notificación	
19.	AQP	
AERONAVE Y EQUIPOS		
1.	Sistemas de Mando de vuelo para CAT II	
2.	Sistemas de Mando de vuelo para CAT II	
3.	Sistema de aterrizaje y control de vuelo automático	
4.	Flight Director	
5.	Sistema de HUD	
6.	Enhanced / Synthetic Vision systems	
7.	Hybrid Displays	
8.	Performance de navegación requerida	
ESPECIFICACIONES RELATIVAS A LAS OPERACIONES		
1.	Emisión de los mínimos CAT II CAT III en las OPSPECS/LOA	
2.	Enmiendas en las OPSPECS/LOA (si aplica)	
PAQUETE DE APLICACION DEL EXPLOTADOR		
1.	AOM partes aplicables	
2.	FOM partes aplicables	
3.	Documentos de cumplimiento	
4.	Programa de entrenamiento	
5.	Modelo de OPSPECS/LOA	
6.	MEL	
7.	Cronograma de eventos	
8.	Plan de demostración	
9.	Carta de solicitud	
Resultado de la revisión: <input type="checkbox"/> SATISFACTORIA <input type="checkbox"/> INSATISFACTORIA		Nombre y firma del inspector responsable:
Observaciones y/o comentarios del inspector:		

PARTE II – EXPLOTADORES DE SERVICIOS AÉREOS**VOLUMEN III – AUTORIZACIONES OPERACIONALES Y EQUIPOS DE LAS AERONAVES****Capítulo 13 – Operaciones de aproximación por instrumentos 3D Tipo B de Categoría III****Índice****Sección 1 – Operaciones de aproximación por instrumentos 3D Tipo B de Categoría III**

1.	Objetivo	PII-VIII-C13-01
2.	Generalidades	PII-VIII-C13-01
3.	Definiciones y abreviaturas	PII-VIII-C13-02
4.	Tipo de operaciones de Categoría III	PII-VIII-C13-06
5.	Objetivo de las operaciones de Categoría III	PII-VIII-C13-06
6.	Conceptos operacionales de Categoría III	PII-VIII-C13-07
7.	Función de los requisitos para las referencias visuales	PII-VIII-C13-11
8.	Requisitos de aeródromos, pistas y equipos basados en tierra	PII-VIII-C13-12
9.	Equipos de a bordo requerido para las operaciones de Categoría III	PII-VIII-C13-18
10.	Fases del proceso de evaluación y aprobación	PII-VIII-C13-21
11.	Desarrollo del proceso de evaluación y aprobación	PII-VIII-C13-22
12.	Programa de mantenimiento	PII-VIII-C13-29
13.	Demostración operacional	PII-VIII-C13-29
14.	Monitoreo continuo	PII-VIII-C13-29

Sección 2 – Manual de aproximaciones por instrumentos de Categorías II y III

1.	Generalidades	PII-VIII-C13-30
2.	Índice general	PII-VIII-C13-30
3.	Procedimientos de la tripulación de vuelo	PII-VIII-C13-31
4.	Preparación para la aproximación	PII-VIII-C13-32
5.	Procedimientos de aproximación	PII-VIII-C13-33
6.	Referencias visuales	PII-VIII-C13-35
7.	Instrucción y calificación de las tripulaciones de vuelo	PII-VIII-C13-38
8.	Demostración operacional	PII-VIII-C13-45
9.	Requisitos del avión	PII-VIII-C13-51
10.	Requisitos del aeródromo	PII-VIII-C13-52
11.	Procedimientos de ATC	PII-VIII-C13-65
12.	Registro de aprobación operacional	PII-VIII-C13-66
13.	Ayuda de Trabajo.....	PII-VII-C13-71

Sección 1 – Operaciones de aproximación por instrumentos 3D Tipo B de Categoría III

1. Objetivo

1.1 Esta sección provee orientación y guía a los IOs, para evaluar, aprobar o denegar la solicitud de un explotador para conducir operaciones de aproximación por instrumentos 3D Tipo B de Categoría III (CAT III) en área terminal.

2. Generalidades

2.1 Todas las operaciones de CAT III que utilizan aeronaves, equipos de a bordo, equipos basados en tierra o conceptos y procedimientos que son nuevos para un explotador en particular, requieren ser aprobadas.

2.2 De igual manera, todas las operaciones de CAT III en aeródromos y pistas que no han sido utilizadas por un explotador en particular, requieren de aprobación, aún cuando las aeronaves, equipos de a bordo, equipos basados en tierra, conceptos y procedimientos hayan sido previamente aprobados para dichas operaciones.

2.3 Esta sección contiene una ampliación de los conceptos generales, políticas, y guías que han sido tratadas en capítulos anteriores. Se proporcionan además los estándares específicos para la evaluación de las operaciones de CAT III utilizando equipo de a bordo y equipos emplazados en tierra que tienen características y limitaciones bien establecidas. Todas las referencias que a continuación se detallan, son de orientación y aplicación a las operaciones de CAT III cuando correspondan:

- a) Documento 9365 – Manual de *operaciones todo tiempo* de la OACI.
- b) MIO Parte II Volumen III, Capítulo 10 – *Operaciones todo tiempo*.

3. Definiciones y abreviaturas

3.1 Definiciones.- Para los propósitos de este capítulo, las siguientes definiciones son de aplicación:

3.1.1 Alcance visual en la pista.-

3.1.1.1 En las operaciones de CAT III, toda la aproximación hasta la toma de contacto debería hacerse con A/P, excepto cuando se trate de sistemas aprobados para control manual que utilicen visualizadores de cabeza alta. Para la CAT IIIA con sistema operacional en caso de falla, se utiliza el RVR para determinar que la referencia visual será suficiente al inicio del recorrido en tierra. Para la CAT IIIA con protección mínima, el RVR proporciona la referencia visual necesaria que permite al piloto comprobar si el avión está situado en forma que pueda efectuar un aterrizaje satisfactorio en la TDZ. Si el recorrido en tierra ha de ser controlado manualmente utilizando referencia visual, entonces se necesitará un RVR del orden de los 200 m.

3.1.1.2 Para los mínimos de CAT III anteriormente vistos, el sistema de mando de vuelo operacional en caso de falla permite asegurarse de que es extremadamente improbable que el piloto tenga que recurrir al mando manual del avión por una falla del sistema en condiciones de CAT III. Si el sistema de mando de vuelo funciona con protección mínima, entonces, al especificar los mínimos, debe tenerse en cuenta la posibilidad de que el piloto prosiga con seguridad la maniobra de aterrizaje o lleve a cabo manualmente una aproximación frustrada y, a menos que se estipule el requisito de que debe efectuarse obligatoriamente una aproximación frustrada después de una falla

del equipo, habría que considerar la posibilidad de establecer el RVR en un valor que permita al piloto evaluar si existe suficiente referencia visual como para controlar manualmente el enderezamiento.

3.1.1.3 En las operaciones de CAT III, la necesidad de especificar mínimos en forma de requisitos de referencia visual o de altura de decisión, esta determinada por la fiabilidad de los sistemas automáticos. Cuando esos mínimos sean necesarios, éstos dependerán del segmento visual requerido, del campo de visión del piloto y de la probabilidad de que falle el sistema automático.

3.1.2 Altura de alerta (AH).- La AH, es la altura sobre la pista, basada en las características del avión y de su sistema de aterrizaje automático operacional en caso de falla, por encima de la cual se suspendería una aproximación de CAT III y se iniciaría un procedimiento de aproximación frustrada en caso de ocurrir falla de alguna de las partes redundantes del sistema de aterrizaje automático o del equipo terrestre correspondiente.

3.1.2.1 La AH, es una altura especificada para utilización operacional por parte de los pilotos (100 pies o menos, por encima de la elevación más alta de la TDZ), por encima de la cual se interrumpiría una aproximación de CAT III y se ejecutaría una maniobra de aproximación frustrada, si fallara alguno de los sistemas operacionales redundantes con que deben contar el avión o el equipo terrestre pertinente. Por debajo de esa altura pueden realizarse en condiciones de seguridad, la aproximación, el enderezamiento, la toma de contacto y, si cabe, el recorrido de aterrizaje, después de cualquier falla del avión o de los sistemas asociados de CAT III, que no se consideren una falla sumamente improbable. Esta altura se basa en las características de la aeronave y en las del sistema de a bordo de CAT III con que cuenta la aeronave.

3.1.2.2 Durante la certificación de aeronavegabilidad, las alturas de alerta se evalúan a 100 pies o por encima de esta altura, para asegurar suficiente fiabilidad e integridad del sistema. A los efectos de las operaciones, las alturas de alerta se establecen en 100 pies o por debajo de esa altura, para asegurar que se sigue un criterio prudente cuando se presentan condiciones de avería.

3.1.3 Altura de decisión.- La configuración de los obstáculos en el tramo de precisión de la aproximación, debe permitir que un avión, acoplado al ILS por medio de un sistema de mando automático de vuelo, pueda volar con seguridad sin necesidad de referencias visuales terrestres hasta el TDZ y efectuar una aproximación frustrada. En las operaciones de CAT III, al igual que en las otras operaciones, el avión debería poder efectuar una aproximación frustrada desde cualquier altura antes de la toma de contacto. El margen por pérdida de altura que se utiliza en la determinación de la altura de decisión para una operación de CAT II, no es aplicable a una operación de CAT III que utilice un sistema automático o mixto operacional en caso de falla, pues las características del sistema operacional en caso de falla aseguran el enderezamiento para el aterrizaje. Por otra parte, la pérdida de altura en la aproximación frustrada será menor a medida que disminuya la altura en que se inicia la aproximación frustrada. En el caso de las operaciones de CAT III con sistemas de aterrizaje que no son operacionales en caso de falla (por ejemplo el sistema de protección mínima), no es seguro que el avión enderezará por si solo y en consecuencia puede utilizarse un margen de pérdida de altura al determinar la altura de decisión.

3.1.3.1 En las operaciones de CAT III en las que se emplean alturas de decisión, las alturas de decisión específicas corresponden a determinados RVR. Por lo general se establecen en 15 m (50 pies) o menos. Su finalidad es especificar la altura más baja en que el piloto debe tener la seguridad de que el avión va a tomar contacto correcto con la pista y de que dispone de adecuada referencia visual para controlar la parte inicial del recorrido de aterrizaje.

3.1.3.2 Para operaciones de CAT III con protección mínima se utiliza una DH. Para operaciones de CAT III con sistema operacional en caso de falla, se puede utilizar una DH o una AH. Si se utiliza una DH, se indicará toda referencia visual necesaria.

3.1.4 Altura mínima de interrupción de la aproximación (MABH).- Este concepto está definido como la altura mas baja sobre la tierra, medida con radioaltímetro, tal que, si es iniciada una aproximación frustrada sin referencias visuales externas:

- a) en operación normal, la aeronave no hará contacto con el suelo durante el procedimiento; y
- b) con una falla de motor durante la aproximación frustrada, (que puede ser demostrado, tomando esa falla como probable), es extremadamente improbable que ocurra un accidente.

Nota.- Cabe considerar que este concepto de MABH no está considerado actualmente por la OACI, FAA ni la JAA, solo aparece como dato en los AFM de algunas aeronaves Airbus.

3.1.4.1 En algunos tipos de Airbus, el concepto MABH ha sido reemplazado por una indicación de mínimo de DH y en las certificaciones más recientes, este concepto será reemplazado, en la sección de procedimientos del AFM, por una indicación de la pérdida de altura durante una aproximación frustrada automática. La altura mínima de interrupción de la aproximación o la pérdida de altura durante una aproximación frustrada automática, pueden ser utilizadas por los explotadores para determinar la DH mínima en operaciones de CAT III.

3.1.5 Concepto de mínimos.- Las reglamentaciones a menudo utilizan el concepto de mínimos. En realidad, éste puede referirse a diferentes conceptos:

- a) Mínimo de operación de aeródromo.- Establecido de acuerdo con lo prescrito por las autoridades del aeródromo y que están publicados en las cartas de aproximación.
- b) Mínimos del explotador.- Los mínimos más bajos que un explotador está autorizado a utilizar en un aeródromo específico, seguido de una aprobación de la autoridad operacional.
- c) Mínimos de la tripulación de vuelo.- Los mínimos más bajos que la tripulación de vuelo está autorizada a operar, dependiendo de la calificación de la misma.
- d) Mínimos de la aeronave.- Los mínimos más bajos que han sido demostrados durante la certificación de la aeronave. Dicho mínimo está especificado en el AFM.

3.1.6 Clasificación de las operaciones de aproximación por instrumentos.- Las operaciones de aproximación por instrumentos se clasificarán basándose en los mínimos de utilización más bajos por debajo de los cuales la operación de aproximación deberá continuarse únicamente con la referencia visual requerida, de la manera siguiente:

- a) Tipo A: operación de aproximación por instrumentos con una altura mínima de descenso (MDH) o una altura de decisión (DH) igual o superior a 75 m (250 ft); y
- b) Tipo B: operación de aproximación por instrumentos con una altura de decisión (DH) inferior a 75 m (250 ft). Las operaciones de aproximación por instrumentos de Tipo B están categorizadas de la siguiente manera:
 - 1) Categoría I (CAT I): una altura de decisión no inferior a 60 m (200 ft) y con visibilidad no inferior a 800 m o alcance visual en la pista (RVR) no inferior a 550 m;
 - 2) Categoría II (CAT II): una altura de decisión inferior a 60 m (200 ft), pero no inferior a 30 m (100 ft) y alcance visual en la pista no inferior a 300 m;
 - 3) Categoría IIIA (CAT IIIA): una altura de decisión inferior a 30 m (100 ft) o sin limitación de altura de decisión y alcance visual en la pista no inferior a 175 m;
 - 4) Categoría IIIB (CAT IIIB): una altura de decisión inferior a 15 m (50 ft) o sin limitación de

altura de decisión y alcance visual en la pista inferior a 175 m pero no inferior a 50 m; y

- 5) Categoría IIIC (CAT IIIC): sin altura de decisión ni limitaciones de alcance visual en la pista.

Nota 1.- Cuando los valores de la altura de decisión (DH) y del alcance visual en la pista (RVR) corresponden a categorías de operación diferentes, la operación de aproximación por instrumentos ha de efectuarse de acuerdo con los requisitos de la categoría más exigente (p. ej., una operación con una DH correspondiente a la CAT IIIA, pero con un RVR de la CAT IIIB, se consideraría operación de la CAT IIIB, o una operación con una DH correspondiente a la CAT II, pero con un RVR de la CAT I, se consideraría operación de la CAT II).

Nota 2. - La referencia visual requerida significa aquella sección de las ayudas visuales o del área de aproximación que debería haber estado a la vista durante tiempo suficiente para que el piloto pudiera hacer una evaluación de la posición y de la rapidez del cambio de posición de la aeronave, en relación con la trayectoria de vuelo deseada. En el caso de una operación de aproximación en circuito, la referencia visual requerida es el entorno de la pista.

3.1.7 Operaciones de aproximación por instrumentos.- Aproximación o aterrizaje en que se utilizan instrumentos como guía de navegación basándose en un procedimiento de aproximación por instrumentos. Hay dos métodos para la ejecución de operaciones de aproximación por instrumentos:

- a) una operación de aproximación por instrumentos bidimensional (2D), en la que se utiliza guía de navegación lateral únicamente; y
- b) una operación de aproximación por instrumentos tridimensional (3D), en la que se utiliza guía de navegación tanto lateral como vertical.

Nota.- Guía de navegación lateral y vertical se refiere a la guía proporcionada por:

- a) una radioayuda terrestre para la navegación; o bien
- b) datos de navegación generados por computadora a partir de ayudas terrestres, con base espacial, autónomas para la navegación o una combinación de las mismas.

3.1.8 Operaciones de aproximación por instrumentos de CAT III.- Operaciones de aproximación por instrumentos 3D de Tipo B categorizadas de la siguiente manera:

- a) Categoría IIIA (CAT III A).-
 - 1) con una altura de decisión inferior a 30 metros (100 pies) o sin limitación de altura de decisión; y
 - 2) alcance visual en la pista no inferior a 175 m.
- b) Categoría IIIB (CAT III B).-
 - 1) con una altura de decisión inferior a 15 metros (50 pies) o sin limitación de altura de decisión; y
 - 2) alcance visual en la pista inferior a 175 m, pero no inferior a 50 metros;
- c) Categoría IIIC (CAT IIIC).- Sin altura de decisión ni limitaciones de alcance visual en la pista.

Nota.- Cuando los valores de la altura de decisión (DH) y del alcance visual en la pista (RVR) corresponden a categorías de operación diferentes, la operación de aproximación por instrumentos han de efectuarse de acuerdo a los requisitos de la categoría más exigente (por ejemplo, una operación con una DH correspondiente a la CAT IIIA, pero con un RVR de la CAT IIIB, se consideraría una operación de CAT IIIB y una operación con una DH correspondiente a la CAT II, pero con un RVR de la CAT I, se consideraría operación de CAT II).

3.1.9 Sistema de aterrizaje automático.- Equipo de a bordo que proporciona mando automático del avión durante la aproximación y el aterrizaje.

3.1.10 Sistema de aterrizaje automático con protección mínima (fail passive automatic landing system).- Un sistema de aterrizaje automático tiene protección mínima si, en caso de falla, no se perturba de manera notable ni la compensación, ni la trayectoria de vuelo, ni la actitud, pero el aterrizaje no se llevaría a cabo de forma plenamente automática.

3.1.11 Sistema de aterrizaje automático operacional en caso de falla (fail operacional automatic landing system).- Se dice que un sistema de aterrizaje automático es operacional en caso de falla si, en tales circunstancias, pueden completarse las maniobras de aproximación, enderezamiento y aterrizaje utilizando aquella parte del sistema automático que continúa en funcionamiento.

3.1.12 Sistema de aterrizaje mixto operacional en caso de falla.- Un sistema que comprende un sistema primario de aterrizaje automático con protección mínima y un sistema independiente secundario de guía. En caso de falla del sistema primario, el sistema secundario proporciona la guía que permite completar manualmente el aterrizaje.

Nota.- El sistema de aterrizaje mixto operacional en caso de falla puede constar de un sistema de aterrizaje automático con protección mínima junto con un visualizador de cabeza alta que proporcione orientación para que el piloto pueda completar el aterrizaje manualmente después de que fallara el sistema de aterrizaje automático.

3.1.13 Sistema de guía para la aproximación y el aterrizaje con visualizador de cabeza alta (UHD).- Un sistema de guía para la aproximación y el aterrizaje con HUD es un sistema de instrumentos de a bordo que presenta información y guía suficientes en un área específica del parabrisas de la aeronave, en forma superpuesta para obtener una perspectiva de conjunto conforme con la escena visual exterior y que permite al piloto maniobrar manualmente la aeronave, por referencia exclusiva a dicha información y guía, por lo menos con el mismo grado de performance y fiabilidad que los exigidos de un sistema de mando automático de vuelo que se considere aceptable para la categoría de operación de que se trate.

3.1.14 Sistema de mando automático de vuelo (AFCS) con modo de aproximación ILS de acoplamiento automático.- Equipo de a bordo que proporciona mando automático para la trayectoria de vuelo del avión por referencia al ILS.

3.2 Abreviaturas.- Para los propósitos de este capítulo, son de aplicación las siguientes abreviaturas:

3.2.1	AH	Altura de alerta
3.2.2	HAT	Altura sobre el punto de contacto
3.2.3	HUD	Visualizador con cabeza alta
3.2.4	JAR AWO	Requisitos conjuntos de la aviación – Operaciones de todo tiempo
3.2.5	LVTO	Despegue con baja visibilidad
3.2.6	MABH	Altura mínima de ruptura de la aproximación

4. Tipo de operaciones de Categoría III

Las únicas operaciones de CAT III que son utilizadas por los explotadores, son las operaciones basadas en el sistema ILS. Si bien está prevista la operación con MLS, a la fecha aún no esta en uso habitual por las líneas aéreas.

5. Objetivo de las operaciones de Categoría III

5.1 La diferencia esencial entre las operaciones de CAT III y las de CAT I y CAT II es que las operaciones de CAT III ubica la mayor confiabilidad en la guía provista por el equipo de a bordo y de tierra. La guía proporcionada por el equipo debe continuar hasta el contacto con la pista en operaciones de CAT IIIA; y hasta el contacto con la pista y recorrido de aterrizaje hasta una velocidad de rodaje segura, en las operaciones de CAT IIIB. En contraste con otros tipos de operaciones, las de CAT III no aseguran al piloto, las referencias visuales externas para que el mismo pueda continuar controlando manualmente la aeronave, durante el enderezamiento y el aterrizaje. El objetivo primario de las operaciones de CAT III es proporcionar un nivel de seguridad equivalente a las operaciones de CAT I o CAT II, sin utilizar esas referencias visuales. Para alcanzar este objetivo, el procedimiento de aproximación por instrumentos debe proporcionar una transición ordenada y segura desde la fase del vuelo en ruta al aterrizaje o aproximación frustrada (lo cual incluye un contacto momentáneo durante la maniobra de aproximación frustrada) y luego una transición hasta la fase de ruta para la desviación al aeródromo de alternativa. Los procedimientos de aproximación por instrumentos de CAT III y los procedimientos del ATC, también deben incluir una adecuada protección contra los obstáculos (fijos o móviles) cerca de la superficie de aterrizaje para asegurar que puede iniciarse una aproximación frustrada desde cualquier punto de la aproximación y aterrizaje, antes del contacto. El nivel deseado de seguridad para operaciones de CAT III es alcanzado por las siguientes mejoras:

- a) el equipo de a bordo y emplazado en tierra debe asegurar el incremento de la precisión de la trayectoria de vuelo. La confiabilidad y precisión aumentada de la trayectoria de vuelo (comparada con los sistemas de CAT I y CAT II), es lograda a través de la alta precisión y confiabilidad de los equipos basados en tierra y los sistemas de a bordo. Dichos sistemas son capaces de guiar el avión con una precisión significativamente incrementada hasta el contacto o el recorrido de aterrizaje, como sea apropiado;
- b) también es requerida una calificación especial de las tripulaciones de vuelo y de instrucción y entrenamiento para asegurar que el avión es operado con el grado de precisión requerido, durante dichas operaciones;
- c) son aumentados los requerimientos de performance y equipamiento del avión asociado con la maniobra de aproximación frustrada desde muy bajas alturas, para asegurar que dichas operaciones puedan ser conducidas con seguridad, aún si ocurriera un contacto momentáneo con la pista, después de iniciada la aproximación frustrada;
- d) son requeridas ayudas visuales adicionales para mejorar las condiciones de visibilidad durante las fases finales del aterrizaje, enderezamiento, recorrido en la pista y la operación de rodaje;
- e) son establecidos criterios especiales para proporcionar un franqueamiento de los obstáculos y de tierra adicionales, para acomodar aproximaciones frustradas desde muy bajas alturas, las cuales pueden incluir un contacto momentáneo con la pista después de haberse iniciado un escape;
- f) se establecen requerimientos especiales para proporcionar un aumento de la protección de las señales del ILS, durante la fase final del aterrizaje, enderezamiento y recorrido en la pista, para asegurar que dichas señales no están distorsionadas durante dichas fases críticas del vuelo;
- g) son especificados criterios más estrictos para los perfiles del terreno previo al umbral, para asegurar que los sistemas de guía y control del vuelo funcionen apropiadamente durante la fase final de la aproximación, enderezamiento y aterrizaje; y

- h) son establecidos procedimientos y/o limitaciones especiales de ATC, para asegurar la seguridad y eficiencia completa de la operación.

6. Conceptos operacionales de Categoría III

6.1 Las condiciones meteorológicas y del entorno, encontradas en CAT III, restringen severamente las condiciones de visibilidad. Las referencias visuales externas no son adquiridas hasta que la aeronave alcanza una muy baja altura. Típicamente, las referencias visuales externas empiezan a estar disponibles debajo de los 100 pies en operaciones de CAT IIIA y bajo los 50 pies en operaciones de CAT IIIB. Aunque las referencias visuales externas son normalmente disponibles antes del contacto, las condiciones de visibilidad no son suficientes para que el piloto pueda realizar el aterrizaje manual con seguridad. Por lo tanto la aeronave debe ser controlada por instrumentos y equipo especial a través de la aproximación, enderezamiento y la toma de contacto, para operaciones en condiciones meteorológicas de CAT IIIA y a través del recorrido de aterrizaje hasta una velocidad de rodaje segura, en el caso de operaciones de CAT IIIB. Debido a las condiciones de visibilidad reducida y los peligros asociados con el intento de los pilotos de maniobrar manualmente la aeronave para aterrizar en dichas condiciones visuales, la precisión del sistema de guía y control y toda la precisión del control de la trayectoria de vuelo, deben tener ciertas capacidades. Dichas capacidades incluyen llevar la aeronave con seguridad hasta la toma de contacto en condiciones meteorológicas de operaciones de CAT IIIA y a través del recorrido de aterrizaje hasta una velocidad de rodaje segura, en el caso de operaciones de CAT IIIB.

6.2 DH y AH.- Todas las operaciones de CAT IIIA, con sistema de aterrizaje automático con protección mínima (fail-passive), son conducidas de acuerdo con los conceptos de DH y RVR. Todas las operaciones de CAT IIIA y CAT IIIB con sistema de aterrizaje automático operacional en caso de falla (fail-operational), normalmente son conducidas de acuerdo a los conceptos de AH y RVR. Las DHs son utilizadas con sistemas de aterrizaje automático operacional en caso de falla únicamente en situaciones únicas (véase AC 120-28 de la FAA o documentos equivalentes publicados por los Estados). La DH y AH nunca se utilizan en forma conjunta en una operación, dado que la DH requiere el establecimiento de ayudas visuales externas antes de pasar un determinado punto y la AH no lo requiere. Las condiciones muy limitadas de visibilidad disponibles en operaciones de CAT III, requieren un criterio adicional para asegurar que el nivel de seguridad es alcanzado y mantenido, cuando se esta operando en estas condiciones.

6.3 Región de decisión.- La región de decisión debe ser utilizada en todas las operaciones de CAT III. La región de decisión es aquella parte de la aproximación entre 300 y 100 pies, donde la performance de seguimiento de la trayectoria del sistema de control y guía de vuelo debe ser cuidadosamente evaluada por la tripulación de vuelo, para determinar si la performance del sistema en general es suficiente para que la aeronave continúe la aproximación hasta la toma de contacto.

6.3.1 Como ha sido discutido previamente, la escena visual se expande a medida que la aeronave desciende, debido a los efectos de la geometría y rango de visión inclinada. El piloto debe integrar los instrumentos con las ayudas visuales, a medida que van siendo disponibles.

6.3.2 Para operaciones que utilicen una DH, el piloto debe arribar a una decisión, antes de pasar la DH para permitir que el sistema y control de la trayectoria de guía de vuelo sea utilizado para el contacto o ejecutar una aproximación frustrada. Para una operación con DH, la información visual externa y el sistema de información de vuelo deben estar integrados en la región de decisión para que la tripulación de vuelo pueda hacer una decisión definitiva no más allá de la DH. La decisión para permitir que el sistema y control de la trayectoria de guía de vuelo continúe para dirigir la aeronave hasta el contacto, debe estar basado en la seguridad de que el sistema aún tiene protección mínima (protección operacional en el caso de CAT III B), la información de los instrumentos confirma que la performance de la derrota de los sistemas de a bordo alcanzan las tolerancias de la región de decisión y que las ayudas visuales externas confirman que el avión hará contacto dentro de la TDZ.

6.3.3 Para operaciones con AH, el piloto también debe arribar a una decisión, antes de pasar la AH, para permitir que el sistema y control de la trayectoria de guía de vuelo sea utilizado para el toque, o ejecutar una aproximación frustrada. Sin embargo, en contraste con las operaciones con DH, la decisión debe estar basada en la seguridad de que el sistema de a bordo continúa con protección operacional y que la información de los instrumentos confirma que la performance de la derrota de los sistemas de a bordo alcanzan las tolerancias de la región de decisión. En operaciones basadas en el concepto de AH, no son requeridas ayudas visuales externas antes del contacto.

6.3.4 Dentro de la región de decisión, la tripulación de vuelo debe tener un conocimiento especializado de las desviaciones máximas permitidas en el curso y trayectoria de planeo del ILS, desde donde es posible realizar un aterrizaje con seguridad. Los parámetros de performance de derrota normalmente utilizados dentro de la región de decisión, son $\pm 1/3$ de punto del localizador (máximo) y $\pm 1/2$ punto de desplazamiento de trayectoria de planeo (máximo), sin oscilaciones sostenidas en el localizador o trayectoria de planeo. Si la trayectoria está por fuera de dichos parámetros, mientras se está en la región de decisión en condiciones meteorológicas de CAT III, debe ejecutarse una aproximación frustrada, porque la performance de la trayectoria total no es suficiente para asegurar que la aeronave podrá completar un aterrizaje dentro de la TDZ con seguridad. Asimismo, mientras se opera dentro de la región de decisión, la tripulación de vuelo debe estar especialmente alerta a repentinas ó rápidas oscilaciones del LLZ o de la trayectoria de planeo, dado que dichas oscilaciones (efecto de limpiaparabrisas) pueden indicar que las áreas críticas del ILS no están adecuadamente protegidas. Si alguna de estas oscilaciones ocurre por debajo de los 100 pies AGL, debe ejecutarse inmediatamente una aproximación frustrada a menos que estén disponibles ayudas visuales externas que confirmen que el avión esta siendo conducido apropiadamente a la pista de aterrizaje. También debe ser inmediatamente ejecutada una aproximación frustrada en cualquier punto de la aproximación, antes del contacto, si la tripulación de vuelo detecta o sospecha fuertemente alguna anomalía de la performance de los sistemas basados en tierra o de a bordo.

6.4 Mínimos de operación de CAT III.- Los procedimientos y mínimos de operación de CAT III son establecidos para asegurar que el nivel deseado de seguridad es alcanzado cuando las aeronaves operan en condiciones de visibilidad de CAT III. Dichos mínimos de operación están basados en conceptos de DH y RVR para las operaciones con sistemas de aterrizaje automáticos con protección mínima, y de AH y RVR para los sistemas de aterrizaje automáticos operacionales en caso de falla. Dichos mínimos de operación comúnmente aceptados de acuerdo con la Figura 13-1 establecen las alturas mínimas para vuelo instrumental (DH 50 para sistema de aterrizaje automático con protección mínima, y hasta la toma de contacto, para sistema de aterrizaje automático operacional en caso de falla) y los mínimos de RVR necesarios para completar, con seguridad, la operación que esta siendo conducida con una aeronave en particular. Dichos mínimos de operación están establecidos considerando todos los requerimientos de CAT III: conceptos operacionales, equipo de a bordo, equipo visual y electrónico, procedimientos de operación y la instrucción, entrenamiento y calificación de los pilotos que son requeridos para este tipo de operación. Dichos mínimos de operación, cuando están combinados con otros requerimientos de CAT III, aseguran que la combinación de las fuentes de información de las ayudas visuales externas y el equipo e instrumental de la aeronave, es suficiente para permitir a pilotos apropiadamente calificados, realizar con seguridad la operación del avión a lo largo de la trayectoria de vuelo deseada, el contacto y el recorrido de aterrizaje. A medida que la calidad y cantidad de la información de las ayudas visuales externas disminuyen debido al deterioro de las condiciones de visibilidad (por ejemplo, yendo desde CAT II a CAT IIIA y a CAT IIIB), la calidad y cantidad de la información de los instrumentos, la capacidad de los sistemas de a bordo y de tierra y la eficiencia de la tripulación de vuelo debe ser incrementada, para mantener el nivel deseado de seguridad.

Figura 13-1 - Mínimos comúnmente aceptados para aproximaciones por instrumentos 3D Tipo B de Categoría III

Aviones de transporte aéreo comercial (aviones multimotores)

Mínimos de Categoría III			
	Categoría IIIA		Categoría IIIB
	Con protección mínima	Operacional en caso de falla	
Altura de decisión (DH)	No inferior a 15 m (50 ft)	Inferior a 15 m (50 ft) o ninguna DH	Inferior a 15 m (50 ft) o no se exige una DH
RVR	300 m ¹	300 m	100 m

Nota 1.- Las autorizaciones de mínimas del RVR para realizar operaciones con un sistema operacional en caso de falla en condiciones de RVR inferior a 300 m pero no menor de 200 m se limitan a las operaciones efectuadas de conformidad con los criterios especificados para dichas operaciones como por ejemplo las indicadas en el Documento 17 de la CEAC.

6.5 Clases de operaciones de CAT III.-

6.5.1 Hay dos clases diferentes de operaciones de CAT III, según el sistema de protección en caso de falla: operaciones con sistema de aterrizaje automático con protección mínima y operaciones con sistema de aterrizaje automático operacional en caso de falla.

- a) Operaciones con sistemas de aterrizaje automático con protección mínima (fail passive).- Estos sistemas están limitados a operaciones de CAT IIIA y deben utilizar una DH no inferior a 15 m (50 pies) y un RVR de 300 m. Como implica su nombre, el sistema de aterrizaje automático con protección mínima de CAT III, esta permitido que falle por debajo de 100 pies AGL, bajo ciertas circunstancias remotas, siempre que el sistema de guía y control del vuelo falle pasivamente (cuando falle, no perturbará la trayectoria de planeo del avión) y la tripulación de vuelo recibirá inmediatamente, una alerta visual y audible de la falla del sistema. Dado que el sistema de aterrizaje automático con protección mínima está permitido que falle, debe ser utilizada una DH que asegure que, antes de pasar los 15 m (50 pies) AGL, la tripulación de vuelo establezca las referencias visuales externas con la zona de contacto para determinar que el sistema de guía y control del vuelo esta funcionando apropiadamente y asegurar que la aeronave esta siendo conducida adecuadamente hacia la pista. La experiencia operacional y las investigaciones han demostrado que los pilotos no siempre tienen suficientes referencias visuales externas en ciertas condiciones meteorológicas de CAT III, para evaluar en forma apropiada antes de pasar los 15 m (50 pies) AGL, si el RVR es menor a 200 m. Esto demuestra que es obligatorio realizar un escape, si el sistema de guía y control de vuelo falla antes del contacto durante operaciones en condiciones meteorológicas de CAT III con el sistema de aterrizaje automático con protección mínima. Asimismo, si este sistema falla debajo de los 30 m (100 pies) AGL, las referencias visuales externas no son suficientes para permitir al piloto la utilización de dichas referencias para completar en forma consistente y segura el aterrizaje manual en ciertas condiciones meteorológicas de CAT III, cuando el RVR es inferior a 300 m (1000 pies). Asimismo, ha sido demostrado que todas las aproximaciones frustradas resultantes de una falla del sistema de aterrizaje automático con protección mínima en condiciones meteorológicas CAT III, deberían ser voladas manualmente, debido a que la capacidad de la aproximación frustrada automática también se pierde, en la mayoría de los aviones si falla el sistema de aterrizaje automático con protección mínima.
- b) Operaciones con sistema de aterrizaje automático operacional en caso de falla (fail operacional).- Este tipo de operaciones normalmente utilizan la AH en lugar de la DH. El sistema de aterrizaje automático operacional en caso de falla puede ser utilizado para operaciones de CAT IIIA. El sistema de aterrizaje automático operacional en caso de falla, puede ser utilizado en operaciones de CAT IIIB, si dicho sistema tiene como mínimo la capacidad del sistema de aterrizaje automático con protección mínima para el control del

recorrido de aterrizaje. Como lo dice el nombre, el sistema de aterrizaje automático operacional en caso de falla, se mantiene operativo, aún si ocurren fallas. En otras palabras, la pérdida de la capacidad de CAT III, no es permitida cuando el avión está en la fase crítica de aproximación y aterrizaje (debajo de los 30 m – 100 pies AGL). Los sistemas de aterrizaje automático operacional en caso de falla están diseñados para que el sistema se mantenga totalmente operacional seguido a la falla o combinación de fallas que pudieran ocurrir, después que la aeronave pase los 30 m (100 pies) AGL. Ha sido demostrado, que el sistema de aterrizaje automático operacional en caso de falla, tiene la capacidad de conducir la aeronave con seguridad hasta la TDZ, si el sistema esta aún operacional en caso de falla, cuando el avión pasa los 30 m (100 pies) AGL, aunque ocurra una falla en el sistema después de pasar dicha altura. Por lo tanto no es necesario el requerimiento de establecer referencias visuales externas antes del contacto para confirmar que el avión aterrizará con seguridad. Los mínimos más bajos que son aceptados es de RVR 300 m. Dicha restricción esta relacionada con la dificultad asociada con el movimiento de la aeronave en las calles de rodaje, rampas y otras áreas de maniobras en el aeródromo y en las dificultades relativas a la provisión de servicios y facilidades programadas (accidentes, fuegos y rescates).

6.6 Establecimiento de los mínimos de operación de CAT III.-

6.6.1 Los mínimos de operación (DH y RVR o AH y RVR) para las operaciones de CAT III, normalmente son determinados por las tareas requeridas que debe realizar el piloto para completar el aterrizaje y el recorrido en tierra. Debe ser considerado el grado de precisión y la integridad del control de la trayectoria de planeo que es provista por el equipo electrónico y el aumento de las condiciones visuales proporcionadas por las ayudas visuales requeridas. Los mínimos RVR también son mayores si se ha establecido que el piloto debe establecer mejores condiciones de visibilidad debido a la complejidad o dificultad de las tareas requeridas para completar el aterrizaje con seguridad (por ejemplo factores relacionados con el diseño o las características de manejo de un avión en particular). Como regla general en operaciones de CAT III, el mínimo de visibilidad requerida (RVR) es RVR 300 en situaciones donde al piloto se le requiere que realice tareas especiales durante esa operación. Algunos ejemplos de tareas especiales son:

- a) el piloto debe establecer referencias visuales antes del contacto para confirmar que la aeronave esta siendo conducido apropiadamente a la pista (sistema de aterrizaje automático con protección mínima de CAT IIIA);
- b) el piloto debe utilizar referencias visuales externas para controlar manualmente el recorrido de aterrizaje (algunos aviones de CAT IIIA);
- c) situaciones donde el LLZ (azimut) no puede ser utilizado para guía de recorrido de aterrizaje (la estructura del curso falla en satisfacer los criterios de inspección de vuelo de recorrido de aterrizaje para CAT IIIB);
- d) situaciones donde el perfil del terreno previo al umbral de una pista en particular crean anomalías, pero de todos modos una performance de aterrizaje automático seguro en ciertos aviones;
- e) situaciones donde el avión tiene algún elemento de diseño único o tareas de pilotaje que requieran condiciones de visibilidad mejoradas para completar una maniobra en particular.

7. Función de los requisitos para las referencias visuales

7.1 La función de las referencias visuales externas dependen de la clase de operación de CAT III a ser conducidas. Durante operaciones con DH (todas las operaciones con sistema de aterrizaje automático con protección mínima) se debe obtener suficiente referencia externa para determinar (antes de pasar los 15m – 50 pies AGL) que el sistema de guía y control de vuelo están

conduciendo al avión a la TDZ. Las referencias visuales son necesarias para que el piloto determine que el avión está alineado con la TDZ y con una derrota tal que haga contacto dentro de los límites laterales de la pista. Dichas referencias visuales también son esenciales durante las operaciones con una DH, que permita al piloto detectar situaciones donde el avión podría no hacer contacto dentro de los confines longitudinales de la TDZ.

7.2 Sin embargo, para los explotadores con una AH (solamente para operaciones con sistema de aterrizaje automático operacional en caso de falla), las referencias visuales externas que van siendo disponibles a medida que el avión desciende, sirve de información útil para el piloto. Durante las operaciones con una AH, no se le requiere al piloto que establezca una referencia visual antes del contacto. Las referencias visuales que están disponibles para el piloto durante las operaciones con una AH, son utilizadas primariamente para: evaluar la performance del sistema de control de recorrido en tierra; continuar el recorrido de aterrizaje en forma manual si el sistema de control de protección mínima falla y para realizar el rodaje del avión una vez que se ha alcanzado una velocidad de rodaje segura.

8. Requisitos de aeródromos, pistas y equipos basados en tierra

8.1 Generalidades.-

8.1.1 La idoneidad de un aeródromo y pista para el tipo de avión y operaciones que serán conducidas, es una parte integral en la evaluación y aprobación para las operaciones de CAT III.

8.1.2 Los requerimientos básicos para las operaciones y de performance de las reglas de operación de CAT I y CAT II, son criterios aplicables para la mayoría de requisitos de CAT III. Sin embargo, para los conceptos y criterios de CAT III, es requerido que sean considerados otros factores adicionales.

8.1.3 Los factores adicionales que han de tenerse en cuenta en las operaciones CAT III, son:

- a) necesidad de equipos terrestres y sistemas de a bordo adicionales y más confiables que permitan guiar al avión con una precisión hasta la altura de decisión y, cuando convenga, hasta el aterrizaje y el subsiguiente recorrido en tierra;
- b) requisitos especiales para la habilitación, instrucción, demostración de competencia y experiencia reciente de las tripulaciones de vuelo;
- c) criterios más estrictos en cuanto a las superficies limitadoras de obstáculos;
- d) naturaleza del terreno anterior al umbral;
- e) criterios más estrictos para la protección de la señal ILS;
- f) idoneidad de las pistas y calles de rodaje, así como de la iluminación y señales de aproximación, de pista y de calle de rodaje destinadas a tales operaciones;
- g) necesidad de una vigilancia más completa de la guía y control del movimiento en la superficie en condiciones de mala visibilidad;
- h) despliegue de los equipos de salvamento y extinción de incendios;
- i) servicios de información relacionados con las operaciones (tales como NOTAMs y ATIS); y
- j) la necesidad de prohibir las operaciones de CAT III en aquellos aeródromos y pistas que no están aprobadas para operaciones de CAT III.

8.2 Instalaciones de aeródromos.-

8.2.1 Aspectos relativos a la planificación inicial.- El establecimiento y realización de operaciones de CAT II y CAT III exigen desde un principio, un extenso estudio, planificación, dirección, administración y control, así como grandes inversiones de capital y elevados gastos de mantenimiento. Es evidente que no tendría objeto llevar a cabo la implantación de instalaciones costosas si no se justifica en términos de la incidencia de las condiciones de mala visibilidad o baja base de nubes y en razón al volumen de tránsito. Hay diferencias entre los diversos métodos nacionales de otorgamiento de licencias de aeródromos y de autorización de las operaciones. De todos modos, es conveniente que haya un entendimiento entre los Estados, en el sentido que ninguno de ellos declarará una pista abierta a las operaciones de CAT II o CAT III, a no ser que sus instalaciones y servicios satisfagan las especificaciones de la OACI. Cuando el Estado del aeródromo establezca requisitos adicionales, va implícito que éstos se satisfarán antes de que se declare abierta la pista en cuestión.

8.2.2 Pistas y calles de rodaje.- Las especificaciones y las orientaciones sobre las características físicas de las pistas y calles de rodaje figuran en el Anexo 14, Volumen I y en el Doc 9157 – *Manual de proyecto de aeródromos*, Partes 2 y 3. Al considerar el proyecto de una pista nueva, o cambios de importancia en una existente, debería tenerse debidamente en cuenta la necesidad de atender la categoría de operaciones previstas en cada una de esas pistas. Por ejemplo puede ser necesario imponer limitaciones al movimiento de vehículos y aeronaves en tierra a fin de asegurar de que se eviten las zonas críticas y sensibles del ILS. En general, los requisitos relativos a las operaciones de las CAT II y III, no son mas estrictos que los de la CAT I. Pero la distancia de separación estipulada entre un apartadero de espera o un punto de espera en rodaje y el eje de la pista, puede ser considerablemente mayor para las operaciones de las CAT II y CAT III. Igualmente, las dimensiones estipuladas para las áreas críticas o sensibles, son mayores en el caso de operaciones de las CAT II y CAT III.

8.2.3 Criterios en materia de limitación de obstáculos.- Para las operaciones de CAT II y CAT III, la zona despejada de obstáculos, ampliada según corresponda al valor apropiado de la altura de franqueamiento de obstáculos de la CAT II, no debe ser penetrada por ningún obstáculo, salvo los permitidos por el Anexo 14, Volumen I.

8.2.4 Terreno anterior al umbral.- El Anexo 14 requiere que los Estados que suministren instalaciones para las operaciones de CAT II y CAT III, publiquen una carta topográfica del perfil del terreno. El funcionamiento de algunos sistemas de aterrizaje automático depende, entre otras cosas, del o de los radioaltímetros. El perfil del enderezamiento, régimen de descenso para la toma de contacto y la distancia entre el punto de toma de contacto y el umbral de la pista pueden, por tanto, verse afectados por el perfil del terreno situado inmediatamente antes del umbral. El terreno que se considera más crítico está situado en una zona de 60 m a cada lado del eje de la pista, extendiéndose hasta la zona de aproximación a lo largo de una distancia de por lo menos 300 m antes del umbral. El Anexo 14 se refiere a las pendientes máximas del terreno anterior al umbral de la pista que normalmente son aceptables al planificar una pista nueva en las que las operaciones incluirán aproximaciones y aterrizajes con piloto automático. No obstante, también puede requerirse disponer de los datos del radioaltímetro cuando el avión se encuentra en la aproximación final, incluso hasta la distancia de 8 km (5NM) del punto de toma de contacto y cabe indicar en este contexto que en los aeródromos donde el terreno situado debajo de la trayectoria de vuelo de aproximación no es aproximadamente nivelado, el comportamiento del piloto automático podría ser anormal y dar como resultado lo siguiente:

- a) cuando el nivel del terreno situado debajo de la trayectoria de aproximación es considerablemente mas bajo que el del umbral, la información del radioaltímetro para una determinada etapa de la aproximación puede aparecer más tarde de lo requerido;

- b) cuando un nivel del terreno es considerablemente más alto que el del umbral, la información del radioaltímetro, para una determinada etapa de la aproximación puede aparecer antes de lo requerido; y
- c) cuando el terreno consiste en una serie de elevaciones y valles puede surgir tanto la situación presentada en a) como en b).

8.2.4.1 En los casos en que las características del terreno sean considerablemente marginales para un tipo determinado de avión, debería realizarse una demostración para determinar que la actuación o el funcionamiento del sistema de mando automático de vuelo, no se ve afectado en forma adversa. Deben vigilarse cualquier adición o modificación de las estructuras existentes o del terreno en la zona anterior al umbral, para determinar cualquier repercusión en la información publicada. En el caso de que una modificación de esta zona tenga un efecto importante en los radioaltímetros, los datos enmendados relativos al perfil del terreno tendrán que divulgarse rápidamente.

8.2.4.2 La determinación de la DH por medio del radioaltímetro pudiera exigir que se tuviera en cuenta el terreno de aproximación hasta 1 000 m antes del umbral.

8.2.5 Ayudas visuales.- Se requieren luces de aproximación, de umbral, de zona de toma de contacto, de borde de pista, de eje, de extremo de pista y otras luces de aeródromo que sean apropiadas para la categoría de operación a la cual se destina una pista. Siempre que sea factible y particularmente en los casos en que se haya previsto elevar la categoría de la pista en el futuro, para que sea adecuado a las operaciones de CAT II y CAT III, sería ventajoso proporcionar desde el inicio de la construcción o durante una nueva pavimentación de las pistas de aproximación, la iluminación correspondiente a la categoría deseada.

8.2.5.1 La experiencia ha demostrado que, para las operaciones que tienen lugar durante el día, las señales colocadas en la superficie son un medio eficaz de indicar los ejes de las calles de rodaje y los puntos de espera. En todos los puntos de espera de CAT II y CAT III, se requiere un letrero de punto de espera. Quizás se necesiten letreros para indicar las calles de rodaje. Para las operaciones de CAT II y CAT III, se requiere luces de eje de calles de rodaje que proporcionen una guía adecuada. La perceptibilidad de las señales de pista y calles de rodaje se deterioran rápidamente, principalmente en los aeródromos de gran movimiento. Nunca se insistirá demasiado en la necesidad de inspeccionar frecuentemente esas señales y de mantenerlas de manera adecuada, especialmente para las operaciones de las CAT II y CAT III.

8.2.5.2 Las barras de parada pueden representar una valiosa contribución a la seguridad y al control del movimiento del tránsito en tierra cuando se efectúan operaciones en condiciones de mala visibilidad. La función primordial de seguridad de la barra de parada es la de impedir que en tales condiciones ingresen inadvertidamente aviones y vehículos en pistas activas y en las OFZ. Deberían instalarse barras de parada en todas las calles de rodaje que den acceso a la pista activa durante condiciones de visibilidad limitada, salvo que el trazado del aeródromo, la densidad del tránsito y los procedimientos aplicados permitan la protección por otros medios, a criterio de la autoridad responsable. Si se proporcionan barras de parada, estas deberían utilizarse por lo menos cuando las condiciones de visibilidad se sitúan en RVR inferiores a 400 m. Las barras de parada también pueden contribuir, junto con otros elementos del SMGCS, a un movimiento eficaz del tránsito cuando la mala visibilidad impida al ATC proceder a un movimiento y separación en tierra óptimos, mediante referencia visual.

8.2.6 Ayudas no visuales.- El equipo terrestre ILS debe satisfacer los requisitos de performance de la instalación especificados en el Anexo 10, Volumen I, Parte I. La calidad de las señales de ILS en el espacio no está determinada solamente por la calidad del equipo en tierra; la conveniencia del emplazamiento, inclusive la influencia de la reflexión provocada por objetos que reciben las señales ILS y la manera en que se ajusta y mantiene el equipo terrestre también tienen

un efecto importante sobre la calidad de la señal recibida a bordo del avión. Es esencial que las señales ILS en el espacio se verifiquen en vuelo para confirmar que satisfacen plenamente las normas.

8.2.6.1 Para garantizar que se mantenga la integridad de la señal de guía emitida por el ILS durante la aproximación del avión, todos los vehículos y aviones en tierra deben quedar fuera de las áreas críticas y sensibles del ILS, después de que el avión en aproximación final, haya rebasado la radiobaliza exterior. Si un vehículo o avión se encuentra dentro del área crítica causará reflexión y/o difracción de las señales ILS, lo cual puede provocar serias perturbaciones a las señales de guía en la trayectoria de aproximación. Una mayor separación longitudinal entre los aviones que aterrizan sucesivamente, también contribuye a la integridad de las señales de guía ILS.

8.2.6.2 Los aviones grandes que se encuentran en la proximidad de la pista, también pueden ocasionar difracciones y/o reflexiones que pueden afectar tanto a las señales de la trayectoria de planeo como del localizador. Esta área adicional fuera del área crítica se llama "área sensible". La extensión del área sensible variará según las características del ILS y la categoría de las operaciones. Es esencial que se establezca el nivel de interferencia ocasionada por las aeronaves y por los vehículos en distintos puntos del aeródromo, a fin de determinar los límites de las áreas sensibles.

Nota.- Algunos Estados no hacen distinción entre áreas críticas y sensibles según se definen en el Anexo 10. Dichos Estados definen un área más grande que la que define el Anexo 10, pero la siguen denominando área crítica. Además, esta área está protegida cuando una aeronave que llega se halla a la altura del punto donde se encuentra instalada la radiobaliza intermedia, siempre y en todos aquellos casos, en que las condiciones relativas a las nubes y a la visibilidad sean inferiores a los valores especificados. Esto proporciona una protección equivalente a la descrita más arriba.

8.2.6.3 La confiabilidad del equipo terrestre ILS se mide por el número de períodos imprevistos en que el equipo deje de funcionar. Si se dispone de equipo de reserva directo y se duplican o triplican las funciones claves, incluyendo las fuentes de energía eléctrica, se logrará un aumento en la confiabilidad. Los mínimos más bajos de utilización se obtienen solamente cuando el ILS posee un alto grado de confiabilidad. Las especificaciones del Anexo 10 Volumen I, Parte I indican los períodos de tiempo máximos totales admisibles en que cabe estar fuera de los límites de performance especificados para cada uno de los requisitos de actuación de las instalaciones ILS.

8.2.6.4 Fuentes secundarias de energía.- Los requisitos relativos a las fuentes secundarias de energía se especifican en el Anexo 10, Volumen I para las ayudas visuales. También se requiere una fuente secundaria de energía para las comunicaciones esenciales y para otras instalaciones conexas, tales como sistemas de medición de la visibilidad. Los tiempos de conexión para estas últimas instalaciones mencionadas estarán en consonancia con las operaciones que se lleven a cabo.

8.3 Servicios de aeródromos.-

8.3.1 Evaluación de la seguridad del aeródromo.- En ciertas condiciones de visibilidad limitada tal vez no le sea posible al controlador de tránsito aéreo, ver la totalidad del área de movimientos del aeródromo, pero los pilotos todavía tienen la posibilidad de ver el tránsito que circula en sus proximidades y de evitarlo si fuera necesario. Si las condiciones son aún peores, es posible que ni el controlador ni el piloto alcancen a ver dicho tránsito y puede que entonces sea esencial disponer de un sistema que garantice efectivamente la separación entre aviones y entre éstos y otros vehículos. El primer paso práctico al respecto implica una amplia evaluación de la seguridad del aeródromo, lo cual requiere un examen de todos los factores pertinentes, tales como la disposición general del área de movimientos, el encaminamiento del tránsito de aviones y vehículos, las actuales instrucciones y reglamentos pertinentes, los registros meteorológicos, las estadísticas sobre los movimientos, los registros de las incursiones y excursiones en las pistas, los procedimientos de seguridad existentes, etc. La decisión que surja de tal evaluación dependerá de las características del área de movimiento y el tipo de operación y será necesario que se tome en consideración lo siguiente:

- a) la formación del personal de tierra;
- b) el mantenimiento por parte del ATS de registros de las personas y vehículos que circulan en el área de maniobras;
- c) que cuando prevalezcan o sean inminentes condiciones meteorológicas de mala visibilidad, se retire de las áreas de movimiento al personal y a los vehículos que no sean imprescindibles;
- d) que los vehículos imprescindibles autorizados a entrar en el área de movimientos en condiciones de mala visibilidad, tengan comunicación radiotelefónica con el ATS;
- e) que las áreas con mucho movimiento de vehículos que no cuenten con un punto de control de tránsito entre dichas áreas y la pista, se patrullen siempre que sea necesario;
- f) que las entradas no vigiladas del aeródromo se cierren e inspeccionen a intervalos frecuentes;
- g) que se establezcan procedimientos para advertir a las líneas aéreas y otros organismos con acceso al área de movimientos, cuando van a iniciarse medidas más estrictas; y
- h) que se elaboren procedimientos de emergencia apropiados.

8.3.1.1 En algunos Estados estas medidas acompañan a los procedimientos normales de seguridad, pero en otros Estados son parte de procedimientos especiales que se aplican cuando las condiciones meteorológicas empeoran progresivamente y el RVR disminuye por debajo de un valor predeterminado, que generalmente es de unos 800 m.

8.3.2 Control del movimiento de aviones y vehículos en la superficie.- El sistema de guía y control del movimiento en la superficie que haya de adoptarse en un determinado aeródromo, debería proyectarse con el fin de satisfacer los requisitos operacionales de guía y control de todo el tránsito aéreo pertinente en condiciones de visibilidad limitada.

8.3.2.1 Los procedimientos de control del movimiento en la superficie deberían garantizar que se impidan las incursiones y excursiones en la pista durante todo el tiempo en que la pista se utiliza para operaciones de despegue y aterrizaje.

8.3.2.2 En un aeródromo de mucho tránsito, los procedimientos y ayudas disponibles para facilitar los movimientos son adecuados hasta unas condiciones de visibilidad de unos 150 m. Con menor visibilidad, probablemente serían necesarias ayudas específicamente proyectadas para el movimiento del tránsito del aeródromo de que se trate. El control, la vigilancia y la seguridad mejorarán utilizando instalaciones complementarias, tales como un radar de movimiento en la superficie, luces controlables de calle de rodaje, barras de parada, letreros y detectores locales, como por ejemplo bucles de inducción, dispositivos de alarma de intrusión, etc. Los vehículos absolutamente necesarios deben poder maniobrar en condiciones de visibilidad limitada y deberían estar situados estratégicamente durante estas operaciones para que se pueda disponer de sus servicios en un tiempo límite.

8.3.3 Seguridad y vigilancia.- Cuando no se utilice un equipo especial de vigilancia y control del tránsito en el área de movimientos y se lleve a cabo mediante procedimientos y ayudas visuales, se debe restringir el tránsito no autorizado mediante medidas de carácter apropiado al lugar. Normalmente puede esperarse que las medidas ordinarias adoptadas para restringir el tránsito no autorizado en el aeródromo también serán adecuadas para las operaciones con visibilidad limitada (es decir, vallas de seguridad que rodeen el aeródromo y letreros que limiten el acceso no autorizado e indiquen que el acceso solo está permitido a aquellos vehículos cuyos conductores están familiarizados con las precauciones y procedimientos esenciales). Cuando la situación en el lugar sea tal que las medidas ordinarias puedan no resultar adecuadas, deberían adoptarse medidas

especiales para proporcionar vigilancia y control, particularmente en lo que respecta a las áreas críticas y sensibles del ILS y a las pistas en activo. Por ejemplo, cuando en el aeródromo haya vehículos de obra o mantenimiento dedicados a sus actividades y presenten condiciones de visibilidad que requieran operaciones de la CAT II o CAT III, puede resultar necesario interrumpir sus actividades y retirarlos del área de maniobras hasta que mejore la visibilidad. Por otra parte puede resultar apropiado acompañar dichos vehículos con una escolta dotada de radio mientras reinen las condiciones de visibilidad limitada.

8.3.4 Servicios de tránsito aéreo.- El suministro de control de tránsito aéreo es esencial en los aeródromos destinados a operaciones de CAT II y CAT III. La información relativa al estado de los sistemas terrestres pertinentes debería comunicarse inmediatamente a las tripulaciones de vuelo que estén realizando aproximaciones por instrumentos. Esto es especialmente crítico para las operaciones de CAT II y CAT III.

8.3.4.1 Deberían aplicarse los siguientes principios a las comunicaciones de radio entre el ATC y los aviones que llegan en condiciones de operaciones de la CAT II y CAT III o con aviones que salen en condiciones de baja visibilidad, a saber:

- a) como mínimo debería proporcionarse información de conformidad con los Doc 4444 – PANS-RAC, Sección 4;
- b) el ATC, los explotadores y las autoridades deberían llegar a un acuerdo previo sobre las deficiencias, fallas o anomalías que puedan ocurrir y que podrían afectar a las operaciones de CAT II y CAT III o a los despegues con baja visibilidad, especialmente si se trata de elementos específicos en razón a su emplazamiento o de elementos de carácter excepcional;
- c) debería establecerse una terminología común para que el ATC la aplique en las transmisiones a las tripulaciones de vuelo cuando tengan lugar los hechos anteriormente reseñados;
- d) debería llegarse a un entendimiento sobre toda situación que pueda producirse y con respecto a la cual el ATC no proporcionará información, o no informará, a las aeronaves que aterrizan; y
- e) como regla general, si existe alguna duda respecto a la pertinencia operacional de la información, el ATC pasará dicha información a las tripulaciones de vuelo para que éstas decidan su aplicación e importancia operacionales.

8.3.4.2 Como las señales ILS pueden ser perturbadas por reflexiones causadas por los aviones que vuelen sobre la antena del localizador, las dependencias ATC deben ejercer el control necesario para asegurar que, por lo menos durante las operaciones de las CAT II y CAT III, el avión que sale ha rebasado la antena del localizador ILS antes de que el avión que llega haya descendido a 60 m (200 pies). Esto es necesario para preservar la integridad del sistema de guía de precisión durante aquel periodo de tiempo en que el avión que aterriza depende, en gran medida, de la calidad de la señal en el espacio. Por esta misma razón, quizás también sea necesaria una separación longitudinal adicional entre los aviones que aterrizan sucesivamente; esto podría afectar la capacidad del aeródromo.

8.3.5 Servicios meteorológicos.- La información meteorológica necesaria para el apoyo de las operaciones de CAT II y CAT III está especificada en el Anexo 3. En el Doc 9328 – *Manual de métodos para la observación y la información del alcance visual en la pista* se proporciona orientación adicional sobre la evaluación y notificación del RVR, especialmente sobre el aumento del número de posiciones o puntos de notificación, a saber: una posición para operaciones de CAT I, que se incrementa a dos o tres posiciones cuando se trata de operaciones de CAT II y tres posiciones para las operaciones de CAT III.

8.3.6 Servicio de información aeronáutica.- Una de las funciones del AIS es garantizar la divulgación oportuna de la información sobre la disponibilidad y las condiciones de servicio de las instalaciones, servicios y procedimientos de los aeródromos. Esta información debería estar a disposición de los pilotos durante el vuelo y durante la etapa de planificación previa al vuelo.

8.3.6.1 Dependiendo de la naturaleza de la información y el período de aviso disponible, la divulgación puede efectuarse en una de las formas siguientes:

- a) información básica relativamente estática en la AIP;
- b) mediante publicación de NOTAM Clase II, circulares de información aeronáutica o enmienda de la AIP;
- c) mediante NOTAM Clase I;
- d) mediante transmisión del ATS.

9. Equipos de a bordo requerido para las operaciones de Categoría III

9.1 Generalidades.- Para determinar los mínimos de utilización de aeródromo deben tenerse en cuenta las características físicas del avión; éstas incluyen sus dimensiones totales, el ángulo de visión del puesto de pilotaje y la configuración o aspectos geométricos que se produzcan durante la aproximación entre las posiciones de la antena del receptor de la trayectoria de planeo del sistema de guía y el punto mas bajo del tren de aterrizaje desplegado y la línea de visión del piloto.

9.1.1 Los instrumentos y el equipo para las operaciones de las CAT II o CAT III deben cumplir con los requisitos de aeronavegabilidad del Estado de matrícula del avión. Además, la performance del avión debe permitir llevar a cabo una aproximación frustrada con un motor inoperativo, y sin referencia visual exterior, a partir de cualquier altura hasta la de decisión en las operaciones de CAT II y hasta la toma de contacto en las operaciones de CAT III y salvando los obstáculos. Los instrumentos y equipos apropiados para diversas operaciones de precisión, según lo exigido por algunos Estados, figuran en este capítulo. El grado de redundancia requerido y los métodos empleados para llevar a cabo la vigilancia y para proporcionar las advertencias pueden variar de acuerdo con la categoría y el tipo de operación.

9.1.2 El nivel deseado de seguridad y la frecuencia aceptable de aproximaciones frustradas, junto con los mínimos de utilización previstos, determinan los requisitos de proyecto de equipo de a bordo en lo que se refiere a:

- a) precisión del sistema;
- b) confiabilidad;
- c) características en caso de fallas;
- d) procedimientos y equipos de supervisión; y
- e) grado de redundancia.

9.2 Sistema de notificación.-

9.2.1 Será necesario instituir un sistema de notificación para permitir la realización de exámenes periódicos y verificaciones continuas durante el período de evaluación operacional, antes de que el explotador sea autorizado a realizar operaciones de CAT II o CAT III. Mas aún, resulta de particular importancia que dicho sistema de notificación continúe utilizándose por un periodo

convenido para garantizar que se mantiene en el servicio el nivel necesario de performance. El sistema de notificación anual debería incluir todas aquellas aproximaciones realizadas con éxito como así también las insatisfactorias, indicando los motivos de estas últimas e incluir un registro de fallas de los componentes del sistema.

9.2.2 Para las operaciones de CAT II sería suficiente distinguir entre aproximaciones con éxito y aproximaciones insatisfactorias y proporcionar un cuestionario que habría de llenar la tripulación de vuelo a fin de obtener datos sobre las aproximaciones reales o de práctica que se hubieran efectuado con éxito. El número de aproximaciones realizadas durante la fase inicial de la evaluación operacional, variará mucho dependiendo de los antecedentes del sistema y de la experiencia del explotador, debería ser suficiente demostrar que la performance del sistema al servicio de las líneas aéreas permitirá obtener una proporción adecuada de aproximaciones realizadas con éxito. Al calcular la proporción de aproximaciones realizadas con éxito, debería tenerse en cuenta las fallas debidas a factores externos, tales como las debidas a las instrucciones del ATC o a las fallas del equipo de tierra.

9.3 Requisitos en cuanto al equipo del avión.- Los adelantos en materia de sistemas de mando de vuelo y de guía de los aviones hacen posible llevar a cabo operaciones utilizando diversas combinaciones de equipos, según se muestran en la Figura 13-2 - *Ejemplos de combinaciones de equipos de a bordo que requieren varios Estados de sus explotadores para las operaciones de Categoría III con aviones multimotores de turborreacción*. Esta tabla no es completa, pero muestran los niveles de equipos exigidos por diversos Estados. Las notas adjuntas son indicativas de dichas variaciones. No obstante, debe tenerse presente que la situación esta sujeta a cambios. Los requisitos se modifican a medida que se acumula experiencia y que las innovaciones técnicas permiten una mejor performance de aviones y sistemas, y una mayor confiabilidad.

9.4 Requisitos de performance para la aprobación inicial de los sistemas de a bordo.- Los criterios relativos a los sistemas de mando automáticos de vuelo y a los sistemas automáticos de aterrizaje figuran en el Doc 9760 Volumen II, Capítulo 4.6 – *Manual de Aeronavegabilidad*. Se describe el concepto de sistemas automáticos y en los criterios se incluyen los requisitos relativos a la performance mínima de los sistemas, lo que comprende las condiciones de falla, la demostración en vuelo durante la certificación de homologación y la información que ha de figurar en el AFM. El texto proporciona orientación para la homologación de la aeronavegabilidad de los sistemas, pero conviene observar que en el caso de los sistemas de mando automático de vuelo, no se incluye ningún requisito especial para la homologación del sistema en condiciones de visibilidad restringida. En el caso de la homologación de los sistemas automáticos de aterrizaje, la aceptabilidad del sistema puede depender de las condiciones meteorológicas, de las cuales la visibilidad es solo un factor. Además, hay consideraciones adicionales apropiadas que atañen a la homologación del avión, considerado en conjunto, para las aproximaciones y aterrizajes con visibilidad restringida, es decir, para las operaciones de las CAT III.

9.5 Aprobación de los sistemas de a bordo.- Durante el programa de certificación o de evaluación operacional debería demostrarse, mediante un número suficientes de aterrizajes acompañados de un programa de ensayos con simulador, que se cumplen los requisitos de performance de toma de contacto. Debería demostrarse que la probabilidad de fallas del sistema y sus consecuencias son aceptables, basándose para ello en los análisis de fallas apropiados y en una demostración con simuladores o en vuelo de fallas escogidas. Antes de la aprobación de las operaciones de CAT III, debería obtenerse suficiente experiencia operacional y en el uso del sistema para verificar la fiabilidad del mismo, así como la actuación en las operaciones cotidianas.

Figura 13-2 – Ejemplos de combinaciones de equipos de a bordo que requieren varios Estados de sus explotadores para las operaciones de Categoría III con aviones multimotores de turborreacción

Tipos / especificaciones de equipo	Operaciones CAT IIIA		
	DH 15m (50 ft) o más	DH menos de 15m (50ft) o sin DH	Operaciones Cat IIIB
Presentación de datos en bruto	x	x	x
Receptor ILS			
Doble, con presentación doble	x	x	x
Advertidor de exceso de desviación	x ²	x ²	x ²
Radioaltímetros			
Dobles, con presentación doble	x	x	x
Sistemas directores de vuelo (FDS)			
Dobles, con presentación doble	x ³	x ³	x ³
Modo “dar motor” (“go around”)	x ⁵	x ⁸	x
Sistema de aterrizaje automático			
Con protección mínima	x ⁹	--	--
Operacional en caso de falla	--	x ¹⁰	--
Operacional en caso de falla con modo de recorrido en tierra automático	--	--	x ¹¹
Modo “dar motor” (“go around”) automático	--	x ¹²	x ¹³
Modo de mando automático de gases	x ¹⁴	x	x

Nota 1.- El Reino Unido aceptará un receptor único dotado de dispositivo de autocontrol adecuado, pero normalmente se instalan dos receptores.

Nota 2.- Alemania no lo exige para las operaciones de Categoría II. En los Estados Unidos los procedimientos reglamentarios podrían considerarse satisfactorios a este efecto.

Nota 3.- El Reino Unido no exige un FDS para aproximaciones automáticas; los Estados Unidos no lo exigen para aproximaciones automáticas de aviones pequeños de hélice; los Estados Unidos aceptarán un FDS único con presentación única para las aproximaciones manuales de aviones pequeños.

Nota 4.- Un sistema de colimador de pilotaje para guía de aproximación y aterrizaje puede sustituir a uno de los dos FDS en las operaciones manuales, o al FDS único que se acepte en las operaciones automáticas.

Nota 5.- Alemania, Francia y los Estados Unidos aceptarán giróscopos de actitud con señales calibradas de cabeceo.

Nota 6.- En los aviones matriculados en el Reino Unido se exigen autoacopladores con protección mínima.

Nota 7.- La mayoría de los Estados exigen mando automático de gases si el trabajo resulta excesivo sin este dispositivo. Los Estados Unidos exigen mando automático de gases en todos los turboreactores, en el caso de operaciones con FDS doble.

Nota 8.- En Francia no se exige guía mediante FDS en el caso de aproximación frustrada.

Nota 9.- Los Estados Unidos han aprobado ciertas operaciones en las que el colimador de pilotaje sustituye al sistema de aterrizaje automático.

Nota 10.- Un sistema mixto operacional en caso de falla con colimador de pilotaje como sistema de guía independiente secundario puede sustituir a un sistema de aterrizaje automático operacional en caso de falla.

Nota 11.- Un sistema mixto operacional en caso de falla, con colimador de pilotaje como sistema de guía independiente secundario y con guía de recorrido en tierra mediante un colimador de pilotaje o un sistema automático, puede sustituir a un sistema de aterrizaje automático operacional en caso de falla y con modo automático de recorrido en tierra.

Nota 12.- Ni los Estados Unidos ni Francia exigen modo "dar motor" ("go around") automático.

Nota 13.- Es aceptable un sistema automático con protección mínima, suplementado por FDS dobles con modo "dar motor" calculado.

Nota 14.- Los Estados Unidos podrían aceptar operaciones sin mando automático de gases en caso de que pueda demostrarse que la performance es satisfactoria y que el volumen de trabajo no es excesivo.

9.6 Mantenimiento.-

9.6.1 El explotador debería establecer un programa de mantenimiento para garantizar que el equipo de a bordo está en condiciones de servicio al nivel de performance requerido. Siguiendo dicho programa de mantenimiento, debería ser posible detectar fácilmente cualquier reducción en el nivel de performance global, tal como se describe en el párrafo 8.2 anterior. Debería hacerse hincapié en la importancia del mantenimiento de los siguientes aspectos:

- a) procedimientos de mantenimiento;
- b) mantenimiento y calibración del equipo de ensayo;
- c) instrucción inicial y periódica del personal de mantenimiento; y
- d) registro y análisis de las fallas del equipo de a bordo.

10. Fases del proceso de evaluación y aprobación

10.1 El proceso de evaluación y aprobación de las operaciones de CAT III sigue el proceso de evaluación y aprobación descrito en el Volumen I Capítulo 3 – Proceso general para aprobación/aceptación, de este Manual. La discusión de los siguientes capítulos proporciona criterio y guía específica relacionada con la evaluación y aprobación de las operaciones de CAT III.

10.2 El proceso de evaluación y aprobación de operaciones de CAT III son similares a los de evaluación y aprobación de CAT I y CAT II. Los siguientes párrafos especifican los criterios relacionados con la evaluación y aprobación para operaciones de CAT III:

- a) Criterios generales.- Antes de ser otorgada la autorización para realizar operaciones de CAT III en procedimientos de aproximación por instrumentos, el IO deben evaluar la operación propuesta y determinar si el explotador es competente para conducir dichos procedimientos con seguridad. El IO se debe asegurar que el programa del explotador especifica las condiciones necesarias para conducir, con seguridad, las operaciones propuestas. El programa del explotador debería incorporar los sistemas, métodos y procedimientos que alcancen los siguientes criterios:

- 1) las operaciones son restringidas a las aeronaves que están apropiadamente equipadas y aeronavegables para las operaciones de CAT III;
- 2) el cumplimiento de los requisitos reglamentarios especificados para las operaciones de CAT III;
- 3) el cumplimiento de los requisitos de CAT III de la Parte C de las OpSpecs y de este manual;
- 4) se han provisto prácticas de operación seguras aceptables de CAT III;
- 5) se requiere la utilización del concepto de aproximación estabilizada en todas las operaciones de CAT III;
- 6) las operaciones de CAT III están restringidas para aquellos pilotos que tienen experiencia y están apropiadamente entrenados, calificados y son competentes para las operaciones de CAT III; y
- 7) las operaciones de CAT III están restringidas a los aeródromos y pistas que cumplen los requisitos de CAT III;

11. Desarrollo del proceso de evaluación y aprobación

11.1 Introducción.-

11.1.1 Debido a las muy bajas visibilidades asociadas con las operaciones de CAT III, las AAC reglamentan todos los aspectos de este tipo de operación, a fin de mantener el nivel de seguridad apropiado. Básicamente, hay cuatro elementos que son estrictamente reglamentados (como se muestra en la Figura 13-3 – *Reglamentación de Categoría III*):

- a) la aeronave;
- b) el aeródromo;
- c) el explotador; y
- d) la tripulación de vuelo.

11.1.2 Un explotador que solicita una aprobación para realizar operaciones de CAT III, debe presentar a su AAC una solicitud acompañada de los documentos requeridos. La presentación de los documentos mencionados representa la solicitud formal. Básicamente, la carpeta de documentos debe incluir los siguientes ítems:

11.1.3 Tipo de avión.- Del AFM se obtienen los datos de certificación, la lista del equipo requerido para el tipo de operación solicitada, las limitaciones y los procedimientos para solucionar las fallas.

11.1.4 Equipamiento del aeródromo.- Una descripción del aeródromo, con los estándares establecidos por la OACI para CAT III, incluyendo las ayudas visuales y no visuales, características de las pistas, área libre de obstáculos, medición del RVR, procedimientos del ATC, etc.

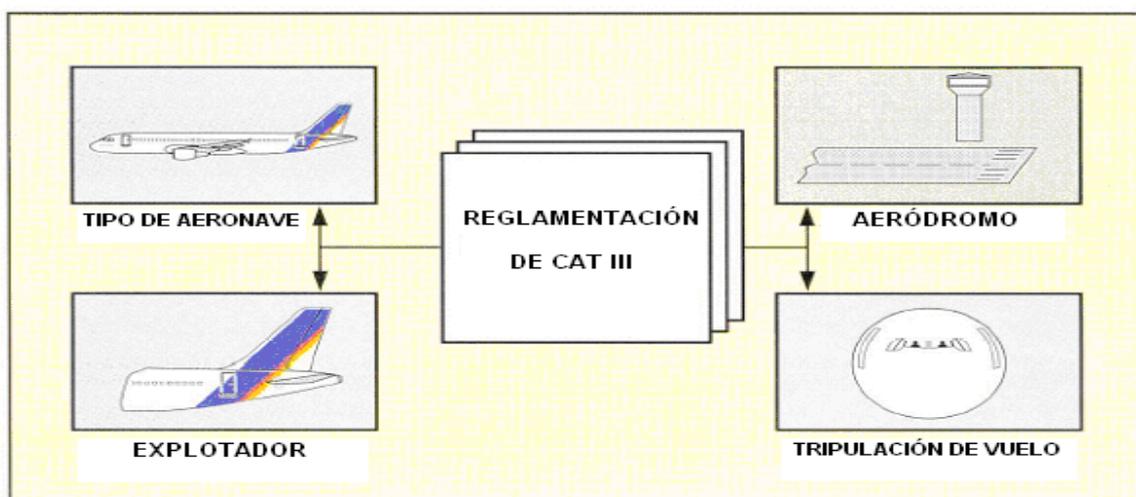
11.1.5 Mínimos de operación del aeródromo.- Una propuesta de los mínimos de operación para cada aeródromo que es propuesto por el explotador.

11.1.6 Instrucción y entrenamiento de las tripulaciones de vuelo.- El programa de instrucción de tierra y de vuelo/simulador, a los efectos de satisfacer los requerimientos de calificación para CAT III y los requerimientos para el entrenamiento periódico.

11.1.7 Procedimientos de la tripulación de vuelo.- Una descripción de los procedimientos de operación que cubra, en particular, las tareas compartidas de la tripulación de vuelo, monitoreo de la aproximación, toma de decisiones, manejo de las fallas y la aproximación frustrada.

11.1.8 Programa de mantenimiento.- Una descripción del programa de mantenimiento, el cual es obligatorio para asegurar que el equipo de a bordo permanecerá dentro del nivel de performance y confiabilidad demostrado durante la certificación.

Figura 13-3 – Reglamentación de Categoría III



11.2 Proceso de aprobación.-

11.2.1 El proceso de evaluación y aprobación para realizar operaciones de CAT III debe cumplir con las cinco fases descritas en el MIO, Volumen I, Capítulo 3 – Proceso general para aprobación/aceptación. Este proceso de aprobación también es muy similar al proceso de evaluación y aprobación de operaciones de CAT II.

11.2.2 Fase uno: Pre-solicitud.- El explotador solicita una reunión con el equipo de la AAC designado para la evaluación y aprobación de las operaciones de CAT III. En dicha reunión el explotador reúne la información pertinente para preparar la solicitud formal.

11.2.3 Fase dos: Solicitud formal.- En esta fase el explotador presentará formalmente la solicitud para realizar operaciones de CAT III. El explotador deberá entregar los documentos con los requerimientos técnicos, equipos de a bordo, programa de mantenimiento, manual y procedimientos de CAT III, programa de instrucción, OpSpecs, etc. El equipo designado revisará la propuesta para asegurarse que contiene toda la información que fue requerida en la Fase uno. En la evaluación de la propuesta, la AAC deberá verificar que la misma cumpla con todos los requisitos impuestos en los reglamentos apropiados y aquellos especificados en este manual.

11.2.4 Si la propuesta es satisfactoria se pasa a la Fase tres, caso contrario se devuelve la misma al explotador con una explicación de las razones para su devolución.

11.2.5 Fase tres: Análisis de la documentación.- En la Fase tres el equipo de la AAC llevará a cabo un análisis detallado de la solicitud presentada. Este análisis debe ser realizado por todo el equipo designado.

11.2.6 Fase cuatro: Inspección y demostración.- En esta fase el equipo de la AAC llevará a cabo las inspecciones necesarias y requerirá las demostraciones pertinentes para la aprobación de las operaciones de CAT III. Durante la demostración operacional, el explotador debe demostrar su habilidad para realizar operaciones de CAT III, con una cantidad de aproximación exitosas y el nivel de seguridad requerido.

11.2.7 Fase cinco: Aprobación.- Finalizada la verificación técnica y operacional y una vez que el explotador ha cumplido la demostración operacional y los requisitos reglamentarios y procedimientos vigentes, se le otorgará la autorización para realizar operaciones de CAT III mediante la emisión de las OpSpecs correspondientes.

11.3 Mínimos de operación.-

11.3.1 El explotador debe establecer los mínimos de operación de cada aeródromo que ha planificado utilizar. El método de determinación de dichos mínimos debe ser aprobado por la AAC. Excepto para una autorización específica, dichos mínimos normalmente son más altos que los que puedan estar establecidos para dichos aeródromos por la autoridad competente.

11.3.2 El explotador debe tener en cuenta:

- a) el tipo, performance y las características de manejo del avión;
- b) la composición de la tripulación de vuelo, su competencia y experiencia;
- c) las dimensiones y características de la pista que pueda ser seleccionada para su utilización;
- d) la performance y adecuación de las ayudas visuales y no visuales disponibles;
- e) el equipo disponible en el avión para los propósitos de la navegación y/o control de la trayectoria del vuelo, como sea apropiado, durante la aproximación, enderezamiento, el aterrizaje y la aproximación frustrada;
- f) los obstáculos en las áreas de la aproximación y aproximación frustrada y el franqueamiento necesario;
- g) la altura/altitud de franqueamiento de obstáculos para los procedimientos de aproximación por instrumentos; y
- h) los elementos para determinar e informar las condiciones meteorológicas.

11.3.3 Los mínimos de operación de CAT III, están especificados en la Figura 13-1 – *Mínimos comúnmente aceptados para aproximaciones por instrumentos 3D Tipo B de Categoría III.*

11.4 Procedimientos de la tripulación de vuelo.-

11.4.1 Las OpSpecs especifican que en una operación de CAT III, es necesario que:

- a) la tripulación de vuelo tenga disponible a bordo un manual de aproximaciones de CAT III vigente y aprobado, correspondiente a ese avión; y

- b) se realice la operación de acuerdo a los procedimientos, instrucciones y limitaciones consignadas en el manual respectivo.

11.4.2 Instrucción y calificaciones.- Antes de efectuar operaciones de despegue con baja visibilidad y de CAT III, la tripulación de vuelo debe:

- a) haber completado los requisitos de instrucción y verificación prescritos en los reglamentos apropiados, incluyendo la instrucción en simulador con los valores límites de RVR y de altura de decisión que correspondan a la aprobación de CAT III del explotador; y
- b) estar calificado de acuerdo con la RAB apropiada;
- c) haber efectuado la instrucción y verificación de la competencia bajo un programa de instrucción aprobado por la AAC e incluido en el MO. Esta instrucción es adicional a la instrucción indicada en los capítulos de los programas de instrucción de la RAB 121 y 135; y
- d) las calificaciones de la tripulación de vuelo sean específicas para la operación y tipo de avión.

11.4.3 Procedimientos operacionales.- Las operaciones con mínimos meteorológicos bajos requieren la inclusión de procedimientos e instrucciones especiales en el MO, pero sería conveniente que tales procedimientos también sirvieran de base a todas las operaciones que se indican más adelante a fin de aplicar el mismo criterio operacional a todas las categorías de operaciones. Estos procedimientos abarcan todas las circunstancias previsibles de manera que las tripulaciones de vuelo estén siempre bien informadas del procedimiento correcto que debe seguirse. Esto es cierto en especial durante la última parte de la aproximación y del aterrizaje, cuando sólo se dispone de tiempo limitado para tomar decisiones. Entre los modos posibles de operación se cuentan;

- a) despegue manual;
- b) aproximación y aterrizaje manuales;
- c) aproximación con acoplamiento automático hasta la DH y a continuación aterrizaje manual;
- d) aproximación con acoplamiento automático hasta por debajo de la DH, pero con enderezamiento y aterrizaje manuales;
- e) aproximación con acoplamiento automático, seguido de enderezamiento y aterrizaje automáticos; y
- f) aproximación con acoplamiento automático, seguido de enderezamiento, aterrizaje y recorrido en tierra automáticos.

11.4.3.1 La índole y el alcance precisos de los procedimientos e instrucciones variarán de acuerdo con el equipo de a bordo utilizado y los procedimientos seguidos en el puesto de pilotaje. En el Manual de operaciones deben indicarse claramente las obligaciones de la tripulación de vuelo durante el despegue, aproximación, enderezamiento, recorrido en tierra y aproximación frustrada. Se debería hacer especial hincapié en las obligaciones de la tripulación cuando haya una transición de condiciones de vuelo no visual a vuelo visual, y en los procedimientos que han de utilizarse si empeora la visibilidad u ocurren fallas. Debería prestarse atención especial a la distribución de las obligaciones de la tripulación para asegurarse de que las tareas que tiene a su cargo el piloto en el momento de tomar la decisión de aterrizar o de ejecutar una aproximación frustrada le permitan concentrarse en las tareas de supervisión y en la toma de decisiones.

11.4.3.2 Revisten importancia especial los siguientes elementos:

- a) verificación del funcionamiento correcto del equipo, tanto en tierra como en vuelo;
- b) efectos sobre los mínimos, causados por modificaciones en el estado de funcionamiento de las instalaciones de tierra;
- c) uso y aplicación de los informes proporcionados sobre el RVR en varios puntos;
- d) evaluación por parte del piloto de la posición de la aeronave y vigilancia de la performance del sistema de mando automático de vuelo, de los efectos de una falla de cualquier parte del sistema de mando automático de vuelo o de los instrumentos utilizados con el mismo, y medidas a tomar en caso de performance inadecuada o falla de cualquier parte del sistema o de los instrumentos con él relacionados;
- e) medidas que se han de tomar en caso de falla, por ejemplo de los motores, del sistema eléctrico, de los circuitos hidráulicos y de los sistemas de mando de vuelo;
- f) lista de las deficiencias tolerables en el equipo de la aeronave;
- g) precauciones necesarias en el caso de que se efectúen prácticas de aproximación cuando todavía no estén plenamente en vigor todos los procedimientos ATC en apoyo de las operaciones de Categoría III, o cuando se utilice un equipo ILS en tierra de un nivel de categoría inferior para hacer prácticas correspondientes a operaciones de las Categorías II ó III;
- h) limitaciones de utilización resultantes de la certificación de la aeronavegabilidad; e
- i) información sobre la desviación máxima autorizada respecto a la trayectoria de planeo ILS y/o al localizador desde la zona de altura de decisión hasta el punto de toma de contacto, así como indicaciones sobre la referencia visual requerida.

11.4.3.3 Se ha considerado que es útil establecer procedimientos para que cada explotador pueda introducir gradualmente las operaciones con mínimos meteorológicos reducidos. Esto supone un enfoque productivo en la ejecución de operaciones todo tiempo, permitiéndose una reducción gradual de los criterios meteorológicos en consonancia con la confianza adquirida gracias a la experiencia. En algunos Estados estos procedimientos constituyen un firme requisito, siendo necesarios para proceder a la autorización de las operaciones. Dichos procedimientos tienen normalmente objeto:

- a) evaluar en la práctica el equipo de a bordo antes de iniciar las operaciones propiamente dichas. Esto puede revestir un interés particular para los Estados que confían en la certificación efectuada por otro Estado de fabricación;
- b) adquirir experiencia en los procedimientos mencionados arriba antes de iniciar las operaciones propiamente dichas y, si fuera necesario, el ajuste de estos procedimientos;
- c) adquirir experiencia en operaciones reales, con mínimos de utilización de aeródromo situados dentro de la categoría de operación autorizada pero sin llegar al límite inferior dentro de esa categoría;
- d) adquirir experiencia operacional con mínimos de Categoría II antes de pasar a los mínimos de Categoría III;
- e) proporcionar, para fines de análisis, medios de que el piloto notifique la performance de los sistemas de tierra y de a bordo;

- f) lograr que la tripulación adquiera más experiencia; y
- g) adquirir experiencia en el mantenimiento de determinados equipos.

11.4.4 Equipo mínimo.- Para las operaciones de baja visibilidad, el explotador debe incluir en su MO, el equipo mínimo que debe estar operativo al comienzo de una aproximación de CAT III, de acuerdo con el manual de vuelo del avión u otro documento aprobado.

11.4.4.1 El piloto al mando debe asegurarse de que el estado del avión y de los sistemas necesarios de a bordo, son adecuados para la operación específica que se va a realizar.

11.5 Programa de instrucción para la tripulación de vuelo.-

11.5.1 Generalidades.-

11.5.1.1 Es necesario que las tripulaciones de vuelo, antes de iniciar operaciones en condiciones de CAT III, siga un programa amplio de instrucción y capacitación. Cada programa de instrucción se adaptará, necesariamente, al tipo de avión y a los procedimientos operacionales adoptados.

11.5.1.2 La utilización cada vez más frecuente de sistemas automáticos exige que se le de más importancia al papel que el piloto ha de desempeñar como supervisor de su funcionamiento y al proceso mental correspondiente a la toma de decisiones. Debería dársele importancia también a la evaluación por parte del piloto de la posición del avión y a la vigilancia de la performance del sistema de mando automático de vuelo durante todas las fases de la aproximación, enderezamiento, toma de contacto y recorrido en tierra.

11.5.1.3 Terminado el tiempo de instrucción y entrenamiento, la tripulación de vuelo debe demostrar su competencia a las autoridades respectivas. Antes de recibir autorización para realizar vuelos reales con mínimos de operación correspondientes a CAT III, la tripulación de vuelo debería haber adquirido suficiente experiencia de vuelo en el tipo de avión de que se trate. El explotador debería demostrar que el programa de capacitación, procedimientos de operación y la instrucción impartida, permiten un nivel de operación aceptable para la AAC y además, debería presentar pruebas de que las técnicas operacionales propuestas se han utilizado satisfactoriamente en condiciones meteorológicas con mínimos superiores a los propuestos.

11.5.2 Instrucción en tierra.-

11.5.2.1 La tripulación de vuelo debe ser capaz de hacer uso pleno del equipo terrestre y de a bordo destinado a las operaciones de CAT III. Por lo tanto, debe ser instruida en la manera de obtener el beneficio máximo de la redundancia que suministra el equipo de a bordo y entender plenamente las limitaciones del sistema total, incluyendo los elementos tanto terrestres como de a bordo.

11.5.2.2 Entre las ayudas a la instrucción figuran películas de aproximaciones en condiciones reales o la utilización de un simulador de vuelo visual aprobado. Con la instrucción debe conseguirse que cada miembro de la tripulación de vuelo entienda sus tareas y obligaciones y la de los otros miembros de la tripulación de vuelo, así como la necesidad de que haya una estrecha coordinación.

11.5.2.3 En algunas aproximaciones reales pudiera ocurrir que antes o después de la altura de decisión, o en la propia altura de decisión, el avión no se encuentre alineado con el eje o con la trayectoria de planeo, por consiguiente los pilotos deberían tener un adiestramiento suficiente que les permita tomar decisiones en esas circunstancias, poniéndose en claro mediante ese adiestramiento, las limitaciones que tienen las referencias visuales en condiciones de baja visibilidad. Los pilotos deben estar al tanto, también, de que pudieran ser llevados a efectuar una transición prematura hacia referencias exteriores para controlar el avión, cuando en realidad las referencias exteriores

disponibles no son adecuadas para controlar la actitud de cabeceo y/o trayectoria vertical del vuelo. Por lo tanto, debería advertírseles que no desacoplen prematuramente el piloto automático y que continúen vigilando los instrumentos de vuelo aún cuando pueda mantenerse un contacto visual adecuado con la pista y su entorno, para completar así una aproximación y aterrizaje seguro.

11.5.3 Programa de instrucción y competencia en vuelo.-

11.5.3.1 Cada miembro de la tripulación de vuelo debe ser instruido para llevar a cabo las tareas apropiadas al sistema de a bordo que le incumbe y luego tiene que demostrar su habilidad para llevar a cabo esas tareas como miembro de la tripulación de vuelo a un nivel de competencia aceptable, antes de que sea autorizado a realizar vuelos en condiciones correspondientes a la categoría para la cual ha recibido instrucción. Además, antes de que autorice a un piloto a operar con mínimos de CAT III, debe haber adquirido la experiencia necesaria en los procedimientos apropiados pero en condiciones meteorológicas más favorables que los mínimos pertinentes. A las tripulaciones de vuelo debería dárseles instrucción práctica y ensayos en la utilización del sistema y en los procedimientos correspondientes a los mínimos más bajos que se especifiquen.

11.5.3.2 La instrucción inicial podrá llevarse a cabo de manera eficaz en un simulador de vuelo con visual aprobado. La instrucción dependerá del sistema de a bordo de que se trate y de los procedimientos de operación adoptados.

11.5.3.3 En el programa de instrucción de vuelo deberá adquirirse la práctica para enfrentar las fallas del sistema, en especial aquellas que influyen en los mínimos de utilización y/o posteriormente en la propia operación. Sin embargo, la frecuencia de casos de mal funcionamiento durante las prácticas de instrucción, no debería ser tan elevada como para que merme la confianza de la tripulación de vuelo en la integridad y confiabilidad de los sistemas utilizados en operaciones con mínimos bajos.

11.5.4 Técnicas de simulación

11.5.4.1 Las técnicas de simulación son una ayuda valiosa para la instrucción sobre operaciones en condiciones de visibilidad limitada. Dichas técnicas deberían emplearse en la instrucción general sobre el sistema del avión y sobre los procedimientos operacionales a utilizarse. Sin embargo, su valor real en la instrucción consiste en que pueden simularse diversos valores de RVR, de modo que los pilotos que raramente encuentren en la práctica condiciones de visibilidad limitada, puedan adquirir una idea realista de lo que cabe esperar en esas condiciones y puedan mantener su pericia durante los entrenamientos periódicos de repaso que efectúen. Para dar instrucción en aproximaciones frustradas, debería ser posible simular visibilidades inferiores a las más bajas autorizadas al explotador. Puede utilizarse un simulador de vuelo con visual aprobado durante la instrucción inicial y entrenamiento periódico de repaso, simulándose diferentes valores RVR para:

- a) aproximaciones;
- b) aproximaciones frustradas;
- c) aterrizajes;
- d) ejercicios y procedimientos apropiados en caso de advertir mal funcionamiento:
 - 1) sistemas de a bordo; y
 - 2) del sistema de tierra,
- e) transición de vuelo por instrumentos al vuelo visual; y

f) transición del vuelo visual al vuelo por instrumentos a bajo nivel.

11.5.4.2 Es de gran importancia que la visibilidad simulada sea un buen reflejo del RVR pretendido. Puede efectuarse una verificación sencilla del sistema visual, a modo de calibración, comparando con el RVR seleccionado, el número de luces de eje de pista visibles cuando el simulador esta alineado para el despegue. Sin embargo, sería preferible que se efectuaran verificaciones de las referencias visuales con el simulador en modo "en vuelo", dado que en algunos sistemas visuales, la escena visual dinámica podría ser diferente a la estática.

11.5.5 Verificaciones periódicas de la competencia.- Junto con la verificación normal de la competencia del piloto a intervalos regulares, debe demostrarse que el piloto tiene los conocimientos necesarios y la pericia para llevar a cabo las tareas correspondientes a la categoría particular de operación para la cual ha sido autorizado. Debido a las pocas probabilidades que existen de encontrar condiciones de visibilidad limitada durante las operaciones reales, tiene gran importancia la utilización de un simulador de vuelo aprobado para el entrenamiento periódico, la verificación de la competencia y la renovación de las habilitaciones.

11.5.6 Requisitos de entrenamiento reciente.-

11.5.6.1 Algunos Estados alientan o exigen a los explotadores y pilotos a que utilicen, en condiciones normales de servicio, procedimientos aplicables a operaciones de CAT III, cualesquiera que sean las condiciones meteorológicas, siempre que dispongan de las instalaciones de tierra necesarias y cuando así lo permite el tránsito. Este método garantiza que la tripulación de vuelo estará familiarizada con los procedimientos, otorga confianza en lo que respecta al equipo y asegura el mantenimiento apropiado de los sistemas relacionados con la CAT III. Pero también es importante asegurarse de que el piloto mantenga su pericia para el mando manual del avión. La experiencia ha demostrado que esto es muy importante, en particular cuando las tripulaciones de vuelo vuelan en estructuras de rutas con etapas muy largas. Se debería contar con un requisito que exija un entrenamiento reciente, es decir, que las tripulaciones de vuelo deberían efectuar un número mínimo de aproximaciones con piloto automático o un número mínimo en aproximaciones y aterrizajes, según sea el caso, cada mes (u otros periodos de tiempo conveniente) para mantener su competencia en las operaciones de CAT III. Este requisito en entrenamiento reciente no supe, en modo alguno, al entrenamiento periódico.

12. Programa de mantenimiento

12.1 El Párrafo 9.6 anterior, determina que un explotador debería establecer un programa de mantenimiento para garantizar que el equipo de a bordo está en condiciones de servicio al nivel de performance requerido. El programa de mantenimiento establecido, principalmente será el concerniente al equipo que es requerido para las operaciones de precisión. Toda tarea de mantenimiento no programada que sea necesaria por razones operativas, de mantenimiento o requeridas por la AAC, debería seguir un procedimiento y verificación detallado en un capítulo pertinente del programa de mantenimiento.

12.2 Debería ser desarrollado un programa de confiabilidad, para el monitoreo, seguimiento y control de la condición operacional de CAT III de la aeronave y que alcance al menos el 95% de aterrizajes exitosos de CAT III en condiciones reales y/o simuladas.

13. Demostración operacional

13.1 Cuando un explotador incorpora un nuevo avión a su flota, deberá completar una demostración completa, para operar en CAT III. El proceso de demostración operacional, a menudo sigue las mismas secuencias básicas. Estas consisten en una introducción progresiva a los mínimos más bajos con informes periódicos de las aproximaciones realizadas durante el servicio actual de línea.

13.2 El propósito de la demostración operacional, es determinar o validar el uso y la efectividad de los sistemas de guía de vuelo del avión aplicables, la instrucción, los procedimientos de la tripulación de vuelo, los programas de mantenimiento y que los manuales aplicables a las operaciones de CAT III sean aprobados; y además especifica los requerimientos de demostración completa y demostración reducida, la recopilación y análisis de la información.

14. Monitoreo continuo

La AAC establecerá las pautas para realizar la supervisión continua de las operaciones del explotador y para detectar cualquier tendencia indeseable antes de que sea peligrosa.

Sección 3 – Manual de aproximaciones por instrumentos de Categorías II y III

1. Generalidades

1.1 Los reglamentos apropiados y las OpSpecs emitidas al explotador establecerán que para realizar una operación de CAT III, es necesario que:

- a) la tripulación de vuelo tenga disponible a bordo un manual de aproximaciones de CAT II y/o CAT III, vigente y aprobado, correspondiente a ese avión; y
- b) se realice la operación de acuerdo a los procedimientos, instrucciones y limitaciones consignadas en el manual respectivo.

1.2 Como una guía y ayuda para el explotador y equipo de la AAC designado, a continuación se desarrollan los lineamientos principales de los contenidos que debería contener el referido manual de aproximaciones de CAT II y CAT III, sin que por ello signifique que ésta es la única forma de desarrollar un manual y tampoco sean los únicos ítems que el explotador debe desarrollar. Los temas y procedimientos que sean desarrollados, dependerá del tipo de aviones que conforme la flota del explotador. Asimismo, el modelo de manual que se desarrolla en esta sección, en general esta basado en la tecnología moderna, con sistemas EFIS.

1.3 La redacción y desarrollo del manual de aproximaciones de CAT II y CAT III, queda a criterio del explotador y de común acuerdo con el IO responsable, pero debe ser lo suficientemente claro y completo para que las tripulaciones de vuelo puedan utilizar dicho manual aplicando los procedimientos aprobados y las políticas que la AAC establezca al respecto, de modo que se realicen operaciones de CAT II y CAT III con el nivel de seguridad apropiado.

2. Índice general

2.1 A continuación se detalla un índice general de referencia, sobre los temas que deben estar desarrollados en el manual de aproximaciones de CAT II y CAT III.

2.2 Conceptos generales. - Se deberán desarrollar las definiciones y conceptos generales de los siguientes temas:

- a) CAT II;
- b) CAT III;
- c) altura de decisión;
- d) altura de alerta;

- e) RVR;
- f) operaciones con sistema de aterrizaje automático con protección mínima;
- g) operaciones con sistema de aterrizaje automático operacional en caso de falla; y
- h) concepto de mínimos.

3. Procedimientos de la tripulación de vuelo

3.1 El explotador debe desarrollar los procedimientos y las instrucciones operacionales que deben utilizar las tripulaciones de vuelo. Estos procedimientos e instrucciones operacionales deben ser publicados en el OM. Todas las instrucciones deben ser compatibles con las limitaciones y procedimientos obligatorios que están contenidos en el AFM. El manual de aproximaciones de CAT II y CAT III, es parte del OM, que puede estar desarrollado en apéndices separados, para facilidad de lectura y utilización.

3.2 Temas a ser cubiertos.- Los procedimientos e instrucciones operacionales deben cubrir los procedimientos normales y no normales de las operaciones conducidas actualmente. Para ello, la AAC definirá los temas que deben ser cubiertos con esos procedimientos e instrucciones. Como una guía rápida, se proporciona a continuación un listado de dichos temas que incluye:

- a) verificación del funcionamiento satisfactorio del equipo de la aeronave, antes de la salida y durante el vuelo;
- b) los efectos que causan en los mínimos de operación, los cambios en el estado de los equipos de a bordo y de tierra;
- c) procedimiento de aproximación, enderezamiento, recorrido de aterrizaje y aproximación frustrada;
- d) procedimientos a ser seguidos en caso de fallas, alarmas o cualquier otra situación no normal;
- e) las referencias visuales mínimas requeridas;
- f) la importancia de estar correctamente sentado y la posición de los ojos;
- g) la acción que puede ser necesaria aplicar, ante un deterioro de las referencias visuales;
- h) asignación de las tareas que deben llevar a cabo las tripulaciones de vuelo, de acuerdo a lo establecido en a) hasta d) y f) de este párrafo, para permitir al PIC dedicarse principalmente a la supervisión y toma de decisiones;
- i) el requerimiento de que todos los avisos por debajo de los 200 pies estén basados en el RA y para que un piloto continúe el monitoreo de los instrumentos del avión hasta que sea completado el aterrizaje;
- j) el requerimiento para que el área sensible del localizador sea protegida;
- k) la utilización de la información relacionada con la velocidad del viento, cizalladura del viento, turbulencia, contaminación de la pista y la utilización de las múltiples valoraciones del RVR;
- l) procedimientos a ser utilizados para las prácticas de aproximaciones y aterrizajes en las pistas donde los procedimientos completos de CAT II o CAT III aún no son de aplicación formal;

- m) limitaciones de operación resultante de la certificación de aeronavegabilidad; e
- n) información acerca de la desviación máxima permitida de la trayectoria de planeo y/o del localizador;

3.3 Preparación de vuelo.- Además de la preparación normal del vuelo, cuando se prevea la realización de aproximaciones de CAT II o CAT III, debe ser llevada a cabo la siguiente planificación y preparación:

- a) Revisión de los NOTAMS.- Para asegurarse que el aeródromo de destino aún mantiene las ayudas visuales y no visuales requeridas para CAT II o CAT III:
 - 1) luces de aproximación y de pista;
 - 2) disponibilidad de las radioayudas; y
 - 3) disponibilidad del equipo RVR, etc.
- b) Estado del avión.- Verificar que los equipos requeridos para las operaciones de CAT II o CAT III están operativos. La lista del equipo requerido se encuentra en el MO y AFM. Aunque los equipos requeridos no estén en la MMEL, el explotador puede elegir colocarlo en la lista de su propia MEL. Verificar que en el libro técnico de a bordo, no haya informes de vuelos anteriores, que afecten los requerimientos para la CAT II o CAT III. Puede ser indicada la conformidad de mantenimiento para las operaciones de CAT II o CAT III, de acuerdo a la política del explotador;
- c) Revisión y vigencia de la calificación de la tripulación de vuelo.- Ambos pilotos deben estar calificados y vigentes.
- d) Información de meteorológica.- Verificar que el pronóstico meteorológico del destino, esta dentro de los mínimos de operación del explotador y de la tripulación de vuelo. Si el pronóstico está por debajo de CAT I, verificar que el pronóstico del aeródromo de alternativa sea apropiado con los elementos disponibles para la aproximación y como mínimo sea igual o mejor que los mínimos de CAT I.
- e) Planificación del combustible.- Debería ser considerada una cantidad extra de combustible para posibles demoras en la aproximación.

4. Preparación para la aproximación

4.1 Estado del avión.- Verificar el estado de los equipos e instrumentos para la aproximación que se pretende realizar. En las aeronaves con equipo EFIS, verificar el estado de la página ECAM, de que están disponibles las capacidades para el aterrizaje. En este último caso, si bien no es requerida la verificación del equipo que no es monitoreado por el sistema, si alguno de dichos equipos se visualiza no operativo (banderolas o indicaciones), la capacidad para el aterrizaje estará reducida.

4.2 Prohibiciones de aproximación.- Las políticas con respecto a las prohibiciones pueden diferir de Estado a Estado. Normalmente el segmento de aproximación final no debería ser continuado a partir del OM o a una distancia DME equivalente, si el informe de RVR está por debajo del mínimo publicado. Después del OM o equivalente, si el RVR se vuelve menor al mínimo, la aproximación puede ser continuada de acuerdo al reglamento de cada Estado.

4.3 Comunicaciones al ATC.- A menos que el procedimiento de baja visibilidad esté activado a través del ATIS, debe solicitarse una autorización al ATC para la realización de una aproximación de CAT II o CAT III, la cual indicará el estado del ILS, la iluminación y la protección de incursión de aeronaves y vehículos a las áreas sensibles. No puede ser llevada a cabo una aproximación hasta no ser recibida una autorización. El valor del RVR debería ser informado antes del OM.

4.4 Posición del asiento.- Es esencial la correcta posición del asiento a fin de obtener la máxima ventaja de la visibilidad sobre la nariz del avión. El asiento esta correctamente ajustado cuando los ojos del piloto están alineados con los círculos rojos y blancos localizados arriba del parabrisas (en caso de aeronaves que dispongan de este sistema).

4.5 Uso de las luces de aterrizaje.- De noche, en condiciones de baja visibilidad, las luces de aterrizaje suelen ser un detrimento para la ubicación de las ayudas visuales. El reflejo de las luces en las gotas de agua o nieve pueden reducir la visibilidad actual. Por lo tanto, las luces de aterrizaje normalmente podrían no utilizarse, en condiciones meteorológicas de CAT II o CAT III.

4.6 Aleccionamiento de la tripulación de vuelo para CAT II o CAT III.- El aleccionamiento debería incluir los ítems normales de una aproximación IFR y además, deberían ser cubiertos los siguientes temas, previo a la primera aproximación:

- a) meteorología del aeródromo de destino y los de alternativa;
- b) estado operacional del aeródromo y pistas para CAT II/CAT III, etc;
- c) estado de los sistemas y capacidades del avión;
- d) breve revisión de las tareas compartidas;
- e) revisión del procedimiento de aproximación (estabilizado y desaceleración);
- f) revisión de los mínimos aplicables (página de performance), procedimiento de aproximación frustrada, comunicaciones con el ATC;
- g) breve revisión del procedimiento en caso de malfuncionamiento debajo de 1.000 pies; y
- h) óptima posición del asiento y recordatorio de la selección de la iluminación de cabina, cuando sea apropiado.

5. Procedimientos de aproximación

5.1 Los procedimientos establecidos en el OM para aproximaciones de CAT II y CAT III, deben ser descritos para la mejor utilización de los sistemas automáticos del avión. En el OM deben estar establecidas las tareas del PF y del PNF durante aproximaciones de CAT II o CAT III.

5.2 Tareas compartidas.- Las tareas compartidas por el PF y PNF deben estar claramente definidas en el OM. Las tareas compartidas que se proponen a continuación, sirven como un ejemplo de cómo conducir una aproximación de CAT II/CAT III. Cualquiera sea la política del explotador, debe ser observados los procedimientos del AFM. Las cargas de trabajo están distribuidas de modo tal que, las tareas primarias del PF es la supervisión y toma de decisiones; y las tareas primarias del PNF, es el monitoreo de la operación del sistema automático. En resumen las tareas son compartidas como sigue:

5.3 Para todas las operaciones de CAT II /CAT III:

- a) **PF** – las manos en los controles y los aceleradores, durante la aproximación, aterrizaje o aproximación frustrada.
- 1) realiza la selección en la FCU (si existe);
 - 2) toma el control manual ante la eventualidad de una desconexión del piloto automático; y
 - 3) monitorea los instrumentos de vuelo.

Aproximando a la DH:

- 1) Empieza a buscar las referencias visuales, incrementando progresivamente la búsqueda externa a medida que se aproxima a la DH. Si no se utiliza el procedimiento con DH, el PF de todos modos buscará referencias visuales externas.

A o antes de la DH (si la decisión es continuar): Avisar “ATERRIZAJE”;

- 1) mira mayormente hacia afuera para monitorear la trayectoria de planeo y el enderezamiento (en CAT II o CAT IIIA) o la posición en la pista (en CAT IIIB), por referencias visuales;
- 2) monitorear la reducción de la potencia al mínimo cuando se lleva los aceleradores hacia atrás; y
- 3) desengancha el A/P, cuando se alcanza la velocidad de rodaje.

- b) **PNF** - monitorea los instrumentos de vuelo durante la aproximación, aproximación frustrada o el aterrizaje hasta que el recorrido de aterrizaje esté completado:

- 1) avisa de cualquier desviación o aviso de falla;
- 2) avisa las alturas barométricas, como sea requerido, y monitorea los avisos automáticos o avisos de radio alturas incluyendo “100 sobre”; y
- 3) monitorea la FMA y avisa los cambios de modo, como sea requerido.

A la DH (identificada por avisos visuales o audibles):

- 1) si no ha sido anunciada la decisión por el PF, avisa “MINIMOS”; y
- 2) si no hay respuestas por parte del PF, iniciar una aproximación frustrada (tal como esté establecido en los procedimientos del explotador).

5.4 Para las operaciones de CAT III sin DH.-

- a) **PF** - si no hay fallas a la AH, avisar “ATERRIZAJE”;
- 1) monitorea el enderezamiento a través de los instrumentos de vuelo;
 - 2) monitorea la guía lateral durante el enderezamiento a través de la barra de guiñada en el PFD; y
 - 3) monitorear el rodaje automático en tierra a través de mirar alternativamente los instrumentos y las referencias externas.

5.5 Si la decisión es efectuar una aproximación frustrada.-

- a) **PF** - inicia la aproximación frustrada, seleccionando la potencia a "TOGA" (o lo que sea aplicable a cada sistema):
- 1) monitorea la rotación en el PFD (o el instrumento idóneo del avión);
 - 2) verifica el ascenso positivo (V/S y radioaltímetro); y
 - 3) comanda los cambios de configuración.
- b) **PNF** - Sigue procedimientos de operación estándar

6. Referencias visuales

6.1 Operaciones con DH.-

6.1.1 Debería ser enfatizado que la DH es el límite más bajo de la región de decisión, durante la cual, en condiciones límites, el PF debería asegurar las referencias visuales. El PF debería arribar a esta región de decisión preparado para una aproximación frustrada, pero sin un juicio preestablecido. El PF debería tomar la decisión de acuerdo a la calidad de la aproximación y la forma en que aparecen las referencias visuales a medida que se aproxima la DH.

- a) Operaciones de CAT II.- En las operaciones de CAT II, los requerimientos en la DH para continuar la aproximación, son que las referencias visuales deben ser adecuadas para monitorear la continuación de la aproximación y el aterrizaje, y que la trayectoria de vuelo debería ser aceptable. Si ambas condiciones no están satisfechas, es obligatorio iniciar una aproximación frustrada. Las referencias visuales requeridas a la DH en las operaciones de CAT II, para continuar la aproximación, puede ser alguna de las siguientes:
- 1) un segmento del sistema de iluminación de la aproximación;
 - 2) el umbral de la pista; y
 - 3) la zona de toma de contacto.
- b) Operaciones de CAT III.- En operaciones de CAT III con DH, las condiciones requeridas en la DH son tales que debería haber referencias visuales, las cuales confirmen que el avión está sobre la zona de toma de contacto. Si las referencias visuales no confirman esto, es obligatorio efectuar una aproximación frustrada.

6.2 Operaciones de CAT III sin DH.-

6.2.1 Para esta categoría de operación, la decisión de continuar no depende de las referencias visuales, a pesar de que está especificado un RVR mínimo. De todas maneras, es una buena costumbre confirmar la posición del avión con las referencias visuales disponibles. Sin embargo, la decisión depende solamente del estado operacional del avión y del equipo de tierra. Si ocurre una falla antes de alcanzar la AH, debe ser ejecutada una aproximación frustrada. De todas maneras, nunca se debe realizar una aproximación frustrada, si se dispara la alarma de aterrizaje automático, por debajo de la AH.

6.3 Pérdida de referencias visuales.-

6.3.1 Operaciones con DH - Antes de la toma de contacto.- Si la decisión de continuar ha sido tomada y las ayudas visuales subsecuentemente se volvieren insuficientes (para la categoría

apropiada) o la trayectoria de vuelo se desvía en forma inaceptable, debe ser ejecutada una aproximación frustrada. Una aproximación frustrada iniciada por debajo de la MABH, en forma automática o manual, puede resultar en un contacto con el terreno. En este último caso, se deben tener en cuenta las consideraciones de operación del sistema de piloto automático, acelerador automático, sistema de inhibición de los spoilers y frenos automáticos, durante esta maniobra.

6.3.2 Operaciones con y sin DH - Después de la toma de contacto.- Si se pierden las referencias visuales después de la toma de contacto, no se debería intentar un escape. El recorrido de aterrizaje debería ser continuado con el piloto automático en el modo “recorrido de aterrizaje” (roll out) hasta la velocidad de rodaje.

6.4 Avisos de desviaciones de los parámetros de vuelo.-

6.4.1 Los siguientes avisos deben ser hechos normalmente por el PNF y respondido por el “acuse recibo” del PF. Sin embargo, cualquier miembro de la tripulación de vuelo que observa una desviación fuera de los límites explicados en la Figura 13-4 – *Avisos de desviación de los parámetros de vuelo*, debe efectuar el aviso apropiado. Si se exceden alguno de estos límites, aproximándose a la DH, debe ser considerada la ejecución de una aproximación frustrada.

6.4.2 Cabe considerar que en la Figura 13-4 – *Avisos de desviación de los parámetros de vuelo*, se ha dejado la expresión de los avisos en español e inglés, de forma deliberada, porque el explotador puede considerar utilizar expresiones en uno u otro idioma para los avisos.

Figura 13-4 – Avisos de desviación de los parámetros de vuelo

PARAMETROS	SI LA DESVIACION EXCEDE		AVISO REQUERIDO
IAS	+ 10kt - 5kt		VELOCIDAD / SPEED
REGIMEN DE DESCENSO	1 000 ft/min		RÉGIMEN DE DESCENSO/ “SINK RATE”
ACTITUD DE CABECEO	10° nariz arriba 0° (A330/340), - 2.5° (A320/321)		CABECEO / “PITCH”
ANGULO DE INCLINACIÓN	7°		INCLINACION / “BANK”
LOCALIZADOR	AVISO DE EXCESO DE DESVIACIÓN	¼ PUNTO	LOCALIZADOR / “LOCALIZER”
PENDIENTE DE PLANEEO		1 PUNTO	PENDIENTE DE PLANEEO/ “GLIDE SLOPE”

6.5 Fallas y acciones asociadas.-

6.5.1 Generalidades.- En general hay tres respuestas posibles ante la falla de algún sistema, instrumento o elemento, durante una aproximación.

- a) CONTINUAR la aproximación hasta los mínimos planificados;
- b) REVERTIR a un mínimo más alto y proceder a una nueva DH (sobre los 1 000 pies); y
- c) ESCAPE y realizar una revisión de la capacidad operativa.

6.5.2 La naturaleza de la falla y el punto a la cual ocurra, determinará cual es la respuesta más adecuada. Como regla general, si ocurre una falla sobre los 1 000 pies AGL, el procedimiento puede ser continuado, revirtiendo a una DH más alta, siempre que sean encontradas las condiciones apropiadas. Debajo de los 1 000 pies (y debajo de la AH, cuando se opere en CAT III DUAL) la ocurrencia de cualquier falla implica un escape y una revisión de la capacidad del sistema. Así, puede ser analizada otra aproximación a los mínimos apropiados, para un estado determinado del avión. Ha sido considerado que, por debajo de los 1 000 pies, no hay suficiente tiempo disponible para que la tripulación de vuelo pueda realizar el cambio necesario para verificar la configuración del sistema y sus limitaciones, y realizar un aleccionamiento para los mínimos. En general, en una aproximación de CAT III DUAL, una falla simple (por ejemplo la falla de un piloto automático o una falla de motor) por debajo de la AH, no hace necesario efectuar una aproximación frustrada. Pero si se dispara la alarma de aterrizaje automático, si se debe ejecutar un escape.

6.6 Procedimientos no normales.-

6.6.1 Los procedimientos requeridos a continuación, durante las fallas en aproximaciones de CAT II o CAT III, son proporcionadas por el AFM. Dichos procedimientos han sido establecidos y aprobados durante la certificación del avión para CAT II /CAT III. Se ha encontrado que es deseable una simplificación de los procedimientos no normales para las operaciones actuales. Por lo tanto, dichos procedimientos simplificados, que son necesariamente más conservadores, están publicados en el MO. (Los explotadores siempre deben referirse al AFM para una información detallada, si desean desarrollar sus propios procedimientos no normales).

6.6.2 Los procedimientos no normales pueden ser clasificados en dos grupos:

- a) fallas encabezadas por una degradación de la capacidad, mostradas en la FMA y ECAM (o EICAS) con una alarma específica audible asociada; y
- b) fallas que no disparan una degradación de la capacidad, pero están señaladas por otros efectos (banderas, alarma en ECAM/EICAS, precaución ámbar y los avisos de audio asociados).

6.6.3 Debería notarse que algunas fallas podrían no disparar alarmas en el ECAM/EICAS, avisos y la degradación de la capacidad. El OM debería describir cual debería ser la respuesta de la tripulación de vuelo ante fallas en función de la altura. Por ejemplo:

- a) Sobre los 1 000 pies – Degradación de las condiciones:
 - 1) la degradación de CAT III a CAT II es permitida solo si están completadas las acciones del ECAM/EICAS;
 - 2) el RVR es como mínimo igual a los mínimos de CAT II;
 - 3) el aleccionamiento es enmendado para incluir el procedimiento de CAT II y la DH;
 - 4) la decisión de la degradación es completada sobre los 1.000 AGL;
 - 5) la degradación de CAT II a CAT I es permitida sólo si:

- las acciones del ECAM/EICAS están completadas;
- al menos está disponible un FD;
- el RVR es como mínimo igual a los de CAT I;
- el aleccionamiento es enmendado para incluir el procedimiento de CAT I y la DH; y
- la decisión de la degradación es completada sobre los 1 000 AGL.

Nota. - Está permitido el cambio de un A/P a otro, antes de los 1 000 pies AGL.

- b) Debajo de los 1 000 pies y sobre la DH (para CAT II o CAT III SIMPLE) o sobre la AH (para CAT III DUAL), se deberá efectuar un escape en caso de:
- 1) pérdida del piloto automático;
 - 2) degradación de la capacidad;
 - 3) alarma ámbar; y
 - 4) falla de motor.
- c) A 350 pies RA.- la información de “ATERRIZAJE” (LAND) debe estar presentada en el Anunciador de monitoreo de vuelo (FMA) y deberá verificarse el curso de la pista. Si el curso de la pista es incorrecto o no aparece “ATERRIZAJE” (LAND), debe realizarse un escape. Si las condiciones lo permiten y de acuerdo a la política del explotador, se podría llevar a cabo una aproximación de CAT II, con piloto automático desconectado, hasta los 80 pies como mínimo. La información de “ATERRIZAJE” (“LAND”) debe estar informada si los modos de LOC y derrota (TRACK) están activados y como mínimo está disponible un radioaltímetro. Dichas condiciones deben ser obtenidas no más allá de los 350 pies AGL para permitir un aterrizaje automático satisfactorio.

Nota. - Dependiendo en el perfil del terreno previo al umbral, el modo “ATERRIZAJE” (“LAND”) puede aparecer a una altura inferior. Esto puede ser aceptable siempre que haya sido demostrado que permitirá un aterrizaje automático satisfactorio.

- d) A 200 pies RA o inferior.- Cualquier alarma de “ATERRIZAJE AUTOMATICO” requiere la ejecución de una aproximación frustrada inmediata. Si las referencias visuales son suficientes y es posible un aterrizaje manual, el PF puede decidir el aterrizaje manual.
- e) A la altura del enderezamiento.- Si el enderezamiento no aparece en la FMA, debe ejecutarse una aproximación frustrada. Si las referencias visuales son suficientes y es posible un aterrizaje manual, el PF puede decidir el aterrizaje manual.
- f) Después de la toma de contacto.- En caso de falla del sistema antideslizamiento o guiado de la rueda de nariz, desconectar el A/P y continuar con comando manual. Si el control automático del recorrido de aterrizaje no es satisfactorio, desacoplar el A/P inmediatamente.

7. Instrucción y calificación de las tripulaciones de vuelo

7.1 Generalidades.

7.1.1 Es esencial que las tripulaciones de vuelo estén instruidas y calificadas en todos los aspectos de la operación de todo tiempo, de acuerdo a las operaciones que se intenten realizar. Este proceso esta dividido en dos partes:

- a) Instrucción en tierra de los antecedentes y filosofía de las operaciones de todo tiempo; e
- b) instrucción de vuelo, el cual puede ser llevado a cabo en un simulador de vuelo aprobado y/o durante vuelos de instrucción.

7.2 Programa de instrucción inicial y periódica en tierra.-

7.2.1 La mayoría de los temas a ser cubiertos durante la instrucción en tierra es aplicable a las CAT II y CAT III, por lo tanto la siguiente descripción no siempre especifica los ítems que se aplican a CAT II o CAT III.

7.2.2 El programa de instrucción inicial y periódico en tierra debe incluir al menos los siguientes temas:

- a) las características operacionales, capacidades y limitaciones de un sistema ILS y/o MLS;
- b) ayudas visuales emplazadas en tierra requeridas;
- c) ayudas electrónicas emplazadas en tierra requeridas;
- d) requisitos de la Altura de cruce del umbral de pista (TCH) para la aeronave en particular;
- e) equipo de a bordo requerido;
- f) mínimos autorizados;
- g) requerimientos del RVR de control;
- h) limitaciones y uso del sistema de evaluación del RVR;
- i) áreas críticas de CAT III y la necesidad de proteger estas áreas;
- j) deberes y responsabilidades de la tripulación requeridas;
- k) condiciones visuales asociadas con la transición desde vuelo instrumental a vuelo visual;
- l) requisito fundamental de que un piloto mantenga todo el tiempo la referencia instrumental a través de la aproximación y aterrizaje;
- m) instrucción y calificación de la tripulación requeridas;
- n) métodos para determinar que la aeronave se encuentra en condiciones aeronavegables para operaciones de CAT III;
- o) requisitos para el despacho o liberación del vuelo;
- p) las características de la niebla;
- q) las características, capacidades operacionales y limitaciones de cada sistema de a bordo en particular;
- r) los efectos de la precipitación, acumulación de hielo, cizalladura del viento a baja altura y turbulencia;
- s) los efectos de malfuncionamientos específicos del avión;

- t) los principios de los requerimientos del franqueamiento de obstáculos;
- u) reconocimiento de y la acción a ser tomada en la eventualidad de falla del equipo de tierra;
- v) los procedimientos y precauciones a ser seguidas con respecto a los movimientos en tierra durante las operaciones cuando el RVR es de 400 m o inferior;
- w) el significado de las alturas de decisión basados en los radioaltímetros y los efectos del perfil del terreno en el área de aproximación en la lectura del radioaltímetro y en el sistema de aproximación/aterrizaje automático;
- x) la importancia y significado de la AH, cuando sea aplicable, y la acción en el caso de alguna falla sobre y por debajo de la AH;
- y) Utilización de la DH y la AH;
- z) la importancia de la posición del asiento y los ojos;
- aa) los requerimientos de calificación de los pilotos para obtener y mantener la aprobación para conducir operaciones de CAT II y CAT III;
- bb) descripción de los límites del sistema de performance que ha sido demostrado ser aceptable para viento y cizalladura del viento;
- cc) revisión de las especificaciones para la operación aplicables a CAT II/CAT III;
- dd) políticas y procedimientos concernientes a la conducción de operaciones de CAT II/CAT III en pistas cubiertas de hielo o nieve, también para aquellas pistas con informe de que tienen acción de frenado menor que bueno; e
- ee) informes de los pilotos de las anomalías del ILS, iluminación del aeródromo y otras discrepancias que son pertinentes a las aproximaciones de CAT II/CAT III.

7.3 Programa de instrucción de vuelo.-

7.3.1 Los requerimientos de vuelo dependen del equipo instalado (sistema de aterrizaje automático o visualizador de cabeza alta), los procedimientos de operación utilizados y las clases de operaciones de CAT III autorizadas (sistema de aterrizaje automático con protección mínima o sistema de aterrizaje automático operacional en caso de falla). El primer objetivo de la instrucción de vuelo es asegurar que las tripulaciones tienen las habilidades, conocimientos, competencia y las calificaciones necesarias para cumplir los conceptos y criterios operacionales de CAT III. Las tripulaciones también deben ser capaces de demostrar en vuelo o a través de simulación aceptable, la competencia necesaria para conducir con seguridad esas operaciones. Para demostrar una competencia satisfactoria, el piloto debe llevar a cabo exitosamente las maniobras requeridas de acuerdo con las políticas, criterios, procedimientos y tareas de la tripulación especificadas en este manual, en el OM y AOM del explotador y en programa de calificación aprobado. El segmento de instrucción de vuelo de CAT III debe incluir suficiente instrucción de vuelo para permitir que los pilotos adquieran el conocimiento y desarrollen las habilidades necesarias para demostrar competencia en las siguientes áreas:

- a) determinación de la AH y/o DH, incluyendo el uso de radio altímetros y, si es apropiado de los marcadores interiores;
- b) monitoreo de los sistemas de control automático de vuelo y de los anunciadores del estado del sistema de aterrizaje automático, reconocimiento y reacción apropiada frente a las fallas

significativas del sistema de CAT III antes de pasar la AH o DH, como sea apropiado, enfatizando en la acción a ser tomada.

- c) técnicas apropiadas de aproximación frustrada y la pérdida esperada de altura que se relaciona con la maniobra de dar motor y al aire manual o automática y la altitud de iniciación de dicha maniobra;
- d) el uso y las limitaciones de la información RVR, incluyendo la determinación del RVR de control y el número y ubicaciones de los sistemas de reporte RVR requeridos;
- e) la disponibilidad y las limitaciones de las referencias visuales externas durante las últimas fases de la aproximación, enderezamiento y aterrizaje. Esta incluye al menos los siguientes factores:
 - 1) procedimientos apropiados a ser utilizados durante el desmejoramiento o deterioración no esperado de las condiciones visuales (menor que el RVR autorizado) durante la aproximación, enderezamiento y recorrido del aterrizaje;
 - 2) obtención de la posición apropiada de referencia de los ojos (altura apropiada del asiento) y las referencias visuales externas esperadas con las condiciones meteorológicas en los mínimos autorizados;
 - 3) la aparición y la secuencia esperada de las referencias visuales durante las aproximaciones y aterrizajes a los mínimos autorizados;
 - 4) los efectos de la cizalladura del viento vertical y horizontal (en condiciones meteorológicas de CAT III) sobre los sistemas de performance, los procedimientos apropiados a ser utilizados cuando se encuentre cizalladura del viento, y las limitaciones del viento para esas operaciones;
 - 5) los procedimientos apropiados para realizar la transición de condiciones no visuales a condiciones visuales;
 - 6) reconocimiento de los límites aceptables de la posición y la trayectoria de vuelo de la aeronave en la aproximación, enderezamiento y aterrizaje, con énfasis especial de la performance de seguimiento en la región de decisión; y
 - 7) reconocimiento de, y reacción a, fallas significantes de los sistemas de tierra y de a bordo o no normales durante la aproximación, enderezamiento y aterrizaje.
- f) verificación del funcionamiento satisfactorio del equipo, tanto en tierra como en vuelo;
- g) efectos en los mínimos causados por los cambios en el estado de las instalaciones en tierra;;
- h) acciones a ser tomadas en la eventualidad de fallas tales como motores, sistema eléctrico o sistema de controles de vuelo hidráulicos;
- i) la necesidad de conocer el equipo fuera de servicio y la utilización de la MEL;
- j) limitaciones de operación resultante de la certificación de aeronavegabilidad;
- k) guía de las referencias visuales requeridas en la DH, junto a la información de la máxima desviación permitida en la trayectoria de planeo o del localizador; y
- l) la importancia y significado de la AH, si es aplicable.

7.3.2 El programa de instrucción debe instruir y entrenar a cada miembro de la tripulación de vuelo para llevar a cabo sus obligaciones y la coordinación con el otro miembro de la tripulación de vuelo.

7.3.3 La instrucción debe ser dividida en fases para cubrir la operación normal sin fallas del avión o equipo, pero incluyendo condiciones de operación de todo tiempo que pueden ser encontradas y los escenarios que detallen las fallas de avión y equipo, las cuales pueden afectar las operaciones de CAT II o CAT III. Si el sistema del avión involucra la utilización de sistemas híbridos o especiales (tales como HUD o equipamiento de visión aumentada), las tripulaciones de vuelo deben practicar la utilización de dichos sistemas en modos normales y no normales durante la fase de instrucción de simulador. Deben ser practicados los procedimientos de incapacitación apropiados a CAT II y CAT III.

7.3.4 Para aviones que no tengan un tipo específico de simulador, los explotadores deben asegurar que las fases iniciales de la instrucción de vuelo específica para los escenarios visuales de las operaciones de CAT II, estarán conducidas en un simulador de vuelo aprobado por la AAC, para ese propósito. La instrucción y procedimientos que son de tipo específicos, deben ser practicados en el avión.

7.3.5 La fase de instrucción inicial de CAT II y CAT III normalmente será conducida para completar la instrucción de tipo y deberá incluir como mínimo los siguientes ejercicios:

- a) aproximación utilizando los sistemas de guía de vuelo adecuados, A/P y los sistemas de mando instalados en el avión, hasta la DH apropiada y la inclusión de la transición a vuelo visual y el aterrizaje;
- b) aproximación con todos los motores operando utilizando los sistemas de guía de vuelo adecuados, el A/P y los sistemas de mando instalados en el avión, hasta la DH apropiada, seguido de una aproximación frustrada; todo sin referencias visuales externas;
- c) cuando sea apropiado, se efectuará aproximaciones utilizando sistemas automáticos de vuelo que proporcionen enderezamiento, aterrizaje y recorrido de aterrizaje en forma automática; y
- d) operación normal de los sistemas aplicables para ambos casos, con y sin la adquisición de ayudas visuales a la DH.

7.3.6 Las fases subsecuentes de la instrucción inicial incluye por lo menos:

- a) aproximaciones con falla de motor en diferentes etapas de la aproximación;
- b) aproximaciones con falla de equipos críticos (por ejemplo sistemas eléctricos, sistemas de A/P; sistemas de tierra y/o de a bordo de ILS y el estado de los monitores);
- c) aproximaciones donde la falla del equipo del A/P a bajo nivel requiere:
 - 1) la reversión a vuelo manual para controlar el enderezamiento, aterrizaje y recorrido de aterrizaje o la aproximación frustrada,
 - 2) reversión a vuelo manual o a un modo automático degradado para controlar la aproximación frustrada desde, a o debajo de la DH, incluyendo aquellas que puedan resultar con una toma de contacto con la pista; y
- d) fallas de sistemas, las cuales puedan resultar en una desviación excesiva del localizador y/o pendiente de planeo, ambas sobre y debajo de la DH, en condiciones visuales mínimas autorizadas para la operación. Además, se debe practicar una continuación al aterrizaje

manual, si el HUD forma parte de una degradación de un sistema automático o si la información del HUD es el único modo de enderezamiento;

- e) fallas y procedimientos específicos para un grupo de aviones, tipo o variantes;
- f) el programa de instrucción debe proporcionar la práctica del manejo de fallas, las cuales requieran una reversión a mínimos más altos;
- g) el programa de instrucción incluye el manejo del avión cuando, durante una falla del sistema de aterrizaje automático con protección mínima en una aproximación de CAT III, la falla causa que el piloto automático se desconecte a o por debajo de la DH, cuando la última información de RVR es de 300 m o inferior.

7.4 Requerimientos de instrucción de transición para conducir operaciones de CAT II y CAT III.

7.4.1 Los requerimientos de instrucción de transición para conducir operaciones de CAT II y CAT III requiere:

- a) Instrucción en tierra.- El explotador debe asegurar que se cumplen los requerimientos prescritos para conducir operaciones de CAT II y CAT III.
- b) Instrucción en simulador y/o avión.- El explotador debe utilizar un simulador específico aprobado para el tipo de aeronave para conducir un mínimo de ocho aproximaciones y/o aterrizajes. Cuando no se disponga de ningún simulador específico del tipo de aeronave, se requiere un mínimo de tres aproximaciones, incluyendo al menos una aproximación frustrada en el avión.

7.4.2 Vuelo en línea bajo supervisión.- El explotador debe garantizar que cada miembro de la tripulación de vuelo efectuó vuelos en línea bajo supervisión, de acuerdo a los especificado en el reglamento apropiado.

7.4.3 Experiencia en el tipo de avión y en los controles.- Antes de iniciar las operaciones de CAT II y CAT III, a los PIC o pilotos a los que se le haya delegado la conducción del vuelo y que no tengan experiencia en el tipo de avión, se les debe aplicar los requisitos adicionales especificados en los reglamentos apropiados.

7.4.4 Calificación inicial y periódica de la tripulación de vuelo.- Cada PIC y SIC utilizados en operaciones de CAT III debe satisfactoriamente demostrar la habilidad para conducir con seguridad las operaciones de CAT III, ya sea a un IDE o a un IO/Piloto de la AAC durante la calificación inicial y periódica de operaciones de CAT III. Los eventos y/o maniobras, las cuales deben ser demostradas dependen del equipo de a bordo instalado, las clases de operaciones de CAT III autorizadas y los deberes y responsabilidades de las tripulaciones utilizadas por el explotador.

7.4.5 Instrucción y verificaciones periódicas.- La reglamentos aplicables establecen los requerimientos de instrucción periódica y verificaciones de la competencia, para operaciones con baja visibilidad.

7.5 Verificaciones de la competencia.-

7.5.1 La verificaciones de la competencia para operar en CAT II o CAT III la efectúa un IO calificado, en un simulador y/o avión. Para registro de la verificación se utilizan hojas de calificación. En la Figura 13-5 – *Aproximaciones de precisión CAT II* se ilustra un modelo de una hoja de calificación para las verificaciones de CAT II y en la Figura 13-6 – *Aproximaciones de precisión CAT III* se ilustra un modelo de la hoja de calificación para las verificaciones de CAT III.

Figura 13-5 - Aproximaciones de precisión Categoría II

Evaluación para aproximaciones de CAT II (Sesiones de una hora de duración por tripulación de vuelo)					
Referencia		-		+	
130 pies	1. Preparación de la cabina por el instructor				
RVR 200 m	Motores funcionando – cantidad de combustible fija				
	2. Despegue. Vectores radar. Aleccionamiento para CAT II				
	3. Aproximación 2 AP – DH 100 pies – Sin contacto visual				
	Escape – vectores radar - tramo a favor del viento				
130 pies	4. Aproximación 2 AP – DH 100 pies				
RVR 350 m	Aterrizaje automático				
	5. Despegue - bancos de niebla				
	6. Aproximación 2 AP – DH 100 pies				
	Falla de motor sobre los 200 pies				
	Escape				
130 pies	7. Aproximación 2 AP – DH 100 pies - un solo acelerador automático				
RVR 350 m	El acelerador automático remanente, falla a 500 pies				
	Aterrizaje automático				

Figura 13-6 – Aproximaciones de precisión Categoría III

Evaluación para aproximaciones de CAT III (Sesiones de una hora de duración por tripulación de vuelo)					
Referencia		-		+	
	1. Preparación de la cabina por el instructor				
	Motores funcionando – cantidad de combustible fija				
30 pies	2. Despegue. Espera - Aleccionamiento para CAT III				
125 m					
Cero	3. Aproximación 2 AP – DH 50 pies – Sin contacto visual				
Cero	Escape – vectores radar				
	Aterrizaje automático				
30 pies	4. Aproximación 2 AP – Sin DH 100				
125 m	Aterrizaje automático				
125 m	5. Despegue - bancos de niebla				
125 m	Falla de motor antes de la aproximación				
Cero	6. Aproximación 2 AP – DH 50 pies				
	o				
	Escape - Aterrizaje automático				
60 pies	7. Aproximación 2 AP – DH 50 pies -				
125 m	Contacto visual - Aterrizaje automático				
	Falla en el recorrido de aterrizaje				

8. Demostración operacional

8.1 El explotador debe probar que es capaz de llevar a cabo operaciones de CAT II o CAT III, con un promedio de aproximaciones exitosas y con un nivel de seguridad aceptable. Para estos propósitos, éste debe llevar a cabo un programa de prueba, llamado “demostración operacional” para demostrar que, en vuelo de línea, la performance y confiabilidad del avión y los sistemas alcanzan los criterios de certificación de aeronavegabilidad. Se le debe prestar especial atención a los procedimientos de vuelo que están establecidos por el explotador y la forma en que el explotador utiliza los informes de los pilotos y como aplica sus procedimientos de mantenimiento. La ayuda de esta subsección es presentar el proceso operacional y asistir al explotador para planificar un programa de demostración inicial.

8.2 Aproximaciones y aterrizajes exitosos.-

8.2.1 La AAC deberá tener en cuenta los informes de vuelo o registros y la relación de los resultados de las aproximaciones/aterrizajes exitosos. Es necesario conocer la definición aplicable a aproximaciones y aterrizajes exitosos. Las siguientes definiciones de aproximaciones y aterrizajes exitosos han sido establecidas, utilizando las JAR OPS 1 y JAR AWO:

a) Definición de aproximación exitosa.- una aproximación se considera exitosa si:

- 1) desde los 500 pies hasta la iniciación del enderezamiento:
 - la velocidad es mantenida dentro de los ± 5 kt, sin considerar las fluctuaciones rápidas producto de la turbulencia;
 - no ocurren fallas de sistemas relevantes; y
- 2) desde los 300 pies hasta la DH:
 - no ocurren desviaciones excesivas; y
 - ninguna alarma centralizada expone una orden de escape.

b) Definición de aterrizaje exitoso.- un aterrizaje se considera exitoso si:

- 1) no ocurren fallas en los sistemas;
- 2) no ocurren fallas en el enderezamiento;
- 3) no ocurren fallas de corrección de deriva;
- 4) la toma de contacto de las ruedas principales ocurren entre los 150 m (500 pies) y los 750 m (2 500 pies) desde el umbral de la pista, asumiendo una ubicación normal de la antena de GS;
- 5) la toma de contacto de la rueda de nariz ocurre dentro de los 8 m (27 pies) del eje de pista;
- 6) la velocidad vertical de descenso no excede los 300 pies por minuto;
- 7) el ángulo de inclinación en la toma de contacto no excede de los 7 grados;
- 8) el ángulo de cabeceo no excede el valor máximo para una liberación segura de la cola;

- 9) la desviación lateral del recorrido de aterrizaje, no excede los 8 m (27 pies); y
- 10) no ocurren fallas de recorrida de aterrizaje.

8.2.2 Las velocidades límites, razones de descenso límites e inclinación límite, se pueden encontrar en las normas aplicables de cada Estado al respecto. Como información general se citan los siguientes documentos: JAR-AWO 131,231 & ACJ AWO 231, AC 120.29 (FAA), French Decision of 2 June 1975 (DGAC), o ECAC Doc N°17.

Nota.- Generalmente, las aproximaciones no exitosas debidas, en particular, al ATC, dificultades en las facilidades de tierra o alguna otra razón específica, pueden ser excluidas del análisis de datos, si se pueden proporcionar pruebas suficientes al respecto.

8.2.3 A continuación se proporciona una lista de referencia de dichos factores:

a) Factores relativos al ATC.-

- 1) el vuelo está siendo conducido por vectores demasiado cerca, para una captura adecuada del localizador y la senda de planeo;
- 2) falta de protección en las áreas críticas del ILS;
- 3) el ATC solicita abandonar la aproximación; u
- 4) otras razones.

b) Dificultades con las facilidades de tierra.-

- 1) irregularidades del haz del ILS causado por otros aviones en rodaje;
- 2) irregularidades del haz del ILS causado por otros aviones sobrevolando la antena; y
- 3) otras razones.

8.3 Recolección de datos.-

8.3.1 El explotador debe proporcionar informes de las tripulaciones de vuelo o registros automáticos de vuelo durante todas las demostraciones operacionales. Los registros automáticos de vuelo de la tripulación de vuelo, deben ser proporcionados, además de los informes para las operaciones con DH por debajo de 50 pies (15 m). Cada autoridad proporcionará la lista de los datos registrados. Para ayudar al explotador cuando deba desarrollar su propio informe de la tripulación de vuelo, en el Figura 13-7 – *Formulario de performance de aproximación y aterrizaje automático* se ilustra un ejemplo de formulario para registrar el performance de una aproximación y aterrizaje automático utilizado por la mayoría de las líneas aéreas.

8.3.2 Informes de la tripulación de vuelo (para todos los modos de operación).- La siguiente lista puede ser utilizada para la redacción de los informes.

- a) aeródromo y pista utilizada;
- b) condiciones meteorológicas;
- c) horario;
- d) adecuación al control de la velocidad;

- e) cualquier condición de fuera de compensado al momento del desacople del sistema de control de vuelo;
- f) compatibilidad de los sistemas automáticos de control de vuelo, director de vuelo y vuelo por referencias a instrumentos básicos;
- g) indicación de la posición del avión en relación al eje del ILS, cuando se está descendiendo a través de los 100 pies (30 m);
- h) posición de la toma de contacto; y
- i) razones de la falla en la conducción de una aproximación frustrada.

8.3.3 Registro automático de vuelo (sólo para DH menor a 50 pies o sin DH).-

- a) desviación del localizador en la toma de contacto;
- b) tiempo de enderezamiento;
- c) razón de descenso en la toma de contacto;
- d) ángulos de inclinación y cabeceo en la toma de contacto;
- e) velocidad perdida en el enderezamiento; y
- f) desviación máxima durante el recorrido de aterrizaje (para los aviones con control o guía automática de recorrido de aterrizaje, para operaciones que se intenten realizar sin DH)

8.4 Demostración operacional completa.-

8.4.1 Cuando un explotador incorpora un avión nuevo para operar en CAT II o CAT III, le será requerida una demostración operacional completa. Dicho proceso de demostración operacional a menudo sigue una secuencia básica. Esta consiste en una introducción progresiva a mínimos más bajos con informes periódicos de las aproximaciones realizadas durante el servicio en la línea. A continuación se describe un proceso de demostración operacional típica.

- a) DH entre 200 pies y 50 pies.- El avión debería ser operado por un periodo de no menos de seis meses con una DH de 200 pies o más, utilizando los procedimientos de operación y mantenimiento, con los cuales se tiene la intención de utilizar cuando la DH es más baja. Durante este periodo se debería tener un informe del piloto en cada aproximación con los datos recolectados, según lo especificado en el Párrafo 8.3 – *Recolección de datos*, de esta sección. Dichos informes deberían ser analizados y los resúmenes enviados a la AAC. El informe debería mostrar que existe un 90% de nivel de confiabilidad para el 95% de las aproximaciones, utilizando las DHs más bajas. Culmina con una aproximación y aterrizaje exitosa. Con respecto a la ausencia de alguna falla, esto debería ser demostrado con treinta aproximaciones típicas.

FORMULARIO DGAC-F11-MIO

- b) DH por debajo de 50 pies o sin DH.- El avión debería ser operado por un periodo de no menos de seis meses con una DH de 50 pies o más, utilizando los procedimientos de operación y mantenimiento con los cuales se tiene la intención de operar cuando es utilizada una DH menor a 50 pies o sin DH. Los datos deberían cubrir los 100 aterrizajes típicos, los cuales deberían tener un soporte realizado con un grabador de datos (además de los informes de la tripulación de vuelo). Dichos informes deberían ser analizados y los resúmenes enviados a la AAC. El reporte debería mostrar que existe un nivel de confiabilidad del 90%, de que las desviaciones estándares y medias de los parámetros grabados automáticamente no son peores que aquellas grabadas durante el programa de certificación simulada. Dicha distribución debería ser consistente con los resultados de las verificaciones en las cuales se basó la certificación de aeronavegabilidad. Las fuentes de los datos recolectados durante las demostraciones operacionales deberían ser distribuidas tan uniformemente como sea posible dentro de la flota del explotador, utilizando aeródromos e instalaciones ILS, como sea requerido por la AAC. Cuando esté previsto un aterrizaje automático en un aeródromo con un perfil particular de terreno previo al umbral o se conoce que tiene características particulares, la performance del sistema automático debería ser confirmado en condiciones meteorológicas de CAT I o mejores condiciones, antes de iniciar las operaciones de CAT II o CAT III.

8.5 Demostración operacional reducida.-

8.5.1 La demostración operacional que se describió en el Párrafo 8.4 de esta sección, no es totalmente requerida en los casos que se describen a continuación:

- a) el explotador ha tenido experiencia anterior en operaciones de CAT II o CAT III con una variante de los mismos tipos de aviones utilizando el mismo sistema de control de vuelo y sistemas básicos; y
- b) el tipo de aeronave ya ha sido anteriormente aprobado en operaciones de CAT II o CAT III para otro explotador de un AOC emitido de acuerdo con la RAB 121 o 135, utilizando el mismo tipo de aeronave o variante y los mismos procedimientos.

8.6 Monitoreo continuo.-

8.6.1 Este párrafo es aplicable a los explotadores ya autorizados para realizar operaciones de CAT II y CAT III. Después de obtener la autorización para conducir las operaciones, el explotador debe continuar proporcionando los informes de los servicios de línea. Dichos informes deben incluir la siguiente información:

- a) el número total de aproximaciones por tipo de aviones, donde los equipos de a bordo de CAT II o CAT III que están siendo utilizados para la ejecución satisfactoria de aproximaciones a los mínimos aplicables de CAT II o CAT III, sean hechos como prácticas o reales.
- b) el número total de aproximaciones insatisfactorias por aeródromo y matrícula de cada avión en las siguientes categorías:
- 1) fallas de equipo de a bordo;
 - 2) dificultades con las facilidades de tierra;
 - 3) aproximaciones frustradas debido a instrucciones del ATC; y
 - 4) otras razones.

8.6.2 El monitoreo continuo debería permitir la detección de algún detrimento del nivel de seguridad, antes de que éste se torne peligroso. El explotador debe continuar verificando sus

resultados y tomar las acciones adecuadas modificando los procedimientos de operaciones o de mantenimiento, si fuera necesario. El monitoreo también puede permitir la detección de problemas en un aeródromo específico (sistema ILS de tierra, procedimientos de ATC, etc.) Los datos deberían ser archivados por un periodo de doce meses.

8.7 Aterrizaje automático en CAT I o en mejores condiciones meteorológicas.-

8.7.1 Generalidades.- Algunos explotadores pueden desear la realización de aterrizajes automáticos en condiciones meteorológicas de CAT I o mejores, con el propósito de entrenamiento o para un registro de datos para una demostración operacional o incluso a discreción de la tripulación de vuelo. A continuación se darán guías que el explotador debe considerar antes de autorizar a sus tripulaciones de vuelo a realizar aterrizajes automáticos.

8.7.2 Requerimientos del aeródromo.- La performance del sistema de aterrizaje automático ha sido demostrada durante la certificación para operar con el haz de CAT II o CAT III, sin embargo la calidad del haz del sistema de aterrizaje automático es posible ser utilizado en CAT I, si el explotador ha verificado que la guía es satisfactoria por debajo de los 200 pies. Los explotadores deberían interrogar a las autoridades del aeródromo acerca de la calidad del equipo de tierra del ILS y la experiencia con otros explotadores. Estos deberían verificar con las autoridades que no existen o aplican restricciones específicas para los aeródromos con la capacidad de operar sólo en CAT I. También debería ser considerado el perfil del terreno anterior al umbral de pista, dado que éste puede afectar significativamente la performance del sistema de aterrizaje automático. Generalmente se acepta que el aterrizaje automático en condiciones meteorológicas de CAT I o mejores, son realizadas sin la activación de los procedimientos de baja visibilidad. En particular, las áreas sensibles del ILS no estarán protegidas, por lo cual se pueden encontrar fluctuaciones, debido a la presencia de vehículos o aviones rodando en las áreas sensibles. En dichos casos, se debería interrogar a las autoridades y verificar si no es necesaria la protección de las áreas sensibles del ILS, antes de la realización de aterrizajes automáticos.

8.7.3 Autorización de la tripulación de vuelo.- El explotador deberá establecer su propio estándar de operación, para autorizar a los pilotos, el aterrizaje automático. Solamente los pilotos autorizados por el explotador, pueden realizar aterrizajes automáticos.

8.7.4 Los aterrizajes automáticos sólo pueden llevarse a cabo en los aeródromos listados en el MO. El explotador debe establecer procedimientos y técnicas similares a las de operaciones de CAT II /CAT III. Las referencias visuales deben ser obtenidas a la DA (baro) de CAT I o se debe realizar una aproximación frustrada. La tripulación de vuelo debería ser alertada de las fluctuaciones que pueden ocurrir en un LOC o GS, para que el PF desconecte inmediatamente el piloto automático y tome la acción apropiada, si ocurriera una performance insatisfactoria del aterrizaje automático. Se le debe recordar a la tripulación de vuelo estar atenta a las perturbaciones de las señales del ILS, cuando se conducen aterrizajes automáticos en cualquier haz de ILS en condiciones meteorológicas de CAT I o mejores, cuando la protección de las áreas críticas no esté asegurada por el ATC. Estando en contacto visual con la pista, la tripulación de vuelo decidirá si continuar con el aterrizaje automático o cambiar al comando manual, o realizar un escape. El enderezamiento, aterrizaje y recorrido de aterrizaje deben ser monitoreados de cerca, de modo tal que la tripulación de vuelo, también esté lista para hacerse cargo de estas fases.

8.7.5 Limitaciones.- El aterrizaje automático debe estar aprobado en el AFM. Como mínimo debe estar desarrollada la capacidad de CAT II en el OM. Deben ser observadas las limitaciones del AFM, incluyendo:

- a) ángulo de la trayectoria de planeo;
- b) elevación del aeródromo;

- c) configuración de flaps;
- d) límites de viento; y
- e) requerimientos de equipos para CAT II, que deben estar operativos.

Nota.- Esta misma información esta desarrollada en el Capítulo 6, Sección 2 Subsección 5 Párrafo 5.5 de este manual - Proceso de evaluación y aprobación de las operaciones de CAT I.

9. Requisitos del avión

9.1 Introducción.-

9.1.1 Un explotador no podrá realizar aproximaciones de CAT II o CAT III o aterrizajes automáticos a menos que:

- a) el tipo de avión esté aprobado para este tipo de operación; y
- b) el explotador esté aprobado para este tipo de operación.

9.1.2 La capacidad del avión para realizar dichas operaciones, es un prerequisite necesario para obtener la aprobación operacional (referirse al AFM). Los requerimientos de aeronavegabilidad para aproximaciones de CAT II/CAT III y aterrizaje automático están prescritos en el MIA.

9.2 Equipo del avión.- A los efectos de la ejecución de aproximaciones de CAT II o CAT III y aterrizajes automáticos, como se explicó anteriormente, el equipo listado en el AFM, debe estar operativo. Si alguno de esos equipos/sistemas está listado en la MEL del explotador, con las condiciones de despacho asociadas, en dicha MEL debe estar claramente indicado que no están autorizadas las operaciones de CAT II o CAT III.

9.3 Certificación de aterrizaje automático.-

9.3.1 El objetivo de éste párrafo es proporcionar una breve descripción de los requerimientos principales para cumplir con la reglamentación para obtener la aprobación de aeronavegabilidad de la función del sistema de aterrizaje automático.

9.3.2 Requerimientos.- La función del aterrizaje automático del sistema AFCS, es proporcionar un control y guía automática del avión durante la aproximación, aterrizaje y recorrido de aterrizaje. Esta es una función obligatoria para las operaciones de CAT III, pero también puede ser utilizada en condiciones meteorológicas mejores que las de CAT III.

9.3.3 Los métodos utilizados para demostrar el cumplimiento de los requerimientos de aeronavegabilidad deben tener el acuerdo de las autoridades de aeronavegabilidad que otorgan la certificación y comprende principalmente:

- a) una simulación para evaluar la performance del aterrizaje automático;
- b) un sistema de evaluación de la seguridad para evaluar el impacto de la función de aterrizaje automático en condiciones de posibles fallas (AFCS y sus sensores) y sus probabilidades de fallas;
- c) evaluación de los casos de fallas en el simulador para verificar lo descrito anteriormente, en particular los casos más graves de fallas durante aterrizajes automáticos; y
- d) realización de vuelos de comprobación para confirmar los resultados de la simulación o suposición del sistema de evaluación de la seguridad para las fallas seleccionadas.

9.3.4 A continuación se listan los ítems que son controlados para la certificación del sistema de aterrizaje automático:

- a) performance de la toma de contacto;

- b) performance del recorrido de aterrizaje;
- c) distancia del aterrizaje automático; y
- d) configuraciones y condiciones a ser consideradas (de acuerdo al tipo de avión).

9.4 Certificación de Categoría II / III.-

9.4.1 Los requerimientos de aeronavegabilidad para la certificación de CAT II y CAT III están descritos en el MIA. Se asume que el avión tiene la aeronavegabilidad básica para operaciones IFR.

10. Requisitos del aeródromo

10.1 Introducción.-

10.1.1 Un explotador no deberá utilizar un aeródromo para CAT II o CAT III a menos que el mismo esté aprobado para dichas operaciones por el Estado en el cual dicho aeródromo esté ubicado. Los requerimientos del aeródromo están contenidos en el Doc 9365 – *Manual de operaciones de todo tiempo*, el cual se refiere a los estándares y recomendaciones del Anexo 10 y el Anexo 14. Los estándares de la OACI están internacionalmente aceptados, pero se pueden encontrar ciertas variantes en las reglamentaciones nacionales.

10.1.2 A continuación se desarrollarán los siguientes temas:

- a) características de la pista;
- b) ayudas visuales;
- c) ayudas no visuales (ILS);
- d) medición del RVR;
- e) área libre de obstáculos;
- f) procedimientos de ATC; y
- g) procedimientos de mantenimiento.

10.1.3 El objetivo de este párrafo es proporcionar una ayuda y presentar una visión resumida de los requerimientos de un aeródromo para CAT II y CAT III.

10.2 Características de la pista.-

10.2.1 Longitud de la pista.- No existe un requerimiento específico concerniente a la longitud de una pista para ser aprobada para CAT II o CAT III. La longitud de pista es solamente una limitación operacional.

10.2.2 Ancho de la pista.- El ancho de la pista normalmente no es inferior a 45 metros.

10.2.3 Pendiente de pista.- Para CAT II y CAT III, descartando los estándares normales, es recomendado que en el primero o en el último cuarto de la longitud de la pista, la pendiente no exceda de 0,8%. Para permitir la utilización del sistema de aterrizaje automático, OACI recomienda que se eviten cambios en la pendiente de la pista o, cuando no sea posible, se debe mantener un máximo de 2% cada 30 metros (por ejemplo, un radio mínimo de curvatura de 1 500 metros) en el área ubicada justo antes del umbral (60 m de ancho, 200 m de longitud). Dicha limitación es debido

al hecho que el sistema de aterrizaje automático utiliza el radioaltímetro y un rápido cambio de la pendiente podría alterar el aterrizaje. Durante la certificación de aeronavegabilidad, deberá ser demostrado que el sistema de aterrizaje automático funciona correctamente en un perfil de pista en particular.

10.2.4 Objetivo de la franja de pista.- Se recomienda que las pistas con intenciones de ser utilizadas para operaciones de aproximación de CAT II y CAT III, no tengan instaladas objetos fijos (otros que no sean las ayudas visuales frangibles) en una franja dentro de los 60 m del eje de pista. Durante el aterrizaje, no está permitido el movimiento de objetos móviles en dicha área.

10.2.5 Posición de espera en el rodaje.- La posición de espera en el rodaje está establecida en una calle de rodaje y en una pista. La distancia entre la posición de espera y el eje de la pista no es inferior a 90 m (mayor si la elevación de la pista excede los 700 m).

10.3 Ayudas visuales – Marcas de pista.-

10.3.1 Marcas de eje de pista.- Para las operaciones de CAT II o CAT III, las marcas de eje de pista, como se muestra en la Figura 13-8 – *Marcas de pista* debe tener un ancho no menor a 0,90 m (o no menor a 0,45 m para CAT I)

10.3.2 Marcas de la zona de toma de contacto.- Las marcas de la zona de toma de contacto, como se muestra en la Figura 13-8 – *Marcas de pista* son requeridas para todas las aproximaciones de precisión, a menos que la autoridad declare que son innecesarias. Ellas están pintadas en la zona de toma de contacto (la zona comienza en el umbral de pista y se extiende hasta una distancia de 900 m).

10.3.3 Marcas de calles de rodaje.- Las marcas de las calles de rodaje no es un requerimiento específico para CAT II o CAT III, pero la experiencia ha demostrado que ellas son un elemento eficiente de guía, en condiciones de baja visibilidad durante el día.

10.3.4 Marcas de posición de espera de rodaje.- Las posiciones de espera de rodaje deben ser tal como son mostradas en el patrón A para las marcas de la pista y el patrón B para otras marcas (véase Figura 13-10 – *marcas de posiciones de rodaje*). Tanto las marcas de CAT II o CAT III son escritas, cuando el área excede los 60 m de ancho. Las señales de CAT II o CAT III también son localizadas en cada borde de la calle de rodaje en la posición de espera y las señales de CAT III deben estar acompañadas con luces intermitentes. Dichas marcas o señales son elementos eficientes para evitar la intrusión del avión en el área libre de obstáculos o en un área crítica/sensitiva (véase Figura 13-9 – Ejemplos de marcas de espera en calle de rodaje).

Figura 13-8 – Marcas de pista

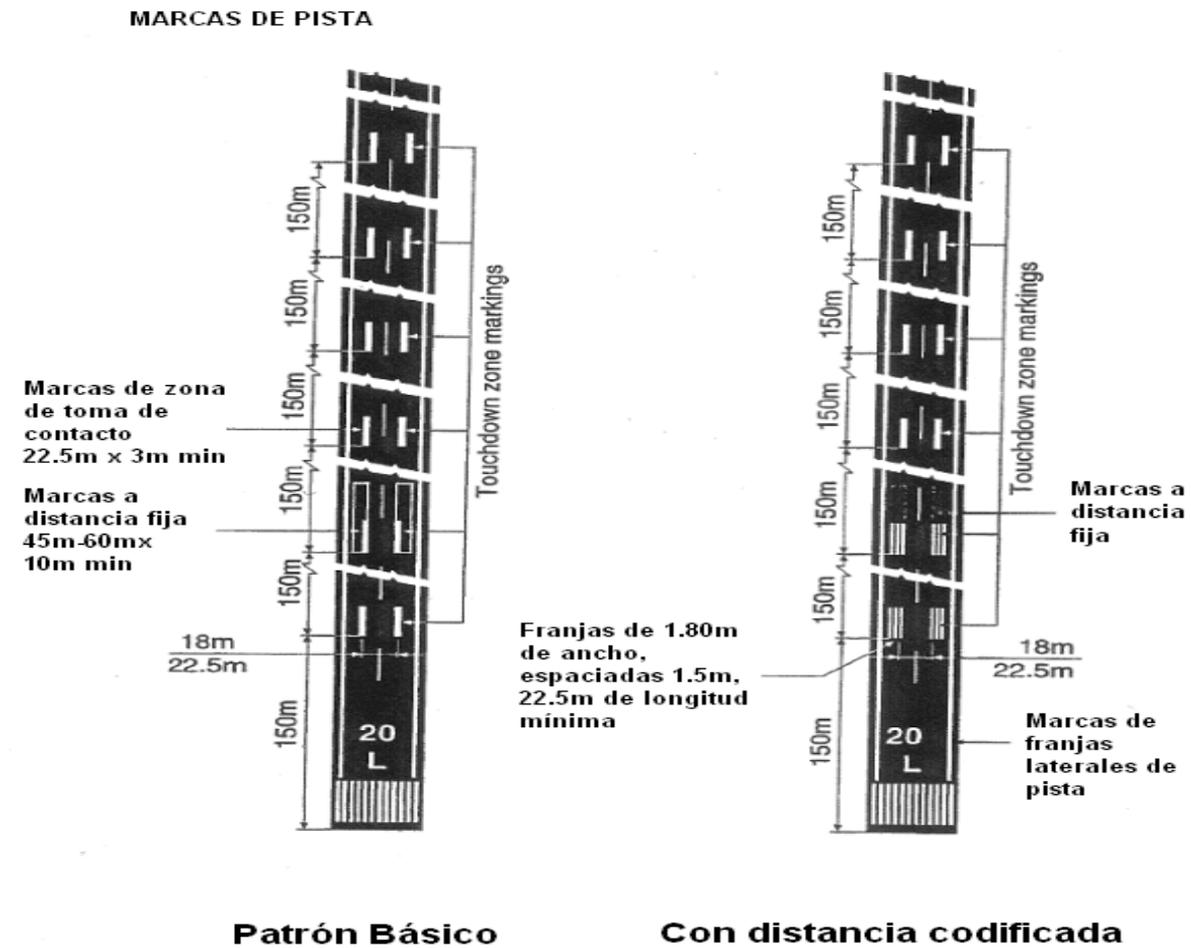


Figura 13-9 - Ejemplos de marcas de espera en calle de rodaje

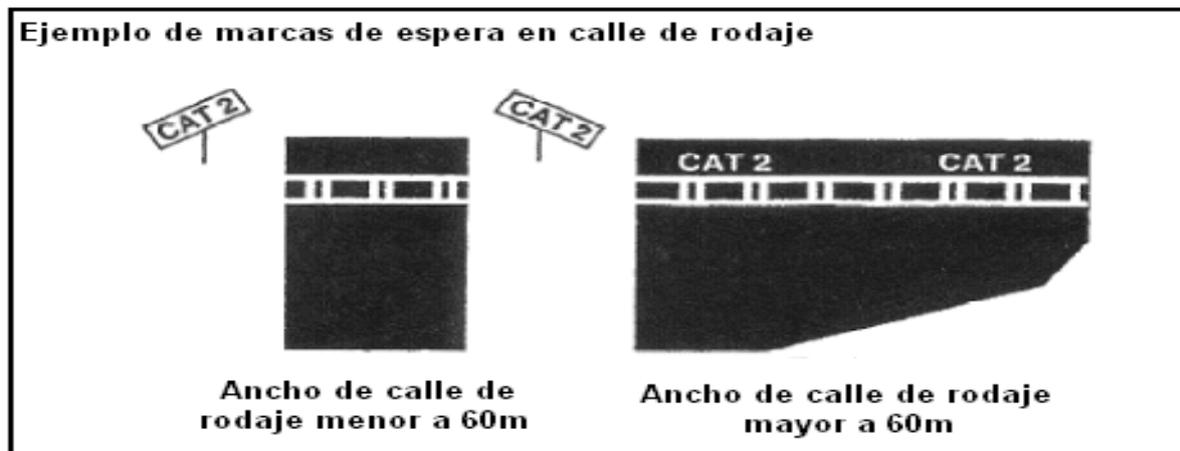
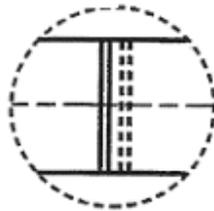


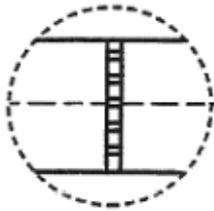
Figura 13-10 – Marcas de posiciones de rodaje

Marca de posiciones de rodaje

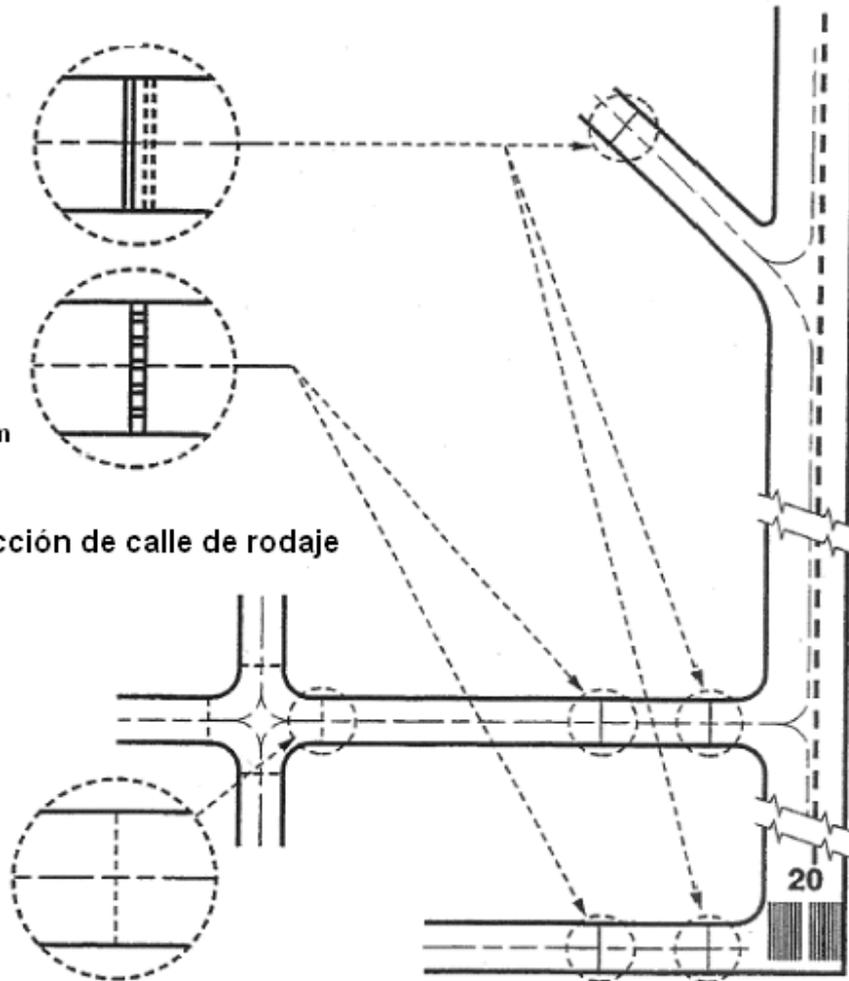
Modelo A:
4 líneas y
3 espacios a
0.15m cada uno



Modelo B:
2 líneas y
0.3m cada uno
1 espacio a 0.6 m



Marca de intersección de calle de rodaje



10.4 Ayudas visuales – Luces de pista.-

10.4.1 Las luces de una pista con intenciones de ser utilizada para operaciones de CAT II y CAT III, consiste en luces de alta intensidad de umbral de pista, luces de fin de pista, luces de zona de toma de contacto, luces de borde de pista y luces de eje de pista. Los patrones básicos de luces de pista son mostrados en la Figura 13-11– *Luces de pista / sistema de luces de aproximación*. Este párrafo incluye los requerimientos de luces de calles de rodaje como se muestra en la Figura 13-12 – *Luces de calle de rodaje y Figura 13-13 - Ejemplo del sistema de luces de aproximación y pista*

10.4.2 Luces de borde de pista.- Las luces de borde de pista están ubicadas a lo largo de toda la longitud de la pista en dos bordes paralelos equidistantes del eje de la pista, a una distancia de no más de 3 m desde el borde de pista. Dichas luces están uniformemente espaciadas a intervalos de no más de 60 m y pueden ser omitidas en las intersecciones. Las mismas son luces fijas que se muestran como *blancas*.

10.4.3 Luces de umbral de pista.- Las luces de umbral de pista están ubicadas en una fila en ángulo recto con el eje de la pista, fuera de la misma con una distancia no mayor a 3 m desde el

umbral. Las luces son fijas unidireccionales que se muestran *verdes*, uniformemente espaciadas a intervalos de no más de 3 m.

10.4.4 Luces de final de pista.- Las luces de fin de pista están ubicadas en una fila en ángulo recto al eje de la pista, fuera de la misma con una distancia de no más de 3 m del fin de la pista. Las luces son fijas, unidireccionales que se muestran *rojas*, con un número mínimo de 6 *luces*. OACI también recomienda un espaciamiento entre luces de no más de 6 m, para las pistas que se intenta utilizar para aproximaciones de CAT III.

10.4.5 Luces de eje de pista.- Las luces de eje de pista es un requerimiento específico para las aproximaciones de CAT II o CAT III. Ellas están localizadas a lo largo del eje de la pista, con un espaciamiento longitudinal de aproximadamente 7,5 m, 15 m o 30 m para CAT II y solo de 7,5 m o 15 m para CAT III. Dichas luces son fijas y se muestran:

- a) *Blanca*, desde el umbral hasta el punto a 900 m del final de la pista;
- b) *Alternada roja y blanca*, desde el punto de los 900 m hasta el punto de 300 m del final de la pista (pares de luces rojas seguidas por pares de luces blancas, si el espaciamiento es de solo 7,5 m);
- c) *Roja*, desde el punto de 300 m al final de la pista. (Si la longitud de la pista es menor de 1 800 m, las luces rojas y las blancas alternadas se extienden desde el punto medio de la pista hasta los 300 m del final de la pista).

10.4.6 Luces de zona de toma de contacto.- Las luces de la zona de toma de contacto de la pista son un requerimiento específico para las aproximaciones de CAT II y CAT III. Estas se extienden desde el umbral hasta una distancia longitudinal de 900 m (toda la zona de toma de contacto), pero no se extiende mas allá de la mitad de la pista, si la longitud de la misma es menor de 1 800 m). El patrón esta formado por pares de barras conteniendo como mínimo 3 *luces*. Las luces dentro de cada barra son luces fijas unidireccionales que se muestran *blancas*, espaciadas a un intervalo de no más de 1,5 m. Cada barra debe ser de no menos de 3 m y no más de 4,5 m de longitud. El espaciamiento lateral entre las luces no es menor a 18 m y no más de 22,5 m con una preferencia de 18 m. El espaciamiento longitudinal de los pares de barras es de 60 m o 30 m, pero se recomienda que tengan un espacio de 30 m como mínimo.

10.4.7 Luces de borde de calle de rodaje.- Las luces de borde de calle de rodaje no es un requerimiento específico para CAT II o CAT III, pero proporcionan una ayuda visual eficaz durante las operaciones de baja visibilidad. Las luces son fijas y se muestran de color *azul*.

10.4.8 Luces de eje de calle de rodaje.- Las luces de eje de calle de rodaje deben ser instaladas en los aeródromos donde se tiene la intención de ser utilizadas para operaciones con un RVR 400 m o menor (400 m es el valor medio para operaciones de CAT II). El espaciamiento lateral entre las luces no debe exceder 15 m pero la proximidad de una curva debe ser indicada por un espaciamiento igual, o menor, a 7,5 m. Las luces son fijas y se muestran de color *verde*, pero desde el inicio de la calle de rodaje en el perímetro del área crítica/sensible del ILS, o desde el borde inferior de la superficie de transición interna, las luces se muestran alternativamente *verdes* y *amarillas*.

10.4.9 Barras de parada.- Las barras de parada son ubicadas en cada posición de espera de rodaje, cuando la intención de utilización de la pista es para RVR 400 m o menor y son especialmente requeridas para las aproximaciones de CAT III. Las luces de barra de parada se muestran *rojas* y están espaciadas a intervalos de 3 m. Las barras de parada son un elemento eficaz para evitar la intrusión de aviones dentro de la zona despejada de obstáculos (OFZ) o dentro de áreas críticas/sensibles durante aproximaciones en condiciones de baja visibilidad.

Figura 13-11 - Luces de pista / sistema de luces de aproximación

LUCES DE PISTA / SISTEMA DE LUCES DE APROXIMACIÓN

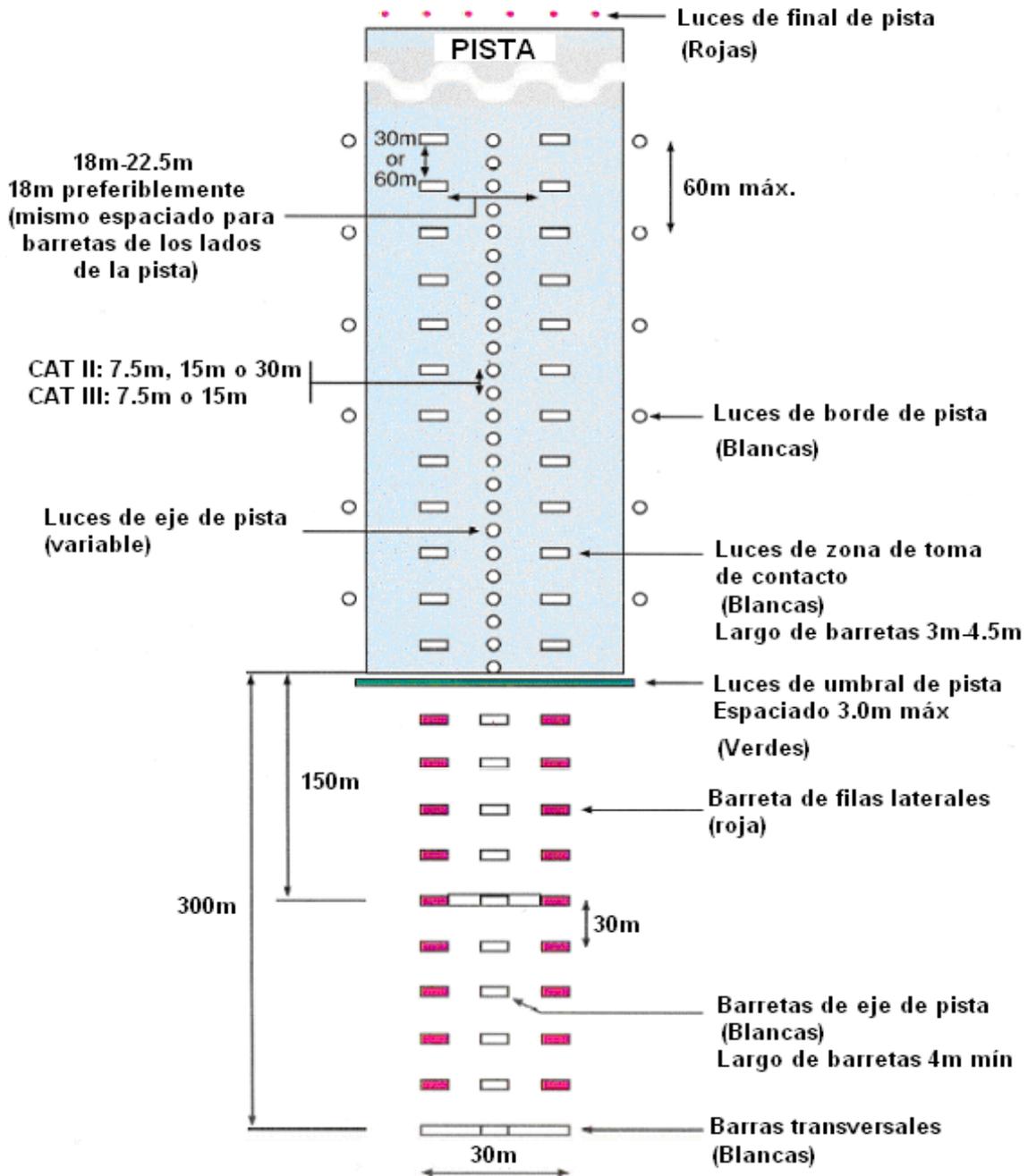


Figura 13-12 – Luces de calle de rodaje

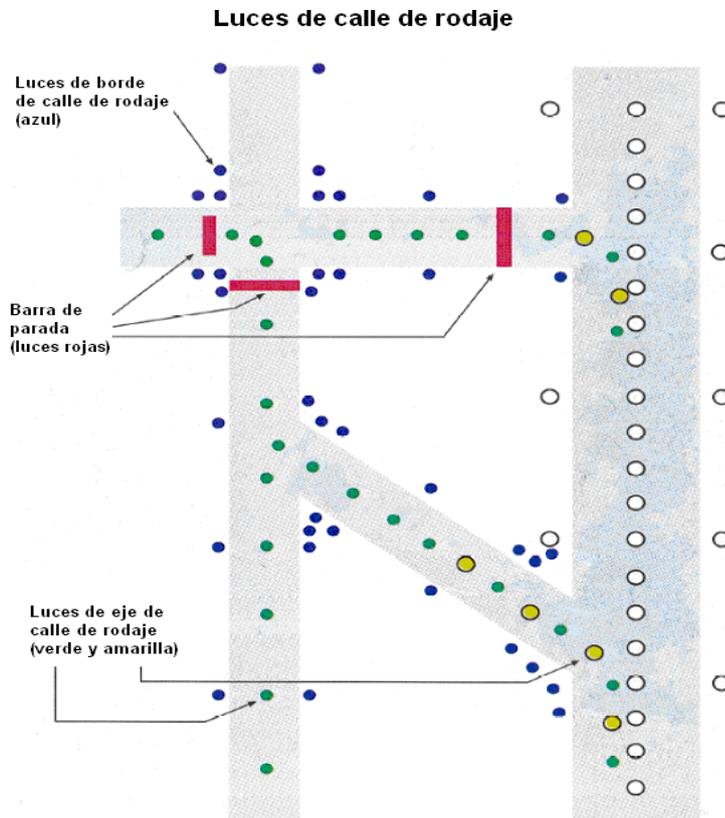


Figura 13-13 – Ejemplo del sistema de luces de aproximación y pista



10.5 Ayudas visuales – Sistemas de luces de aproximación.-

10.5.1 Los sistemas de luces de aproximación son obligatorios para las operaciones de CAT II y solamente opcional para las operaciones de CAT III. Estas consisten en una *fila de luces* sobre la prolongación del eje de la pista y se extienden sobre una distancia de 300 m desde el umbral (sobre 900 m para CAT I). Además, el sistema tiene *dos filas de luces laterales*, que se extienden 270 m desde el umbral y *dos barras transversales*, una a 150 m y otra a 300 m desde el umbral, como se muestra en la Figura 13-12 – *Luces de calle de rodaje*. La ECAC ha especificado que las luces de secuencia estroboscópicas son consideradas incompatibles con las operaciones de CAT II y CAT III. Cuando estén instaladas para otra operación, éstas deberían ser cambiadas para las operaciones de CAT II o CAT III que estén en progreso.

10.5.2 Prolongación de las luces de eje de pista.- Las luces que forman el eje de la pista, están ubicadas a intervalos longitudinales de 30 m, con la primera localizada a 30 m del umbral. Dichas luces consisten en barras que se muestran *blancas*. Cada barra es de 4 m de longitud, como mínimo. Cuando las barras están compuestas por fuentes de puntos, las luces son uniformemente espaciadas a intervalos de no más de 1,5 m.

10.5.3 Luces de filas laterales.- Las luces que forman las filas laterales están ubicadas a los lados del eje de pista, con un espaciamiento longitudinal igual al de las luces de eje de pista (30 m), con la primera de ellas ubicada a 30 m del umbral. El espaciamiento lateral entre las luces no es menor a 18 m y no más de 22,5 m, con preferencia de 18 m. En cualquier caso, el espaciamiento lateral será igual al de las luces de la zona de toma de contacto. Dichas luces consisten de barras que se muestran *rojas*. La longitud de las barras de filas laterales y el espaciamiento longitudinal de estas luces será igual a aquellas barras de luces de toma de contacto.

10.5.4 Luces de barras transversales.- Las barras transversales ubicadas a 150 m desde el umbral, completa los intervalos entre las luces de eje de pista y las de fila lateral. Las barras transversales ubicadas a 300 m se extienden a ambos lados de las luces de eje de pista a una distancia de 15 m desde el eje. Las luces que forman las dos barras transversales son fijas y se muestran *blancas*.

10.6 Área despejada de obstáculos.-

10.6.1 Introducción.- Debido a la baja visibilidad en las operaciones de CAT II y CAT III, cada aeródromo debe alcanzar los rigurosos criterios respecto al franqueamiento de obstáculos para evitar que el avión en aproximación, aterrizaje o escape, roce algún obstáculo en la tierra. Las bases de dichos criterios se encuentran totalmente incluidas en el Anexo 14 al Convenio y en el Doc 8168 – PANS-OPS y otros documentos nacionales. En operaciones de CAT II y CAT III, las reglamentaciones a menudo mencionan dos conceptos importantes:

- a) zona despejada de obstáculos (OFZ); y
- b) altura de franqueamiento de obstáculo (OCH).

10.6.2 Definiciones.- A continuación se proporcionan una definición de OCH y OFZ, tal como las define la OACI:

- a) Altitud/altura de franqueamiento de obstáculos (OCA/OCH).- La altitud más baja o altura más baja por encima de la elevación del umbral de la pista pertinente o por encima de la elevación del aeródromo, según corresponda, utilizada para respetar los correspondientes criterios de franqueamiento de obstáculos.

Nota 1.- Para la altitud de franqueamiento de obstáculos se toma como referencia el nivel medio del mar y para la altura de franqueamiento de obstáculos, la elevación del umbral, o en el caso de aproximaciones que no son de precisión, la elevación del aeródromo o del umbral, si éste estuviera a más de 2 m (7 pies) por debajo de la elevación

del aeródromo. Para la altura de franqueamiento de obstáculos en aproximaciones en circuito se toma como referencia la elevación del aeródromo.

Nota 2.- Cuando se utilicen estas dos expresiones, pueden citarse convenientemente como "altitud/altura de franqueamiento de obstáculos" y abreviarse en la forma de "OCA/H".

- 1) cuando un explotador establece sus mínimos de operación de aeródromo, éste debe tener en cuenta la OCH solo para CAT II. La DH mínima para CAT II es siempre igual o mayor que una OCH mencionada en la cartografía del aeródromo. Dicha OCH está en función de la categoría del avión (A hasta E)
- b) Zona despejada de obstáculos (OFZ).- Espacio aéreo por encima de la superficie de aproximación interna, de las superficies de transición interna, de la superficie de aterrizaje interrumpido y de la parte de la franja limitada por esas superficies, no penetrada por ningún obstáculo fijo salvo uno de masa ligera montado sobre soportes frangibles necesario para los fines de navegación aérea.

10.7 Ayudas no visuales - Instalaciones del ILS.-

10.7.1 Descripción.- Hoy en día, todas las aproximaciones de CAT II y CAT III están basadas en las instalaciones del ILS. La instalación del ILS debe cumplir con las especificaciones contenidas en el Anexo 10, Volumen 1, Parte 1, Capítulos 2 y 3 y esta diseñado y operado de acuerdo con el material guía contenido en el Anexo 10, Volumen 1, Parte 1, Adjunto. Hay tres categorías de ILS, que proporcionan guía de descenso hasta una altura mayor o igual a:

- a) 60 m (200 pies) para CAT I;
- b) 15 m (50 pies) para CAT II; y
- c) superficie de la pista y a lo largo de la pista para CAT III.

10.7.2 Generalmente las autoridades requieren una instalación de ILS de CAT II para la ejecución de aproximaciones de CAT II y una instalación de ILS de CAT III para la ejecución de aproximaciones de CAT III. Sin embargo, es aceptable la utilización de una instalación de ILS de CAT II para la ejecución de aproximaciones de CAT III, con mínimos más altos (por ejemplo CAT IIIA o CAT III con DH no menor a 50 pies). Generalmente se pueden obtener un acuerdo especial por parte de la autoridad competente. Principalmente las autoridades tomarán en cuenta la continuidad del servicio y la integridad objetiva de dichas instalaciones.

10.7.3 Protección del ILS.- En aproximaciones de CAT II y CAT III, los haces del ILS deben estar protegidos de perturbaciones inaceptables. Para dicho propósito, están definidas dos clases de áreas de protección:

- a) área crítica; y
- b) área sensible.

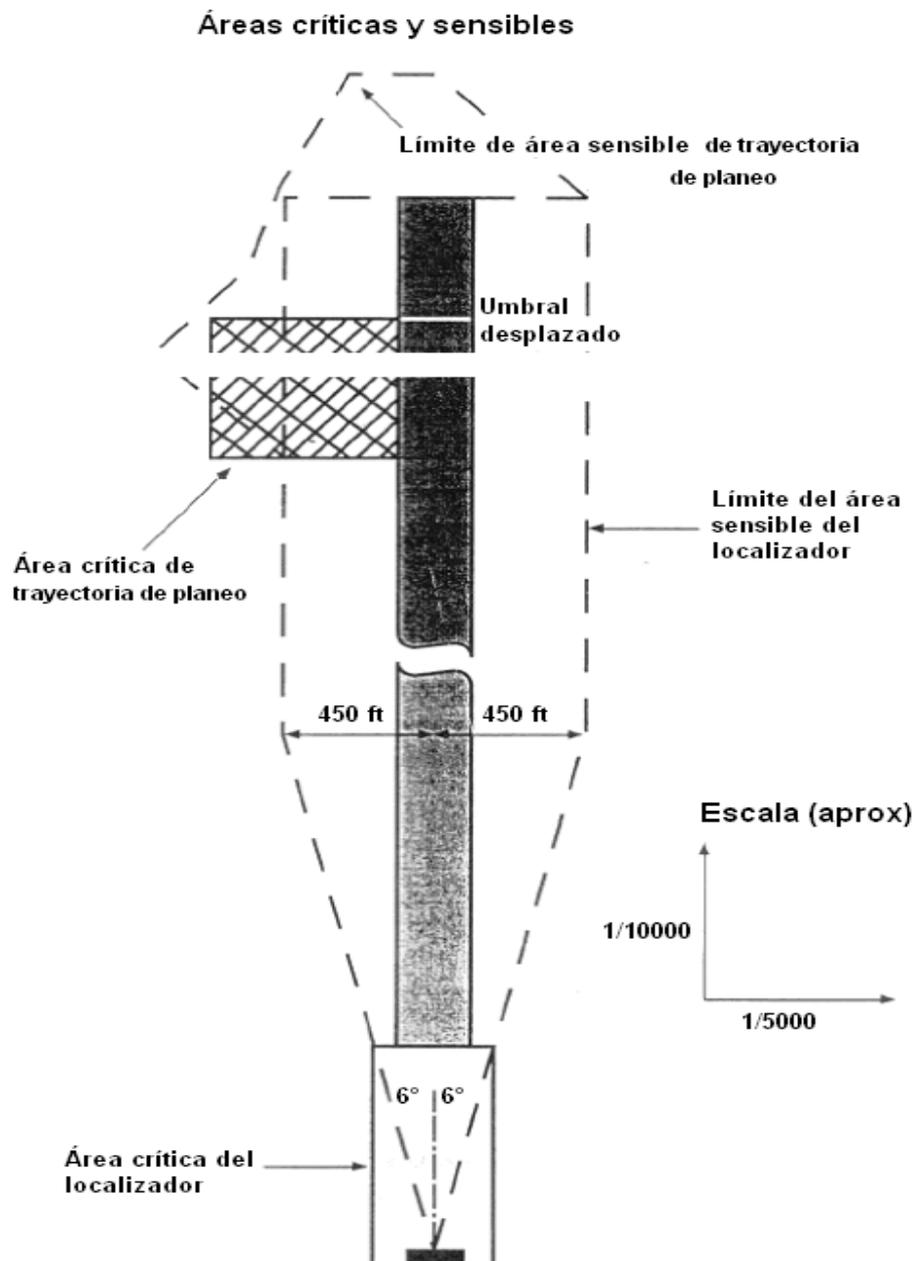
10.7.4 Área crítica del ILS.- Un área de dimensiones definidas respecto a las antenas del LLZ y de la trayectoria de planeo, donde vehículos, incluidos aviones, están excluidos durante todas las operaciones de ILS. El área crítica es protegida porque la presencia de vehículos y/o aviones dentro de los límites, causarán perturbaciones inaceptables de la señal del ILS en el espacio.

10.7.5 Área sensible del ILS.- Es un área que se extiende mas allá del área crítica donde el estacionamiento y/o movimiento de vehículos, incluidos los aviones, está controlada para prevenir la posibilidad de interferencias inaceptables de la señal del ILS, durante las operaciones con ILS. El área sensible está protegida para proporcionar una protección contra las interferencias causadas por

el movimiento de objetos grandes fuera del área crítica, pero aún dentro de los límites del aeródromo.

10.7.6 Las dimensiones del área crítica está contenida en el Anexo 10 de la OACI, pero no hay una especificación para las dimensiones del área sensible. Un ejemplo de áreas críticas y sensibles, se muestran en la Figura 13-14 – *Áreas críticas y sensibles*. Algunos Estados no definen las áreas sensibles, pero incrementan el área crítica. El haz del ILS esta protegido también, por una separación longitudinal entre aviones aterrizando o despegando. La protección del ILS es obligatoria cuando se están llevando a cabo procedimientos de baja visibilidad.

Figura 13-14 – Áreas críticas y sensibles



10.8 RVR.-

10.8.1 Medición del RVR.- La medición del RVR está provista por un sistema de calibración de medidores de transmisión y toma en cuenta los efectos de las luces ambientales del entorno y la intensidad de las luces de la pista.

10.8.2 Descripción de la medición del RVR.- El sistema de medición del sistema de RVR incluye:

- a) Uno o más medidores de transmisión.- Un medidor de transmisión es un sistema que proporciona el valor de la opacidad de la atmósfera en una referencia de distancia a través de la relación entre el flujo de luz transmitida y el flujo de luz recibida. Hay dos tipos de medidores de transmisión utilizados como se ven en la Figura 13-16 – *Tipos de transmisómetros.*

10.8.3 Ubicación de los medidores de transmisión.- La medición del RVR está básicamente proporcionada en tres partes de la pista:

- a) punto de toma de contacto (TDZ RVR);
- b) punto medio (MID RVR); y
- c) extremo de parada (Rollout RVR).

10.8.3.1 El número requerido de mediciones depende del tipo de operación. Los transmisómetros deberían estar emplazados en cada zona en las cuales se intenta proporcionar medición de RVR. (En la Figura 13-15 se ilustra la ubicación de los transmisómetros del punto de toma de contacto (TDZ RVR) y del punto medio (MID RVR). La ubicación está supervisada por el servicio técnico de la autoridad. El transmisómetro deberá estar lo suficientemente cerca posible de la pista, para proporcionar un valor aceptable, pero al mismo tiempo debe ser un obstáculo no peligroso para los aviones. Generalmente, cada transmisómetro está a una distancia entre 110 m a 150 m del eje de la pista. Más aún, para que sea representativo a la visión del piloto en la pista, el transmisómetro es instalado a una altura entre 5 m y 10 m sobre el terreno. Un ejemplo de la ubicación de dos transmisómetros (TDZ y MID) se muestra en la Figura 13-15 – *Ubicación de los transmisómetros.*

10.8.4 Informes de medición del RVR.- La OACI recomienda que el RVR sea informado en incrementos de 50 m, cuando el RVR es inferior a 800 m y de 25 m cuando el RVR es inferior a 150 m. En todo caso, cualquier cambio en el valor del RVR debe ser conocido por el ATC tan pronto como sea posible y en menos de 15 segundos. Durante las operaciones, el piloto debe conocer el valor del RVR relacionado con la toma de contacto. Generalmente, no es necesario dar los otros valores (MID y Rollout) a menos que dichos valores sean menores que los informados para la TDZ o existe una requerimiento especial mencionado en los procedimientos del ATC.

Figura 13-15 – Ubicación de los transmisómetros

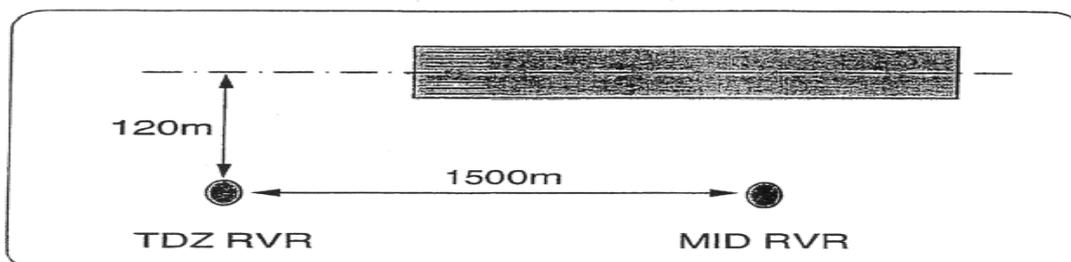
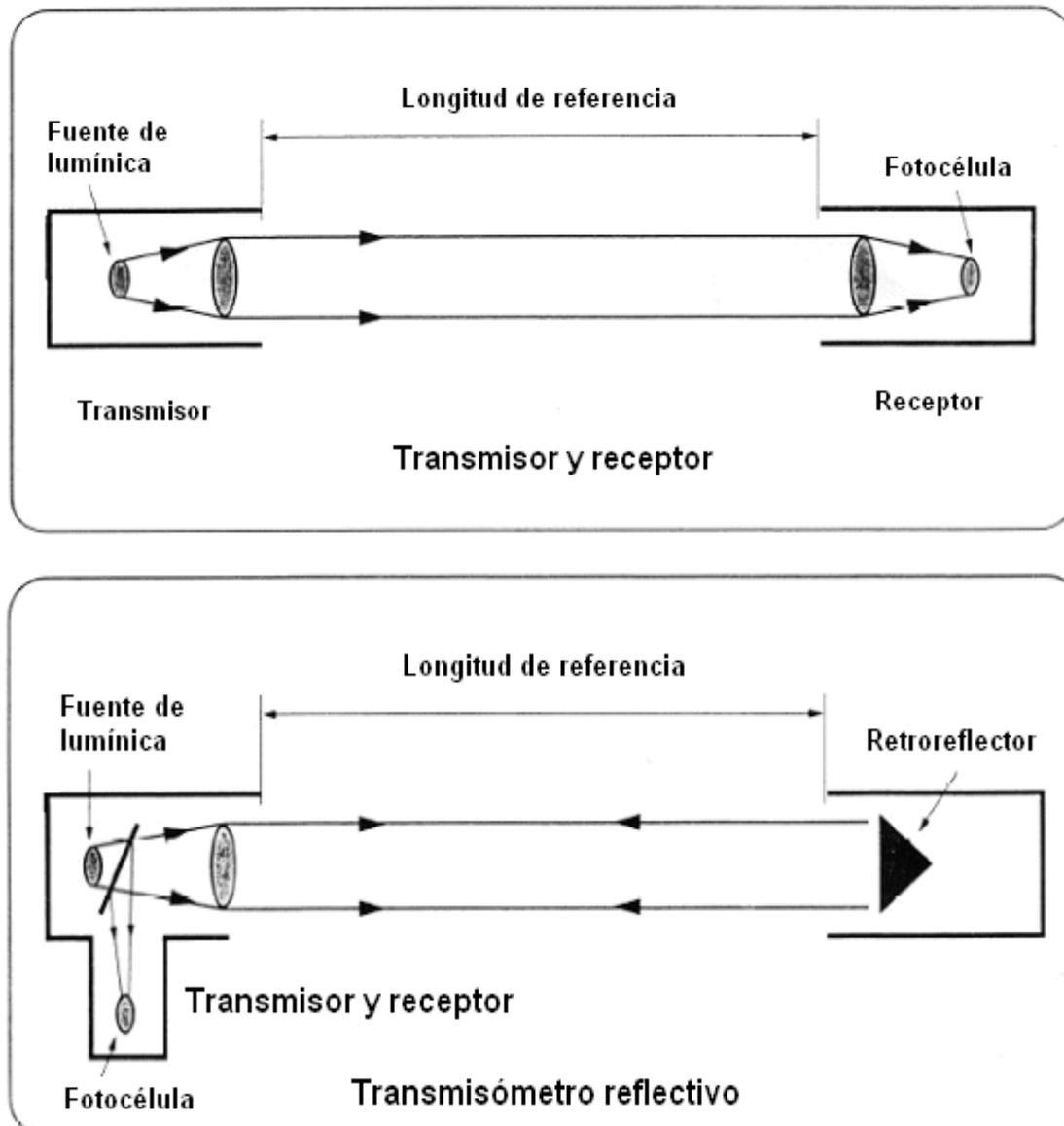


Figura 13-16 – Tipos de transmisómetros

Dos tipos de transmisómetros



10.8.5 En la Figura 13-17 – *Transmisómetros de RVR* se ilustra una fotografía de una instalación de un transmisor y receptor de RVR.

Figura 13-17 – Transmisómetros de RVR



10.9 Mantenimiento del aeródromo.-

10.9.1 Introducción.- Se debe establecer un sistema de mantenimiento para las ayudas visuales en un aeródromo, para asegurar la confiabilidad de la iluminación y las marcas. También se debe establecer un sistema de mantenimiento de las instalaciones del ILS, con verificaciones periódicas en tierra y en vuelo, como está especificado en el Anexo 10 al Convenio de Chicago.

10.9.2 Condición del sistema de iluminación.- Dada las dificultades para tener cero fallas del sistema de iluminación en todo momento, la OACI recomienda que en cada caso, el porcentaje de luces fuera de servicio durante aproximaciones de CAT II o CAT III, no debería exceder los valores mostrados en la tabla de la Figura 13-18 – *Máximo porcentaje de luces fuera de servicio.*

Figura 13-18 – Máximo porcentaje de luces fuera de servicio

5%	en el sistema de luces de aproximación desde el umbral hasta los 450 m antes del umbral
5%	en las luces de eje de pista
5%	en las luces de umbral de pista
5%	en las luces de borde de pista
10%	en las luces de zona de toma de contacto
15%	en el sistema de luces de aproximación desde el punto de 450 m antes del umbral y más allá de éste
25%	en las luces de final de pista

10.9.3 Sin embargo, para preservar el patrón del sistema de iluminación, también se recomienda asegurar que dos luces fuera de servicio, nunca estén adyacentes (excepto cuando está permitido que dos luces fuera de servicio estén en esas condiciones, en la misma barra transversal). Para verificar el servicio de mantenimiento del patrón del sistema de luces de un aeródromo, se puede utilizar una fotografía del sistema completo, efectuada de noche, o utilizar un sistema de informe automático de iluminación (véase Figura 13-13 – *Ejemplo del sistema de luces de aproximación y pista.*)

10.9.4 Fuente secundaria de energía para las ayudas visuales.- Tal como lo indica el Anexo 14 al Convenio de Chicago y mostrado en la Figura 13-19 – *Tiempo máximo para el cambio*, es requerida una fuente secundaria de energía para las ayudas visuales, con un tiempo de cambio establecido.

Figura 13-19 – Tiempo máximo para el cambio

Tiempo máximo para el cambio	
1 segundo	15 segundos
<ul style="list-style-type: none"> - Sistema de luces de aproximación - Umbral de pista - Final de pista - Eje de pista - Zona de toma de contacto - Barras de parada en las posiciones de espera en rodaje (CAT II) - Todas las barras de parada (CAT III) 	<ul style="list-style-type: none"> - Borde de pista - Luces de rodaje esenciales, además de aquellas de posición de espera (CAT II)

10.9.5 Mantenimiento del ILS.- Las instalaciones del ILS deben ser verificadas en tierra y en vuelo, de acuerdo a los requerimientos del Anexo 10 al Convenio de Chicago. Más aún, los usuarios deben ser avisados lo antes posible de cualquier degradación de la performance del ILS, y de acuerdo a los procedimientos del ATC.

11. Procedimientos de ATC

11.1 Generalidades.- Las operaciones de CAT II y CAT III requieren procedimientos especiales para el ATC y todos los servicios del aeródromo (mantenimiento, seguridad). Estas están normalmente referidas bajo un nombre genérico de "Procedimientos de baja visibilidad". Cada autoridad del aeródromo, debe desarrollar sus propios procedimientos con el documento de operación de todo tiempo de la OACI u otro aplicable, lo más pronto posible. Es muy difícil proporcionar una visión completa de dichos procedimientos en éste manual. Para estar perfectamente informado, referirse a los documentos detallados a lo largo de este capítulo. Principalmente, los procedimientos a ser establecidos son los siguientes:

- a) procedimientos para que el ATC sea informado de inmediato de todas las degradaciones de la performance del ILS y para informar al piloto, si es necesario;
- b) procedimientos para que el ATC sea informado de inmediato de todas las degradaciones en las ayudas visuales y para informar al piloto, si es necesario;

- c) procedimientos de la protección de la OFZ por el control de movimiento en tierra;
- d) procedimientos para la protección de las áreas críticas y las áreas sensibles del ILS por el control de movimiento en tierra y una adecuada separación entre dos aeronaves en aproximación o una aeronave y otra despegando;
- e) procedimientos para los servicios meteorológicos;
- f) procedimientos de mantenimiento; y
- g) procedimientos de seguridad.

11.2 Permisos del ATC.- Debe ser requerido un permiso del ATC para llevar a cabo aproximaciones de CAT II o CAT III, quien activará los “procedimientos de baja visibilidad”; por ejemplo, preparar el aeródromo y asegurar la separación apropiada entre aviones. Dicho tipo de aproximación no debe ser llevada a cabo hasta que haya sido recibido el permiso. También es recomendado que el ATC sea informado de cuando se intente realizar un aterrizaje automático, para asegurar, siempre que sea posible, la misma protección, aún en CAT I o mejores condiciones meteorológicas.

12. Registro de aprobación operacional

12.1 Esta Sección es un ejemplo de un registro de aprobación operacional de la primera solicitud presentada a la AAC por parte del explotador. (*Todas las figuras y tipos de aeronaves (A-320-211) son utilizados solamente como un ejemplo*). Los datos apropiados a la flota del explotador, deberían ser especificados desde momento de presentar ésta solicitud. Deberían ser agregados a éste registro, los apéndices apropiados.

12.2 Introducción.-

12.2.1 Este registro es presentado a la AAC como soporte de la solicitud para conducir operaciones de CAT II y CAT III, con el A-320-211 en los aeródromos listados en el apéndice de este registro. Este registro es la solicitud inicial del explotador para conducir operaciones de CAT II y CAT III. El proyecto se realiza por pasos, partiendo de operaciones de CAT II a CAT III B completa.

12.3 Requerimientos de avión.-

12.3.1 Estado de la certificación.- El A-320-211 de la flota está certificado para:

- a) aterrizaje automático;
- b) para CAT II;
- c) para CAT III.

12.3.2 Aproximaciones automáticas con una DH menor a 200 pies, pero no menor de 100 pies.- El A-320-211 está certificado para conducir aproximaciones de CAT II siempre que:

- a) como mínimo un A/P esté acoplado por debajo de la DH; y
- b) la información de CAT 2, CAT 2 SINGLE o CAT 3 DUAL está desplegada en el FMA.

12.3.2.1 La capacidad de aproximación de CAT II ha sido demostrada en el haz de calidad de ILS en CAT II y CAT III. La aproximación automática puede ser continuada, si las referencias visuales son suficientes para completar un aterrizaje manual o automático.

12.3.3 Aproximaciones automáticas con una DH por debajo de los 100 pies, pero no menor de 50 pies.- El A-320-211 está certificado para conducir aproximaciones de CAT III siempre que:

- a) como mínimo un A/P esté acoplado para la aproximación y el aterrizaje automático; y
- b) la información de CAT 3 SINGLE o CAT 3 DUAL está desplegada en la FMA.

12.3.4. La capacidad de aproximación de CAT III ha sido demostrada en el haz de calidad del ILS en CAT II y CAT III.

12.3.5 Aproximaciones automáticas con una DH por debajo de los 50 pies, pero no menor a la MABH o sin DH.- El A-320-211 esta certificado para conducir aproximaciones de CAT III siempre que:

- a) ambos A/P estén acoplados para la aproximación, aterrizaje automático y recorrido de aterrizaje;
- b) la información de CAT 3 DUAL esté desplegada en la FMA; y
- c) está establecida una DH basada en una MABH de 17 pies o si no es utilizada una DH, el RVR mínimo no es menor a 75 m.

12.3.5.1 La capacidad de aproximación de CAT III ha sido demostrada en el haz de calidad de ILS en CAT II y CAT III.

12.3.6 Además, para las operaciones de CAT II y CAT III, serán observadas las limitaciones relevantes del AFM, los procedimientos normales y no normales. Los extractos del AFM son expuestos en el apéndice de este registro.

12.4 Requerimientos de equipo del avión.- Las capacidades de CAT II o CAT III están disponibles siempre que el equipo listado como relevante en el AFM esté operativo. Los extractos del AFM son expuestos en el apéndice de este registro. Si el avión es despachado con un equipo no operativo, la MEL puede excluir las operaciones de CAT II o CAT III, como sea apropiado.

12.5 Requerimientos de mantenimiento.- Todas las capacidades de CAT II /CAT III de toda la flota de aviones Airbus, son funciones inherentes de un diseño básico estándar. Por lo tanto, las tareas relacionadas están cubiertas por el programa de mantenimiento de Airbus. No existen recomendaciones especiales para las planificaciones de programas de mantenimiento o verificaciones funcionales para asegurar las capacidades de CAT II /CAT III. Un programa para un mantenimiento no planificado está establecido en base al Manual de mantenimiento de Airbus para aconsejar las acciones/procedimientos necesarios, después de un aterrizaje automático fallido o falla de un componente. La confiabilidad del programa para los equipos requeridos ha sido establecida para monitorear el estado de los sistemas operacionales. El estado del avión es gobernado primariamente por el estado de la capacidad de los mensajes desplegados en la página del ECAM STATUS y el FMA. Sin embargo, tiene precedencia la información anotada por la tripulación de vuelo en el registro técnico de la aeronave. Si la capacidad de CAT III completa (CAT 3 DUAL) no está disponible, deberá ser anotada en el registro técnico de la aeronave. En este caso deberá establecerse un procedimiento de degradación / elevación y ser utilizado.

12.6 Operaciones.-

12.6.1 Procedimientos operacionales.- El OM ha sido revisado para incluir los procedimientos apropiados para las operaciones de CAT II y CAT III. Extractos del OM se encuentran en el apéndice de este documento. Dichos procedimientos han sido desarrollados para cumplir con los requisitos reglamentarios, teniendo en cuenta el AFM para el A-320-211 y los procedimientos recomendados. En particular la política del explotador para las aproximaciones de CAT II /CAT III, el PIC, sentado en el asiento izquierdo, sea el piloto que vuela y quien tome la decisión de aterrizar o de realizar un escape en la DH; y el SIC tenga la tarea de monitorear la aproximación y hacer los avisos apropiados.

12.6.2 Para todas las aproximaciones de CAT II y CAT III, el procedimiento recomendado es acoplar ambos A/Ps y de desacoplar el A/P a la velocidad de rodaje en la pista. Sin embargo, dependiendo del estado del avión y las condiciones del aeródromo:

- a) en condiciones de aproximaciones CAT II con RVR > 300 m, el A/P puede ser desacoplado a los 80 pies;
- b) condiciones de aproximaciones CAT II con RVR > 200 m, el A/P puede ser desacoplado en la toma de contacto;
- c) CAT III SINGLE puede ser ejecutado con 50 pies de DH y un RVR > 200 m, si un A/P no está operativo.

12.6.2.1 Las operaciones de CAT III serán conducidas con una DH de 17 pies (o sin DH).

12.7 Instrucción de la tripulación de vuelo.-

12.7.1 El programa de instrucción de la tripulación de vuelo cumple con los requerimientos de los reglamentos apropiados. El programa consiste en:

- a) instrucción de tierra; e
- b) instrucción de simulador de acuerdo. El programa de simulador está desarrollado en el apéndice de este registro.

12.8 Demostración operacional.- La demostración operacional es realizada para cumplir con los requisitos de estas operaciones para los tipos de aviones que han recibido la aprobación para operar en CAT II y CAT III. Durante el periodo de la evaluación operacional se establece un sistema de información para monitorear la relación de operaciones exitosas y revisar las no exitosas.

12.9 Monitoreo continuado.- Serán establecidos los datos y estadísticas para el monitoreo de la relación de aproximaciones de aterrizajes automáticos exitosos. Los informes de los pilotos de aproximaciones y aterrizajes no satisfactorios o malfuncionamiento de los sistemas del avión, deberán ser conservados por un periodo de doce meses. El monitoreo continuado será realizado de acuerdo a lo especificado en la reglamentación aplicable.

12.10 Requerimiento del aeródromo.-

12.10.1 Generalidades.- Las operaciones de CAT II /CAT III están previstas para los aeródromos que cumplen completamente con los estándares de CAT II /CAT III y están aprobados para dichas operaciones por las autoridades nacionales de dichos aeródromos. Durante el periodo de la demostración operacional o antes de conducir dichas aproximaciones y aterrizajes automáticos en condiciones meteorológicas de CAT II /CAT III en cualquier aeródromo, la conveniencia de las instalaciones del ILS y el terreno previo a la pista, deberían ser verificadas por un número mínimo de aproximaciones y aterrizajes automáticos. Las tripulaciones de vuelo debe verificar que el

procedimiento de baja visibilidad está en vigencia, antes de conducir una aproximación y aterrizaje automático en condiciones meteorológicas de CAT II /CAT III.

12.11 Características de la pista.- La longitud de pista requerida será verificada para cumplir con la distancia para aterrizaje automático establecido en el AFM, y si ésta distancia es mayor que la longitud de pista normal requerida. El ancho de la pista no debe ser inferior a 45 m para las operaciones de CAT II/CAT III.

12.12 Franqueamiento de obstáculos.- Para aproximaciones de CAT II la DH seleccionada no debe ser inferior a la OCH publicada.

12.13 Medición del RVR.-

12.13.1 Para las operaciones de CAT II y CAT IIIA, son de control los reportes TDZ y MID RVR. El reporte Rollout RVR provee información de aviso a los pilotos en estas operaciones.

12.13.2 Para las operaciones de CAT IIIB, son de control los reportes TDZ, MID y Rollout RVR. A pesar que los tres sistemas de reporte RVR deben estar instalados en todas las pistas a ser usadas en operaciones de CAT III, las operaciones de CAT IIIB que usan sistemas de aterrizaje automáticos operacionales en caso de fallas que incorporan un sistema de control de recorrido de pista operacional en caso de falla pueden continuar en el evento de que cualquiera de los tres sistemas de reporte RVR falla. En este caso, los dos reportes restantes RVR son de control.

12.14 Aterrizaje automático en CAT I o en mejores condiciones meteorológicas.- Durante el periodo de las demostraciones operacionales o de instrucción, se pueden conducir aterrizajes automáticos en pista no promulgadas para operaciones de CAT II/CAT III o sin estar en vigencia los procedimientos de baja visibilidad. Esto puede ser realizado en un número de pistas determinadas además de las aprobadas para CAT II/CAT III. La línea aérea ha verificado la disponibilidad de dichas pistas seleccionadas para aterrizajes automáticos. Han sido establecidos los criterios para la calificación de las tripulaciones de vuelo para la conducción de aterrizajes automáticos en condiciones meteorológicas de CAT I o mejores. Se han desarrollado procedimientos especiales para este tipo de operaciones y estos se encuentran desarrollados en el MO.

12.15 Mínimos de operación.-

12.15.1 Aproximación automática de CAT II.- La DH esta determinada por la mayor de:

- a) la altura mínima de decisión que se especifique en el AFM de la aeronave, si está establecida;
- b) la altura mínima hasta la que se puede utilizar la radioayuda de aproximación de precisión sin la referencia visual requerida;
- c) la OCA/H y OCL para la categoría del avión;
- c) la altura de decisión para la que la tripulación de vuelo está autorizada a operar; o
- d) cien (100) pies.

12.15.1.1 Los mínimos básicos de CAT II son DH 30 m (100 ft) y RVR 350 m. Los mínimos de CAT II restringida con DH de 45 m (150 ft) y RVR 500 m se aplican en general a las fases de evaluación operacional previas a la autorización de los mínimos básicos de CAT II.

12.15.2 Aproximación y aterrizaje automático de CAT III.-

12.15.2.1 CAT IIIA.- Para estas operaciones, los mínimos son (según especifica la Tabla 8 del Apéndice 12):

- a) con protección mínima: DH no inferior a 15 m (50 ft) y RVR 300 m; y
- b) operacional en caso de falla: DH inferior a 15 m (50 ft) o sin DH y RVR 300 m.

12.15.2.2 La información de TDZ RVR deberá indicar un valor mayor al RVR indicado en la Tabla 8.

12.15.2.3 Los procedimientos recomiendan la utilización de ambos A/Ps, pero si uno no estuviera operativo, puede ser conducida una aproximación de CAT III SINGLE, utilizando los mismos mínimos. Si no se puede utilizar el sistema de recorrido de aterrizaje o no está operativo, la aproximación y aterrizaje automático de CAT IIIA, aún se puede conducir, siempre que el A/P sea desacoplado al momento del contacto.

12.15.3 Aproximación y aterrizaje de CAT IIIB.-

12.15.3.1 Para las operaciones de aproximación y aterrizaje de CAT IIIB, los mínimos son:

- a) la DH es inferior a 15 m (50 ft) o no se exige una DH; y
- b) el RVR mínimo es 100 m.

12.15.3.2 Para las operaciones de CAT IIIB, los TDZ y MID RVR informados deberán ser mayores que los mínimos aplicables.

AYUDA DE TRABAJO

 AYUDA DE TRABAJO PARA LA APROBACION CAT II – CAT III		
Nombre del explotador:		Fecha de la revisión:
Tipo de Operación 121 <input type="checkbox"/> 135 <input type="checkbox"/> 91 <input type="checkbox"/>		Tipo de aplicación: CAT II <input type="checkbox"/> CAT III <input type="checkbox"/>
REF	CONDICION A VERIFICAR	REF. DOC.
	Operaciones de Vuelo	
	Procedimientos del Explotador:	(S-U-N/A)
1.	Tipo de Operación	
2.	CAT II y CAT III Procedimientos de Aproximación Instrumental	
3.	AFM/AOM/POH/QRH Previsiones o como sea aplicable	
4.	Coordinación de la tripulación y procedimientos de monitoreo	
5.	Callouts	
6.	Uso de DA (H) (Fail Passive)	
7.	Uso de alerta de altitud (AH) (Fail Operational)	
8.	Briefing de la Tripulación	
9.	Configuración	
10.	Operaciones No Normales y procedimientos	
11.	Consideraciones ambientales especiales (si aplica)	
12.	Continuación de la Aproximación CAT II, CAT III con deterioro del clima	
13.	Planificación de despacho y procedimientos de aplicación de la MEL y CDL	
14.	Demostración de la capacidad de los sistemas de la aeronave	
15.	Demostración de las capacidades de explotador	
16.	Análisis para la demostración de los sistemas de a bordo	
17.	Procedimientos operaciones para el retorno al servicio	
	ENTRENAMIENTO Y CALIFICACION DE LA TRIPULACION	
1.	Entrenamiento Inicial	
2.	Entrenamiento Periódico / Verificación	
3.	Entrenamiento de Promoción	
4.	Entrenamiento de Recalificación	
5.	Experiencia Reciente	
6.	Entrenamiento de Diferencias	
7.	Entrenamiento simultaneo y calificación para CAT II, CAT III	
8.	Segmento de entrenamiento en tierra	
9.	Sistemas de guía y control del movimiento en la superficie	

10.	Elemento de entrenamiento en vuelo	
11.	Política de procedimientos y maniobras	
12.	Calificación Inicial	
13.	Calificación en despegue con visibilidad reducida	
14.	Múltiples tipos de aeronaves o calificación en variantes (si aplica)	
15.	Terrenos especiales en aeropuertos (si aplica)	
16.	Procedimientos de mínimos de altitud para el PIC	
17.	Verificación en línea	
18.	Registros de la tripulación y sistema de notificación	
19.	AQP	
AERONAVE Y EQUIPOS		
1.	Sistemas de Mando de vuelo para CAT II	
2.	Sistemas de Mando de vuelo para CAT II	
3.	Sistema de aterrizaje y control de vuelo automático	
4.	Flight Director	
5.	Sistema de HUD	
6.	Enhanced / Synthetic Vision systems	
7.	Hybrid Displays	
8.	Performance de navegación requerida	
ESPECIFICACIONES RELATIVAS A LAS OPERACIONES		
1.	Emisión de los mínimos CAT II CAT III en las OPSPECS/LOA	
2.	Enmiendas en las OPSPECS/LOA (si aplica)	
PAQUETE DE APLICACION DEL EXPLOTADOR		
1.	AOM partes aplicables	
2.	FOM partes aplicables	
3.	Documentos de cumplimiento	
4.	Programa de entrenamiento	
5.	Modelo de OPSPECS/LOA	
6.	MEL	
7.	Cronograma de eventos	
8.	Plan de demostración	
9.	Carta de solicitud	
Resultado de la revisión: <input type="checkbox"/> SATISFACTORIA <input type="checkbox"/> INSATISFACTORIA		Nombre y firma del inspector responsable:
Observaciones y/o comentarios del inspector:		

PARTE II – EXPLOTADORES DE SERVICIOS AÉREOS

VOLUMEN III – AUTORIZACIONES OPERACIONALES Y EQUIPOS DE LAS AERONAVES

Capítulo 14 – Performance de aeronaves e información de aeródromos

“A ser desarrollado”

INTENCIONALMENTE EN BLANCO

PARTE II – EXPLOTADORES DE SERVICIOS AÉREOS**VOLUMEN III – AUTORIZACIONES OPERACIONALES Y EQUIPOS DE LAS AERONAVES****Capítulo 15 – Programa de deshielo y antihielo de la aeronave en tierra****Índice****Sección 1 – Temas generales**

1.	Objetivo	PII-VIII-C15-01
2.	Generalidades	PII-VIII-C15-01
3.	Requisitos reglamentarios	PII-VIII-C15-02
4.	Deshielo y antihielo de la aeronave en tierra	PII-VIII-C15-06
5.	Definiciones y abreviaturas	PII-VIII-C15-06
6.	El concepto de avión limpio	PII-VIII-C15-09
7.	Programas de deshielo y antihielo de la aeronave en tierra	PII-VIII-C15-10
8.	Plan de gestión	PII-VIII-C15-11
9.	Tiempo máximo de efectividad y procedimientos para su uso	PII-VIII-C15-11
10.	Fuentes de información	PII-VIII-C15-13

Sección 2 - Procedimientos de aprobación

1.	Generalidades	PII-VIII-C15-13
2.	Proceso previo a la aprobación y elaboración del programa	PII-VIII-C15-13
3.	Proceso de aprobación del programa de deshielo/antihielo en tierra	PII-VIII-C15-19
4.	El proceso de aprobación	PII-VIII-C15-19
5.	Fases del proceso	PII-VIII-C15-20

Sección 3 – Programa de instrucción inicial y entrenamiento periódico para los miembros de la tripulación de vuelo y personal involucrado

1.	Contenido del currículo de instrucción	PII-VIII-C15-23
----	--	-----------------

Sección 1 – Temas generales**1. Objetivo**

Este capítulo contiene los fundamentos básicos para la inducción del IO en actividades de operaciones de deshielo y antihielo de las aeronaves en tierra. La principal actividad del inspector será cerciorarse que el explotador ha incluido en su manual de operaciones (OM) procedimientos afines.

2. Generalidades

Es de sumo interés para todos: los transportistas aéreos, autoridades aeroportuarias, controladores de tránsito aéreo y usuarios de los servicios de transporte aéreo que las operaciones aeronáuticas sean seguras, independientemente de las condiciones meteorológicas. Al revisar la reciente historia de los accidentes de aviación en la industria del transporte aéreo, se observa que un considerable número de ellos ocurrió en épocas invernales. El examen de estos accidentes revela la importancia que se establezcan oficialmente requisitos y procedimientos para el correcto desarrollo de las actividades de deshielo y antihielo en los aviones y que dichos requisitos y procedimientos se

distribuyan a todos los segmentos de la aviación, o sea, fabricantes de aviones, explotadores de líneas aéreas y entidades de proyectos, mantenimiento y servicios. Este manual está dirigido especialmente a las tripulaciones de vuelo de toda clase y categoría de aviones y, al personal complementario de mantenimiento y servicios.

3. Requisitos reglamentarios

3.1 Operación en condiciones de formación de hielo.-

3.1.1 La Sección 121.2620 – Operación en condiciones de formación de hielo del RAB 121 establece lo siguiente respecto a estas operaciones:

- a) El explotador no iniciará ningún vuelo que tenga que realizarse en condiciones de formación de hielo, conocidas o previstas, a no ser que el avión esté debidamente certificado y equipado para hacer frente a tales condiciones.
- b) Ninguna persona puede despachar o liberar un avión, continuar operando un avión en ruta, o aterrizar un avión, cuando, en la opinión del piloto al mando o del DV (para operaciones regulares domésticas e internacionales únicamente), se esperan o se encuentran condiciones de formación de hielo que pueden afectar adversamente la seguridad de vuelo.
- c) Ningún piloto puede despegar un avión cuando, nieve, escarcha o hielo se adhieren a las alas, superficie de control, hélices, entradas de los motores u otras superficies críticas del avión o cuando el despegue no cumpliría con el Párrafo (e) de esta sección. Los despegues con escarcha bajo las alas en las áreas de los tanques de combustible pueden ser autorizados por la AAC.
- d) Excepto lo previsto en el Párrafo (e) de esta sección, ninguna persona puede despachar, liberar o despegar un avión cuando las condiciones meteorológicas son tales que se torna razonablemente previsible que la escarcha, hielo o nieve puedan adherirse al avión, salvo que, el explotador tenga un programa aprobado de deshielo y antihielo en tierra en sus OpSpecs. El programa aprobado de deshielo y antihielo en tierra del explotador debe incluir, como mínimo, lo siguiente:
 - 1) una descripción detallada de:
 - cómo el explotador determina que las condiciones meteorológicas son tales que se torna razonablemente previsible que la escarcha, hielo o nieve pueden adherirse al avión y como deben efectuarse los procedimientos operacionales de deshielo y antihielo en tierra;
 - quién es el responsable de la decisión para efectuar los procedimientos operacionales de deshielo y antihielo en tierra;
 - los procedimientos para implementar los procedimientos operacionales de deshielo y antihielo en tierra; y
 - los deberes y responsabilidades específicas de cada puesto o grupo operacional responsable por la activación de los procedimientos operacionales de deshielo y antihielo en tierra, con el objeto de lograr un despegue seguro del avión.
 - 2) instrucción inicial, entrenamiento periódico anual, evaluaciones para las tripulaciones de vuelo y la calificación para el resto del personal involucrado (p. ej., DV, personal de tierra y personal contratado) con respecto a los requisitos específicos del programa aprobado y sobre los deberes y responsabilidades de cada persona que actúa de

acuerdo con el programa aprobado de deshielo y antihielo, cubriendo, específicamente, las siguientes áreas:

- el uso de los tiempos máximos de efectividad.
 - los procedimientos de deshielo y antihielo del avión, incluyendo los procedimientos y responsabilidades de inspección y verificación;
 - procedimientos de comunicaciones;
 - contaminación de la superficie del avión (p. ej., adherencia de escarcha, hielo o nieve) e identificación de las áreas críticas, y cómo la contaminación afecta adversamente la performance y las características de vuelo del avión;
 - tipos y características de los fluidos de deshielo y antihielo;
 - procedimientos para la inspección de pre-vuelo en tiempo frío; y
 - técnicas para reconocer la contaminación del avión.
- 3) las tablas de tiempos máximos de efectividad (HOT) del explotador y los procedimientos para el uso de esas tablas por parte del personal del explotador. El tiempo de efectividad es el tiempo estimado en que el fluido de deshielo y antihielo prevendrá la formación de escarcha o hielo o la acumulación de nieve en las superficies protegidas de un avión. El tiempo máximo de efectividad inicia cuando comienza la aplicación final del fluido de deshielo y antihielo y termina cuando el fluido aplicado al avión pierde su efectividad. El tiempo máximo de efectividad debe estar respaldado por datos aceptables para la AAC. El programa del explotador debe incluir procedimientos para los miembros de la tripulación de vuelo para aumentar o disminuir el tiempo de efectividad determinado en condiciones cambiantes. El programa debe informar que el despegue, después de haber excedido cualquier tiempo máximo de efectividad, es permitido únicamente si, por lo menos, existe una de las siguientes condiciones:
- una verificación de la contaminación del avión antes del despegue, como está definida en el Párrafo (d) (4) de esta sección, determina que las alas, superficies de control y otras superficies críticas, como son definidas en el programa del explotador están libres de escarcha, hielo o nieve;
 - que se ha determinado, por un procedimiento alternativo aprobado por la AAC de acuerdo con el programa aprobado del explotador, que las alas, superficies de control y otras superficies críticas definidas en el referido programa están libres de escarcha, hielo o nieve; o
 - las alas, superficies de control y otras superficies críticas hayan sido nuevamente desheladas, estableciéndose un nuevo tiempo máximo de efectividad.
- 4) los procedimientos y responsabilidades para el deshielo y antihielo del avión, para la verificación antes del despegue y para verificar la contaminación del avión antes del despegue. Una verificación antes del despegue es una verificación para detectar escarcha, hielo o nieve en las alas o en las superficies representativas del avión dentro del tiempo de efectividad. Una verificación de la contaminación antes del despegue es una verificación para asegurarse que las alas, superficies de control y otras superficies críticas, como son definidas en el programa del explotador, se encuentran libres de escarcha, hielo y nieve. La inspección debe ser conducida dentro de los cinco minutos anteriores al inicio del despegue, debiendo efectuarse desde la parte exterior del avión a

menos que el programa aprobado especifique de otra manera.

- e) Un explotador puede continuar operando según esta sección sin un programa requerido en el Párrafo (d) anterior, si incluye en sus OpSpecs un requerimiento que, toda vez que las condiciones son tales que se torna razonablemente previsible que la escarcha, hielo y nieve pueden adherirse al avión, ningún avión despegará, salvo que dicho avión haya sido verificado para asegurar que las alas, superficies de control y otras superficies críticas están libres de escarcha, hielo y nieve. La verificación debe ser realizada dentro de los 5 minutos anteriores al inicio del despegue y desde la parte exterior del avión.

3.1.2 Por su parte la Sección 135.700 – Condiciones de formación de hielo del RAB 135 establece lo siguiente:

- a) El explotador no iniciará un vuelo que tenga que realizarse en condiciones de formación de hielo, conocidas o previstas, a no ser que la aeronave esté debidamente certificada y equipada para hacer frente a tales condiciones.
- b) El explotador no podrá operar, continuar en ruta, o aterrizar una aeronave, cuando, en la opinión del piloto al mando, se esperan o se encuentran condiciones de formación de hielo que pueden afectar adversamente la seguridad de vuelo.
- c) Un piloto no podrá despegar una aeronave cuando, nieve, escarcha o hielo se adhieren a las palas de rotor, las alas, superficie de control, hélices, entradas de los motores u otras superficies críticas de la aeronave o cuando el despegue no cumpliría con el Párrafo (e) de esta sección. Los despegues con escarcha bajo las alas en las áreas de los tanques de combustible pueden ser autorizados por la AAC.
- d) Excepto lo previsto en el Párrafo (e) de esta sección, el explotador no podrá operar una aeronave cuando las condiciones meteorológicas son tales que se torna razonablemente previsible que la escarcha, hielo o nieve puedan adherirse a la aeronave, salvo que, el explotador tenga un programa aprobado de deshielo y antihielo en tierra en sus OpSpecs. El programa aprobado de deshielo y antihielo en tierra del explotador debe incluir, como mínimo, lo siguiente:
- 5) una descripción detallada de:
- cómo el explotador determina que las condiciones meteorológicas son tales que se torna razonablemente previsible que la escarcha, hielo o nieve pueden adherirse a la aeronave y como deben efectuarse los procedimientos operacionales de deshielo y antihielo en tierra;
 - quién es el responsable de la decisión para efectuar los procedimientos operacionales de deshielo y antihielo en tierra;
 - los procedimientos para implementar los procedimientos operacionales de deshielo y antihielo en tierra; y
 - los deberes y responsabilidades específicas de cada puesto o grupo operacional responsable por la activación de los procedimientos operacionales de deshielo y antihielo en tierra, con el objeto de lograr un despegue seguro de la aeronave.
- 6) instrucción inicial, entrenamiento periódico anual, evaluaciones para las tripulaciones de vuelo y la calificación para el resto del personal involucrado (p. ej., personal de tierra y personal contratado) con respecto a los requisitos específicos del programa aprobado y sobre los deberes y responsabilidades de cada persona que actúa de acuerdo con el programa aprobado de deshielo y antihielo, cubriendo, específicamente, las siguientes áreas:

- el uso de los tiempos máximos de efectividad.
 - los procedimientos de deshielo y antihielo del avión, incluyendo los procedimientos y responsabilidades de inspección y verificación;
 - procedimientos de comunicaciones;
 - contaminación de la superficie del avión (p. ej., adherencia de escarcha, hielo o nieve) e identificación de las áreas críticas, y cómo la contaminación afecta adversamente la performance y las características de vuelo de la aeronave;
 - tipos y características de los fluidos de deshielo y antihielo;
 - procedimientos para la inspección de pre-vuelo en tiempo frío; y
 - técnicas para reconocer la contaminación de la aeronave.
- 7) las tablas de tiempos máximos de efectividad (HOT) del explotador y los procedimientos para el uso de esas tablas por parte del personal del explotador. El tiempo de efectividad es el tiempo estimado en que el fluido de deshielo y antihielo prevendrá la formación de escarcha o hielo o la acumulación de nieve en las superficies protegidas de una aeronave. El tiempo máximo de efectividad inicia cuando comienza la aplicación final del fluido de deshielo y antihielo y termina cuando el fluido aplicado a la aeronave pierde su efectividad. El tiempo máximo de efectividad debe estar respaldado por datos aceptables para la AAC. El programa del explotador debe incluir procedimientos para los miembros de la tripulación de vuelo para aumentar o disminuir el tiempo de efectividad determinado en condiciones cambiantes. El programa debe informar que el despegue, después de haber excedido cualquier tiempo máximo de efectividad, es permitido únicamente si, por lo menos, existe una de las siguientes condiciones:
- una verificación de la contaminación de la aeronave antes del despegue, como está definida en el Párrafo (d) (4) de esta sección, determina que las palas del rotor, alas, superficies de control y otras superficies críticas, como son definidas en el programa del explotador están libres de escarcha, hielo o nieve;
 - que se ha determinado, por un procedimiento alterno aprobado por la AAC de acuerdo con el programa aprobado del explotador, que las palas del rotor, alas, superficies de control y otras superficies críticas definidas en el referido programa están libres de escarcha, hielo o nieve; o
 - las palas del rotor, alas, superficies de control y otras superficies críticas hayan sido nuevamente desheladas, estableciéndose un nuevo tiempo máximo de efectividad.
 - los procedimientos y responsabilidades para el deshielo y antihielo del avión, para la verificación antes del despegue y para verificar la contaminación de la aeronave antes del despegue. Una verificación antes del despegue es una verificación para detectar escarcha, hielo o nieve en las alas o en las superficies representativas de la aeronave dentro del tiempo de efectividad. Una verificación de la contaminación antes del despegue es una verificación para asegurarse que las palas del rotor, alas, superficies de control y otras superficies críticas, como son definidas en el programa del explotador, se encuentran libres de escarcha, hielo y nieve. La inspección debe ser conducida dentro de los cinco minutos anteriores al inicio del despegue, debiendo efectuarse desde la parte exterior de la aeronave a menos que el programa aprobado especifique de otra manera.

- e) Un explotador puede continuar operando según esta sección sin un programa requerido en el Párrafo (d) anterior, si incluye en sus OpSpecs un requerimiento que, toda vez que las condiciones son tales que se torna razonablemente previsible que la escarcha, hielo y nieve pueden adherirse a la aeronave, una aeronave no despegará, salvo que dicha aeronave haya sido verificada para asegurar que las palas del rotor, alas, superficies de control y otras superficies críticas están libres de escarcha, hielo y nieve. La verificación debe ser realizada dentro de los 5 minutos anteriores al inicio del despegue y desde la parte exterior de la aeronave.

4. Deshielo y antihielo de la aeronave en tierra

4.1 Uno de los fenómenos que puede ser encontrado en operaciones invernales en aeródromos con condiciones severas de contaminación por escarcha, hielo, nieve o aguanieve, es la formación de hielo claro. Este contaminante es una capa de hielo clara como el cristal que es muy difícil de detectar, especialmente en condiciones pobres de iluminación o cuando la superficie del avión está mojada. El hielo claro puede ser formado por una combinación de avión empapado y condiciones adversas de tiempo. Ha sido reportada la formación de hielo claro durante llovizna o lluvia a temperatura exterior del aire (OAT) de hasta 15°C. En caso de un tratamiento de deshielo o antihielo deberá recordarse que debajo de una capa de hielo o de nieve podría haber un área grande de hielo claro. En general, son muchas las condiciones atmosféricas y ambientales que pueden causar el engelamiento en un avión: escarcha, nieve, niebla engelante, llovizna o lluvia engelante o un alto índice de humedad combinados. También es importante resaltar que durante las operaciones en tierra, tanto la tripulación, como los equipos de mantenimiento y plataforma deben prestar atención a la variación de las condiciones atmosféricas, porque pueden superponerse o mezclarse circunstancias engelantes con otras que no lo son. Es difícil notar el hielo claro o el fluido antihielo que haya perdido sus facultades.

4.2 Otras condiciones que facilitan la contaminación por engelamiento en las superficies del avión son las siguientes:

- a) movimientos en plataformas, calles de rodaje y pistas contaminadas con agua, nieve o aguanieve; pueden depositarse en las superficies del avión a causa del viento, de la operación de otros aviones, de los escapes de motores e incluso, por los equipos de ayuda en tierra; y
- b) las superficies calientes de un avión que queden expuestas a precipitaciones engelantes cuando están a temperaturas inferiores a las del punto de congelación, pueden causar licuación y posterior re-engelamiento de los componentes de la precipitación.

4.3 Cuando la temperatura ambiente es muy baja (por debajo de los – 30°C, aproximadamente), algunos fluidos precalentados del Tipo I pierden su efectividad, por lo que es menester emplear otros métodos de eliminar la contaminación congelada.

5. Definiciones y abreviaturas

5.1 Definiciones.-

5.1.1 Alto índice de humedad.- La condición atmosférica en la que la humedad relativa está muy próxima a la saturación.

5.1.2 Antihielo.- Procedimiento utilizado para prevenir la formación de hielo y escarcha o la acumulación de aguanieve en las superficies limpias del avión, durante un limitado período de tiempo.

5.1.3 Contaminantes congelados.- Estos contaminantes incluyen lluvia helada ligera, lluvia helada, llovizna helada, escarcha, hielo, bolitas de nieve, granos de nieve, nieve y aguanieve.

5.1.4 Deshielo.- Procedimiento usado para eliminar hielo, nieve, aguanieve o la escarcha de las superficies del avión. Esto puede lograrse por medios mecánicos, neumáticos o utilizando fluidos que se hayan calentado de antemano. Los métodos mecánicos son más apropiados en condiciones extremadamente frías o cuando se haya determinado que el contaminante congelado no se adhiere a las superficies del avión. En los casos en que se utilicen fluidos calientes y se desee una óptima transferencia de calor, los fluidos deben aplicarse a cierta distancia de las superficies del avión de conformidad con el procedimiento aprobado del explotador y las recomendaciones del fabricante del fluido.

5.1.5 Deshielo y antihielo.- Procedimiento que combina las operaciones de deshielo y antihielo. Puede hacerse en una o en dos etapas:

- a) Deshielo y antihielo en una etapa.- Procedimiento que se lleva a cabo utilizando un fluido antihielo calentado con anterioridad. Este fluido se usa para deshelar el avión y los restos de dicho fluido forman en la superficie una película antihielo. Se pueden usar fluidos Tipo I, II, III y IV de la Sociedad de ingenieros automotores (SAE) o de la Organización internacional de normalización (ISO), pero la protección que proporciona el fluido Tipo I es inferior a la de los fluidos Tipo II, III y IV; y
- b) Deshielo y antihielo en dos etapas.- Este procedimiento consta de dos etapas claramente diferenciadas. A la primera de ellas, la del deshielo, le seguirá la del antihielo, ambas totalmente distintas ya que se usan dos fluidos diferentes. El fluido se aplica pulverizado para proteger las superficies críticas del avión, siendo el procedimiento que proporciona la máxima protección anticongelante.

5.1.6 Efecto del empapamiento frío.- Se dice que las alas de los aviones están empapadas y frías cuando contienen combustible muy frío al aterrizar, como resultado de un vuelo a gran altitud por un largo tiempo o si se ha reabastecido de combustible muy frío. Cuando la precipitación cae sobre un avión empapado y frío, que está en tierra, puede formarse hielo transparente. Aún con temperaturas ambientes entre -2°C y 15°C , puede formarse hielo o escarcha en presencia de humedad visible o un grado de humedad, si la estructura del avión se mantiene por debajo del punto de congelación. Es muy difícil detectar visualmente el hielo transparente, que puede desprenderse durante el despegue o después del mismo. Los factores siguientes contribuyen al efecto de empapamiento frío:

- a) temperatura y cantidad de combustible en los depósitos de combustible;
- b) tipos y emplazamiento de estos últimos;
- c) duración del vuelo a gran altitud;
- d) temperatura del combustible de reabastecimiento y;
- e) tiempo transcurrido desde esa operación;

5.1.7 Escarcha.- Depósito de hielo de formas variadas y con apariencia cristalina. Se forma por sublimación cuando las capas de aire son muy ricas en humedad; es decir, es un vapor de agua que se deposita en superficies que están en el punto de congelación o por debajo del mismo.

5.1.8 Escarcha activa.- El proceso que existe al formarse la escarcha. Este proceso ocurre cuando la temperatura de la superficie es de 0°C o menos y está al punto de rocío o más baja.

5.1.9 Fuerza cortante.- Fuerza que se aplica lateralmente sobre un fluido anticongelante. Cuando se aplica sobre uno de Tipo II, III o IV, reduce su viscosidad y cuando se deja de aplicar generalmente la recupera. Por ejemplo, se aplica esta fuerza siempre que un fluido es bombeado, se

le fuerza a salir por un orificio o cuando se le somete a un flujo de aire. En el caso de que la fuerza aplicada sea excesiva, el sistema de la recuperación de la viscosidad puede resultar permanentemente degradado y el grado de viscosidad del fluido puede llegar a ser inferior al que haya fijado y certificado el fabricante. El fluido así malogrado no debe emplearse en las operaciones.

5.1.10 Hielo claro.- Depósito de hielo producido al congelarse las gotitas de niebla o nubes subfundidas en la superficie de objetos cuya temperatura está por debajo del punto de congelación o ligeramente por encima del mismo. Dicho depósito se compone de gránulos separados por aire aprisionado y a veces adornado con ramas cristalinas.

5.1.11 Humedad visible.- Niebla, lluvia, nieve, aguanieve, alto índice de humedad (con condensación en las superficies) y los cristales de hielo pueden producir humedad visible en aviones, calles de rodaje y pistas expuestas a estos fenómenos.

5.1.12 Intensidad de la precipitación.- La intensidad de la precipitación es una indicación de la cantidad de precipitación recogida en un intervalo unitario de tiempo. Se describe como ligera, moderada o fuerte. La intensidad se refiere respecto del tipo de precipitación que tiene lugar, basándose en el ritmo de caída en el caso de la nieve y llovizna. El criterio del ritmo de caída es cronológico y no describe con precisión la intensidad en un momento dado de la observación.

5.1.13 Llovizna.- Precipitación bastante uniforme compuesta exclusivamente de finas gotas de agua [de diámetro inferior a 0.5mm (0.02")] muy próximas entre sí. La llovizna parece flotar al seguir las corrientes de aire, pero a diferencia de las gotitas de niebla, cae al suelo.

5.1.14 Lluvia.- Precipitación de partículas de agua líquida, en forma de gotas de diámetro superior a 0.5mm, o de gotas más pequeñas y a diferencia de la llovizna, muy dispersas.

5.1.15 Lluvia y llovizna engelantes.- Lluvia o llovizna en forma de gotas de agua subfundidas que se congelan en contacto con cualquier superficie.

5.1.16 Niebla engelante.- Niebla y niebla baja (ground fog), agregación visible de minúsculas partículas (gotitas) de agua en el aire, que reducen la visibilidad horizontal en la superficie de la Tierra, a menos de un kilómetro.

5.1.17 Nieve.- Precipitación de cristales de hielo, la mayoría ramificados en forma de estrella de seis puntas. Estos cristales pueden estar aislados o aglomerados formando copos de nieve.

5.1.18 Nieve enlodada.- Nieve saturada con agua en cuyo contacto se produce salpicadura.

5.1.19 Nieve mojada.- Cuando la temperatura ambiente está cerca o por encima del punto de congelación.

5.1.20 Nieve seca.- Cuando la temperatura ambiente está por debajo del punto de congelación.

5.1.21 Superficies críticas.- Superficies de un avión que tienen que estar completamente limpias de hielo, nieve, aguanieve o escarcha antes de despegar. Estas superficies deben ser definidas por los fabricantes del avión.

5.1.22 Tiempo máximo de efectividad (HOT).- Es el tiempo máximo estimado en que el fluido anticongelante evitará la formación de hielo y escarcha, así como la acumulación de nieve en las superficies protegidas (tratadas) del avión.

5.1.23 Verificación pre-despeque.- Es una verificación de las alas o de aquellas superficies de importancia del avión para constatar la presencia de contaminantes congelados. Esta verificación se realiza dentro del lapso correspondiente al HOT y debe ser realizada mediante la observación de

áreas de importancia desde la cabina de vuelo, cabina de pasajeros y desde la parte exterior del avión, dependiendo del tipo de avión y del programa aprobado por la AAC.

5.1.24 Verificación de contaminación pre-despegue.- Es una verificación (realizada luego de haberse excedido el HOT para asegurar que las alas del avión, las superficies de control y otras superficies críticas, tal y cual las define el programa aprobado del explotador permanezcan libres de contaminantes congelados. Esta verificación debe ser llevada a cabo dentro de los cinco minutos precedentes al comienzo del despegue y desde la parte exterior del avión, a menos que el programa aprobado al explotador lo especifique de otra forma.

5.2 Abreviaturas.-

5.2.1	AEA	Asociación de líneas aéreas europeas
5.2.2	DIN	Instituto alemán para normas (Deutsches Institut für Normung)
5.2.3	FP	Punto de engelamiento
5.2.4	HOT	Tiempo máximo de efectividad
5.2.5	ISO	Organización internacional de normalización
5.2.6	LEF	Dispositivo de borde de ataque
5.2.7	OAT	Temperatura exterior del aire
5.2.8	SAE	Sociedad de ingenieros automotores
5.2.9	VOL	Volumen

6. El concepto de avión limpio

6.1 No se intentará despegar cuando existieren situaciones tales que puedan producir en el avión ciertas condiciones de engelamiento, ni tampoco si hubiere hielo, nieve, aguanieve o escarcha sobre los planos, hélices, superficies de control, entradas a los motores (nacelle), en los tubos pitot, en el panel de toma de presión estática o en otras superficies llamadas críticas. Esto es lo que se conoce bajo el concepto de “avión limpio”.

6.2 A excepción de lo que está permitido en el AFM, cualquier capa de hielo, nieve o escarcha que se forme en las superficies de un avión, puede afectar radicalmente el comportamiento de éste debido a la reducción en sustentación aerodinámica y al aumento de resistencia al avance, resultante de los impedimentos que presenta al flujo de aire. Es más, el aguanieve, la nieve engelante o el hielo pueden dar lugar al atascamiento de ciertas partes móviles, como lo son las superficies de control y los mecanismos de los flaps, con lo que se crea una situación peligrosa. Estas circunstancias adversas a las propiedades aerodinámicas de la célula del avión, pueden conducirnos a cambios repentinos en el perfil del vuelo programado, con total ausencia de indicaciones en la cabina de pilotaje o sin que los pilotos sientan ningún aviso de tipo aerodinámico previo.

6.3 Un gran número de variables puede influir en la formación de hielo y escarcha o en la acumulación de nieve o aguanieve, que de hecho son los elementos que causan la rugosidad de las superficies aerodinámicas del avión. Estas variables son:

- a) temperatura ambiente;

- b) temperatura de la célula del avión;
- c) cantidad de precipitación y contenido de humedad en la misma;
- d) temperatura de los fluidos de deshielo y antihielo;
- e) proporción de la mezcla agua / descongelante que tenga el fluido;
- f) humedad relativa; y
- g) velocidad y dirección del viento.

6.3.1 También pueden verse afectadas las características de los fluidos que se vayan a usar para el deshielo y el antihielo del avión. Como resultado de todo esto, no se puede fijar con certeza el tiempo que dura la protección antihielo de ningún fluido.

6.4 Se han desarrollado numerosas técnicas para conseguir que el concepto de avión limpio sea una realidad. La mejor protección contra la contaminación es un apropiado y correcto deshielo, seguido de una aplicación de fluido antihielo idóneo. Siempre se debe llevar a cabo una adecuada comprobación física o visual de las superficies críticas del avión para asegurarnos que el tratamiento empleado ha sido efectivo y que el avión cumple con el concepto de avión limpio.

7. Programas de deshielo y antihielo de la aeronave en tierra

7.1 Autoridad reglamentaria.- Las respectivas AAC son quienes tienen la responsabilidad de cerciorarse que cada explotador de los autorizados a efectuar operaciones en áreas susceptibles a cambios climáticos severos con bajas temperaturas y exposición a engelamiento, dispongan de un programa aprobado de deshielo y antihielo para cumplir así con el concepto de avión limpio. Estos programas generales deben incluir la elaboración y puesta en marcha de programas de instrucción sobre procedimientos de deshielo y antihielo para pilotos, mecánicos, personal de las estaciones involucradas en operaciones invernales y personal de las empresas contratadas en los aeródromos afectados por las operaciones invernales.

7.1.1 También le incumbe a la AAC asegurarse que los usuarios del o de los aeródromos afectados por operaciones invernales tengan fácil acceso a la información meteorológica y otros datos pertinentes. Estos informes cobran especial interés durante las operaciones de invierno que requieren el uso de deshielo y antihielo de los aviones. Entre otros datos se debe incluir:

- a) informes sobre el estado de las pistas;
- b) informes sobre el estado de las calles de rodaje y las plataformas;
- c) informes sobre la secuencia de los despegues; y
- d) conocimiento sobre la entrada en vigor de operaciones de todo tiempo.

7.2 El programa de deshielo y antihielo deberá definir claramente las competencias del explotador. Toda aquella persona que intervenga en actividades terrestres de deshielo y antihielo, deberá estar capacitada y conocer los procedimientos, comunicaciones y limitaciones que tendrá y de las que será responsable. Los programas de deshielo y antihielo cubrirán todas las estaciones que para las operaciones de invierno tenga el explotador. En ellos se indicarán los servicios de deshielo y antihielo que presten otras organizaciones mediante contratos. Los programas de instrucción desarrollados al efecto, cubrirán los cursos inicial y periódico. El explotador desarrollará un manual al respecto o podrá incluir los programas de deshielo y antihielo más los programas de adiestramiento o instrucción dentro del MO, manual de las estaciones, manual de plataforma y

manual de despacho de vuelos.

7.3 Ejecución del deshielo.- En realidad, los deshielos y antihielos son, técnicamente hablando, una parte de la operación del avión. La persona que se encargue de llevar a cabo el programa es la responsable de que se cumplan los procedimientos y tiene que verificar los resultados de los tratamientos de deshielo y antihielo que se están aplicando. Por otra parte no hay que olvidar que la información a la tripulación de vuelo de los servicios prestados, es una de las necesidades técnicas precedentes al vuelo del avión. Siempre deberá saberse quién será la persona encargada del proceso de deshielo y antihielo por parte del explotador. Dicha persona deberá examinar el avión para determinar si necesita ser tratado. En caso de requerirse la operación de deshielo y antihielo, previa consulta con el PIC, éste coordinará con el empleado responsable del contratista para empezar el tratamiento, responsabilizándose porque sea correcto y completo. Para asegurarse que se cumple con el concepto de avión limpio, el PIC tendrá en cuenta lo siguiente:

- a) las condiciones meteorológicas actuales y previstas;
- b) el tiempo que durará el rodaje y las condiciones que existen;
- c) las características de los líquidos para deshielo y antihielo; y
- d) cualquier otro factor relevante que intervenga en el proceso.

7.3.1 Todos estos datos se emplean para calcular el HOT. El PIC es responsable de la continua comprobación de las condiciones del avión después que haya terminado la aplicación del fluido de deshielo y antihielo y que en el momento del despegue el avión cumpla con el concepto de avión limpio. Los procedimientos empleados de deshielo y antihielo estarán supeditados a la inspección de personal especializado, calificado y aprobado del explotador. La AAC efectuará inspecciones aleatorias tanto a los especialistas del explotador como al contratista durante el ejercicio de sus funciones. La responsabilidad final de aceptar el avión tras el tratamiento de deshielo reside en el PIC, aún cuando la operación se efectúa con la tripulación y pasajeros a bordo, las puertas cerradas y el avión listo para partir. De manera que la actuación de la persona que supervisa la operación por parte del explotador, será esencial para la seguridad de la misma.

8. Plan de gestión

El explotador deberá desarrollar, implementar y utilizar un plan de gestión para tener seguridades de la adecuada ejecución de sus programas aprobados de deshielo y antihielo. El plan de gestión (management plan) incluirá las responsabilidades operacionales y de mantenimiento correspondientes e identificará las respectivas posiciones o cargos de gerencia que asumen la responsabilidad de garantizar que todos los elementos necesarios del programa de deshielo y antihielo sean propiamente y adecuadamente ejecutados. (Véase sección 2, 2.1)

9. Tiempo máximo de efectividad y procedimientos para su uso

9.1 El HOT.- es el estimado durante el cual se evita la formación de hielo y escarcha, así como la acumulación de nieve en las superficies del avión que han sido tratadas previamente con fluidos para deshielo y/o antihielo. Dicho tiempo de efectividad se establece mediante el ensayo de los fluidos bajo diferentes temperaturas y clases de precipitaciones que representan toda la gama de condiciones invernales.

9.2 Hay muchos factores que pueden afectar las características de los fluidos para deshielo y antihielo y por tanto a los HOT de estos fluidos. Entre algunos de ellos podemos encontrar:

- a) tipo y régimen de precipitación;

- b) temperatura ambiente;
- c) humedad relativa;
- d) dirección e intensidad del viento;
- e) temperatura de la célula del avión; y
- f) fluido de deshielo y antihielo aplicado (tipo, proporción de la mezcla con agua y temperatura). Por consiguiente, no es posible fijar con precisión el tiempo que dura la protección antihielo.

9.3 El HOT debe ser publicado por el explotador en forma de tabla o diagrama, teniendo en cuenta los distintos tipos de condiciones engelantes que se pueden dar en tierra y las variadas concentraciones o mezclas de fluidos que se puedan usar. Se recomienda tener en cuenta un amplio margen de tiempos máximos de efectividad para cada caso en particular, habida cuenta de las variaciones que pueden darse en las condiciones meteorológicas locales, en especial en lo referente a la temperatura de la cédula del avión y al régimen de precipitación que exista para el momento de la aplicación del anticongelante.

9.4 Cuando se termine la aplicación de deshielo y antihielo del avión, se dará al PIC la siguiente información:

- a) tipo de fluido;
- b) proporción de la mezcla;
- c) hora en que comenzó el último procedimiento de deshielo y antihielo; y
- d) confirmación que el avión cumple con el concepto de avión limpio.

9.5 Tablas para el HOT.- A cada explotador se le requiere desarrollar y tener disponible, tablas para el cálculo del HOT para uso de su personal. Además, cada explotador tendrá estas tablas disponibles para utilizarlas en la cabina de vuelo. Estas tablas o itinerarios de duración por aplicación, condiciones de la contaminación y tipo de fluidos deben estar sustentadas por informes que sean aceptables a la respectiva AAC. Actualmente, los únicos informes aceptables son los desarrollados y publicados por la SAE y por la ISO. Los productos "Aircraft Deicing/Anti-Icing Methods with Fluids", para aviones de categoría de transporte grandes (ARP 4737) y los ISO 11076, "Aerospace – Aircraft Deicing/Anti-icing Methods with Fluids" contienen las tablas que son actualmente consideradas como aceptables para su uso por los explotadores para desarrollar sus "itinerarios". Véase Figuras 15 – 1, 15 – 2 y 15 – 3 "*Tablas de ejemplo de HOT*".

Nota.- Los POIs podrán referirse a la AC 120-60 de la FAA o a documentos equivalentes publicados por los Estados como orientación adicional para el desarrollo e implementación de procedimientos para incrementar o decrecer determinados tiempos máximos de efectividad.

9.6 Despegue dentro de un HOT.- Si se va a efectuar un despegue dentro del HOT, se requiere que por lo menos se efectúe una verificación de pre-despegue de las alas o de las superficies que presenten posibilidad de contaminación y que ésta sea efectuada por la tripulación de vuelo dentro del lapso del HOT, previo al despegue. Los manuales del explotador deberán contener procedimientos detallados acerca del uso de las tablas de HOT en sus operaciones.

9.7 Despegue cuando se haya excedido el HOT.- De acuerdo con las Secciones 121.2620 y 135.700, se autorizará un despegue al excederse del tiempo de efectividad, únicamente si han sido tomadas una o más de las siguientes acciones:

- a) que se haya efectuado una verificación de contaminación de pre-despegue, constatando que

las alas, superficies de control y otras superficies críticas (de acuerdo al programa aprobado del explotador) estén libres de hielo, escarcha y nieve;

- b) que se haya determinado mediante un procedimiento alternativo desarrollado por el explotador y aprobado por la AAC (por ejemplo, mediante sensores de antihielo), que las alas, superficies de control y otras superficies críticas (tal y cual se define en el programa del titular del AOC) están libres de escarcha, hielo o nieve; y
- c) que las alas, superficies de control y otras superficies críticas hayan sido nuevamente desheladas, estableciéndose un nuevo tiempo máximo de efectividad.

10. Fuentes de información

10.1 Las siguientes publicaciones pueden ser de utilidad a los IOs y a los explotadores para el desarrollo, revisión y aprobación de un programas de deshielo / antihielo en tierra.

- a) manual de operaciones de deshielo y antihielo para aeronaves en tierra (OACI Doc 9640);
- b) publicaciones de la SAE: (AMS 1424, fluidos para deshielo y antihielo; AMS 1428, fluidos pseudos plásticos);
- c) publicaciones de ISO: ISO 11075, 11076, 11077 y 11078;
- d) FAA AC 120-60, FAA AC 120-58; y
- e) RAB 121.2620 y 135.700

Sección 2 - Procedimientos de aprobación

1. Generalidades

Las Secciones 121.2620 y 135.700 prohíben el despegue cuando la contaminación se está adhiriendo a las superficies críticas del avión o helicóptero. Estas secciones exigen la elaboración por parte del titular del AOC y la consiguiente aprobación de la AAC pertinente, de un detallado y completo programa de deshielo y anti-hielo para explotadores que operen o vayan a operar en cualquier momento en aeródromos donde existan o se espera que existan condiciones de formación de hielo, escarcha, o nieve y que éstas se adhieran al avión (condiciones de hielo en tierra). Los POIs podrán referirse a la AC 120-60 de la FAA o a documentos equivalentes publicados por los Estados para una descripción detallada de aquellos elementos que componen el programa. De manera que como condición obligatoria para la aprobación de operaciones de invierno, es indispensable la elaboración de un programa de deshielo y antihielo y que tal programa sea aprobado por la AAC del Estado del explotador.

2. Proceso previo a la aprobación y elaboración del programa

2.1 Para obtener la aprobación de un programa de deshielo y antihielo en tierra que cumpla con las Secciones 121.2620 y 135.700, cada explotador elaborará previamente un programa que cubra los siguientes elementos descritos en la AC 120-60 de la FAA o documentos equivalentes:

- a) Plan de gestión.- De manera de ejercer adecuadamente el control de las operaciones cuando existan condiciones de escarcha, hielo, nieve o aguanieve y razonablemente se presume que estos contaminantes se adhieren al avión o a sus partes críticas, el titular del AOC deberá desarrollar, coordinar, implementar y usar junto con las otras partes afectadas, un plan para la

ejecución apropiada de su programa aprobado de deshielo y antihielo. Un plan que abarque los siguientes elementos, será aceptable:

- 1) Responsabilidad.- Cada aeródromo donde se espere conducir operaciones en condiciones que conduzcan al uso de deshielo en tierra, determine quién tendrá la responsabilidad de decidir cuando estarán en efecto los procedimientos para deshielo y antihielo;
 - 2) Implementación.- En cada aeródromo, determine quién será responsable por la implementación de los procedimientos de deshielo y antihielo, incluyendo el personal calificado y su equipamiento;
 - 3) Incorporación en los manuales.- Una detallada descripción del programa de deshielo y antihielo deberá ser incorporada en el OM del titular del AOC para tripulantes de vuelo, EOVDV o seguidores de vuelo, personal de operaciones de tierra y personal de gestión, para ser utilizados cuando se conduzcan operaciones bajo condiciones de engelamiento en tierra. Esta descripción incluirá las funciones, deberes, responsabilidades, instrucciones y procedimientos a utilizarse; y
 - 4) Coordinación.- Para cada aeródromo se elaborará un plan de operaciones de invierno para incluir coordinación con el ATC y las autoridades aeroportuarias apropiadas.
- b) Procedimientos de aplicación.- Los titulares del AOC especificarán en el OM, los procedimientos con fluidos para deshielo y antihielo para cada tipo de aeronave operada. El personal de tierra instruido y calificado para la aplicación de fluidos de deshielo y antihielo y en concordancia con el programa de la AC 120-60 (edición actualizada) de la FAA o documentos equivalentes de los Estados, no requerirá instrucción ni calificación adicional para deshelar y aplicar antihielo a aeronaves similares operadas por otros explotadores con programas de deshielo y antihielo también aprobados en concordancia con la edición actualizada de la AC 120-60 o documentos equivalentes de los Estados. Sin embargo, será necesario instrucción específica para el personal de deshielo de un explotador, para deshelar aeronaves con diferentes configuraciones;
- c) Tablas de HOT y procedimientos para su uso.- Las Secciones 121.2620 y 135.700 exigen que los programas de deshielo y antihielo incluyan las Tablas de HOT y los procedimientos para la utilización de estas tablas por el personal del titular del AOC. Los siguientes elementos deben ser incluidos en el programa aprobado:
- 1) Responsabilidades y procedimientos.- El programa del titular del AOC deberá definir las responsabilidades operacionales y contener los procedimientos para la tripulación de vuelo, los EOVDV, seguidores de vuelos y el personal de mantenimiento o de tierra que esté involucrado en el uso de las tablas de HOT y las acciones resultantes si determinados tiempos de efectividad son excedidos:
 - deberán ser desarrollados procedimientos para tratar las operaciones de deshielo/antihielo en ubicaciones específicas y disponibles para esa actividad (ejemplos: plataformas, rampas remotas o instalaciones centralizadas); y
 - algunos procedimientos deberán ser desarrollados para que las tripulaciones de tierra y tripulaciones de vuelo se comuniquen entre sí:
 - durante el re-posicionamiento del avión (de ser requerido);
 - para analizar otra información pertinente relacionada con el proceso de deshielo/antihielo;

- al comienzo del HOT;
 - durante el proceso de salida del avión; y
 - para el despeje del equipo de trabajo ya finalizado y, seguro para comenzar el rodaje.
- en suma, los procedimientos deberían ser desarrollados para el uso que la tripulación de vuelo hará de las tablas HOT pertinentes, la coordinación con los EOVDV o con los seguidores de vuelo y para la coordinación con el ATC.
- 2) Tabla universal de HOT.- A cada titular del AOC se le exige implementar tablas de HOT. Están elaboradas para fluidos Tipo I y para Tipos II y IV, de acuerdo con SAE ARP 4737, métodos de deshielo y antihielo de aviones y la ISO 11076, Aerospace Aircraft, métodos de deshielo/anti-hielo con fluidos. Tablas de HOT que excedan lo especificado en las ediciones actualizadas de la AC y de los HOT específicos de fluidos aprobados por el fabricante no son aceptables. También se recomiendan las “Publicaciones de la asociación de líneas aéreas europeas (AEA)”;
- esta publicación puede hallarse en la siguiente página Web: <http://www.aea.be>; y
- 3) Uso de las tablas de HOT.- Los rangos en las tablas de HOT son estimados del tiempo en el que los fluidos de deshielo y antihielo prevendrán la formación de escarcha o hielo y la acumulación de nieve en las superficies no protegidas del avión. El HOT empieza a descontarse desde el comienzo de la aplicación del fluido hasta que el líquido aplicado empieza a perder su efectividad (por ejemplo, cuando comienza a formarse hielo sobre o en el líquido aplicado). El HOT varía según las condiciones del tiempo. La efectividad de los fluidos de deshielo/antihielo está basada en un número de variables (ejemplos: temperatura, contenido de humedad en la precipitación, viento y la temperatura de la piel del avión). Las tablas HOT han sido diseñadas para planear la salida de un vuelo en conjunción con los procedimientos de verificación del pre-despegue.
- d) Contaminantes congelados sobre el avión.- De acuerdo con las Secciones 121.2620 y 135.700, la aeronave debe estar libre de todo contaminante congelado que pudiera adherirse sobre las alas, superficies de control, hélices, en la entrada de los motores u otras áreas o superficies críticas, previamente al despegue.
- 1) Identificación de las superficies susceptibles a la formación de contaminantes en los aviones.- Las superficies críticas del avión, que deben estar libre de contaminantes previo al despegue, estarán descritas en el manual de mantenimiento del fabricante o en otros documentos desarrollados por el mismo, tales como boletines de servicio o de operaciones.
- generalmente, lo siguiente puede ser considerado como “superficies críticas de los aviones” o susceptibles de contaminación, si la información del fabricante no está presente:
- los tubos pitot, puertas estáticas, las entradas de aire de impacto para el control de los motores e instrumentos de vuelo, otras clases de sensores para los instrumentos, ventilación de los tanques de combustible, hélices, y entradas para los motores;
 - alas, empenajes y superficies de control; y
 - las superficies del lado superior del fuselaje en aviones con motor o motores montados en el centro.

- los titulares de un AOC deberían situar el nombre de todas las superficies críticas y susceptibles a contaminarse dentro de un listado que debería ser descrito en su MO y/o dentro de un manual determinado, por cada tipo de avión utilizado en sus operaciones de invierno. Estas operaciones deberían ser verificadas y evaluadas en las inspecciones de prevuelo realizadas por la tripulación de vuelo (inspecciones y verificaciones de pre-despegue y verificaciones de contaminación de pre-despegue); y
 - las superficies críticas deberían ser definidas para su verificación por parte del personal encargado, una vez conducido el proceso de deshielo y antihielo y también para realizar cualquier posible verificación de contaminación de pre-despegue que pudiera ser ejecutada eventualmente por el personal de tierra.
- 2) Identificación de las superficies susceptibles del avión.- (únicamente para la realización de verificaciones de pre-despegue). Para cada tipo de avión operado, los explotadores deberán colocar, dentro de un manual apropiado, aquellas superficies susceptibles de contaminarse que pueden ser verificadas durante la conducción de las verificaciones de contaminación de “pre-despegue”. Algunos fabricantes de aviones han identificado ciertas superficies en sus aviones que pueden ser fácilmente observadas por la tripulación de vuelo mientras se realizan las verificaciones de pre-despegue, para determinar si se están acumulando o se están formando contaminantes congelados en esa superficie. Durante la observación, la tripulación podrá establecer una analogía entre esa superficie (denominada susceptible de contaminarse) y otras partes o superficies del avión que no están a la vista. Cuando se observe en esa superficie susceptible de contaminarse la acción contaminante del hielo, la nieve o la escarcha, deberán considerarse algunas directrices:
- la superficie debe verse claramente para determinar si se están formando contaminantes o si éstos se están acumulando sobre la misma;
 - la superficie no será calentada; y
 - durante el procedimiento de deshielo/antihielo, la superficie susceptible será una de las primeras en tratarse con fluidos de deshielo/antihielo. Sin embargo, la designación de superficies susceptibles no está limitada a superficies tratadas.
- 3) Técnicas de reconocimiento.- Los cursos iniciales, de transición, periódicos, de ascenso, AQP y los currículos de instrucción para calificación continua deberán incluir técnicas específicas para cada tipo de avión y para cada uso de la tripulación de vuelo u otro personal, a fin de reconocer la contaminación sobre las superficies del avión. La tripulación de vuelo y cualquier otro personal involucrado deberían usar estas técnicas de tipo específico cuando se encuentren ejecutando verificaciones de contaminación de hielo de pre-vuelo, verificaciones de pre-despegue y de contaminación de pre-despegue. Los contaminantes congelados pueden tomar la forma de hielo, escarcha, nieve o aguanieve.

Nota.- La formación de hielo claro puede ser difícil de detectar visualmente. Por lo tanto, deberán establecerse técnicas específicas de identificación de hielo claro e incluirlos en todos los programas de instrucción.

- e) Clasificación de tipos de verificaciones de engelamiento.- Las Secciones 121.2620 y 135.700 identifican las verificaciones de contaminación antes del despegue y la de antes del despegue que cuando sea pertinente, se exigirán a cualquier explotador que con un programa aprobado de deshielo y antihielo se disponga a operar bajo condiciones de formación de hielo y otros contaminantes desde un aeródromo aprobado. El procedimiento también incluye una verificación de post deshielo/anti-hielo en todas las superficies del avión.

- 1) Verificación de pre-despegue o de antes del despegue (dentro del HOT). Esta verificación es obligatoriamente requerida por la reglamentación cada vez que se proceda a despegar un avión bajo condiciones de formación de hielo, escarcha o nieve. Las AAC recomiendan que únicamente la tripulación de vuelo cumpla con esta verificación. La tripulación de vuelo deberá verificar las alas del avión o las superficies susceptibles de contaminación dentro del HOT. La verificación de antes del despegue es integral al uso de HOT. Las superficies objeto de verificación son determinadas por informes del fabricante o por las guías contenidas en la AC 120-60 o documentos equivalentes del Estado. A causa de las limitaciones asociadas al uso de un HOT para el despegue, la tripulación de vuelo debe valorar el tiempo actual y otras condiciones circunstanciales que pueden afectar la condición del avión y no confiar solamente en el uso del HOT como único determinante del mantenimiento de la limpieza de agentes contaminantes. Varias verificaciones de antes del despegue podrán ser requeridas durante el período del HOT, basados en factores que incluyen el alcance del HOT, las características meteorológicas u otras condiciones. La tripulación deberá mantener una continua vigilancia sobre la condición del avión y cumplir con la verificación de antes del despegue, justamente antes de entrar en la pista activa para el despegue;

- 2) Verificación de la contaminación antes del despegue (cuando el HOT ha sido excedido).- Esta verificación se requiere bajo las instrucciones de las Secciones 121.2620 y 135.700 para poder dar curso a un despegue, toda vez que se haya excedido el HOT. Cuando el HOT ha sido excedido, los titulares del AOC tendrán que efectuar y completar una verificación obligatoria denominada de contaminación antes del despegue. Aquí es indispensable tanto la actuación de la tripulación de vuelo como la del personal calificado de tierra, para asegurarse que las superficies críticas del avión permanecen libres de contaminantes congelantes. La tripulación de vuelo y los oficiales de tierra calificados del explotador deben completar la verificación de antes del despegue dentro de los cinco minutos previos al despegue. Esta verificación será realizada desde la parte exterior del avión, a menos que el programa aprobado del explotador diga otra cosa. Si existiese alguna duda en relación con la condición del avión después de completarse la verificación, éste no podrá despegar, a menos que se le vuelvan a aplicar los fluidos del caso. La siguiente, es una recomendación para ser seguida mientras se adelantan los procedimientos para esta verificación:
 - a menos que sea autorizado de otra forma por previsiones existentes en el programa aprobado del titular del AOC, ningún explotador que disponga de aviones de “ala dura” (alas sin dispositivos móviles de sustentación en el borde de ataque, como los “slats” o las “aletas del borde de ataque”) y con motores turborreactores traseros fijados al fuselaje, podrá realizar verificaciones de contaminación de pre-despegue desde la parte exterior del avión. Esta verificación, en su defecto, incluirá un método aprobado por la AAC para determinar que todas las superficies están libres de contaminantes; y

 - explotadores con aeronaves distintas a las señaladas en el párrafo anterior, realizarán esta prueba o verificación desde el lado exterior de la aeronave, a menos que sea factible demostrar que tal verificación puede ser efectuada adecuadamente desde el interior de la aeronave, tal y cual esté especificado en el programa aprobado al explotador. Tal programa debería detallar procedimientos y requerimientos pertinentes a esta verificación. Cuando se esté diseñando un programa para realizar verificaciones de contaminación de pre-despegue desde el interior de un avión, los titulares del AOC considerarán la posibilidad real de disponer de un campo visual lo suficientemente amplio como para que los tripulantes de vuelo tengan un panorama de las alas, superficies de control y otras superficies y, así determinar que están libres de contaminantes. Al tomar esta determinación, considere el tipo de aeronave, el método de cumplimiento desde la cabina de vuelo y/o desde la cabina de pasajeros, más otros factores, como la

iluminación y las condiciones ambientales.

- 3) Verificación post deshielo/antihielo.- Esta verificación es parte integral del proceso de deshielo y antihielo. Esta verificación asegura que:

- todas las superficies críticas están libres de contaminantes congelados adheridos, luego de la aplicación del deshielo;
- todas las superficies críticas están libres de contaminantes congelados antes de la aplicación de cualquier líquido antihielo; y
- todas las superficies críticas están libres de contaminantes congelados antes del remolque de la aeronave o del rodaje a la pista activa.

Nota.- Los titulares del AOC deberían disponer de procedimientos que requieran que estas verificaciones sean realizadas por personal de tierra calificado. Los procedimientos de comunicación tendrían que establecerse para relevar toda la información pertinente al deshielo/antihielo, y entregar el resultado de esta verificación al PIC.

- f) Comunicaciones.- Las comunicaciones entre el personal de tierra y la tripulación de vuelo inmediatamente antes de darse comienzo a las operaciones de deshielo/antihielo son verdaderamente críticas. Como es una lucha contra el tiempo y los operadores del servicio de deshielo/antihielo generalmente tienen contratos múltiples, se requiere una fraseología estandarizada para coordinar las acciones sin demora. Al terminarse la operación de deshielo/antihielo, el personal de tierra deberá comunicarse con la tripulación de vuelo para informar que se ha dado comienzo al HOT. También el tiempo es crítico para la tripulación de vuelo, que tiene que coordinar las comunicaciones con los servicios de rodaje y de ATC, efectuar las verificaciones rutinarias, encender motores y tratar de aprovechar a lo máximo el tiempo de efectividad del deshielo. En este sentido, las AAC y las autoridades aeroportuarias recomiendan que todos los programas aprobados incluyan la siguiente secuencia de flujo en la información para proveer una fraseología estándar:

- 1) Antes de dar comienzo a las operaciones de deshielo/antihielo, el personal de tierra y la tripulación de vuelo efectuarán un aleccionamiento donde revisarán o ensayarán lo siguiente (según sea aplicable):
 - deshielo y antihielo;
 - procedimientos de deshielo/antihielo en la plataforma, en un área remota o en las instalaciones del contratista (de ser pertinente);
 - procedimientos específicos de la aeronave; y
 - comunicaciones entre el personal de tierra y la tripulación de vuelo.
- 2) Siempre es conveniente informar por radio al control de superficie el comienzo del procedimiento, para que éste facilite su autorización de rodaje al término de la aplicación. Justamente antes de comenzar la aplicación del fluido de deshielo/antihielo, el personal de tierra deberá confirmar a la tripulación de vuelo que la aeronave está propiamente configurada para el deshielo, de la manera siguiente: (ejemplo) “¿Comandante, está lista su aeronave para empezar el deshielo/antihielo?”; y
- 3) Al completarse las tareas de deshielo/antihielo, provea a la tripulación con los siguientes elementos:
 - tipo de fluido (ejemplo: Tipo I, II, III o Tipo IV). Opcionalmente mencione el nombre

del producto para cada tipo de fluido si estos cumplen con los requerimientos de viscosidad para rociar sobre el ala;

- relación de mezcla de fluido y agua por volumen de los Tipos II, III y IV. La concentración del Tipo I no es requerida; y
 - especifique, en hora local; (horas y minutos) el comienzo de la aplicación final del fluido.
- 4) Establezca contacto con el control de superficie tan pronto el personal de tierra manifieste que se ha verificado la correcta aplicación, que el avión está libre de los andamios y vehículos y que está libre para el rodaje.
- g) En la Sección 3, se le dará tratamiento especial a la instrucción y calificación del personal del explotador que realizará actividades de deshielo y antihielo en sus aeronaves, durante las operaciones invernales, mediante la elaboración y puesta en marcha de un programa de instrucción especial.

3. Proceso de aprobación del programa de deshielo/antihielo en tierra

3.1 Programa de deshielo y antihielo.-

3.1.1 Mediante el proceso general de aprobación y aceptación se ha desarrollado la aprobación de un programa de deshielo y antihielo en tierra para la aplicación de técnicas y procedimientos a las aeronaves de aquellos explotadores nacionales e internacionales que con aviones turbo reactores, turbohélices y alternativos de una masa superior a 5 700 kg y una cantidad de asientos de pasajeros mayor de nueve asientos, conduzcan operaciones invernales y requieran procedimientos específicos en tierra, cuando las condiciones sean tales que hielo, escarcha y nieve razonablemente pudieran adherirse a las partes críticas de la aeronave.

3.1.2 Los explotadores deberán satisfacer el siguiente criterio:

- a) disponer y usar un programa aprobado para el deshielo y antihielo en tierra, de acuerdo al contenido de las Secciones 121.2620 y 135.700; y
- b) que les sea emitido al mismo tiempo la autorización en el Casillero 18 de las OpSpecs. El contenido del programa podrá resumirse en el texto de la misma pero además deberá quedar expuesto en su totalidad, dentro del OM y dentro de los manuales pertinentes del explotador.

4. El proceso de aprobación

4.1 Los requerimientos de las Secciones 121.2620 y 135.700 conllevan la aplicación de un proceso de aprobación denominado “El proceso general de aprobación y aceptación” que establece cinco fases para la debida aprobación del programa general de deshielo y antihielo en tierra. El procedimiento normalizado seguido por las RAB 121 y 135 para operaciones nacionales e internacionales sigue el criterio de aprobación de los programas de deshielo y antihielo en tierra, más la emisión de la autorización en el Casillero 18 de las OpSpecs.

4.2 Casillero 18 de las OpSpecs.- Cuando el explotador ha cumplido con las condiciones estipuladas en las Secciones 121.2620 o 135.700, que se remiten a la elaboración y aprobación de un programa para el deshielo y antihielo en tierra y ha elegido efectuar operaciones bajo condiciones de engelamiento en tierra, se le emitirá la autorización en el Casillero 18 de sus OpSpecs.

4.3 El proceso de aprobación de cinco fases.- La operación invernal, que conlleva

condiciones de engelamiento en tierra es sólo posible mediante la preparación por parte del explotador solicitante y la aprobación por las AAC del Estado del explotador, de un programa de deshielo y antihielo en tierra basado en la RAB 121 o 135, sin otra opción. Además, el explotador deberá solicitar formalmente la inclusión de sus actividades ya aprobadas para operar invernalmente según condiciones de engelamiento en tierra, dentro del Párrafo 18 de sus OpSpecs, donde se establecerá su autorización y señalará los aeródromos, sus instalaciones y procedimientos para las actividades de invierno. Si éstas han sido contratadas, deberán examinarse los manuales, procedimientos e instalaciones del contratista. Las OpSpecs podrán ser otorgadas durante la Fase tres, si el POI está satisfecho con las operaciones.

4.4 Evaluación del programa del explotador.- El proceso de aprobación requiere la evaluación del programa del explotador por un equipo de inspectores dirigidos por el POI, el PMI y el PAI. La actuación del PAI se vuelve importante en el advenimiento de los sensores de las alas que ofrecerán medios alternativos para determinar si el avión está libre de escarcha, hielo y nieve.

4.5 Emisión de las OpSpecs.- Al término exitoso del proceso, se le emitirá al explotador la OpSpec que lo autoriza a conducir operaciones según el programa, cuando existan condiciones de engelamiento en tierra y puedan adherirse al avión los contaminantes presentes. Los requisitos de los RAB 121 y 135 exigen un programa aprobado, además de las OpSpecs, para poder operar en condiciones de engelamiento.

5. Fases del proceso

5.1 Fase uno.- Pre-solicitud.- La Fase uno comienza cuando el explotador efectúa contactos con la AAC para obtener aprobación a un programa de deshielo y antihielo en tierra.

5.1.1 Familiarización con los problemas técnicos y los requisitos reglamentarios.- A esta etapa, ambas partes, el explotador y la respectiva AAC, han de estar familiarizados con los problemas que involucran los requisitos técnicos. Este programa y la AC 160-60B de la FAA o documentos equivalentes de los Estados contienen suficientes elementos tanto para la preparación del personal de operaciones del explotador como para asesorar a los IOs involucrados.

5.2 Fase dos.- Solicitud formal.- La Fase dos comienza cuando el explotador o solicitante entrega el paquete que contiene el programa propuesto. La primera acción de los IOs es revisar la solicitud del explotador para determinar si cada elemento de los mencionados en esta publicación para la Fase uno está completo. Si la entrega está incompleta, el explotador debe ser alertado por el POI o por el IO relacionado al caso, para que manifieste qué acción tomará para completar el paquete. Es menester que estas notificaciones se presenten por escrito para llevar una secuencia controlada del proceso. Así mismo sólo deberán aceptarse respuestas por escrito. Si el paquete resulta inaceptable, en opinión de los inspectores, se le devolverá a sus autores con la correspondencia ad hoc adjunta.

5.2.1 Examen inicial.- Este no incluye una evaluación técnica u operacional detallada. Ello corresponde a la Fase tres. El detalle requerido en esta fase debe ser lo suficiente claro como para evaluar la competencia de los técnicos del explotador. Al completar esta tarea, los IOs asignados a la misma, informarán a los inspectores principales el resultado de su indagatoria.

5.2.2 Elementos inaceptables.- A este punto es conveniente que los IOs hayan tenido una reunión informal con el explotador para discutir los elementos inaceptables del programa. Bajo circunstancias muy inusuales los inspectores principales se verán en la necesidad de devolver el paquete entero con una declaración escrita que explique las razones por las que la solicitud es inaceptable.

5.2.3 Paquete aceptable inicialmente.- Cuando éste es inicialmente aceptable, el POI informará al solicitante o explotador y le adelantará un tiempo estimado para poder informar los

resultados del análisis de la Fase dos.

5.3 Fase tres – Evaluación de la documentación y autorización inicial.- Esta fase se caracteriza por su condición de contener un análisis detallado del programa de deshielo y antihielo en tierra del explotador, de los programas de instrucción, el equipo, los contratos de servicios y las instalaciones. A través de la Fase tres los inspectores y el solicitante limarán asperezas y encontrarán las diferencias menores. Trabajarán en conjunto para poder llegar a un consenso y acordar correcciones a las deficiencias encontradas durante el transcurso de la fase.

5.3.1 Revisión al documento.- El primer paso en la Fase tres será una revisión en detalle y un análisis de aquellas secciones del manual que el explotador ha preparado para el programa de deshielo/antihielo en tierra.

5.3.2 Los requisitos de los RAB 121 y 135 establecen que el manual editado al respecto (o la parte pertinente del OM) provea a los empleados de todas las categorías, suficiente instrucción e información como para permitirles realizar sus tareas con un alto grado de eficiencia y seguridad. El manual debe incluir procedimientos y técnicas aceptables a la AAC. Las secciones apropiadas del OM del explotador deben ser revisadas y halladas aceptables antes de que se otorgue la aprobación inicial al programa de deshielo/antihielo en tierra. Generalmente, muchos explotadores colocarán estos procedimientos en varios manuales, como el manual de control de mantenimiento, el manual de despacho y el manual de la estación.

5.3.3 El OM del explotador, incluyendo las secciones correspondientes al programa de deshielo y antihielo en tierra, no requiere aprobación especial de la AAC. Las secciones apropiadas del manual, sin embargo, deben ser revisadas y halladas aceptables por el POI antes de otorgar al explotador la aprobación inicial que permite adelantar la aplicación del programa de deshielo y antihielo en tierra. Al explotador se le otorgará la aprobación final por medio de las OpSpecs. Luego de otorgarle al explotador la aprobación inicial al programa, los IOs correspondientes requerirán al explotador solicitante extender la revisión del contenido del manual.

5.3.4 En el MIO se exponen los métodos normales de aceptación y aprobación de manuales, procedimientos y listas de verificación, que pueden servir de refresco al personal del explotador en la preparación de su programa, debido a que los IOs tendrán que asegurarse que el manual, en su tratamiento al programa de deshielo y antihielo en tierra cumpla con el siguiente criterio:

- a) identificar claramente cada categoría de empleado con responsabilidades en los elementos del programa;
- b) definir las tareas y deberes de cada categoría de empleado involucrado; y
- c) proveer suficiente y adecuada información de respaldo, describir los procedimientos paso a paso y de ser necesario la elaboración de una lista de verificación que permita a cada categoría de empleado realizar sus tareas hasta el estándar necesario y requerido.

Nota.- La experiencia acumulada durante la vigilancia a las actividades de deshielo y antihielo en tierra, ha mostrado que cuando se han excedido los HOT, el área más crítica de un programa de deshielo/antihielo en tierra es para un explotador, una verificación de contaminación de pre-despegue. Se hace esencial al POI tener la certeza que los procedimientos del explotador ofrecen medios suficientes al personal para determinar adecuadamente, que el avión se encuentra libre de contaminación antes del despegue durante condiciones adversas de contaminación con escarcha, hielo y/o nieve y cuando exista la posibilidad latente que cualquiera de estos contaminantes se adhieran a las superficies críticas del avión. Esto, desde luego se hace más crítico cuando el POI otorga autorización para que esta verificación de contaminación de pre-despegue se efectúe desde la parte interior del avión.

5.3.5 Revisión del programa de instrucción.- Los requisitos de las Secciones 12.2620 y 135.700 no establecen diferencias entre operaciones nacionales e internacionales, como tampoco entre aviones grandes y pequeños. Aún cuando en la Región no es común la operación invernal, existen, al sur del continente sitios verdaderamente afectables por condiciones de contaminación.

Otros explotadores de la Región exhiben itinerarios que abarcan la región boreal, donde sus operaciones de invierno exigen la elaboración, aprobación y ejecución de estos programas. La norma, además de su exigencia sobre la elaboración y desarrollo de los programas de deshielo/antihielo, comprenden la preparación y aprobación de programas de instrucción inicial y periódicos y programas para probar la calificación del personal involucrado. Los programas de instrucción requieren aprobación y cada individuo involucrado también. El explotador, entonces, tiene la obligación de preparar y aprobar programas para examinar el conocimiento teórico, las responsabilidades y la calificación general del personal encargado del deshielo/antihielo en todas las categorías. Esta capacidad del programa de instrucción aprobado se extiende hacia la verificación de la competencia, inspección de las operaciones, el deshielo, antihielo, el despacho, el seguimiento de vuelos y la operación de los aviones. Por lo tanto, el programa de instrucción del explotador incluye el entrenamiento de la tripulación de vuelo y de los EO/DV.

5.3.6 Instalaciones y equipo.- El explotador debe adquirir y desplegar el equipo necesario para realizar sus operaciones de deshielo/antihielo. Los IOs planificarán y programarán sus inspecciones a todas las instalaciones donde el equipo esté desplegado (dependiendo del tamaño del explotador) antes de otorgar la aprobación inicial. Algunos explotadores cumplirán con parte de este requerimiento mediante la demostración de su conocimiento sobre el equipo y los procedimientos durante condiciones normales de operación, antes que se presente la estación invernal. También tienen que evaluar los inspectores los procedimientos de coordinación entre las autoridades aeroportuarias y las instalaciones del ATC. El explotador tiene la opción de obtener en arrendamiento los equipos o generalmente, disponer de los equipos del contratista.

5.3.7 OpSpecs para los explotadores con aprobación del programa de deshielo/antihielo.- Cuando el POI y el PMI están satisfechos de la capacidad del explotador solicitante para iniciar sus operaciones invernales de deshielo/antihielo en tierra, tendrán que emitirle la autorización respectiva en el Párrafo 18 de las OpSpecs. En el texto de la OpSpec se indicará que el otorgamiento está basado en el programa aprobado respectivo. También hará referencia a las secciones del manual del explotador que contiene las porciones de operaciones y las de aeronavegabilidad del programa del explotador y se señalarán los aeródromos afectados por la operación invernal. Se incluirán además los aeródromos utilizables por el explotador en este tipo de operación.

5.4 Fase cuatro – Inspección y demostración.- La Fase cuatro es en esencia, la validación de los procedimientos del explotador en la ejecución de operaciones reales. Este proceso consiste tanto de un refinamiento progresivo de los manuales del explotador, listas de verificación y procedimientos, como que se haya ganado cierta experiencia en las operaciones iniciales y que los reportes de la vigilancia de la AAC pertinentes estén ya disponibles.

5.4.1 Razones para la vigilancia.- Se hace necesaria la vigilancia de los programas o procedimientos de deshielo/antihielo en tierra de los explotadores, para evaluar su efectividad y también para avalar la adecuación de los requerimientos exigidos por la norma. La vigilancia identificará más adelante las áreas problemáticas y facilitará las acciones correctivas. El resultado intentado de este programa de vigilancia es en resumidas cuentas, la promoción de una operación invernal más segura.

- a) Pre-requisitos de vigilancia.- Como pre-requisito para la conducción de la vigilancia, se alienta a los IOs a dar lectura a las publicaciones de la FAA relacionadas con las operaciones invernales de deshielo, antihielo, etc., que son bastante numerosas. Entre ellas, la AC 120-60B, (“Programas de deshielo y anti-hielo”), la AC 120-58 (“Guía para los pilotos vinculada al deshielo y antihielo de aviones grandes”) y la AC 20-117 (“Peligros relacionados con las operaciones de deshielo y antihielo en tierra, en condiciones de englamamiento de aviones en condiciones conductivas”) o los documentos equivalentes de los Estados;
- b) Responsabilidad geográfica.- Los inspectores asignados a áreas geográficas específicas, con actividad en operaciones invernales, deben exhibir familiarización con las condiciones meteorológicas de la temporada invernal, con los planes y programas de deshielo

aeroportuarios, los procedimientos de los explotadores titulares del AOC y las instalaciones y procedimientos de empresas contratistas para el deshielo;

- c) Conducción de las inspecciones.- La única oportunidad en la que se hace posible determinar con certeza la seguridad y efectividad de los procedimientos de deshielo/antihielo de los explotadores es durante condiciones reales de hielo, nieve, escarcha y aguanieve. Por lo tanto, la inspección de los procedimientos de deshielo/antihielo en tierra deberá ser realizada durante las ocasiones en que los procedimientos de operaciones invernales estén en efecto. La inspección del inspector es un proceso de muestreo. No se intenta observar a cada y todas las operaciones de deshielo que se produzcan durante la temporada invernal. A través de un muestreo efectivo y selectivo, las AAC estarán en la condición de determinar la habilidad del explotador en cumplir con las reglamentaciones sobre la operación invernal y con lo establecido en sus OpSpecs. La cantidad y frecuencia de actividades de deshielo y antihielo en tierra necesarias para determinar la efectividad de un determinado explotador podrá variar de un porcentaje relativamente bajo a un porcentaje muy alto. Para determinados explotadores bastarán pocas inspecciones para evaluar la calidad del servicio, sin embargo, habrá otros a los que será necesario aplicar un 100% de vigilancia para determinar la seguridad de sus operaciones durante condiciones de invierno; y
- d) El POI deberá coordinar las inspecciones destinadas a verificar el equipo utilizado por el explotador para preparar y rociar los fluidos. En muchas ocasiones, los explotadores dependerán de empresas contratistas especializadas y certificadas con equipo propio, personal calificado y programas también aprobados para la aspersion de los fluidos. Detendrán programas de instrucción para sus empleados y un manual aprobado. Estos "contratistas" también serán inspeccionados y verificados por los IOs de la AAC correspondiente. Es muy importante la coordinación entre el contratista y el personal de tierra del explotador para las operaciones de deshielo/antihielo. En algunos casos un explotador, o en su defecto un contratista, intervienen en el proceso de deshielo de más de un explotador; en tal caso el POI se asegurará que explotadores y contratistas poseen un completo conocimiento del programa aprobado de deshielo/antihielo de tales explotadores. El POI puede conducir este tipo de vigilancia adelantándose a la temporada de invierno para confirmar que los contratistas locales tienen el conocimiento y la habilidad, además del complemento de su equipamiento de deshielo/antihielo.

5.4.2 Conclusión de la Fase cuatro.- Esta fase puede quedar concluida cuando a juicio del POI y del PMI, la vigilancia realizada al explotador da signos evidentes que éste está conduciendo exitosamente sus operaciones de temporada invernal, en base a su programa aprobado bajo condiciones reales de engelamiento. No existe una limitación de tiempo mínimo para la Fase cuatro, pero los inspectores principales deben tener en su poder un número adecuado de reportes de vigilancia para formarse una opinión adecuada del desempeño del explotador. Normalmente, los explotadores serán capaces de progresar a través de la Fase cuatro en una temporada de invierno o menos.

5.4.3 Deficiencias.- De no poder otorgársele al explotador la aprobación final luego de una temporada invernal completa debido a deficiencias del programa del explotador solicitante, ambos, el POI y el PMI deberían considerar llevar al candidato hacia atrás, a la Fase dos.

5.5 Fase Cinco – Aprobación.- Cuando los inspectores principales se encuentran satisfechos con el desempeño del explotador, deberán informar al explotador, por escrito, que se ha otorgado la respectiva autorización a través de las OpSpecs.

Sección 3 – Programa de instrucción inicial y entrenamiento periódico para los miembros de la tripulación de vuelo y personal involucrado

1. Contenido del currículo de instrucción

1.1 El programa de instrucción de cada explotador debe consistir de lo siguiente:

- a) debe efectuar la instrucción inicial y anualmente el entrenamiento periódico, destinados a tripulantes de vuelo, EOV/DV y el personal de tierra pertinente, con el fin de asegurar que ese personal obtenga y retenga un conocimiento completo de las políticas y procedimientos de los sistemas de deshielo y antihielo en tierra;
- b) los programas de instrucción elaborados para la tripulación de vuelo, EOV/DV y personal de tierra involucrado, incluirán una descripción sobre la instrucción inicial y sobre el entrenamiento periódico anual, incluyendo las respectivas calificaciones que se relacionan a requerimientos específicos del programa y las tareas, responsabilidades y funciones que se detallan en dicho programa;
- c) los programas de instrucción para la tripulación de vuelo, EOV/DV y personal de tierra deben contener un sub-programa de “Aseguramiento de la calidad” para monitorear y mantener el más alto nivel de competencia. También es aconsejable un plan de revisión para evaluar la efectividad de la instrucción y entrenamiento recibido;
- d) el programa deberá disponer de un sistema de seguimiento que registre y deje constancia de que a todo el personal se le ha administrado una formación completa y satisfactoria. Los titulares del AOC mantendrán un registro sobre la instrucción, entrenamiento periódico y calificación de su personal, que proporcionará pruebas sobre su calificación;
- e) el personal deberá ser capaz de leer, hablar y entender el idioma inglés para poder dar seguimiento a los procedimientos orales y escritos aplicables a los programas de deshielo y antihielo. Generalmente en las latitudes boreales donde tienen aplicación los programas de deshielo y antihielo, se manejan las operaciones bajo el idioma local (alemán, sueco, danés, holandés, ruso, etc.). Sin embargo, exceptuando las plazas donde el idioma básico es el inglés (UK, USA y Canadá, el idioma inglés es totalmente utilitario); y
- f) cada vez que se dé empleo o utilización a fluidos para antihielo, la tripulación de vuelo notará características de vuelo inusuales, tales como el ejercicio de una fuerza mayor para accionar los controles en la rotación del avión.

1.2 Los exploradores deberán instruir, entrenar y calificar a la tripulación de vuelo, EOV/DV y personal de tierra en por lo menos las siguientes materias, identificadas como tripulación de vuelo (**F**), EOV/DV (**D**), o personal de tierra (**G**):

- a) Efectos de los contaminantes congelados sobre las superficies críticas del avión.- Facilite el entendimiento sobre el crítico efecto que proporciona la más mínima presencia de contaminantes, tales como escarcha, hielo, nieve o aguanieve, sobre las superficies de vuelo. Esta discusión incluye, pero no está limitada a:
 - 1) pérdida de la sustentación;
 - 2) resistencia y masa incrementadas;
 - 3) control decrecido;

- 4) tendencia a desarrollar un rápido incremento de nariz arriba (pitch up) (F/D);
 - 5) la pérdida ocurre a un ángulo de ataque menor al normal (F/D);
 - 6) el bataneo de la pérdida ocurre antes de activarse la “alarma de pérdida” (F/D); y
 - 7) áreas específicas de aeronaves:
 - daño potencial al motor por un “objeto extraño”;
 - tomas de aire de impacto;
 - puntos de toma de presión de impacto;
 - dispositivos de borde de ataque (LEF) o slats para aviones con slats o aviones sin LEF, para aquellos sin aletas de borde de ataque o slats;
 - directivas de aeronavegabilidad / procedimientos para deshielo /antihielo; y
 - winglets (aleta de la punta del ala).
- b) Condiciones de engelamiento de aviones en tierra.- Describa las condiciones por las que se hace necesario implementar los procedimientos de deshielo y antihielo (F/D/G).
- 1) Acumulación de hielo en vuelo.- Los explotadores dispondrán de procedimientos para las tripulaciones de vuelo que regresen de un vuelo con situaciones de engelamiento a bordo, para que reporten al personal de tierra responsable de la aplicación del correspondiente programa de deshielo/antihielo aprobado. La acumulación de hielo en vuelo podría resultar en situaciones donde tendrían que aplicarse procedimientos de deshielo, perjudicando así el itinerario de vuelo cuando la programación podría estar basada en vuelos de ida y vuelta (turn-arounds) cortos de tiempo;
 - 2) escarcha;
 - 3) precipitación engelante (nieve, lluvia engelante, llovizna engelante o granizo que pudieran adherirse las superficies del avión);
 - 4) niebla engelante;
 - 5) lluvia engelante o alta humedad sobre las superficies del avión empapadas;
 - 6) lluvia engelante o alta humedad sobre los tanques de combustible empapados de las alas;
 - 7) superficie bajo las alas con escarcha (hielo vítreo); y
 - 8) identificación de falla del fluido.
- c) Ubicación específica de los procedimientos de deshielo y antihielo (F/D y/o G.-
- d) Procedimientos sobre comunicaciones entre las tripulaciones de vuelo, personal de tierra, ATC y el personal de la estación del explotador.-

Nota.- Tenga cuidado cuando se esté manteniendo una comunicación “a tres vías”. Podría haber confusión, estar mal dirigida o enviada a personas equivocadas. Los procedimientos para las comunicaciones deben incluir la confirmación de la tripulación de tierra a los llamados de la tripulación de vuelo, luego del término del proceso de deshielo y antihielo, de manera que todo el

personal y el equipo estén fuera del área antes de reconfigurar o poner en movimiento el avión.

- e) Medios para tener actualizada la información del tiempo (F/D/G).-
- f) Características y capacidades de los fluidos utilizados (F/D/G).-
 - 1) descripción general de los fluidos;
 - 2) composición y apariencia;
 - 3) diferencias entre fluidos para deshielo/antihielo Tipos I, II y IV;
 - 4) propósito de utilización para cada tipo;
 - 5) fluidos para el deshielo;
 - 6) fluidos para el antihielo;
 - 7) capacidades de los fluidos para antihielo;
 - 8) fluidos aprobados para deshielo/antihielo (SAE, ISO, etc.);
 - 9) información específica del fluido, suministrada por el fabricante del fluido e del avión;
 - 10) requerimientos de temperatura (caliente vs. frío); y
 - 11) propiedades asociadas al deshielo/antihielo infrarrojo.
- g) Almacenamiento del fluido y su manejo (G).-
 - 1) almacenamiento del fluido;
 - 2) manejo del fluido;
 - 3) muestreo del fluido; y
 - 4) prueba del fluido.
- h) Instalaciones para el deshielo/antihielo y procedimientos para la operación del equipo.-
 - 1) descripción de los diversos tipos de equipos.-
 - vehículos para el deshielo;
 - instalaciones infrarrojas; y,
 - andamios.
- i) Salud, seguridad y primeros auxilios.- (F/D/G)
- j) Consideraciones ambientales.- (G)
- k) Selección de fluidos.- (F/D/G)
- l) Contratista para deshielo/antihielo.- (F/D/G) Adiestrar al entrenador (por programa aprobado)
- m) Métodos/procedimientos.- (F/D/G).

- 1) inspección de superficies críticas;
 - 2) precauciones por aire claro;
 - 3) tripulación de vuelo/requerimientos para verificaciones de prevuelo/tripulación de tierra;
 - 4) determinación para deshielo/antihielo;
 - 5) ubicación para el deshielo/antihielo;
 - 6) comunicaciones previas al deshielo/antihielo;
 - 7) precauciones generales para deshielo/antihielo; y
 - 8) requerimientos específicos para aeronaves,
 - 9) Deshielo.-
 - requerimientos; y
 - remoción efectiva de escarcha, nieve y hielo (**G**).
 - 10) Antihielo.-
 - requerimientos; y
 - antihielo preventivo.
 - 11) Deshielo/antihielo.-
 - un paso; y
 - dos pasos.
 - 12) Asesoría para la aplicación de los fluidos de deshielo/antihielo.-
 - 13) requerimientos de post deshielo/antihielo;
 - 14) verificación de los controles de vuelo;
 - 15) comunicaciones luego del deshielo/antihielo; y
 - 16) uso del formulario para deshielo/antihielo (Apéndice 3).
- n) Uso de los HOT.- (F/D/G)
- 1) definición de HOT (**F/D/G**);
 - 2) cuándo comienza y cuándo termina el HOT;
 - 3) limitaciones y precauciones asociadas al uso de los HOT;
 - 4) fuentes de los informes del HOT;
 - 5) relación del HOT con concentraciones particulares del fluido y para diferentes tipos de

fluido;

- 6) categorías de precipitación (por ejemplo: niebla, llovizna, lluvia o nieve);
- 7) intensidad de la precipitación;
- 8) ¿cómo determinar un HOT específico del rango HOT que tome en cuenta condiciones de tiempo de moderadas a ligeras? **(F/D)**; y
- 9) ajustando el HOT a condiciones de tiempo cambiantes.

Nota.- El personal de tierra debería recibir instrucción sobre familiarización relacionada con la determinación de un HOT específico desde un rango de HOT, y ajustando el HOT para condiciones cambiantes del tiempo.

- o) Requerimientos de verificación de pre-despegue.- **(F/D)** Identificación de superficies representativas.
- p) Requerimientos de la verificación de contaminación de pre-despegue.- **(F/D/G)**. Comunicaciones.-
- q) Reconocimiento de la contaminación de la superficie de la aeronave **(F/D/G)**.-

Figura 15 – 1 – Tabla de ejemplo de HOT

Guía para determinar el HOT se refiere a mezclas con fluidos tipo I en función de las condiciones del tiempo y de la temperatura exterior

Precaución: Esta tabla es sólo para uso en la planificación de despegue y debe ser utilizada en conjunto con los procedimientos de verificación pre-despegue

OAT		HOT se refiere a mezclas con fluidos tipo I en función de las condiciones del tiempo y de la temperatura exterior							
° C	° F	Escarcha *	Niebla engelante	Nieve ligera**	Nieve moderada**	Llovizna engelante **	Lluvia engelante ligera	Lluvia sobre el ala fría y empapada	Otras +
Sobre – 3	Sobre 27	0:45	0:11-0:17	0:11-0:16	0:06-0:11	0:09-0:13	0:02-0:05	0:02-0:05	PRECAUCIÓN: No existen lineamientos para el HOT
- 3 a – 6	27 a 21	0:45	0:08-0:14	0:08-0:13	0:05-0:08	0:07-0:10	0:02-0:05	PRECAUCIÓN: Para confirmar la existencia de hielo claro se requiere tocarlo	
- 7 a – 10	20 a 14	0:45	0:06-0:10	0:06-0:10	0:04-0:06	0:05-0:08	0:02-0:05		
Bajo – 10	Bajo 14	0:45	0:05-0:09	0:04-0:06	0:02-0:04				

° C = Grados Celsius
 ° F = Grados Fahrenheit

OAT = Temperatura exterior del aire
 FP = Punto de engelamiento

LA RESPONSABILIDAD DE LA APLICACIÓN DE ESTA INFORMACIÓN ES EXCLUSIVAMENTE DEL USUARIO.

- * Durante condiciones que aplican a la protección de la aeronave por ESCARCHA ACTIVA.
- ** Use el HOT para lluvia engelante ligera de no ser posible su identificación positiva.
- + Densa nieve, bolitas de nieve, o bolitas de hielo, lluvia engelante moderada o densa, granizo.
- ** PARA LA VALIDEZ DE ESTOS TIEMPOS, EL FLUIDO DEBIÓ HABER SIDO CALENTADO HASTA UNA TEMPERATURA MÍNIMA DE 60 ° C (140 ° F) MEDIDOS EN LA BOQUILLA Y A POR LO MENOS 1 LITRO/M2 DEBE SER APLICADO A LAS SUPERFICIES DESHELADAS.

Figura 15 – 3 – Tabla de ejemplo de HOT (Cont.)

Guía para determinar el HOT se refiere a mezclas con fluidos tipo IV en función de las condiciones del tiempo y de la temperatura exterior
 Precaución: Esta tabla es sólo para uso en la planificación de despegue y debe ser utilizada en conjunto con los procedimientos de verificación pre-despegue

OAT		Concentración de fluidos tipo II Fluido neto/agua	HOT aproximado bajo diversas condiciones de vuelo						
° C	° F		Escarcha *	Niebla engelante	Nieve [▪]	Llovizna engelante ^{***}	Lluvia engelante ligera	Lluvia sobre el ala fría y empapada	Otras +
Sobre 0	Sobre 32	100/0	18:00	1:05-2:15	0:35-1:05	0:40-1:10	0:25-0:40	0:10-0:50	PRECAUCIÓN: No existen lineamientos para el tiempo máximo de efectividad
		75/25	6:00	1:05-1:45	0:30-1:05	0:35-0:50	0:10-0:30	0:05-0:35	
		50/50	4:00	0:15-0:35	0:05-0:20	0:10-0:20	0:05-0:10	PRECAUCIÓN: Para confirmar la existencia de hielo claro se requiere tocarlo	
0 a – 3	32 a 27	100/0	12:00	1:05-2:15	0:30-0:55	0:40-1:10	0:25-0:40		
		75/25	5:00	1:05-1:45	0:25-0:50	0:35-0:50	0:10-0:30		
		50/50	3:00	0:15-0:35	0:05-0:15	0:10-0:20	0:05-0:10		
Bajo -3 a -14	Bajo 27 a 7	100/0	12:00	0:20-1:20	0:20-0:40	**0:20-0:45	**0:10-0:25		
		75/25	5:00	0:25-0:50	0:15-0:25	**0:15-0:30	**0:10-0:20		
Bajo -14 a -25	Bajo 7 a -13	100/0	12:00	0:15-0:40	0:15-0:30				
Bajo -25	Bajo -13	100/0	El fluido tipo IV SAE puede ser usado por debajo de – 25 ° C (-13 ° F) siempre y cuando el punto de congelamiento del fluido se de por lo menos 7° C por debajo de la OAT y que se cumplan con los criterios de aceptación aerodinámicos. Considere el uso de fluido SAE tipo I cuando el fluido SAE tipo IV no pueda ser usado.						

° C = Grados Celsius

OAT = Temperatura exterior del aire

° F = Grados Fahrenheit

VOL = Volumen

LA RESPONSABILIDAD DE LA APLICACIÓN DE ESTA INFORMACIÓN ES EXCLUSIVAMENTE DEL USUARIO.

* Durante condiciones que aplican a la protección de la aeronave por ESCARCHA ACTIVA.

** No existen lineamientos para el HOT en condiciones bajo – 10 ° C (14° F)

*** Use el HOT para lluvia engelante ligera de no ser posible su identificación positiva.

+ Densa nieve, bolitas de nieve, o bolitas de hielo, lluvia engelante moderada o densa, granizo.

▪ Nieve incluye copos de nieve.

PRECAUCIÓN: El tiempo de proyección será reducido en condiciones de tiempo severas, proporción de precipitación severa o alto contenido de humedad, alta velocidad de viento, o ráfaga producto del motor jet, puede reducir el tiempo de máxima efectividad por debajo del tiempo mínimo establecido en el cuadro. El HOT puede ser reducido cuando la temperatura de la piel del avión es más baja que la OAT. – El fluido tipo SAE IV usado durante el deshielo/antihielo en tierra se presume que no sea para la protección durante el vuelo.

INTENCIONALMENTE EN BLANCO

PARTE II – EXPLOTADORES DE SERVICIOS AÉREOS**VOLUMEN III – AUTORIZACIONES OPERACIONALES Y EQUIPOS DE LAS AERONAVES****Capítulo 16 – Operaciones de rodaje con baja visibilidad****Índice****Sección 1 – Antecedentes y responsabilidades**

1. Objetivo	PII-VIII-C16-01
2. Generalidades	PII-VIII-C16-01
3. Antecedentes	PII-VIII-C16-03
4. Aplicabilidad	PII-VIII-C16-03
5. Definiciones y abreviaturas	PII-VIII-C16-03
6. Responsabilidades del explotador	PII-VIII-C16-06
7. Responsabilidades de las AAC de cada Estado	PII-VIII-C16-06

Sección 2 – Implementación y vigilancia

1. Generalidades	PII-VIII-C16-07
2. Implementación del Sistema de guía y control del movimiento en la superficie	PII-VIII-C16-07

Sección 1 – Antecedentes y responsabilidades**1. Objetivo**

Este capítulo provee orientación y guía a los IOs acerca de la planificación, evaluación y aprobación del plan del Sistema de guía y control del movimiento en la superficie (SMGCS), el cual describe los lineamientos para llevar a cabo con seguridad, las operaciones de rodaje con baja visibilidad.

2. Generalidades

2.1 En este capítulo se resume los requisitos del SMGCS para la ejecución de operaciones de rodaje en condiciones de baja visibilidad. La nueva generación tecnológica de equipos electrónicos sofisticados que hace posible un alto refinamiento de las operaciones de aproximación y aterrizaje, extendidos hacia nuevas categorías de aproximación de no precisión no se compadece con técnicas menos avanzadas de tierra. El SMGCS que facilita el movimiento de aeronaves y vehículos dentro de aeródromos ocupa lugar preponderante en esta discusión por su novedad y aplicación inmediata.

2.2 El SMGCS consiste, en el sentido más amplio, en la guía y control de todas las aeronaves y vehículos de superficie y del personal en el área de movimiento de un aeródromo. La *guía* se refiere a las instalaciones, a la información y al asesoramiento necesario que permitan a los pilotos de las aeronaves o a los conductores de los vehículos terrestres orientarse en la superficie del aeródromo y mantener las aeronaves o los vehículos en la superficie dentro de las áreas que les han sido reservadas. El *control* designa las medidas necesarias para impedir las colisiones y asegurar el movimiento regular y eficaz del tránsito.

2.3 Un sistema SMGCS proporciona guía y control de una aeronave desde la pista de aterrizaje hasta el puesto de estacionamiento en la plataforma, y desde este puesto hasta la pista de

despegue, así como de otros movimientos en la superficie del aeródromo tales como la circulación entre el área de mantenimiento y la plataforma, o desde una plataforma hasta otra. Dicho de otro modo, el sistema SMGCS abarca tanto las áreas de “maniobra” como las de “plataforma”. A estas dos áreas se les designa conjuntamente como “área de movimiento”. Normalmente, incumbe al servicio de control de tránsito aéreo regular las actividades y el movimiento de aeronaves y vehículos en el área de maniobras. En el caso de la plataforma, esta función corresponde al servicio de dirección en la plataforma. Este sistema proporciona también guía y control al personal autorizado para entrar en el área de movimiento de un aeródromo. Evidentemente, el establecimiento de tal sistema desempeña una importante función para impedir cualquier incursión accidental o ilícita en las pistas en servicio.

2.4 El SMGCS designa el sistema de ayudas, instalaciones, procedimientos y reglamentos concebidos para satisfacer especialmente los requisitos de guía y control del tránsito de superficie de manera compatible con las necesidades operacionales peculiares de un aeródromo.

2.5 El sistema SMGCS es una combinación apropiada de ayudas visuales y no visuales, procedimientos, control, reglamentación, dirección, y medios de información. Los sistemas varían desde el más simple en los pequeños aeródromos de poco tránsito, abiertos para operar en condiciones de buena visibilidad, hasta los más complejos, necesarios en los grandes aeródromos con gran densidad de tránsito abiertos para las operaciones incluso en condiciones de visibilidad reducida o de baja visibilidad. El sistema elegido para un aeródromo será el que corresponda al medio técnico operacional en que habrán de efectuarse las operaciones en dicho aeródromo.

2.6 El Doc 9476 de la OACI – *Manual de sistemas de guía y control del movimiento en la superficie*, la AC 120 – 57A de la FAA – *Sistema de guía y control del movimiento en la superficie* y los documentos desarrollados por los Estados sobre la base de estos documentos, describen los estándares para el establecimiento y desarrollo del SMGCS y de un plan especial para aquellos aeródromos donde muchos explotadores regulares calificados para operaciones todo tiempo han sido autorizados a realizar operaciones en tierra al reducirse la visibilidad a menos de 350 m (1 200 ft) de RVR. Este plan facilita el movimiento seguro de aeronaves y vehículos dentro del aeródromo, al establecer un control más riguroso de los procedimientos y utilizar ayudas visuales mejoradas y expandidas.

2.7 Una AAC deberá establecer que un explotador no llevará a cabo operaciones de rodaje con baja visibilidad en un aeródromo, a menos que dicho aeródromo cuente con un plan SMGCS aprobado por dicha autoridad.

2.8 Los POIs confirmarán que las siguientes acciones han sido cumplidas por los explotadores que tienen la necesidad de utilizar operaciones de rodaje de baja visibilidad en aeródromos que operan bajo el SMGCS:

- a) los MOs de los explotadores incluyen procedimientos SMGCS para todos los aeródromos aplicables;
- b) los currículos de adoctrinamiento básico, inicial y periódico del programa de instrucción de la tripulación de vuelo, incluyen los procedimientos de rodaje con baja visibilidad, donde sea pertinente;
- c) los explotadores proveen a la tripulación de vuelo: información adecuada, guías contenidas en los planes SMGCS, comunicación y coordinación requeridas y cartas de orientación para el rodaje durante las operaciones de baja visibilidad; y
- d) los explotadores disponen de procedimientos aceptables para la adquisición y promulgación de toda la información requerida para sus tripulantes de vuelo.

2.9 Vigilancia.- Utilizando los procedimientos normales de vigilancia, los inspectores deberán monitorear la operación de los explotadores a su cargo, a través de inspecciones a los programas, cursos en progreso, registros, contratistas, manuales, operadores de tierra, instalaciones en el aeródromo y visitas programadas a las áreas de operación donde son factibles estas operaciones.

3. Antecedentes

3.1 El movimiento en tierra de equipo, vehículos y aeronaves durante los períodos de visibilidad o de RVR menores de 350 m (1 200 ft) se ha vuelto más común a medida que ha avanzado la tecnología respecto a las NAVAIDs emplazadas en tierra y a los sistemas de bordo de las aeronaves. La cantidad cada vez mayor de incidentes y accidentes ocurridos durante el rodaje en condiciones de baja visibilidad, apuntaban hacia la necesidad de mejorar el asesoramiento (guía) durante el rodaje y el control del movimiento en superficie (sistemas de control). El Doc 9476, la AC 120 – 57 y los documentos publicados por los Estados generan la orientación necesaria para el desarrollo e implementación de un sistema que guíe y controle el movimiento de aeronaves y vehículos en la superficie. Un plan SMGCS está siendo desarrollado e implementado por cada aeródromo donde existen condiciones de rodaje con baja visibilidad y a medida que se van instalando equipos y ayudas y se van implementando los procedimientos, se están autorizando las operaciones con visibilidad reducida.

3.2 Cada plan SMGCS contiene procedimientos para rodaje durante los períodos de baja visibilidad. Estos procedimientos están documentados en los planes SMGCS como información a la tripulación de vuelo y cartas de orientación para las rutas de rodaje en baja visibilidad para aeródromos específicos. Las cartas SMGCS y su plan relacionado están desarrolladas y mantenidas por el operador del aeródromo (autoridad aeroportuaria) en consulta con los usuarios y la AAC, a través de la actividad de un grupo de trabajo.

4. Aplicabilidad

El Doc 9476 de la OACI, la AC 120 – 57A y los documentos publicados por los Estados, es pertinente a todos los aeródromos que solicitan aprobación para operaciones de despegue y aterrizaje por debajo de 175 m (600 ft) RVR y para todos los aeródromos que buscan aprobación inicial para aterrizajes CAT III. Todos los aeródromos que mantengan operaciones todo tiempo, por debajo de 350 m (1 200 ft) RVR deberán desarrollar un plan SMGCS en concordancia con el Doc 9476 de la OACI, la AC 120 – 57A o con los documentos publicados por los Estados. Las aerolíneas explotadoras que operen o proyecten operar durante períodos de baja visibilidad en aeródromos que requieran un SMGCS, operarán de acuerdo a los procedimientos desarrollados.

5. Definiciones y abreviaturas

5.1 Definiciones.-

5.1.1 Alcance visual en la pista (RVR).- Distancia hasta la cual el piloto de una aeronave que se encuentra sobre el eje de una pista puede ver las señales de superficie de la pista o las luces que la delimitan o que señalan su eje.

- a) Punto de toma de contacto (Touchdown RVR).- Lectura de los valores de visibilidad RVR, obtenidos desde un equipo RVR, sirviendo la zona de toma de contacto de un avión en la pista;
- b) Punto medio (Middle RVR).- La lectura de valores de visibilidad RVR, obtenidos desde un equipo RVR ubicado en el área a mitad de la pista; y
- c) Extremo de parada (Rollout RVR).- La lectura de los valores de visibilidad RVR, obtenidos

desde un equipo RVR ubicado lo más cercano al extremo de parada.

5.1.2 Área de movimiento.- Se refiere a las pistas, calles de rodaje y otras áreas de un aeródromo que son usadas para rodaje, despegue y aterrizaje de aviones, sin incluir las rampas de cargado y las áreas de estacionamiento de aeronaves.

5.1.3 Área de no-movimiento.- Se refiere a calles de rodaje o áreas de plataforma que no están bajo control del ATC.

5.1.4 Barra de autorización.- Consiste de tres luces de color amarillo fijas empotradas en el pavimento.

5.1.5 Barras de parada.- Se instalan en todas las calles de rodaje que den acceso a pistas activas durante condiciones de visibilidad limitada. Se utilizan cuando las condiciones de visibilidad se sitúan en RVR inferiores a 400 m.

5.1.6 Deshielo.- Procedimiento utilizado para eliminar hielo, nieve, aguanieve o escarcha de las superficies del avión. Esto puede lograrse por medios mecánicos, neumáticos o utilizando fluidos que se hayan calentado de antemano. Los métodos mecánicos son más apropiados en condiciones extremadamente frías o cuando se haya determinado que el contaminante congelado no se adhiere a las superficies del avión. En los casos en que se utilicen fluidos calientes y se desee una óptima transferencia de calor, los fluidos deben aplicarse a cierta distancia de las superficies del avión de conformidad con el procedimiento aprobado del explotador y las recomendaciones del fabricante del fluido.

5.1.7 Fuera de servicio.- Se refiere a equipamiento que está inoperativo, obscurecido (por ejemplo: por hielo, nieve o arena), degradado, no operando normalmente o sin realizar su función normal.

5.1.8 Humedad visible.- Niebla, lluvia, nieve, aguanieve, alto índice de humedad (con condensación en las superficies) y los cristales de hielo pueden producir humedad visible en aviones, calles de rodaje y pistas expuestas a estos fenómenos.

5.1.9 Letreros de localización pintados sobre la superficie.- Señales sobre el pavimento que son utilizados para complementar los avisos ubicados a lo largo de la calle de rodaje, para asistir a los pilotos en la confirmación de la posición de su avión.

5.1.10 Letreros para mantener la posición pintados sobre la superficie. - Señales sobre el pavimento utilizadas para identificar una pista determinada.

5.1.11 Luces de protección de la pista (elevadas).- Consisten de un par de luces amarillas intermitentes y elevadas, instaladas a ambos lados de una calle de rodaje, sobre las marcas para mantener la posición frente a la pista. Su función es confirmar la presencia de una pista activa y asistir en la prevención de incursiones no autorizadas a la pista en uso.

5.1.12 Luces de protección de la pista (sobre el pavimento).-El arreglo consiste de una fila de luces amarillas intermitentes instaladas a todo lo ancho de la calle de rodaje, sobre las marcas para mantener la posición. Su función es confirmar la presencia de una pista activa y asistir en la prevención de incursiones no autorizadas a la pista en uso.

5.1.13 Marcas o señales de la posición geográfica.- Marcas sobre el pavimento para identificar la ubicación de aeronaves o vehículos terrestres durante las condiciones de baja visibilidad. Generalmente son designadas por el ATC como "spots".

5.1.14 Marcas o señales que designan la posición de estacionamiento del avión.- Son marcas

sobre el pavimento utilizadas para identificar la posición del avión.

5.1.15 Operador de aeródromo.- En el caso de un aeródromo oficial (bajo la autoridad nacional, regional o municipal) se denominará jefe de aeródromo. Cuando los aeródromos hayan sido privatizados o son de propiedad de organizaciones o entes privados, genéricamente se denominarán operadores, directores o gerentes. En todo caso y por razones prácticas sencillamente los denominaremos como operador del aeródromo.

5.1.16 Operaciones de baja visibilidad.- El movimiento de aviones o vehículos sobre superficies pavimentadas, cuando las condiciones de visibilidad sean reportadas de 350 m (1200 ft) RVR o menos.

5.1.17 Plataforma.- Es un área definida de un aeródromo donde se intenta acomodar un avión para propósitos de embarque o desembarque de pasajeros, carga, reaprovisionamiento de combustible, estacionamiento o mantenimiento. El área de plataforma incluye los siguientes componentes:

- a) Posiciones de estacionamiento de aeronaves.- Sitio intentado para estacionar aeronaves y/o para embarcar / desembarcar pasajeros y cargar / descargar mercancías y/o equipajes;
- b) Áreas de servicio de aeronaves.- Son áreas en o adyacentes a la posición donde está la aeronave estacionado;
- c) Rutas o vías de rodaje (Taxilanes).- Areas de la plataforma por donde acceden las aeronaves hacia y desde las posiciones de estacionamiento; y
- d) Marcas o señales de rodaje para los vehículos.- Derechos de vía identificados en el área de la plataforma, designadas para servicio y vehículos de servicio de salvamento y extinción de incendios de aeronaves (ARFF).

5.1.18 Región de control.- Se refiere a la región geográfica de la AAC, en cuyo aeródromo está localizada.

5.1.19 Ruta de rodaje.- Es una secuencia específica de calles de rodaje iluminadas a la que está autorizado el avión durante su operación de rodaje, durante condiciones de baja visibilidad. Generalmente luces verdes acompañan la señalización secuencial. En calles de rodaje donde no deba acceder, encontrará barras de parada de color rojo.

5.1.20 Sistema de guía y control del movimiento en superficie (SMGCS).- Es un sistema que consiste en proporcionar guía y control a todos los aviones en tierra, vehículos y personal pedestre sobre las áreas de movimiento en un aeródromo. La orientación se relaciona con hangares, instalaciones, información y asesoría necesarias para habilitar a los pilotos de aeronaves mientras circulen en tierra o a los conductores de vehículos para que encuentren las calles de rodaje a través del aeródromo, y así mantenerlos dentro de las áreas pertinentes que intenten usar.

5.1.21 Sistemas de visión expandidos (EVS).- Son tecnologías avanzadas para operaciones por debajo de condiciones visuales: aumentadores ópticos, visores infrarrojos, etc.

5.1.22 Sobre-girando la rueda de nariz a la ligera (Judgmental over-steering).- Cuando la línea del centro de la calle de rodaje no guía hacia un radio de viraje adecuado, el piloto podría sobregirar la rueda de nariz intencionalmente para mantener el tren principal del avión dentro de los ejes definidos de la calle de rodaje.

5.2 Abreviaturas.-

5.2.1	ARFF	Capacidad del servicio de salvamento y extinción de incendios de aeronaves
5.2.2	ASDE	Equipo de detección de superficie
5.2.3	EVS	Sistemas de visión expandidos
5.2.4	FLIR	Sistema infrarrojo de visión hacia delante
5.2.5	NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration, USA
5.2.6	NWS	National Weather Service, USA
5.2.7	PIREPS/AIREPS	Aeronotificación
5.2.8	SMGCS	Sistema de guía y control del movimiento en superficie
5.2.9	SMR	Radar de movimiento en la superficie
5.2.10	SMSS	Sistema de vigilancia de movimiento en la superficie

6. Responsabilidades del explotador

Los titulares de un AOC con autorización para efectuar operaciones de CAT II y CAT III, desarrollarán e incluirán procedimientos SMGCS en sus manuales de operaciones diseñados para todos los aeródromos pertinentes, sin olvidar la respectiva instrucción de adoctrinamiento para su tripulación de vuelo, así como programas de instrucción inicial y periódica que incluyan procedimientos de rodaje a visibilidad reducida.

7. Responsabilidades de las AAC de cada Estado

7.1 Tal como se describe en el Doc 9476 de la OACI, en la AC 120 – 57A o en los documentos publicados por los Estados, cada grupo de trabajo SMGCS, dirigido por el jefe u operador del aeródromo, debería contar con la participación del ATC local; de la oficina local de la AAC, de los jefes de aeródromo, de contratistas en áreas de seguridad, catering, suministros, mantenimiento y representantes de los explotadores locales.

7.2 Organismo de certificación e inspección.- Corresponde a representantes de la AAC local, coordinar la evaluación del plan SMGCS para determinar la aplicabilidad de los criterios establecidos principalmente en los documentos desarrollados por los Estados, respecto a las operaciones de rodaje con baja visibilidad.

7.2.1 Inspectores principales de operaciones.- A los POIs se les requiere tomar cuatro acciones. El cumplimiento de cada una de estas acciones deberá ser registrado en cualquier programa en uso para el registro de actividades de inspección. Las acciones principalmente requeridas son las que siguen:

- atraer la atención de los explotadores asignados hacia la información contenida en este capítulo;
- asegurarse que los explotadores están entrenando a sus tripulantes de vuelo con relación a la información y orientación contenidas en el plan SMGCS;
- asegurarse que cada explotador haya provisto a sus tripulantes de vuelo con procedimientos

apropiados para el cumplimiento de los requerimientos de rodaje con baja visibilidad; y

- d) determinar a través de una inspección al control de las operaciones o de otros medios que el explotador disponga de procedimientos aceptables para la adquisición y diseminación de toda la información que necesiten sus tripulaciones de vuelo.

7.2.2 La autoridad aeronáutica.- La dependencia autorizada de la AAC tendrá la última palabra, como autoridad de aprobación final, para todo lo relacionado con planes SMGCS y revisará todos los reportes de evaluaciones para determinar la propiedad con que se autorizan operaciones de baja visibilidad en tierra.

7.3 Control de tránsito aéreo.- El ATC se adherirá a aquellas secciones del plan SMGCS que estén bajo su control. Las deficiencias observadas o traídas a su atención deberán ser corregidas.

7.4 Jefatura del aeródromo o del contratista operador.- Esta oficina revisará las secciones del plan SMGCS para las que tenga alguna responsabilidad y notificará a la organización apropiada cualquier deficiencia detectada a través del reporte de evaluación.

Sección 2 – Implementación y vigilancia

1. Generalidades

1.1 Esta sección provee orientación a los IOs en la evaluación y aprobación del plan SMGCS y en la vigilancia de las operaciones de rodaje en condiciones de baja visibilidad.

1.2 La esencia del plan SMGCS será explicada en esta sección, basándonos en el Doc 9476 de la OACI y en la AC 120 57A que son las fuentes para el desarrollo, conocimiento y puesta en práctica de este ambicioso plan, diseñado para equiparar las operaciones de vuelo a las de tierra, al menos en provisiones de seguridad y eficiencia.

2. Implementación del Sistema de guía y control del movimiento en la superficie

2.1 Grupo de trabajo SMGCS.- El operador del aeródromo, en consulta con los usuarios, deberá establecer un grupo de trabajo SMGCS para establecer las operaciones de despegue y aterrizaje de un aeródromo para operaciones todo tiempo, con RVR de 350 m (1 200 ft) o menos. El grupo de trabajo SMGCS incluiría representantes del:

- a) personal del aeródromo involucrado en operaciones dentro del aeródromo, iluminación, de extinción de incendios y rescate de aeronaves, de seguridad de la aviación, control de tránsito y cualquier otro personal apropiado;
- b) ATC (AAC correspondiente);
- c) personal de aeródromos, jefaturas;
- d) organismo de certificación e inspección (AAC);
- e) personal de aerovías y facilidades o instalaciones (AAC);
- f) explotadores regulares apropiados;
- g) asociaciones de pilotos y otros gremios de pilotos afines;
- h) explotadores de carga/paquetes y arrendatarios; y

- i) explotadores que no participan en transporte aéreo público y/o corporaciones de servicios (incluye aviación general y operadores corporativos).

2.2 Evaluación de aeródromos.- Toda vez que ni dos aeródromos, ni dos aviones tienen las mismas características, los grupos de trabajo SMGCS deben revisar la disposición, instalaciones, restricciones de mínimos para vuelos IFR y procedimientos operacionales de cada aeródromo, antes de desarrollar el respectivo plan SMGCS. La comparación entre las capacidades y características existentes y las planeadas, con basamento en las directrices de esta AC, deberá determinar qué medidas adicionales son necesarias para lograr las operaciones de baja visibilidad deseadas. Esta revisión deberá incluir por lo menos, lo siguiente:

- a) Disposición del aeródromo y patrones de tránsito superficial.- (Incluye pistas, calles de rodaje y rutas de rodaje usadas para operaciones normales de baja visibilidad y aquellas otras necesarias para lograr nuevas operaciones de baja visibilidad);
- b) procedimientos de tránsito aéreo utilizados para operaciones reales de baja visibilidad y cambios o instalaciones adicionales para dar soporte a nuevas operaciones de baja visibilidad;
- c) Iluminación de superficie, marcas y letreros usados para pistas, calles de rodaje, franjas de rodaje para dirigir el rodaje hacia la puerta de embarque.- Identificar necesidades adicionales para dar soporte a las operaciones de baja visibilidad, por ejemplo: barras de parada, luces de protección al acceso a la pista, barras de autorización, iluminación del centro de la calle de rodaje, reflectores, letreros o marcas en el suelo relativas a la posición geográfica, etc. Adicionalmente, revisar la capacidad de monitorear electrónicamente e inspeccionar los sistemas de iluminación;
- d) equipamientos, procedimientos y soporte para entrenamiento del personal de ARFF, en operaciones de baja visibilidad;
- e) Soporte terrestre para las operaciones de vehículos durante condiciones de baja visibilidad.- Revisar cualquier restricción, controles o entrenamiento requerido y de ser necesario, si las operaciones aéreas del aeródromo proveerán servicios de remolque o de "Sígame" (Follow-me) dentro del área de movimiento;
- f) protección de las áreas críticas del ILS y de las zonas libres de obstáculos;
- g) equipamiento para la remoción de nieve, direccionamiento y prioridades durante condiciones de baja visibilidad;
- h) adecuación de las cartas actuales de aeródromos; y
- i) tecnologías avanzadas para operaciones por debajo de condiciones visuales de RVR 175 m (600 ft), por ejemplo: Sistemas de visión expandidos (EVS), HUD, Sistemas infrarrojos de visión hacia delante (FLIR) y GPS.

2.3 Selección mínima de operaciones SMGCS.- La mayoría de los aeródromos autorizados actualmente para operaciones de CAT II / CAT III disponen generalmente de la parte básica de señalización, iluminación y marcas requeridas bajo el plan SMGCS. Los requerimientos adicionales propuestos por la documentación de los Estados han sido diseñados para mejorar la seguridad de las operaciones con baja visibilidad. Estos requerimientos representan tanto el capital para el costo inicial, como lo requerido para el mantenimiento continuo, más los requisitos para operaciones de bajo costo. Previamente a la decisión final para el establecimiento de mínimos más bajos para operaciones de baja visibilidad dentro del plan SMGCS, el grupo de trabajo SMGCS deberá realizar un análisis detallado para asegurarse que los beneficios en obtener mínimos más bajos para despegues y aterrizajes justifican el alto costo inicial en equipamientos y además, los costos del

mantenimiento continuo. El análisis deberá considerar, por lo menos, lo siguiente:

- a) compilación y evaluación de toda la información referente al historial de situaciones de baja visibilidad para el aeródromo. La información puede ser obtenida de diferentes agencias, dependiendo del Estado. Algunas fuentes son oficiales, como los servicios de recaudación de informes meteorológicos europeos en Maastrich, Netherlands; el National Weather Service (NWS) y el National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) de USA y otras fuentes privadas de la industria. Estos datos deberán reflejar los valores reales de RVR y éstos serán analizados día a día en número y frecuencia de las operaciones de aviones afectadas;
- b) una determinación de cuales usuarios han sido capaces de utilizar los procedimientos de baja visibilidad para despegues y aterrizajes. Esto está disponible en la lista de estatus de CAT II y CAT III publicada tanto por la JAA como por la FAA. También están disponibles en la agencia holandesa RLD, en Hoofddorp, Países Bajos (entre otras), amén de las fuentes operacionales privadas. Estas listas contienen nombres de líneas aéreas, tipo de aeronave y autorizaciones de aeródromos;
- c) una determinación sobre cuáles usuarios son los capaces de utilizar los procedimientos de baja visibilidad para despegues y aterrizajes. Esto está disponible en la lista de estatus publicada por la JAA, la FAA y por la mayor parte de las AAC de la Comunidad Europea, Australia, Nueva Zelanda, Sud África, Japón, Corea del Sur, Suiza y Canadá; y
- d) costos para ambos rangos de RVR, menor de RVR 350 m (1 200 ft) hasta RVR 175 m (600 ft) inclusive, y menor de RVR 175 m (600 ft). Estos costos pueden incluir:
 - 1) luces de borde de calle de rodaje;
 - 2) luces de eje de calle de rodaje;
 - 3) luces de protección de pista;
 - 4) luces de la barra de parada;
 - 5) soporte físico (hardware) y soporte lógico (software) asociados;
 - 6) marcas de calles de rodaje y de plataformas;
 - 7) equipo de detección de superficie (ASDE) III o su equivalente;
 - 8) instalaciones de comunicaciones expandidas / control de plataforma;
 - 9) pavimentación (de las franjas de la pista);
 - 10) equipo de tierra/vehículos (sígueme), remolque o vehículos ARFF;
 - 11) cartografía;
 - 12) operaciones y mantenimiento;
 - 13) instrucción y entrenamiento;
 - 14) personal; y
 - 15) otras tecnologías avanzadas.

- 2.4 Plan SMGCS para aeródromos.- Un plan detallado SMGCS deberá ser desarrollado para cada aeródromo para cubrir las operaciones de baja visibilidad existentes o las planeadas.
- a) los aeródromos con operaciones de despegue y aterrizaje por debajo de RVR 350 m (1 200 ft) deberán entregar a la autoridad aeroportuaria un plan completo de SMGCS. El plan deberá incluir un cronograma para presupuestos y para implementar los diversos componentes del plan propuesto. El director u operador (oficial o contratista) del aeródromo deberá ejercer acciones inmediatas para instituir el plan SMGCS una vez se reciba la aprobación de la AAC respectiva. Al recibir el plan, la AAC aconsejará al director u operador del aeródromo cuáles acciones de las incluidas en el cronograma, si es que hay alguna, deberán ser demoradas;
 - b) el plan SMGCS deberá cubrir las operaciones de baja visibilidad planificadas. Cada operación de baja visibilidad y la ruta del rodaje deberá quedar descrita al detalle con sus instalaciones de soporte y equipamiento;
 - c) el plan debe identificar claramente las responsabilidades de aquellos involucrados, como el director, operador o contratista del aeródromo, ATC, ARFF, líneas aéreas y operadores de vehículos terrestres. El plan también tendría que identificar cómo y cuándo serán realizadas o establecidas estas responsabilidades. (por ejemplo: el plan podrá identificar requerimientos diferentes para operaciones entre los 350 m (1 200 ft) RVR y 175 m (600 ft) RVR y para operaciones por debajo de 175 m (600 ft) RVR;
 - d) todos los planes SMGCS deberán ser entregados a la AAC pertinente para su aprobación; y
 - e) revisiones a los planes SMGCS podrán ser realizadas por el grupo de trabajo SMGCS cuando sea deseado y serán dirigidos a la AAC correspondiente para su aprobación.

2.5 Responsabilidades.-

2.5.1 El organismo de certificación e inspección de la AAC pertinente, a través de sus IOs y de los inspectores de aeródromos seleccionados mantendrá un listado del estatus de los aeródromos SMGCS.

2.5.2 Las dependencias autorizadas de las AAC o sus organismos de certificación e inspección, de ser ese el caso, tendrán la responsabilidad por:

- a) Participación en las reuniones del SMGCS.- Un representante de la AAC deberá participar en las reuniones del grupo de trabajo de las SMGCS;
- b) Revisión y aprobación de los planes SMGCS.- La AAC será responsable de la coordinación entre las partes para la revisión de los borradores de los planes SMGCS, y de determinar la conformidad con los criterios contenidos en los documentos, órdenes y circulares de asesoramiento existentes. Esto incluiría la coordinación con aeródromos y divisiones de tránsito aéreo. El director, operador o contratista de cada aeródromo será notificado sobre cualquier deficiencia o sobre cualquier recomendación;
- c) Inspección en el sitio.- Inspecciones en el sitio serán programadas y efectuadas para todos los aeródromos SMGCS y podrán ser efectuadas durante procesos rutinarios, eventos específicos o asociados a la inspección de certificación del aeródromo, la inspección podrá ser efectuada de noche para simular condiciones de visibilidad restringida y también para evaluar la iluminación, marcas, procedimientos, etc. La evaluación de procedimientos alternativos para componentes inoperativos, tales como barras de parada, sistemas de luces del centro de la calle de rodaje, radar de movimiento en la superficie (SMR), etc., también serán revisados, de estar instalados. Una inspección en el sitio deberá ser realizada previo a las operaciones

iniciales del SMGCS; y

- d) Cumplimiento con los planes SMGCS.- Cuando la oficina de certificación e inspección de la AAC pertinente sea notificada de una deficiencia SMGCS o cuando exista una recomendación, la AAC pertinente dará aviso a la división de aeropuertos, gerencia o dirección del aeródromo correspondiente sobre las deficiencias halladas y relacionadas con la seguridad operacional o de la aviación y podrán requerir un retiro temporal de la aprobación para operaciones de baja visibilidad.

2.5.3 División de aeropuertos y aeródromos.- Las dependencias oficiales jerárquicas de las AAC de los Estados de la Región tienen la responsabilidad de controlar los aeródromos, al menos en la parte técnica, pues algunos aeródromos están administrados por entes privados, provinciales o municipales. Sin embargo la AAC pertinente tiene la responsabilidad de:

- a) Participar en las reuniones SMGCS.- En conjunto con los equipos SMGCS;
- b) Revisar y enmendar los planes SMGCS.- Se revisarán los planes SMGCS en coordinación con ATC, ATS y los organismos de certificación e inspección de la AAC y se enmendarán donde sea pertinente; y
- c) Asesoramiento y orientación.- La División de aeródromos de la AAC suministrará asesoramiento y orientación a los grupos de trabajo con relación a asuntos como los estándares de iluminación, marcas, letreros y pavimentación. También podrán aconsejar sobre temas como la elegibilidad de proyectos para un programa de mejoras del aeródromo.

2.5.4 Tránsito aéreo.- Los entes de la AAC vinculados al ATC, ATS y ATM serán los responsables de aquellas secciones del plan SMGCS que están bajo su control y corregirán las deficiencias que sean observadas o traídas a su atención.

- a) Participación en las reuniones del SMGCS.- Un representante local o regional de ATS deberá participar en las reuniones del grupo de trabajo SMGCS. Deben asegurar que las rutas designadas de baja visibilidad y sus procedimientos mejorarán el flujo expedito y seguro del tránsito dentro del área de movimiento durante condiciones de baja visibilidad;
- b) Asesoramiento y orientación.- El ATS es responsable de suministrar asesoramiento y orientación a los grupos de trabajo SMGCS;
- c) Revisión de los planes SMGCS y cartas de rutas para rodaje.- El ATS es responsable de revisar los planes SMGCS y las cartas de rutas de rodaje en coordinación con la División de aeródromos. El responsable del grupo de trabajo SMGCS será notificado de cualquier deficiencia y recibirá las recomendaciones del caso. El diseño de las cartas de rutas de rodaje en baja visibilidad será coordinado con la AAC, en los estrados de mando pertinentes;
- d) Iniciación y término de los procedimientos SMGCS.- El ATS será responsable de iniciar y terminar cada fase de los procedimientos SMGCS, en concordancia con el plan SMGCS. Por lo tanto, ésta estará implementada y terminada sobre la base de tendencias meteorológicas de valores RVR que se incrementan o que decrecen y fenómenos del tiempo como niebla irregular y aeronotificaciones (PIREPS/AIREPS). El ATS notificará a operaciones del aeródromo, que estarán pendientes por la iniciación de procedimientos SMGCS. Operaciones del aeródromo notificará al ATC cuando todos los involucrados hayan sido contactados;
- e) Servicio de información del área terminal (ATIS).- La iniciación de procedimientos SMGCS deberá ser radiada a través del ATIS;
- f) Para operaciones por debajo de RVR 350 m (1.200 ft).- el ATC operará las luces de barras de

parada, cuando éstas estén instaladas;

- g) Posicionamiento geográfico.- El ATC controlará aeronaves y tráfico vehicular en el área de movimiento monitoreando su posición geográfica y su relación espacial. El plan SMGCS deberá definir los procedimientos ATC que serán empleados en el caso que el SMGCS se torne inoperativo cuando la visibilidad en tierra sea menor de RVR 175 m (600 ft); y
- h) Notificación y asistencia a los servicios de salvamento y extinción de incendios de aeronaves.- Durante el desarrollo de operaciones de baja visibilidad, el rol del ATC en notificar y asistir a los servicios ARFF se incrementa significativamente. Deberán establecerse procedimientos, sistemas y/o técnicas que serán revisados anualmente, en coordinación con el operador/jefe del aeródromo, para tener la seguridad que cualquier avión requiriendo asistencia podrá ser localizado y asistido por los servicios ARFF.

2.5.5 Operador/Jefe del aeródromo.- Será responsable por aquellas secciones del plan SMGCS que están bajo su control y deberá corregir las deficiencias que sean observadas o traídas a su atención. El Operador/Jefe del aeródromo designará entre el personal a su cargo, la persona que se encargará de la jefatura del equipo de trabajo SMGCS. El Operador/Jefe del aeródromo deberá entonces:

- a) convocar y dirigir las reuniones del grupo de trabajo SMGCS del aeródromo. Este grupo debe reunirse, por lo menos anualmente, para revisar el plan SMGCS, sus procedimientos y operaciones. También deberá solicitar la presencia y asistencia de aquel personal apropiado de las organizaciones que figuran en el listado ubicado en el párrafo 2.1 de la Sección 2;
- b) coordinar las acciones necesarias para analizar un estudio de estructura de costos, en atención a lograr el mínimo deseado; alcanzar el consenso del grupo de trabajo sobre el mínimo costo factible y beneficioso; lograr la instalación y operación de las instalaciones, equipos y procedimientos requeridos para el soporte de las operaciones de baja visibilidad;
- c) coordinar la elaboración, edición, entrega, publicación, distribución y revisión del plan SMGCS;
- d) asegurar que la instrucción inicial y periódica en procedimientos SMGCS es lograda y documentada para el personal ARFF, operadores de vehículos del aeródromo y los vehículos de los asociados;
- e) notificar a otras organizaciones que tengan responsabilidades bajo el plan SMGCS, las deficiencias observadas o traídas a su consideración, que requieran su corrección;
- f) si no se encuentra disponible la capacidad de monitorear electrónicamente y a control remoto las ayudas visuales del campo, dar seguridades de inspecciones periódicas de luces, avisos, letreros y marcas. Asegurar la emisión periódica y su respectiva cancelación, de los NOTAMS con relación a la falta de instalaciones del aeropuerto y de equipamiento que dan soporte a las operaciones de baja visibilidad;
- g) notificar a los asociados la inminente iniciación o el término de los procedimientos SMGCS;
- h) notificar al ATC las condiciones del campo o de las irregularidades que podrían impactar en las operaciones de control del tránsito aéreo;
- i) coordinar con el grupo de trabajo SMGCS las acciones que sean necesarias para desarrollar una carta de baja visibilidad; y
- j) hacer que el servicio de “Sígame” (Follow me) esté disponible.

2.5.6 Organizaciones de asociados.- Los asociados o componentes beneficiarios de los servicios SMGCS del aeródromo serán responsables de adherirse al plan SMGCS y de corregir las deficiencias observadas o reportadas.

2.6 Requerimientos de ayudas visuales.-

2.6.1 Iluminación de las calles de rodaje.- Durante las operaciones de baja visibilidad será necesario disponer de referencias visuales adecuadas para pilotos y operadores de vehículos terrestres con el fin de mantenerse alertas sobre la posición de cada cual, para garantizar el tránsito seguro y eficiente durante las operaciones terrestres. Las ayudas visuales deberán estar instaladas de acuerdo a los estándares establecidos.

a) Área de movimiento.- Para operaciones por debajo de RVR 350 m (1 200 ft), uno de los siguientes elementos deberá ser instalado a lo largo de cada ruta de rodaje dentro del área de movimiento:

- 1) luces del borde de la calle de rodaje; o
- 2) luces del eje de la calle de rodaje suplementadas con reflectores levantados del borde de la calle de rodaje, en las curvas y virajes;

Nota.- Las luces del centro son más efectivas que las luces de borde en operaciones de baja visibilidad; sin embargo, en aeródromos donde la nieve y el hielo pudieran oscurecer las luces la línea del centro, podría ser ventajoso instalar luces de borde.

- 3) para operaciones todo tiempo con RVR 350 m (1 200 ft) o menos, deberán ser instaladas luces del borde de la calle de rodaje en intersecciones a lo largo de la ruta de rodaje donde se espera que un avión gire y el ancho de la calle de rodaje no cumple con los estándares designados por OACI; y
- 4) para operaciones por con RVR 175 m (600 ft) o menos, las luces del eje de la calle de rodaje, apoyadas en curvas y virajes con luces del borde de calle de rodaje, deberán estar instaladas a lo largo de cada ruta de rodaje dentro del área de movimiento. Las luces del eje de la calle de rodaje se extenderían continuamente desde el eje de la pista hasta el área de no-movimiento. Cuando una ruta de rodaje se cruza o extiende dentro de una pista, deberán instalarse luces del eje de la calle de rodaje.

Nota.- Se recomienda que las luces de rodaje sean apagadas, hasta donde sea posible, en aquellas calles de rodaje o salidas de pista que no son parte de la ruta de rodaje de baja visibilidad, para mejorar la orientación.

b) Áreas donde no hay movimiento.-

- 1) para operaciones de RVR 350 m (1 200 ft) o menos, hacia abajo e incluyendo RVR 175 m (600 ft), sin requerirse iluminación o reflectores; y

Nota.- Se recomienda que las luces de rodaje sean apagadas, hasta donde sea posible, en aquellas calles de rodaje o salidas de pista que no son parte de la ruta de rodaje de baja visibilidad, para mejorar la orientación.

- 2) para operaciones por debajo de RVR 175 m (600 ft):
 - deben estar instaladas las luces del eje de la calle de rodaje; o
 - el plan SMGCS contendrá disposiciones para asistencia a los pilotos en forma de vehículos terrestres "Sígame" (Follow me) y de remolque o establecer señales para maniobrar en tierra.

2.6.2 Iluminación en el acceso a la pista activa.-

a) Para operaciones todo tiempo de RVR 350 m (1 200 ft) o menos.-

- 1) excepto como queda previsto en el párrafo siguiente, todas las calles de rodaje que proveen acceso a una pista activa (sin importar que sea parte de una ruta de rodaje de baja visibilidad) deberán disponer de luces de protección de la pista, instaladas en el punto de espera de la misma; y
- 2) en algunos casos, el grupo de trabajo SMGCS podría determinar que para ciertas intersecciones entre pistas y calles de rodaje, las luces de protección no serían necesarias. Para justificar tal evaluación, el grupo de trabajo considerará que la intersección y el entorno de la pista están protegidos del acceso inadvertido de aeronaves y vehículos a través de otros medios (volumen del tránsito y la proyección de las rutas, configuración del aeródromo, etc.).

Nota. La nueva instalación o actualización de las luces de protección elevadas podrá ser evitada si las luces empotradas de protección o las luces de las barras de parada están instaladas en la misma posición.

b) Para operaciones todo tiempo de RVR 175 m (600 ft) o menos.-

- 1) en adición al criterio expuesto en 2.6.2 a), todas las calles de rodaje iluminadas (luces del eje y/o luces del borde) que proveen acceso a una pista activa (sin tomar en cuenta que sean o no parte de una ruta de rodaje) deberán disponer de luces de barra de parada instaladas en el punto de espera de la pista. En el caso que coincidan el punto de espera normal de la pista, con una marca que señala el punto de espera del área crítica de un ILS, la barra de parada deberá estar instalada únicamente en el punto de espera del área crítica del ILS. Las barras de parada en las calles de rodaje que son usadas para entrar o cruzar una pista activa deben tener la capacidad de operar individualmente. Estas barras de parada son denominadas “barras de parada controladas”. Las barras de parada remanentes (no controladas) podrán ser operadas mediante un simple interruptor. Las luces de barras de parada son usadas para controlar positivamente el acceso a una pista activa. En el punto de acceso a la pista, unas luces verdes de guía, empotradas en el piso, se iluminarán para proveer una confirmación secundaria de autorización de la torre de control para entrar en la pista. En algunos sitios, estas luces verdes son secuenciales; y
- 2) calles de rodaje sin iluminación (por ejemplo: luces del eje de la pista apagadas) serán consideradas como “no disponibles” para el acceso a las calles de rodaje o a las pistas y no requerirán la instalación de barras de parada. Sin embargo, el grupo de trabajo SMGCS debería evaluar la necesidad de agregar barras de parada adicionales “no controladas”.

c) Selección de luces de protección de la pista.- Existen dos configuraciones de luces de protección de pistas. Deberá usarse el siguiente criterio para determinar cual configuración deberá privilegiarse para ser escogida para su instalación en el punto de espera de una pista determinada.

- 1) Luces elevadas de protección de la pista.- Deberán ser instaladas en el punto de espera de la pista si la calle de rodaje carece de luces del eje de la pista instaladas y su ancho será de 50 m (150 ft) o menor. Sin embargo, si la calle de rodaje tiene una barra de parada instalada en el punto de espera de la pista, las luces elevadas de protección deberán ser colocadas con las barras de parada, sin importar el ancho de la calle de rodaje o la presencia de luces del eje de la calle de rodaje;
- 2) Luces de protección de la pista empotradas en el pavimento.- Deberán estar instaladas en el punto de espera de la pista, si la calle de rodaje dispone de luces del eje activadas, si la calle de rodaje tiene una anchura mayor de 45 m (150 ft) o si una barra de parada

está instalada en el punto de espera del área crítica de un ILS; y

- 3) pueden ser instaladas a discreción del operador del aeródromo, una combinación de barra de parada y elementos de luces de protección empotrados en el pavimento (luces dobles rojas/amarillas). Las luces amarillas empotradas en el pavimento no podrán ser encendidas cuando la barra de parada esté en funcionamiento. Si ésta está ubicada en el punto de espera del área crítica de un ILS, las luces dobles rojas/amarillas no podrán ser seleccionadas. (Esto resultaría en la instalación de dos juegos de luces de barras de parada en diferentes ubicaciones para servir la misma intersección).

Nota.- En aeródromos donde el hielo y la nieve pudieran oscurecer las luces de protección de la pista empotradas en el pavimento, podría ser ventajoso instalar también luces elevadas de protección de la pista.

- d) Barras de autorización/señales del punto de espera.- Los puntos de espera a lo largo de las rutas de rodaje deberán ser adecuadamente denotadas o indicadas mediante lo siguiente:

- 1) Para operaciones de RVR 350 m (1 200 ft) o menos.- Las señales de punto de espera en calles de rodaje deberán estar pintadas para indicar los puntos de espera; y
- 2) Para operaciones de RVR 175 m (600 ft) o menos.- Las luces de las barras de autorización deberán estar instaladas en los puntos de espera respectivos, además de la señalización del punto de espera de la calle de rodaje y las señales de posición geográfica.

- e) Orientación para el rodaje y su señalización.-

- 1) Para operaciones de RVR 350 m (1 200 ft) o menos.- Las señales de orientación para el rodaje deberían estar instaladas en las intersecciones de la calle de rodaje. Las señales pintadas sobre la superficie (donde no sea factible la instalación de señales de orientación) estarán localizadas sobre el pavimento, en un sitio donde podrá resaltarse la operación, tal y cual lo determine el grupo de trabajo SMGCS.

- señales de pintura que sean brillantes y proyecten un buen contraste contra el pavimento, son una ayuda excelente para la baja visibilidad. Estas señales a lo largo de las calles de rodaje en condiciones de baja visibilidad, deberán recibir especial atención y ser repintadas cuando se degraden por el desgaste de su uso. Las señalizaciones del eje de las calles de rodaje, demarcadas en negro, deberán ser pintadas sobre pavimento de color ligero; y
- el uso de pintura reflectante o de fondo de aluminio deberían ser utilizados para las señales de posición geográfica. La pintura aluminada no es recomendable mezclarle con pintura negra.

- 2) Para operaciones de RVR 175 m (600 ft) o menos.- Señales en el sitio de posición geográfica identificando los puntos de espera y colocadas en conjunto con una barra de autorización iluminada, deberá ser pintada en el pavimento de la calle de rodaje. Una señal de posición geográfica instalada sin barra de autorización de calle de rodaje, también puede ser usada para obtener información sobre la posición geográfica. Estas señales estarán ubicadas en áreas de movimiento donde puedan acrecentar la calidad de las operaciones de baja visibilidad, tal y cual lo decida el grupo de trabajo SMGCS.

- f) Monitoreo e inspección visual de las ayudas de iluminación.- Las barras de parada deberían ser electrónicamente controladas con un estatus de indicación provisto en el ATC. Se recomienda que todos los otros sistemas de iluminación que dan soporte a las operaciones de baja visibilidad sean controlados electrónicamente.

- 1) Para operaciones todo tiempo de RVR 350 m (1 200 ft) o menos.-
 - inspecciones visuales iniciales de luces de barras de parada, de luces de protección de la pista, de luces de barras de autorización, de luces del eje de calles de rodaje y de luces de borde de calles de rodaje, instaladas en las rutas de baja visibilidad o de calles de rodaje que interceptan pistas de baja visibilidad, deberán ser conducidas por el operador del aeródromo previamente a la implantación de los procedimientos SMGCS. Estas inspecciones visuales son realizadas con la intención de asegurarse que los sistemas de iluminación estén en servicio y que el estatus del sistema de iluminación provea un dispositivo de monitoreo electrónico donde esté reflejada la real condición operativa del sistema. Todas las barras de parada deben ser verificadas para constatar su funcionamiento. Las luces del eje de la calle de rodaje que estén fuera del sistema controlado, no serán parte del sistema estándar de barras y por lo tanto no serán inspeccionadas visualmente; y
 - no será necesario llevar a cabo inspecciones visuales periódicas en sistemas que poseen monitoreo electrónico automático, excepto cuando las condiciones meteorológicas los sitúe como inservibles (por ejemplo: nieve, ventisca de nieve, arena etc.) En cambio, los sistemas de iluminación que no puedan ser monitoreados electrónicamente, serán inspeccionados periódicamente cada 2 a 4 horas.
- 2) Para operaciones todo tiempo de RVR 175 m (600 ft) o menos.-
 - una inspección visual de luces de barra de parada, de luces de protección de la pista, de barras de autorización, de luces del eje de calles de rodaje y de luces del borde de la calle de rodaje instaladas en las rutas de baja visibilidad o en calles de rodaje que interceptan las pistas de baja visibilidad deberá ser conducida por el operador del aeródromo antes del comienzo de las operaciones por debajo de RVR 175 m (600 ft), a menos que las condiciones meteorológicas dejen las luces inservibles (por ejemplo: nieve, ventisca de nieve, arena, etc.) El estatus de cualquiera de los sistemas de iluminación antes mencionados, que son electrónicamente monitoreados, podrá ser determinado por las indicaciones del monitoreo de iluminación, cuando el monitor sea capaz de detectar remotamente la condición de inoperatividad. Una inspección realizada dentro del lapso de dos horas antes del comienzo de las operaciones con visibilidad reducida (RVR 175 m / RVR 600 ft o menos), sería aceptable para esta inspección. No será necesario verificar el funcionamiento de las barras de parada, así como de las luces del eje de la calle de rodaje.
- g) Criterios de mantenimiento para las ayudas de iluminación.- Las luces de borde de calle de rodaje, las luces de la barra de autorización, las luces de protección de la pista y las luces de la barra de parada que dan soporte a las operaciones de baja visibilidad que no son monitoreadas electrónicamente, deberán quedar incluidas dentro de un sistema de mantenimiento preventivo que cubra los siguientes objetivos:
 - 1) luces de borde de calle de rodaje, reflectores de borde de calle de rodaje y luces de eje de calle de rodaje a lo largo de ruta de rodaje: No podrá haber dos luces adyacentes o reflectores fuera de servicio;
 - 2) luces de barra de parada, o dos luces de protección de la pista, empotradas en el pavimento. No más de tres luces inservibles por ubicación. Ningún par de luces adyacentes o reflectores inservibles;
 - 3) luces elevadas de protección de la pista, no más de una luz inservible por dispositivo;

- 4) barra de autorización. No más de una inservible; y
 - 5) cuando cualquiera de las ayudas visuales no cumpla con los objetivos señalados arriba:
 - el tránsito deberá ser desviado hacia áreas donde las ayudas visuales estén operando normalmente; o
 - tendrán que ser implementados procedimientos alternativos para acomodar las operaciones o;
 - las operaciones de baja visibilidad serán dadas por terminadas hasta que las ayudas visuales retornen al servicio normal; y
 - las ayudas visuales en conjunto con las rutas de rodaje normalizadas de baja visibilidad que están inoperativas, deberán ser reparadas prontamente con una mínima interrupción del servicio. De existir un mandato u orden judicial, se emitirán los NOTAMs apropiados o se cancelarán en forma expedita.
- h) Criterios de mantenimiento vinculados a letreros con iluminación.-
- 1) los avisos con instrucciones obligatorias a la entrada de la pista o pistas activas de baja visibilidad y los avisos de localización o dirección a lo largo de las calles de rodaje de baja visibilidad, donde le será requerido al avión mantener o girar, serán inspeccionados antes de la implementación de procedimientos SMGCS y de dos a cuatro horas, de allí en adelante mientras esté en efecto el plan de SMGCS; y
 - 2) cuando un letrero o cartel requerido no esté iluminado, esté inservible o se haya perdido, deberá ser reparado o restituido inmediatamente, con la mínima interrupción del servicio. Si existe un mandato u orden judicial, deberán emitirse los NOTAMs apropiados o cancelarlos, de ser pertinente:
 - el tránsito deberá ser reprogramado a áreas donde las ayudas visuales estén operando normalmente; o
 - deberán ser implementados procedimientos de alternativa para acomodar las operaciones; o
 - las operaciones de baja visibilidad tendrán que darse por terminadas, hasta que los anuncios o letreros hayan retornado al servicio normal.
- 2.7 Sistema de vigilancia de movimientos en la superficie (SMSS).-
- a) Para operaciones todo tiempo de RVR 350 m (1 200 ft) o menos.- Un radar de movimiento en la superficie (SMR), tal como el equipo de detección del aeródromo” (equivalente ASDE-3), o tecnologías alternativas que permitan al ATC establecer la posición geográfica de todos los aviones y vehículos que puedan ser usados; y
 - b) Para operaciones todo tiempo de RVR 175 m (600 ft) o menos.- Un SMR deberá ser instalado y estar en estado de operatividad. En el caso que el SMR se torne inoperativo durante operaciones por debajo de RVR 175 m (600 ft) las operaciones pueden continuar mientras se utilicen procedimientos de posicionamiento geográfico aprobados, hasta que las operaciones por debajo de RVR 175 m hayan terminado. El SMR deberá estar operacional, antes de reasumir las operaciones por debajo de un RVR 175 m (600 ft).
- 2.8 Instalaciones de aeródromos y servicios.-

- a) ARFF.- Durante condiciones de visibilidad reducida, el rol del ATC en notificar y asistir al ARFF se incrementa significativamente. Deberán establecerse y revisarse anualmente procedimientos, técnicas y/o sistemas, en coordinación con el operador del aeródromo, para asegurarse que las aeronaves que requieran asistencia puedan ser localizadas y provistas rápidamente de los servicios ARFF. Para operaciones todo tiempo de RVR 175 m (600 ft) o menos, el posicionamiento del equipamiento ARFF (de manera de no crear obstáculos), la instalación del radar infrarrojo que mira hacia delante (FLIR) y el GNSS o cualquier otra tecnología similar y de alternativa (GPS, GLONASS, Galileo), podría ser aprobada; y
- b) Configuración de la calle de rodaje.- El grupo de trabajo SMGCS debería examinar el aeródromo para la adecuación de filetes o anchuras suplementarias (señales de faja lateral de la pista o de la calle de rodaje), que deberían ser de un ancho determinado en el Anexo 14 al Convenio (5.2.7) para permitir a aviones una distancia razonable entre las ruedas y el borde, especialmente en las curvas. También se llama anchura suplementaria de la calle de rodaje. Debe haber una adecuación de estos filetes para permitir que las ruedas y las puntas de las alas solventen su paso por calles de rodaje durante operaciones en condiciones de baja visibilidad.
- 1) Para operaciones todo tiempo de RVR 350 m (1 200 ft) o menos.- Se recomienda que aquellos “filetes” (señales de faja lateral) inadecuados de las calles de rodaje sean mejorados hasta cumplir con los estándares actuales. Los sitios donde no estén actualizados y mejorados deben estar señalados en las cartas de rodaje de baja visibilidad SMGCS. La nomenclatura debería estampar la forma de un símbolo donde se identifiquen los puntos específicos de inflexión o una nota general que dijera: “juicios a la ligera en sobre-correcciones necesarias a lo largo de la ruta de rodaje”; y
 - 2) Para operaciones todo tiempo de RVR 175 m (600 ft) o menos.- Las anchuras suplementarias o señales de fajas laterales de calles de rodaje inadecuadas y con márgenes restringidos en los puntos de inflexión u otras ubicaciones a lo largo de la ruta de la calle de rodaje utilizadas para operaciones de RVR 175 m (600 ft) o menos deberán ser mejoradas para cumplir con los estándares actuales.
- c) Procedimientos de baja visibilidad SMGCS.- Estos procedimientos deberán ser desarrollados por cada aeródromo SMGCS autorizado para operaciones todo tiempo. Los procedimientos deberían incluir un método de notificación al personal clave de gestión de las organizaciones que participan en el proyecto, donde se les comunicaría la decisión del ATC para la iniciación o finalización de los procedimientos SMGCS. Deberán proporcionarse copias del plan SMGCS aprobado y sus enmiendas a todas las partes involucradas.
- 1) todos los operadores de vehículos terrestres deberán recibir instrucción SMGCS en áreas tales como iluminación del aeródromo, letreros o avisos y procedimientos de seguimiento de marcas o señales en caso de extravío dentro del área de movimiento de aviones y, de ser pertinente, procedimientos radio telefónicos, incluyendo aquellos en caso de pérdida de las comunicaciones. El operador del aeródromo deberá revisar los programas de instrucción de los conductores para asegurar que los procedimientos de operaciones de baja visibilidad han sido incluidos, y que la instrucción está documentada. Los operadores de vehículos involucrados en operaciones SMGCS llevarán consigo carta de ruta de caminos y calles de rodaje de baja visibilidad o un documento equivalente;
 - 2) deberán ser incluidos en el plan SMGCS los procedimientos adicionales para evaluar situaciones especiales, tales como las actividades de construcción, de remoción de nieve y aguanieve. También son pertinentes los procedimientos de deshielo, que deberán ser incluidos en el plan SMGCS para determinar cualquier limitación que pudiera ser impuesta a esos vehículos cuando el plan esté implementado y en vigor;

- 3) Para operaciones todo tiempo de RVR 350 m (1 200 ft) o menos.- Describa el método para limitar el acceso de vehículos a las áreas de movimiento de aeronaves. El tránsito vehicular en las áreas de movimiento deberá estar restringido al mínimo esencial para dar soporte a las actividades en baja visibilidad. El grupo de trabajo SMGCS revisará el control de vehículos, y de ser necesario, identificará las necesidades de implementación de marcas o señales adicionales, luces para el tránsito y podría incluirse hasta los denominados “vigilantes camineros”; y
 - 4) Para operaciones todo tiempo de RVR 175 m (600 ft) o menos.- El grupo de trabajo SMGCS deberá asegurar el control completo de vehículos en situaciones donde los caminos se cruzan con calles de rodaje designadas, dentro de las áreas de movimiento. Esto puede incluir tales métodos como barreras, rejas, letreros, marcas, luces de tránsito y vigilantes camineros.
- d) Gestión del tránsito en plataforma [para operaciones todo tiempo de RVR 175 m (600 ft) o menos].- El plan SMGCS debería incluir un plan de gestión del tránsito en plataforma para todas las áreas de “no movimiento” dentro de la plataforma, utilizadas por aeronaves o vehículos. El plan de gestión del tránsito aéreo en plataforma debería indicar el grupo o los grupos que coordinarían el movimiento del tránsito en el área de la plataforma. La entidad de gestión de plataforma debe limitar el acceso al área de plataforma para garantizar que se produzca un movimiento seguro de aeronaves y vehículos dentro del área. Las vías de tránsito que crucen con calles de rodaje deben mantenerse despejadas por métodos positivos de control, como radio comunicaciones, cuando las aeronaves están usando el área de plataforma.
- e) Asistencia al rodaje en áreas de no-movimiento Para operaciones todo tiempo de RVR 175 m (600 ft) o menos.- Donde no estén instaladas las luces de eje de la calle de rodaje, el plan SMGCS debe contener disposiciones para la asistencia al tránsito. La asistencia al tránsito debe incluir medidas tales como los vehículos “Sígame” (Follow-me) o el remolque. La asistencia será provista mediante un método convenido entre el grupo de trabajo SMGCS. La figura del señalero es generalmente usada para asistir al piloto desde la intersección del eje de la calle de rodaje con la línea de guía hasta el punto de la puerta de embarque, cuando no existan señales y luces automáticas.

2.9 Reportando la condición del aeródromo.-

2.9.1 La pérdida de mínimos para aterrizar o despegar en condiciones de baja visibilidad puede afectar adversamente las operaciones de aeronaves, la seguridad general y la capacidad. Existe un número de componentes críticos, tales como las luces de la zona de parada, las luces de eje de pista, etc., que de volverse inoperativas pueden tener un impacto inmediato en la disposición de las operaciones de despegue y aterrizaje. Esto afecta especialmente la operación todo tiempo de RVR 175 m (600 ft) o menos. Se vuelve crítica la necesidad de notificar inmediatamente a pilotos y EO/DV para que éstos evalúen inmediatamente el efecto negativo que estas fallas tendrán en la continuación de las operaciones.

- a) dada su importancia, tales impactos adversos a las operaciones deberán ser rápidamente diseminados por el operador del aeródromo por todos los medios disponibles, tales como comunicaciones a la mano con los EO/DV de las estaciones locales y con el ATIS, para alertar a los pilotos de aeronaves que se dirigen al aeródromo;
- b) la notificación a tiempo de componentes inoperativos sería cubierta completamente por el plan SMGCS con las partes interesadas, tales como el ATC, el operador/jefe del aeródromo y los estamentos operacionales locales; y
- c) los componentes inoperativos que afectan las operaciones todo tiempo o sea, de baja visibilidad, podrán ser reportados a través del sistema de NOTAM y/o el sistema de gestión del

tránsito de la AAC respectiva.

2.10 Operaciones de vuelo.- El plan SMGCS identificará algunos aspectos de la siguiente lista de ítems que son o están específicamente vinculados al aeródromo y son relativos a las operaciones de baja visibilidad. Los explotadores aéreos deberán tratar estos puntos dentro de los programas de instrucción dedicados a toda la tripulación de vuelo y al personal de soporte de tierra que pueda estar involucrado en operaciones de aeronaves o vehículos terrestres en áreas de movimiento o de no movimiento del aeródromo. Los temas de instrucción incluyen, pero definitivamente no están limitados a:

- a) operaciones de plataforma;
- b) áreas críticas del ILS, áreas de seguridad de la pista y zonas libre de obstáculos;
- c) luces o barras de la zona de parada;
- d) luces de protección de la pista;
- e) balizas de eje de calle de rodaje, incluyendo las áreas críticas del ILS, luces alternativas verdes y amarillas de eje de pista;
- f) luces de la barra de autorización;
- g) luces de entrada y de final de pista;
- h) señales de posición geográfica; y
- i) señal de punto de espera de la pista.

2.11 Carta de rutas de rodaje normalizadas de un aeródromo con baja visibilidad.-

- a) estas cartas deben ser provistas a la tripulación de vuelo, al personal del ATC, personal de los servicios ARFF, a operadores de vehículos para soporte de tierra y equipo de señaleros de plataforma, de ser necesario. La carta de rutas de rodaje normalizadas para operaciones de baja visibilidad deberá estar limitada a una página, de ser posible, y será producida por el grupo de trabajo SMGCS en coordinación con el ATC, organismo de certificación e inspección de la AAC y División de aeródromos de la AAC respectiva; y
- b) las cartas proveerán, por lo menos, la siguiente información:
 - 1) calles o rutas de rodaje declaradas de baja visibilidad, para operaciones de RVR 350 m (1 200 ft) o menos y hasta un RVR 175 m (600 ft);
 - 2) calles o rutas de rodaje declaradas de baja visibilidad, para operaciones de RVR 175 m (600 ft) o menos;
 - 3) una leyenda que describa la simbología y terminología apropiada;
 - 4) ubicación de pistas, calles de rodaje, plataformas y muelles;
 - 5) ubicación de las luces de eje de pista y de calles de rodaje;
 - 6) ubicación de las luces de zona de parada;
 - 7) ubicación de las señales de posición geográfica;

-
- 8) ubicación de las luces de zona de parada;
 - 9) ubicación de las luces de la barra de autorización;
 - 10) ubicación del área de movimiento y sus límites;
 - 11) ubicación de los filetes o anchuras suplementarias inadecuadas y de las señales de faja lateral. Debe haber una adecuación de estos filetes para permitir que las ruedas y las puntas de las alas solventen su paso por calles de rodaje durante operaciones en condiciones de baja visibilidad. Ver Anexo 14 al Convenio, párrafo 5.2.7 - *Sobre-girando la rueda de nariz a la ligera*. Cuando la línea de eje de calle de rodaje no guía hacia un radio de viraje adecuado, el piloto podría sobregirar la rueda de nariz intencionalmente para mantener el tren principal del avión dentro de los ejes definidos de la calle de rodaje;
 - 12) ubicación de las estaciones de aspersion de deshielo pertinentes;
 - 13) ubicación de las estaciones ARFF; y
 - 14) características únicas del aeródromo y/o procedimientos.
-

INTENCIONALMENTE EN BLANCO

PARTE II – EXPLOTADORES DE SERVICIOS AÉREOS**VOLUMEN III – ADMINISTRACIÓN TÉCNICA DE EXPLOTADORES DE SERVICIOS AÉREOS****Capítulo 17 – Operaciones en tiempo frío****Índice****Sección 1 – Generalidades**

1. Objetivo PII-VIII-C17-01
2. Introducción PII-VIII-C17-01
3. Definiciones y abreviaturas PII-VIII-C17-05

Sección 2 – Contaminación del avión en vuelo

1. Objetivo PII-VIII-C17-07
2. La contaminación en sí PII-VIII-C17-07

Sección 3 – Deshielo y antihielo de aeronaves en tierra

1. Generalidades PII-VIII-C17-18
2. Listas de verificación y requerimientos básicos para el deshielo/antihielo PII-VIII-C17-18
3. Deshielo/antihielo del avión en tierra, ¿cuándo, por qué y cómo? PII-VIII-C17-19

Sección 4 – Performance en pistas contaminadas

1. Generalidades PII-VIII-C17-24

Sección 1 – Generalidades**1. Objetivo**

El propósito de este capítulo es inducir a los IOs de las AAC a la adecuada comprensión sobre la operación de aeronaves en condiciones de tiempo frío y tratar aspectos tales como: la contaminación de aviones y el deterioro de la performance en cada una de las fases del vuelo, incluyendo el desplazamiento del avión por las calles de rodaje hasta la plataforma de estacionamiento; las limitaciones de congelamiento del combustible y las correcciones altimétricas. En síntesis, el objetivo de este capítulo es explicar algunas de las dificultades encontradas por la tripulación de vuelo durante las operaciones invernales o en aire frío y húmedo, ya que muchas formas de hielo pueden depositarse o acumularse en diversas partes del avión, en vuelo o en tierra y afectarán adversamente la performance del avión. Se hace dificultoso determinar cuánto se afecta la performance, ya que hay casos en que la cantidad de hielo parece benigna y luego se apreciará una alta degradación de la performance. A través del análisis de los registros sobre accidentes/incidentes se sugiere que los pilotos acrecienten su concienciación sobre la formación de hielo como factor clave para dominar la amenaza del hielo.

2. Introducción

2.1 **Contaminación de la aeronave en tierra.**- La contaminación de aeronaves en tierra pone en peligro la seguridad del despegue y en consecuencia, debe ser evadida. El avión tendrá que ser limpiado. Para asegurarse que el despegue se realiza con un avión limpio, es indispensable una inspección externa de pre-despegue. Procedimientos estrictos y verificaciones son pertinentes y la responsabilidad en aceptar el estatus de la aeronave está claramente definida. En fin, todo lo relacionado con la contaminación de aeronaves en tierra está contemplado en el Capítulo 16 – Operaciones de rodaje con baja visibilidad, Parte II Volumen III de este manual y la orientación necesaria para ayudar a los IOs en la implementación de procedimientos pertinentes a las operaciones de rodaje con baja visibilidad se puede hallar en el Doc 9476 de la OACI – *Manual de sistemas de guía y control del movimiento en la superficie*, en la AC 120 – 57A de la FAA – *Sistema de guía y control del movimiento en la superficie (SMGCS)* y en los documentos desarrollados por

los Estados sobre la base de estos documentos. La implementación de las operaciones de baja visibilidad y las operaciones de todo tiempo podrán contar con la implementación progresiva del plan SMGCS desarrollado en la AC 120-57A de la FAA.

2.2 Antes del despegue, luego de cualquier precipitación o cuando el avión haya permanecido en tierra durante la pernocta, las superficies de la aeronave deben ser totalmente despejadas de hielo y nieve. De otra forma, el vuelo no podrá despegar.

2.3 Sistemas opcionales de detección de hielo se encuentran disponibles y activados en algunas marcas de aviones dentro de la industria aeronáutica, pero no desplazarán los procedimientos establecidos en el AFM. Los dispositivos de detección temprana de engelamiento aún están a título de prueba.

2.4 El más importante aspecto de los procedimientos anti-engelantes es el HOT. Esto describe el período de tiempo de la protección del deshielo. El HOT depende de las condiciones del tiempo (precipitación y OAT) y del tipo de fluidos utilizados para deshelar el avión.

2.5 Las tablas publicadas aún deberán ser utilizadas como guía solamente, ya que muchos de los parámetros que influyen sobre su eficiencia, como las condiciones del tiempo severo, la alta velocidad del viento y las ráfagas de las turbinas de otros aviones, acortarán considerablemente el tiempo de protección.

2.6 Diferentes tipos de fluidos (Tipos I, II y IV) están a la disposición de los explotadores. Difieren en los componentes químicos, su viscosidad (capacidad para adherirse a la piel del avión) y su consistencia (capacidad para absorber altas cantidades de contaminantes), proveyendo así tiempos variables de HOT.

2.7 Performance en pistas contaminadas.-

2.7.1 Medios de frenado de aeronaves.- Existen tres maneras de desacelerar una aeronave:

- a) la primera es con los frenos de las ruedas.- La capacidad de parada de los frenos depende de la carga aplicada sobre las ruedas y de la tasa de deslizamiento de las mismas. La eficiencia de los frenos puede ser mejorada sensiblemente al incrementar la carga sobre las ruedas manteniendo la relación de deslizamiento en su nivel óptimo (sistema de anti-skid);
- b) la segunda son las aletas o dispositivos que reducen la sustentación (spoilers). Estos deceleran la aeronave al incrementar la resistencia y, más importante, mejoran la eficiencia de los frenos al agregar una carga sobre las ruedas; y
- c) y la tercera, los inversores de flujo que deceleran la aeronave, al crear una fuerza opuesta al movimiento del avión, sin contar la condición de la pista. El uso de los inversores de flujo es indispensable en pistas contaminadas.

2.7.2 Performance de frenado.-

- a) la presencia de contaminantes en la pista afecta la performance de esta forma:
 - 1) una reducción de las fuerzas de fricción (μ) entre las llantas y la superficie de la pista;
 - 2) una resistencia adicional debido a la influencia del contaminante rociado sobre la aeronave y la resistencia generada por el propio agente; y
 - 3) el fenómeno del hidroplaneo.
- b) existe una clara distinción entre el efecto de los contaminantes fluidos y los contaminantes duros:
 - 1) contaminantes duros (nieve compactada y hielo) reducen las fuerzas de fricción; y
 - 2) contaminantes fluidos (agua, aguanieve y nieve sin compactar) reducen las fuerzas de fricción y crean una resistencia adicional que podría conducir al hidroplaneo.
- c) desarrollar el modelo de una (μ) reducida de acuerdo con el tipo de contaminante es una tarea difícil. No obstante, estudios recientes y pruebas han mejorado el modelo de (μ) para pistas mojadas y contaminadas, que ya no se derivan de (μ seca). La certificación de los

modelos de aeronaves más recientes incorporan estas mejoras.

2.7.3 Correlación entre la (u) reportada y la performance de frenado.-

- a) los aeródromos muestran un coeficiente de fricción derivado de un vehículo diseñado para mediciones. A este coeficiente de fricción se le denomina “(u) reportado”. El coeficiente de fricción real, denominado como “(u) efectivo” es el resultado de la interacción llanta/pista y depende de la presión de la llanta, de su desgaste, de la velocidad y masa del avión y de la eficacia del sistema de “anti-skid” (anti-resbalante). Hoy en día, no existe una clara correlación entre la “(u) reportada” y la “(u) efectiva”;
- b) la presencia de contaminantes fluidos (agua, aguanieve y nieve suelta) sobre la superficie de la pista reduce el coeficiente de fricción, puede conducir al hidroplaneo y crea una resistencia adicional. Ésta es debida a la precipitación del contaminante sobre el tren de aterrizaje, el fuselaje y al desplazamiento del fluido en la trayectoria de la llanta. En consecuencia, son afectadas la performance de aceleración y la del frenado. El impacto sobre la performance de aceleración conduce a limitaciones en la profundidad del contaminante aceptada para el despegue; y
- c) los contaminantes duros (hielo y nieve compactados) únicamente afectan la performance del frenado por la reducción del coeficiente de fricción.

2.7.4 Control direccional de la aeronave.-

- a) cuando la rueda se tuerce, aparece una fuerza de fricción lateral. La fuerza total de fricción entonces es dividida entre la fuerza del frenado (componente opuesto al movimiento de la aeronave) y la fuerza de “torcida” (fricción lateral). La fuerza máxima de “torcida” (para el control direccional) se obtiene cuando la fuerza de frenado es nula (NIL), mientras que la aplicación de una fuerza de máximo frenado significa ninguna fuerza de “torcida” o esquinera;
- b) la compensación entre la fuerza esquinera (cornering force) y el frenado, depende de la relación de deslizamiento, es decir, del sistema de anti-derrape (anti-skid); y
- c) la capacidad de giro usualmente no es ningún problema en pistas secas, no obstante, cuando la fuerza total de fricción se reduce significativamente por efecto de la presencia de contaminantes en la pista en condiciones de viento de costado, el piloto puede tener que escoger entre el frenado o el control del avión.

2.7.5 Viento de costado (cruzado).-

- a) el fabricante debe demostrar una componente máxima de viento de costado para pistas secas y mojadas. Este valor no es una limitación. Aquí se analiza la máxima componente de viento demostrada durante el aterrizaje en vuelos de prueba dentro del proceso de certificación de la aeronave. Los explotadores tomarán esta información de referencia para establecer sus propios límites;
- b) la componente máxima de viento de costado para aterrizajes automáticos sí es una limitación; y
- c) el fabricante también provee algunas recomendaciones con relación a la componente máxima de viento de costado para pistas contaminadas. Estos valores conservadores han sido establecidos entre cálculos y la experiencia operacional.

2.7.6 Optimización y determinación de la performance.-

- a) la presencia de contaminantes en la pista apunta hacia una distancia de aceleración-parada incrementada, que también afecta la distancia de despegue con aceleración e ida al aire (debido a la resistencia de la precipitación). Esto puede resultar en una masa menor de despegue, que puede ser un impacto de significación cuando la pista es corta;
- b) para minimizar la pérdida, el ajuste de los flaps y las velocidades de despegue deberían ser optimizadas. Al incrementar la extensión de flaps y slats el resultado es una mejor performance en la pista. Ambas, la distancia de aceleración-parada y la de acelerar e irse al

aire resultan reducidas. Una pista corta y contaminada naturalmente requiere un ajuste alto de flaps. No obstante, la presencia de obstáculos en la trayectoria de vuelo de despegue podría requerir un ajuste de flaps más bajo que provea una mejor performance de ascenso. Por lo tanto deberá determinarse un ajuste de flaps óptimo. Esto se obtiene a menudo “manualmente” en una rápida comparación con las diferentes cartas de cálculos para el despegue;

- c) las velocidades de despegue, a saber, V1, VR y V2 también tienen un impacto de significación en la performance de despegue. Las altas velocidades generan una buena performance de ascenso. El precio a pagar por obtener altas velocidades es pasar largo tiempo en la pista. En consecuencia, las distancias de despegue se incrementan y la performance en la pista se degrada. De tal manera, una pista contaminada requiere bajas velocidades. Una vez más, la presencia de obstáculos puede limitar la reducción de velocidad y deberá buscarse el balance correcto. Es aquí donde tiene valor la optimización de la velocidad;
- d) el principio del “empuje flexible” es utilizado para prolongar la vida de los motores al reducir el empuje a una cantidad necesaria, pero esto no es permitido cuando la pista está contaminada. Los explotadores pueden aprovecharse de la potencia o empuje reducido (derated thrust). La diferencia principal entre empuje flexible y empuje reducido reside en la capacidad del empuje flexible para recuperar el empuje máximo, mientras que al empuje reducido no se le permite recuperar el empuje máximo a bajas velocidades; y
- e) aún más, la reducción del empuje hace más fácil controlar el avión en caso de falla de motor (torque menor). En otras palabras, cuando se está usando empuje reducido, la VMC asociada también se reduce. Esta reducción de VMC permite una operación a velocidades más bajas (V1, VR y V2) y en consecuencia, distancias de despegue más cortas. En una situación donde la performance está limitada por la VMC, reducir el empuje puede conducir a masas de despegue más altas.

2.7.7 Limitaciones al engelamiento del combustible.-

- a) la temperatura mínima permitida será limitada por:
 - 1) el punto de engelamiento del combustible; esto es para prevenir que las líneas de combustible y los filtros se bloqueen por efecto del “combustible encerrado” (variable del combustible que está siendo usado), o de;
 - 2) la gestión del sistema de “calentamiento del combustible”, previene que los cristales de hielo contenidos en el combustible bloqueen el filtro de combustible. Esto último ocurre a menudo;
 - 3) diferentes tipos de combustible con puntos de engelamiento variables, podrán ser usados, tal y cual lo menciona el AOM. Cuando se desconoce el punto real de engelamiento del combustible que está siendo usado, la limitación viene dada por los valores mínimos de especificación. La limitación resultante puede ser penalizante bajo ciertas condiciones de temperatura, especialmente cuando se usa combustible JET A (punto de engelamiento máximo de -40°C). En tales casos, el conocimiento del punto de congelación real del combustible usado generalmente provee un gran beneficio operacional, como se desprende de investigaciones ad hoc;
 - 4) aún cuando la limitación de engelamiento del combustible no debe ser deliberadamente excedida, se asegura que proporciona un margen de seguridad de gran significación; y
 - 5) cuando se mezclen combustibles de tipos distintos, los explotadores deberán establecer sus propias reglas con relación al punto de engelamiento resultante, ya que no es posible predecirlo.

2.8 Efecto de la baja temperatura en la altimetría.-

- a) temperatura bajo ISA:
 - 1) la altura verdadera del avión estará por debajo de la altitud indicada.

- b) una temperatura muy baja podrá:
 - 1) crear un potencial peligro de contacto con el terreno; y
 - 2) ser el origen de un error de altitud/posición.
- c) tendrán que aplicarse correcciones de altura sobre la elevación de la fuente del ajuste altimétrico:
 - 1) incrementando la altura de los obstáculos; y
 - 2) decreciendo la altitud/altura indicada de la aeronave.
- d) la OAT mínima deberá ser establecida y especificada para el uso de procedimientos de aproximación y despegue si se intenta usar aproximación en V-NAV; y
- e) cuando la OAT sea menor que la temperatura mínima indicada, en una carta de despegue, la altura/altitud mínima de aceleración deberá ser incrementada.

3. Definiciones y abreviaturas

3.1 Definiciones.-Acción de frenado.- Es un reporte de las condiciones en las áreas de movimiento de un aeródromo, proporcionando a los pilotos la calidad o grado de frenado que pueden esperar. Es reportada en términos de acción de frenado: buena, mediana, de mediana a pobre, pobre, nil o no confiable.

3.1.2 Aguanieve.- Es una precipitación en forma de lluvia y nieve mezcladas. Para operaciones en aguanieve ligera, trátela como lluvia engelante ligera.

3.1.3 Código antihielo.- Describe la calidad de tratamiento que la aeronave ha recibido y proporciona información para la determinación del HOT.

3.1.4 Coefficiente de fricción.- Es la relación entre la fuerza de fricción que actúa sobre las ruedas y la fuerza normal de las ruedas. La fuerza normal depende de la masa de la aeronave y de la sustentación de las alas.

3.1.5 Condiciones de englamiento.- Son condiciones en las que la temperatura exterior está por debajo de 3°C y existe humedad visible en cualquier forma (tal como niebla, lluvia, nieve, llovizna, aguanieve o cristales de hielo, agua estancada, que se muestran presentes en la pista).

3.1.6 Condiciones de hielo.- Pueden esperarse cuando la OAT (en tierra y en despegue) o la TAT (en vuelo) están a, o por debajo de 10°C y existe humedad visible en el aire (tal como nubes, niebla con baja visibilidad de una milla o menos, lluvia, nieve, aguanieve y cristales de hielo). Estarán presente en calles de rodaje o pistas, agua estancada, aguanieve, hielo o nieve.

3.1.7 Contaminación de la pista.- Se considera una pista contaminada cuando más del 25% del área (sean áreas aisladas o no) en largo y ancho está cubierta con lo siguiente:

- a) agua en la superficie de más de 3 mm (0.125") de profundidad o aguanieve o nieve suelta, equivalentes a más de 3 mm (0.125") de agua; o
- b) nieve que ha sido comprimida como una masa sólida que resiste mayor compresión manteniéndose compacta o rompiéndose en terrones (nieve compactada); o
- c) hielo, incluyendo hielo mojado.

3.1.8 Empapado.- Hasta en temperatura ambiente entre -2°C y por lo menos 15°C, podrá producirse hielo, escarcha o heladas en la presencia de humedad visible o alta condición de humedad, si la estructura de un avión permanece a 0°C o por debajo. Cada vez que se produce precipitación y ésta cae sobre un avión empapado mientras se encuentra en tierra, puede formarse hielo claro. Esto es más probable que ocurra en aeronaves con tanques de combustible integrales luego de un vuelo prolongado a grandes altitudes. El hielo claro es muy difícil de detectar visualmente y puede perderse durante el despegue o luego del mismo. Lo siguiente, puede tener un efecto en alas empapadas: la temperatura del combustible en sus células, la temperatura del combustible recién servido y la cantidad de tiempo desde el reaprovisionamiento.

- 3.1.9 Fuerza cortante.- Es una fuerza aplicada lateralmente con un fluido anti-engelante. Cuando se aplica a un fluido Tipo II o Tipo IV, la fuerza cortante reducirá la viscosidad del fluido; cuando deja de aplicarse la fuerza cortante, el fluido recuperará su viscosidad.
- 3.1.10 Gotas de agua super-enfriadas.- Gotas en una condición donde el agua permanece líquida a temperaturas negativas (Celsius). Son inestables y se congelan al impactar.
- 3.1.11 Granizo.- Es una precipitación de bolas pequeñas o de pedazos de hielo, con un diámetro que va desde 5 hasta 50 mm, que cae separadamente o en forma aglomerada.
- 3.1.12 Granizo pequeño.- Es una precipitación de granizo pequeño transparente o translúcido de forma esférica o irregular. Habitualmente rebota cuando golpea objetos duros.
- 3.1.13 Hidroplaneo.- Es una situación donde las llantas de una aeronave son separadas de la superficie de la pista por una capa fina de fluido.
- 3.1.14 Hielo escarchado.- Hielo que está lleno de burbujas de aire y/o agua que fluyen a través de él.
- 3.1.15 Intensidad de precipitación.- Es una indicación de la cantidad de precipitación que cae para el momento de la observación. Se expresa como ligera, moderada o intensa. Cada intensidad se define con respecto al tipo de precipitación que está ocurriendo, con una tasa basada en la caída de lluvia, nieve, granizo, etc., por unidad de tiempo.
- 3.1.16 Nieve.- Precipitación de cristales de hielo, la mayoría de los cuales son copos con forma estrellada o mezclada con cristales “bifurcados” y en forma de estrellas, o mezclados con cristales enteros. A temperaturas $>-5^{\circ}\text{C}$ los cristales están generalmente aglomerados en forma de hojuelas de nieve.
- a) Nieve seca.- Nieve que puede ser soplada de estar suelta; o al estar compactada por mano, caerá en pedazos al soltarse, con gravedad específica de hasta 0.35 (sin incluirse). La nieve seca se espera, normalmente a temperaturas por debajo del nivel de engelamiento y podrá ser sacudida (con una brocha) de la superficie del avión;
 - b) Nieve mojada.- Nieve que de ser compactada a mano, permanecerá junta con tendencia a formar una bola de nieve. Se consigue generalmente a temperaturas por encima del punto de engelamiento y se adhiere fácilmente y con dificultad mayor para despegarla; y
 - c) Nieve compactada.- Nieve que ha sido compactada en una masa sólida que resistirá una nueva compresión y se mantendrá junta y se romperá en trozos si se recoge.
- 3.1.17 Pista con surcos.- (Véase pistas secas).
- 3.1.18 Pista congelada.- Se considera una pista congelada cuando el coeficiente de fricción está a, o por debajo de 0.05.
- 3.1.19 Pista húmeda.- Se considera húmeda una pista cuando su superficie no está seca, pero cuando la humedad sobre ésta carece de apariencia brillante.
- 3.1.20 Pista mojada.- Se considera una pista como mojada, cuando su superficie está cubierta con agua o su equivalente, menos de o igual a 3 mm de profundidad o cuando hay suficiente humedad sobre la superficie de la pista como para que aparezca reflectora, pero sin grandes áreas significativas de agua estancada.
- 3.1.21 Pista seca.- Es aquella que no está contaminada e incluye aquellas partes pavimentadas que han sido especialmente preparadas con surcos o pavimento poroso para retener la “acción de frenado”, aún en condiciones de humedad presente.
- 3.1.22 Precipitación.- Agua líquida o congelada que cae de las nubes en forma de lluvia, llovizna, nieve, granizo o aguanieve.
- 3.1.23 Punto de rocío.- Es la temperatura a la cual el vapor de agua comienza a condensarse.
- 3.1.24 Saturación.- Es la máxima cantidad de agua o vapor de agua permisible en el aire.
- 3.1.25 Visibilidad en tierra.- Es la visibilidad en un aeródromo, tal como es reportada por un

observador acreditado.

3.2	<u>Abreviaturas.-</u>	
3.2.1	AoA	Ángulo de ataque
3.2.2	ETD	Hora prevista de salida
3.2.3	NAI	Antihielo de las nacelas
3.2.4	NIL	Nulo
3.2.5	SAT	Temperatura del aire estático
3.2.6	TAT	Temperatura total de aire
3.2.7	VLS	Velocidad más baja elegible
3.2.8	WAI	Antihielo de las alas

Sección 2 – Contaminación del avión en vuelo

1. Objetivo

El objetivo de esta sección es explicar algunas de las dificultades encontradas por la tripulación de vuelo en operaciones de invierno o en aire frío y húmedo. Muchas formas de hielo pueden depositarse o acumularse sobre la estructura del avión, en vuelo o en tierra y esto afectará su performance. No es muy fácil determinar en cuánto se afectará la performance, ya que hay casos donde la cantidad de hielo parece benigna y produce una gran degradación de la performance de vuelo. El caso opuesto, también podría ser cierto. Sin embargo, a través de los registros de accidentes e incidentes se desprende que un alto nivel de concienciación y de alerta entre los tripulantes de vuelo es un factor determinante en prevenir y dominar la amenaza de hielo.

2. La contaminación en sí

2.1 Contaminación de aeronaves en vuelo.- Los tratados de meteorología y de física atmosférica refieren que las condiciones de hielo generalmente ocurren desde la temperatura de congelación del agua (0°C) hasta -40°C y más probablemente alrededor de los 10 000 ft. No obstante, debe entenderse que las condiciones de hielo severo raramente ocurren por debajo de los -12°C. Temperaturas (OATs) ligeramente positivas no protegen contra el hielo y esas condiciones de hielo pueden ser potencialmente encontradas a cualquier altitud o nivel de vuelo.

2.1.1 Altas proporciones de acumulación.- Estas no están necesaria ni sistemáticamente asociadas a los cumulonimbus o a otras nubes de desarrollo vertical; las nubes estratiformes pueden generar altas cantidades de hielo sobre las superficies del avión o de sus perfiles aerodinámicos. Las condiciones de hielo son bastante más frecuentes que la acumulación de hielo efectiva. Las condiciones de engelamiento no conducen necesariamente a la acumulación de hielo. Si la tripulación de vuelo encuentra condiciones de formación de hielo en vuelo, algunas de las recomendaciones más acertadas son:

- además de usar el antihielo de las nacelas (NAI) y el antihielo de las alas (WAI) en concordancia con los procedimientos, el PIC deberá vigilar el proceso de engelamiento: proporción de acumulación y tipo de nube;
- cuando se encuentre una rápida formación de hielo en una nube estratiforme, un cambio moderado de altitud reducirá significativamente la tasa de engelamiento. Es obligatorio que el controlador de ATC o de ATS acepte el cambio de altitud;
- si prevalecen las condiciones de engelamiento durante la aproximación, mantenga la velocidad tan alta como sea posible o permitida, demore la extensión de los flaps tanto como sea posible y no retracte los flaps luego de aterrizar;
- antes del despegue, deben ser totalmente despejadas de hielo y nieve las superficies de la aeronave luego de cualquier precipitación o cuando ésta haya permanecido en tierra durante

la pernocta. De otra forma, el vuelo no podrá despegar;

- e) sistemas opcionales de detección de hielo se encuentran disponibles y activados en algunas marcas de aviones dentro de la industria aeronáutica, pero no desplazarán los procedimientos establecidos en el AFM. Los dispositivos de detección temprana de engelamiento aún están a título de prueba;
- f) el más importante aspecto de los procedimientos anti-engelantes es el HOT. Esto describe el período de tiempo de la protección del deshielo. El HOT depende de las condiciones del tiempo (precipitación y OAT) y del tipo de fluidos utilizados para deshelar el avión;
- g) las tablas publicadas deberán ser utilizadas como guía solamente, ya que muchos de los parámetros que influyen sobre su eficiencia, como las condiciones del tiempo severo, alta velocidad del viento y las ráfagas de las turbinas de otros aviones acortarán considerablemente el tiempo de protección; y
- h) diferentes tipos de fluidos están a la disposición (Tipos I, II y IV). Difieren en los componentes químicos, su viscosidad (capacidad para adherirse a la piel del avión) y su consistencia (capacidad para absorber altas cantidades de contaminantes), proveyendo así tiempos variables de HOT.

2.2 Principios del engelamiento.-

2.2.1 Física atmosférica elemental.- El agua es un componente bien conocido del aire. Aire claro incluye vapor de agua en proporciones variables, de acuerdo a la temperatura del aire (Temperatura de aire estático (SAT) o OAT). La cantidad máxima de vapor de agua permisible dentro de la masa de aire es de alrededor de $0.5\text{g}/\text{m}^3$ a 0°C para altitudes moderadas. Estas condiciones limitantes se conocen con el nombre de saturación. Cualquier cantidad de agua en exceso de las condiciones de saturación se mostrará en la forma de gotas de agua o cristales de hielo. Esto forma las nubes.

2.2.2 Las condiciones de saturación pueden ser excedidas por dos procesos.-

- a) primero, la elevación de la masa de aire caliente. Esto puede ser producido por inestabilidad meteorológica o por la orografía. La inestabilidad está asociada a los sistemas del tiempo o a las perturbaciones de grandes cantidades de nubes. El efecto orográfico se debe al viento que sopla sobre la montaña y de aquí, el levantamiento de la masa de aire por el lado expuesto;
- b) segundo, es el rápido enfriamiento de la capa de aire más baja durante una noche de aire claro;
- c) en estas dos condiciones, la cantidad de agua inicialmente presente en la masa de aire puede exceder las condiciones de saturación a la nueva temperatura más baja. El exceso de agua se precipita en forma de gotas, gotitas o cristales de hielo; y
- d) el fenómeno del engelamiento se debe al hecho que el agua no se convierte necesariamente en hielo justo a, o por debajo de 0°C . Agua a temperatura Celsius negativa puede permanecer líquida; entonces, se le llama superfría. Las gotas superfrías son inestables. Esto significa que pueden congelarse de pronto si golpean o son golpeadas por un objeto, especialmente si el objeto está a una temperatura negativa. Este es el mecanismo para el engelamiento de aviones.

2.2.3 Consecuencias de lo tratado anteriormente son las siguientes.-

- a) el rango de la OAT para engelamiento es ligeramente positivo en $^\circ\text{C}$, bajando hasta -40°C ; pero el engelamiento severo raras veces ocurre a temperaturas menores a -12°C . Esto se puede traducir en altitudes: a altitudes medianas, es donde con más probabilidad ocurrirá la formación de hielo severo, concretamente en los alrededores de los 10 000 ft, bajando hasta el piso;
- b) debido a las condiciones variables de la temperatura alrededor de la estructura del avión, una OAT ligeramente positiva no protege del engelamiento severo;
- c) la acumulación de hielo (engelamiento) ocurre en las partes “penetrantes” o que sobresalen de

la estructura del avión: nariz, alas o flaps, los bordes de ataque de la cola del avión, las tomas de aire de los motores, antenas, etc;

- d) en tierra, en adición a todos los tipos de precipitación, (nieve, lluvia engelante), la estructura completa pudiera estar cubierta por escarcha. Eso ocurre casi sistemáticamente por las noches, si el cielo está claro y la temperatura oscila alrededor de 0 ° o más fría; y
- e) la mayor parte del tiempo, las condiciones engelantes no duran todo el tiempo en el cielo. Esta es la razón de la poca confiabilidad de los PIREPs o de la ausencia de estos, para detectar condiciones de engelamiento.

2.2.4 Meteorología elemental.-

2.2.4.1 Agua superfría puede ser encontrada en muchas nubes en la atmósfera, siempre y cuando la temperatura esté por debajo y no mucho, del punto de engelamiento. Nubes grandes de convección, como grandes cúmulos o cumulonimbus son buenos suplidores. Aparte de los posibles efectos del granizo, los cumulonimbus (nubes de desarrollo vertical) son reales amenazas, porque contrario a otra clase de nubes, las condiciones de engelamiento pueden ser encontradas fuera del cuerpo de la nube, por ejemplo, bajo el yunque. Los yunques generan a menudo llovizna o lluvia engelantes. La precipitación bajo un yunque puede conducir a engelamiento severo.

A latitudes tropicales, esto puede suceder a grandes altitudes y fuera de temperaturas OAT donde normalmente no se espera formación de hielo. Sin embargo esta condición dura poco. Una buena precaución operacional sería evitar volar bajo la raíz de un yunque cuando se está dando la vuelta a un cumulonimbus.

2.2.4.2 Las capas de nubes estratiformes, absolutamente sin tomar en cuenta su grosor, pueden exhibir grandes cantidades de gotas congeladas, incluyendo llovizna engelada. Esto ocurre porque, a pesar de su apariencia estratiforme, incluye alguna actividad limitada, pero continuamente convectiva (generadora de calor), que la sitúa en una posición ideal para generar llovizna engelada.

2.2.4.3 La meteorología provee una clasificación de las gotas de agua superfrías, de acuerdo a su diámetro en micrones de tamaño de la gota (un micrón = 1 µm = una milésima de milímetro).

- a) de 0 a 50 µm: gotas superfrías estándar. Permanecen en el aire y forman nubes;
- b) 50 a 500 µm: llovizna engelada. Se hunden muy lento y generan formas de hielo curiosas; y
- c) 500 a 2 000 µm: lluvia engelada. Cae y conduce a hielo claro.

2.2.4.4 Los físicos especializados en nubes demuestran que ninguna nube jamás es formada por gotas de un solo tamaño. Una nube puede ser descrita en forma inequívoca por su espectro de gotas. Se considera que las nubes superfrías más comunes contienen un espectro de gotas entre 0 y 50 µm, que culminan en 20 µm. Cuando se encuentre presente llovizna engelada, su espectro no cambiará radicalmente; sin embargo se observan “picos” que muestran unos 200 µm, con muy pocas gotas entre ellas.

2.2.5 Formas de hielo acumuladas en vuelo.-

2.2.5.1 La experiencia de engelamientos en vuelo demuestra que hay una gran variedad de formas y texturas en la acumulación del hielo. Algunas son chatas, unas lucen como lazos y otras como un erizo. En general, son muy diversas estas formas, aunque generalmente son simétricas.

2.2.5.2 Existe una gran cantidad de parámetros que pueden influenciar en el proceso de engelamiento. Esta es una lista no limitada:

- a) temperatura del aire: OAT o SAT;
- b) velocidad de la aeronave o temperatura total del aire(TAT);
- c) tamaño de la aeronave;
- d) tipo de nube;
- e) tipo de precipitación;

- f) contenido de agua en la masa de aire;
- g) distribución del tamaño de las gotas líquidas;
- h) posible presencia de cristales de hielo;
- i) contenido total de agua en la masa de aire;
- j) temperatura local de la piel de la aeronave y capacidad calórica; y
- k) tipo y alcance del sistema para deshielo y anti-hielo.

2.2.5.3 La influencia individual de cada parámetro anotado arriba, presenta un problema teórico de mucha dificultad. Las diversas influencias no son un aditivo, del todo. Las formas pueden variar desde un puro “arco de luna” que se adhiere al borde de ataque del plano hasta un “cuerno doble” (una pesadilla para los expertos en aerodinámica) o un plato chato y con surcos, hacia abajo del borde de ataque y denominado “hielo que corre hacia atrás”. El “arco de luna” generalmente está hecho de hielo claro; el “cuerno doble” está comúnmente formado de hielo blanco y áspero, llamado hielo escarchado. A temperaturas alrededor de los 0°C, el hielo escarchado está lleno de burbujas de aire y/o agua que fluyen a través de él. La innumerable variedad de formas de hielo, particularmente aquellas formadas por hielo escarchado revelan cuán complejo puede ser el proceso de acumulación de hielo.

2.2.5.4 La observación sobre la formación de hielo en vuelo sugiere fuertemente que el hielo que se acumula efectivamente en las superficies del avión es el diferencial resultante del agua superfría que golpea la estructura, más posibles cristales de hielo y la cantidad de agua que sale, producto de una mezcla de erosión, evaporación y sublimación. El efecto combinado de esos factores antes mencionados es sustancial y, algunas veces, uno cualquiera de ellos es tan dominante que dentro del proceso general de engelamiento no se acumula hielo en significación. En este contexto, es muy difícil describir, clasificar o predecir las formas del hielo. Por lo tanto, medidas tomadas por la protección antihielo necesitan estar basadas en una suerte de definición de un escenario como el peor caso. Tales casos serán usados para el diseño y certificación de los sistemas de protección contra el hielo.

2.2.5.5 Las consecuencias de lo anteriormente descrito son las siguientes reglas de oro:

- a) las condiciones de engelamiento son mucho más frecuentes que la acumulación efectiva de hielo para un avión determinado. No es porque el engelamiento haya sido reportado con anterioridad, que los efectos realmente se producirán;
- b) el incremento de la velocidad decrece la cantidad de hielo acumulado; y
- c) de verificarse una rápida acumulación de hielo, un cambio moderado de altitud es normalmente suficiente para parar o decrecer la acumulación de hielo. Los controladores del ATC deberán aceptar inmediatamente los requerimientos del PIC.

2.2.6 Otros tipos de contaminación.-

2.2.6.1 En tierra, los aviones estacionados al aire libre reciben todo tipo de contaminación de los que no se desharán automáticamente, tal contaminación puede presentarse en forma de: escarcha, condensación, llovizna engelada, lluvia engelada, aguanieve, nieve mojada o seca. Sería inútil enumerar las diferencias entre esos casos. A menudo, los planos están cubiertos con mezclas de distintos contaminantes. Esto tiene dos causas:

- a) las características térmicas de las alas varían, debido a la posible presencia de combustible frío y su estructura asociada a compuestos de metales; y
- b) la evolución normal meteorológica significa precipitación, la cual varía con el devenir de las horas, debido a cambios en temperatura. La nieve a menudo esconde hielo, etc.

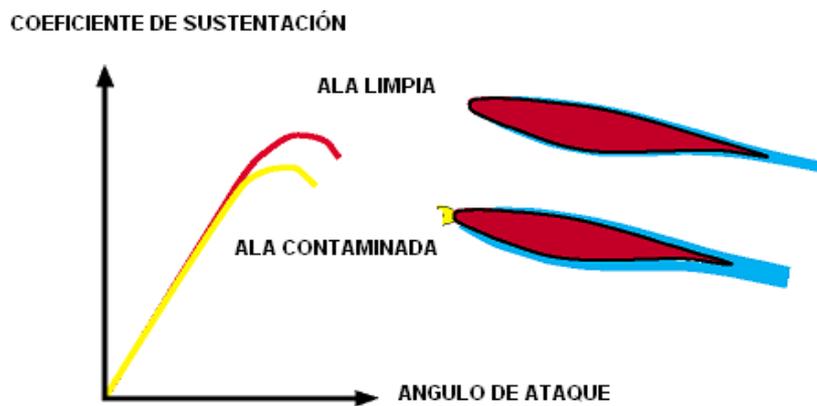
2.2.6.1.1 En todo caso, las alas deben haber sido limpiadas antes del despegue, sin importar la clase de contaminación. Para completar el cuadro, despegar, aterrizar y rodar por la calle de rodaje significa la proyección o salpicadura de grandes cantidades de nieve mojada o aguanieve que deberá congelarse luego del impacto sobre las áreas más sensitivas de la estructura: flaps, slats y

tren de aterrizaje.

2.3 Certificación de la protección antihielo.-

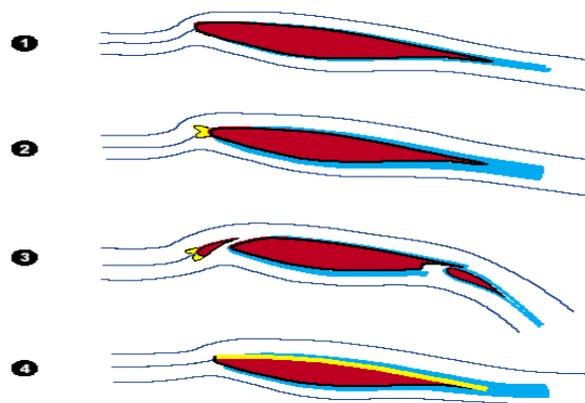
2.3.1 Aerodinámica elemental.- Los diseñadores de aeronaves hacen lo mejor que pueden para asegurar que las estructuras tengan superficies suaves para facilitar la circulación del flujo de aire que las rodean. Esta regla es aplicada con especial cuidado a los bordes de ataque y a la superficie superior de las alas, porque la suavidad de estas áreas produce la mejor fuerza de sustentación. Cualquier tipo de acumulación de hielo es un obstáculo al suave flujo del aire. Cualquier obstáculo frenará el flujo del aire hacia el borde de salida e introducirá turbulencia. Eso degradará la performance de sustentación del ala. La Figura 17 – 1 - *Certificación de engelamiento* muestra el coeficiente de sustentación de un ala limpia y el de otra afectada por el hielo. Ambas, la sustentación máxima y el ángulo máximo de ataque posible han decrecido. El mecanismo por el que se afecta la sustentación tiene que ver con la evolución de la capa límite (significa la capa de aire que fluye próxima al perfil del ala) a lo largo de la cuerda del ala.

Figura 17 – 1 – Certificación de engelamiento



Ambos, la sustentación máxima y el máximo ángulo de ataque posible han decrecido. El mecanismo por el que se afecta la sustentación tiene que ver con la evolución de la capa límite a lo largo de la cuerda del ala. La Figura 17 – 2 – *Comparación del impacto de la acumulación de hielo* muestra lo que sucede a un ángulo de ataque relativamente alto.

Figura 17 – 2 – Comparación del impacto de la acumulación de hielo



Este juego de esbozos da una explicación comparativa del impacto de la acumulación de hielo y de cómo estas condiciones de vuelo son certificadas.

- a) Esbozo # 1: es una referencia: ala limpia con una capa límite normal;
- b) Esbozo # 2: es un ala engelada en configuración cero. La acumulación de hielo en el borde de ataque es mayor que a escala. La aeronave está certificada en esas condiciones porque, aún cuando la capa límite es más densa, la circulación aerodinámica alrededor del perfil no está severamente afectada. La sustentación no está altamente afectada, únicamente la separación del flujo; por lo tanto, la pérdida de sustentación ocurre a un ángulo de ataque ligeramente más bajo. Las velocidades operacionales mínimas del avión toman en cuenta la pérdida de sustentación máxima;
- c) Esbozo # 3: muestra la misma ala en condiciones de aterrizaje. A pesar de la contaminación de las aletas del borde de ataque de un perfil, la apertura del borde de ataque del ala (slot) del slat restaura el flujo normal de la capa límite. De nuevo, la circulación alrededor del ala no está severamente afectada y la aeronave está certificada para aterrizar en tales condiciones; y
- d) Esbozo # 4: muestra el resultado de la escarcha matutina después de una pernocta en condiciones de cielo claro. Hasta una capa muy fina de hielo aterciopelado destruirá la capa límite de toda la parte superior del ala. La pérdida de sustentación puede ser grande e impredecible. Esta es la razón por la que estas condiciones no son certificadas.

2.3.1.1 La capa límite es más densa y más turbulenta a lo largo de la cuerda aerodinámica del ala y por lo tanto, la separación del flujo ocurrirá a un ángulo de ataque más bajo. La velocidad de pérdida será incrementada. Note cuán insidioso resulta ser tal efecto, que a un moderado ángulo de ataque, la sustentación es más o menos la misma, como en la Figura 17-1.

2.3.1.2 Como no es posible tomar en cuenta toda la variedad de formas de hielo, los fabricantes han definido procedimientos basados en las peores formas de hielo posibles, según han sido probadas en vuelo con formas de hielo artificiales. Como consecuencia, en el caso de condiciones de engelamiento, las velocidades mínimas han sido definidas manteniendo márgenes adecuados en términos de maniobrabilidad relativos a la pérdida real con acumulación de contaminantes. Por ejemplo, cuando se aterriza en configuración de flaps totalmente abajo con figuras que simulan hielo, la velocidad debe ser de $V_{ref} + 5kts$. Sin embargo, para algunos sistemas automáticos el sistema de protección "α" (alpha) ha sido ajustado con formas artificiales de hielo. Esto significa que el avión permanece protegido en caso de acumulación de hielo. En cambio, esto significa también que hay un margen incrementado relativo a la pérdida en el estatus normal de ala limpia.

2.3.1.3 En el caso de engelamiento en tierra, se puede llegar a un mismo resultado porque la capa límite se volverá más densa y más rápidamente a lo largo de la cuerda. Una separación más temprana del flujo ocurrirá, resultando en un ángulo máximo de ataque más bajo y sustentación máxima. Como un ángulo de ataque relativamente alto se alcanza normalmente durante la rotación del despegue, es fácil entender que las alas deben ser limpiadas antes del despegue.

2.3.1.4 Hasta una fina capa de escarcha aterciopelada debe ser limpiada. La densidad puede ser muy pequeña, pero cubre el 100% de la superficie superior del plano y la proporción o tasa de engrosamiento de la capa límite a lo largo de la cuerda del ala es aún considerable. Esto es una amenaza para el despegue, ya que nada le dice al PIC que no podría disponer de la suficiente y deseable sustentación para el despegue. Esto también es pertinente para la cola del avión. Los depósitos de hielo deben ser limpiados de la cola del avión antes del despegue para otorgar la esperada eficiencia en la rotación.

2.3.2 Historia de la certificación de la protección contra el hielo.-

2.3.2.1 Para un mejor entendimiento del estatus actual dentro de la certificación de los sistemas de protección contra el hielo, es necesario esbozar una visión histórica de cómo fue desarrollada una norma aplicable.

2.3.2.2 El engelamiento se volvió un problema desde el comienzo del transporte aéreo. También fue de la incumbencia de los bombarderos durante la última guerra mundial. Para entonces, todos los datos estadísticos sobre acumulación de hielo y las características de las nubes engelantes

fueron reunidos. Esta excepcional pieza de trabajo dio nacimiento a una base de datos que aún tiene validez. Dada la variedad de formas de hielo encontradas para la época, ya estaba claro que sería imposible requerir vuelos de prueba de todos los casos y certificarlos individualmente. La idea de definir un peor caso había nacido junto con una metodología para alcanzar condiciones equivalentes.

2.3.2.3 El resultado fue el conocido Apéndice C de la Parte 25 del Título 14 del CFR de los Estados Unidos, que define las condiciones de engelamiento a las que debe ser sometida una aeronave antes de su certificación. Dos tipos de tasas de acumulación de hielo son requeridos: uno es el máximo continuo y otro el máximo intermitente. Se supone cubrir nubes estratiformes y nubes cumuliformes. El rango diametral de las gotas era considerado de 50µm. Esa norma y su material interpretativo implícitamente admitía la variedad de formas de hielo y requería que las aeronaves demostrarán que podían sostener tres pulgadas de acumulación (en áreas no protegidas). Estas tres pulgadas son una cantidad de significación, derivadas de 45 minutos de exposición. Se suponía que eran aceptables en el peor caso o en una envolvente. Las condiciones de vuelo que permiten determinar la localización de la acumulación de hielo en el borde de ataque de un perfil, también han sido escogidas como las peores, ya que está lo más cercano posible a la superficie superior del ala de lo que las condiciones normales de vuelo permitirían. Queda claro que tal concepto penaliza los aviones pequeños más que a los aviones grandes. Sin embargo, los registros de accidentes recientes demuestran que han sido insuficientemente protectivos para los aviones de clase “commuter”, y hasta super protectivo con aviones grandes a turbinas.

2.3.3 Certificación de sistemas de protección antihielo de aviones turborreactores grandes.-

2.3.3.1 Tal y cual quedó establecido anteriormente, los aviones a turborreactores grandes son menos susceptibles de tener problemas de engelamiento que los más pequeños. Aún cuando las causas no están lo suficientemente demostradas, los siguientes hechos pueden ser descritos:

- a) Velocidades en vuelo más altas.- Este es un factor muy importante, no solamente por el factor “ram”, que corta el riesgo de engelamiento a todas las OATs > -10°C. La física atmosférica es tal, que coincidentalmente por estadísticas el contenido de agua en las gotas superfriás cae dramáticamente entre -10 y -15°C. Por lo tanto, el potencial de engelamiento de un avión más rápido está reducido significativamente;
- b) tres pulgadas de acumulación de hielo son ampliamente aceptadas como resultado de un encuentro de engelamiento severo y se toma como un caso envolvente. Es físicamente obvio que tiene menos impacto en la performance de aviones grandes que en los más pequeños;
- c) como se estableció anteriormente, el mecanismo por el cual el hielo deteriora la performance del ala, sigue su curso a través del deterioro de la capa límite. La mayoría de los aviones grandes tienen aletas del borde de ataque con una apertura fija cerca del borde de ataque del ala;
- d) en una condición dada de engelamiento, un borde de ataque de radio más grande recogerá menos hielo que uno más pequeño; y
- e) los aviones grandes generalmente tienen sistemas de deshielo termales que son totalmente evaporables.

2.3.3.2 La ejecución de una prueba de certificación de antihielo en ambiente natural es dificultosa. Encontrar tres pulgadas de hielo, un número de veces, en atmósfera real y sin tomar en cuenta la estación, es un reto imposible. Aún más, después de acumular tal cantidad de hielo, para el momento que el piloto sale de las nubes y ejecuta las maniobras de certificación, la mayor parte del hielo se habrá caído por los efectos combinados del bataneo (buffet) durante la ejecución de pérdidas de sustentación, la erosión, evaporación y sublimación.

2.3.3.3 Estos vuelos de pruebas en condiciones naturales de engelamiento todavía se hacen, sólo para demostrar la eficiencia de los sistemas de antihielo, incluyendo casos de fallas. Esto es necesario, pues ninguna espuma plástica podrá reproducir el intenso proceso termodinámico que se desarrolla entre el hielo y la célula del avión.

2.3.3.4 Como el método de certificación es sobre-protectivo con aviones turborreactores

grandes, algunas observaciones razonables deben hacerse. Una es muy importante y a menudo desconocida por pilotos: las aeronaves no están certificadas para largos períodos de engelamiento en configuraciones con flaps y slats extendidos. Las reglas de certificación han probado ser más adecuadas para aviones con turborreactores grandes, ya que no se tienen estadísticas de accidentes o incidentes de significación debido a engelamiento en vuelo. Sin embargo, esto no se puede interpretar como una total protección contra engelamiento ilimitado.

2.4 Protección contra el engelamiento en vuelo.-

2.4.1 Medios de protección contra el hielo.- Existen tres métodos principales para la protección de la célula de aviones contra la acumulación de hielo, a saber: mecánicos, de calentamiento eléctrico y los sistemas de protección con aire caliente de sangrado. Todos utilizados para el deshielo y antihielo de las superficies críticas de la aeronave.

2.4.1.1 Aire de sangrado.- Es usualmente empleado en aviones propulsados por turborreactores. Estos sistemas se les conoce en la industria como antihielo, ya que trabajan en forma continua y usualmente se les activa antes de que se produzca acumulación de hielo. Las superficies así calentadas prevén la acumulación de hielo. Estos sistemas de protección también pueden utilizarse para remover acumulaciones ligeras de hielo. Sin embargo, como la cantidad de energía necesaria para evaporar la acumulación de hielo es muy alta, los sistemas de protección de aire de sangrado (caliente) no pueden considerarse como muy efectivos a la hora del deshielo. Casi todos los aviones grandes utilizan los sistemas de protección para el WAI y NAI.

- a) Bordes de ataque de las alas.- Los aviones grandes de transporte son significativamente más resistentes al hielo que los aviones más pequeños. Esto se debe al tamaño y grosor de sus alas. Alas grandes acumulan menos hielo que las delgadas. Por esa razón se consideró innecesario deshelar la totalidad del ala. Las partes desheladas son calentadas hasta la evaporación del contaminante: funden el hielo acumulado y evaporan el agua remanente; luego, la parte calentada del borde de ataque permanece limpia bajo condiciones de engelamiento. Para operaciones de rodaje, el sistema se inhibe para evitar que la válvula flux dañe los slats (aletas del borde de ataque) por sobre calentamiento;
- b) se notará que el empenaje dispone de medios para el antihielo, pero no para el deshielo. Esto se debe que se ha logrado probar que tiene gran margen relativo a la máxima eficiencia aerodinámica necesaria. La máxima eficiencia del empenaje es necesaria para maniobra con CG hacia adelante y la máxima eficacia del timón direccional se requiere durante operaciones con un solo motor. Se ha demostrado que ambas estructuras (profundidad y direccional) cumplen con los requerimientos de certificación en las pruebas con hielo sintético; y
- c) Bordes de ataque de las tomas del motor.- Estas están deshelas más cuidadosamente, porque las aletas del compresor de primera etapa, especialmente en motores turbofan de alta relación de desviación de flujo (high by-pass ratio) deberían ser las partes más protegidas por daños causados al motor por trozos de hielo. Aire caliente procedente del compresor del motor calienta el borde de ataque de la nacela. Los procedimientos estándar privilegian el uso del NAI por sobre el sistema WAI, en vista de las características especiales de las tomas de aire para los motores. En ciertas condiciones del vuelo, la temperatura puede descender varios grados dentro de la toma, por efecto de la succión de la masa de aire. Por lo tanto puede ocurrir engelamiento en las nacelas a temperaturas exteriores ligeramente por encima de 0°C, mientras que en las alas no. El NAI no tiene nunca dispositivos de inhibición, porque el aire es forzado a toda velocidad por la succión del motor.

2.4.2 Calentamiento eléctrico.- Es típicamente usado cuando se encuentran pequeñas cantidades de hielo en superficies como las tomas de aire de motores turbohélices. En este método se utilizan los llamados circuitos eléctricos de recalentamiento permanente, cubiertos por una goma especial, adosados a las hélices, puertas estáticas, tubos pitot, TAT y sondas para señalar el ángulo de ataque (AoA) También para las ventanas del compartimiento de vuelo y los mástiles de drenaje de aguas servidas. Para estos ítems, al igual que los bordes de ataque de las alas, también existe el problema del sobrecalentamiento; de manera que esto se resuelve automáticamente por un circuito de lógica aire/terrá (mecanismo de “ground shift”). Con relación a las aeronaves turbohélices, se calientan las partes internas de las palas de las hélices. Para las partes externas, éstas se calientan

valiéndose del efecto llamado “self-shedding” que luego lanza al aire las formaciones de hielo.

2.4.3 Botas de deshielo mecánicas.- Son típicamente usadas para las hélices de las aeronaves turbohélices. Las botas son tubos de goma instalados en los bordes de ataque de las alas. Tan pronto el hielo se acumula, las botas son infladas por aire presurizado. El cambio en su forma produce quebramiento y desprendimiento del hielo. Los sistemas de deshielo de botas mecánicas son sistemas diseñados para remover el hielo ya acumulado.

2.4.4 Procedimientos para vuelos en condiciones de engelamiento.- El AFM y el AOM establecerán las condiciones de engelamiento que podrán ser esperadas cuando la OAT (en tierra o al despegue) o la TAT (en vuelo) están en, o por debajo de, 10°C y existe humedad visible en el aire (como de nubes, niebla y baja visibilidad de una milla o menos, lluvia, nieve, aguanieve y cristales de hielo) o en tierra: agua estancada, nieve, aguanieve o hielo, presentes en calles de rodaje o pistas. Estos son límites conservadores definidos por las AAC para guiar a los pilotos en la selección de sistemas de antihielo sin necesariamente garantizar que encontrarán condiciones de engelamiento.

- a) Sistema NAI.- Debe ser inmediatamente activado cuando se encuentren las condiciones señaladas en el párrafo anterior. Este procedimiento previene la acumulación de hielo en las tomas de aire de las turbinas, protegiendo así las aspas del ventilador (del compresor de primera etapa) de daños provocados por la ingesta de trozos de hielo (objetos extraños). Cuando la SAT está por debajo de -40°C el NAI debe estar activado cuando el avión penetre nubes cumulonimbus o cuando un dispositivo o sistema de detección de hielo esté instalado y activado. Tal como se señaló antes, las alas son más tolerantes a la acumulación de hielo;
- b) el AOM requiere la activación del WAI cuando quiera que exista una indicación de acumulación de hielo en las alas del avión. La activación del WAI puede accionar en la prevención de formación de hielo o en la remoción de la acumulación de hielo en los bordes de ataque de las alas. La acumulación de hielo en la estructura del avión se puede evidenciar con la acumulación de hielo en los parabrisas o en el pin detector de hielo (ayuda visual), localizado entre ambos parabrisas. Si los sistemas de detección de hielo automáticos están instalados, el WAI debe ser activado; y
- c) el AFM recomienda evitar el vuelo extendido en condiciones de engelamiento con los flaps y slats extendidos, ya que el hielo acumulado puede bloquear la retracción de los dispositivos de alta sustentación debido a que pueden causar daño mecánico al sistema de flaps y slats. Si el piloto sospecha que se está acumulando hielo sobre las superficies protegidas (WAI inoperativo), o si esa sospecha se extiende hacia las partes no protegidas de las alas, la velocidad más baja elegible (VLS) deberá ser incrementada, como se especifica en el AFM/AOM. En todos los casos, la decisión de activar o desactivar los sistemas de NAI y de las alas es responsabilidad de la tripulación de vuelo, basados en el criterio del AOM.

2.4.5 Detección del hielo.-

2.4.5.1 Generalidades.- La definición de condiciones de engelamiento como humedad visible y menos de 10°C TAT ha probado ser más bien conservadora. Cuando las condiciones de engelamiento están presentes, no significa necesariamente que el hielo se acumule en la aeronave. De otra forma, hay situaciones, según el AFM, cuando las condiciones de engelamiento son difíciles de identificar, ejemplo: en vuelo durante la noche. Si es cierto que durante la noche, con las luces encendidas es posible abarcar el largo de las alas del avión, la visibilidad depende únicamente del tamaño de las partículas, no en el contenido de agua líquida encontrada, lo cual es importante para la acumulación de hielo. Se han desarrollado tecnologías para la identificación de la acumulación de hielo sobre la estructura del avión y/o la presencia de condiciones engelantes. Generalmente estas tecnologías habilitan lo siguiente:

- a) disminuye la carga de trabajo de la tripulación;
- b) seguridad incrementada para las operaciones de tierra y de vuelo; y
- c) ahorro de combustible.

2.4.5.2 El siguiente párrafo muestra un breve bosquejo sobre los principios de detección de

hielo, que son los más comúnmente usados en servicio:

- a) Datos visuales.- El piloto ha sido provisto de datos visuales (específicos y no específicos) para descifrar las condiciones de engelamiento que serán encontradas. La siguiente información puede ser extraída de estos datos:
 - 1) comienzo de la acumulación de hielo;
 - 2) tipo de engelamiento encontrado;
 - 3) viscosidad del hielo;
 - 4) relación de acumulación; y
 - 5) fin de la acumulación, si se establece un deshielo periódico.
- b) uso potencial:
 - 1) para determinar las condiciones engelantes, de manera de aplicar los procedimientos del AFM/AOM (para activar los diversos sistemas de protección contra el hielo);
 - 2) último elemento en estar libre de hielo, indicando el fin de los procedimientos específicos de antihielo, de haber alguno; y
 - 3) detectar las condiciones particulares de engelamiento (gotas grandes superfrías o engelamiento en tierra).
- c) Detección de condiciones de engelamiento.- Con el detector se intenta ubicar condiciones de engelamiento en vuelo y proveer indicaciones a la tripulación o actuar automáticamente el sistema cuando quiera que la aeronave se encuentre volando en condiciones de engelamiento que se acumule en mayor grado de viscosidad. Los siguientes son los tipos más comunes de detectores “intrusivos” (prominentes): existen varios tipos de detectores, dependiendo de sus tecnologías, sus usos y el nivel de confiabilidad e integridad:
 - 1) detector de hielo: está generalmente diseñado para dar una señal cuando el avión está operando en condiciones de hielo;
 - 2) sistema de aviso: el detector envía una señal lo suficientemente confiable para detectar las condiciones de engelamiento;
 - 3) sistema primario: su señal primaria avisa al PIC. Es muy confiable como para ser la fuente primaria de detección;
 - 4) sistema automático; activa o desactiva automáticamente el sistema de protección, de acuerdo al estatus de condiciones de engelamiento que detecta;
 - 5) sistema no empotrado (prominente); detecta el flujo aerodinámico, al ser salpicado por gotas de agua. Detecta la formación de hielo basándose en sus partes sensitivas y destaca las características de las condiciones del engelamiento; y
 - 6) sistema empotrado (no intrusivo): está montado al ras de la superficie aerodinámica y detecta y analiza las características atmosféricas a distancia.
- c) Detección de acumulación de hielo.-
 - 1) Los detectores han sido construidos para indicar cualquier tipo de hielo que se forme sobre el borde ataque de las alas, en las tomas de aire y sobre la superficie superior del plano. Estarán operativos para el deshielo durante las operaciones de vuelo o en tierra, para proveer clara indicación de la presencia de contaminantes y al mismo tiempo actuar automáticamente cuando la acumulación de hielo sobrepase ciertos límites preestablecidos. Estos detectores son generalmente “empotrados” o sea, que no alteran el flujo aerodinámico. Están integrados y detectan la formación de hielo sobre las superficies sensibles.
 - Sistema de asesoramiento.- El detector de hielo envía una señal de aviso al piloto. Éste aún tiene la responsabilidad de detectar las condiciones de engelamiento o la

presencia de hielo o de otros contaminantes como nieve, aguanieve, etc., y tomar las acciones apropiadas, según señala el AFM/AOM. No existen objetivos de seguridad vinculados al sistema de detección;

- Sistema primario.- El detector envía una señal lo suficiente confiable para ser usada como señal primaria para alertar al piloto. Las consecuencias de una falla no detectada del sistema de protección deben ser establecidas para diseñar una nueva arquitectura del sistema;
- Sistema automático.- El sistema de detección automática activa o desactiva el sistema de protección contra el hielo. Su estatus (detección o no detección, sistema de protección activado o no activado y fallas) es proporcionado a la tripulación para su información;

Nota 1.- Un sistema de detección de hielo primario puede ser de actuación manual (por la tripulación de vuelo) o de actuación automática por los sistemas de protección contra el hielo.

Nota 2.- Los sistemas automáticos deberían ser designados como "sistemas primarios".

- Detector de protuberancia (intrusivo).- El detector sobresale por sobre la superficie y se asoma al flujo aerodinámico. El detector o sus partes sensibles es afectado por las gotas de agua. Estos detectores generalmente sienten la información sobre el hielo o miden las características de las condiciones de hielo; y
- Detector no protuberante.- Está montado al ras con la superficie aerodinámica. Siente la formación o depósitos de hielo sobre sus partes sensitivas, o hace un análisis de las características de la atmósfera a distancia. Los sistemas de detección asisten al piloto durante operaciones en condiciones de hielo.

- d) Sistema primario de detección de hielo.- La mayor diferencia entre un sistema primario de detección de hielo y el sistema dual de asesoramiento y detección es que el "sistema primario" reemplaza el procedimiento del AFM/AOM tanto para el detector de indicación (sistema manual) como para el sistema automático de activación. Esto se logra mediante un sistema redundante y un equipamiento de la más alta integridad.

2.5 Contaminación de aeronaves en vuelo.- Siempre tenga en mente lo siguiente:

2.5.1 La física atmosférica y la meteorología nos dicen que las condiciones de engelamiento se producen generalmente desde una temperatura ligeramente positiva hasta unos -40°C y más probablemente alrededor de los 10 000 ft. No obstante, debe entenderse que si bien el engelamiento severo raramente ocurre por debajo de -12°C , las OAT ligeramente positivas no protegen contra al engelamiento y que las condiciones de engelamiento pueden ser potencialmente encontradas a cualquier nivel de vuelo.

2.5.2 Las condiciones de engelamiento son bastante más frecuentes que la acumulación efectiva de hielo. Las condiciones de engelamiento no conducen necesariamente a una acumulación de hielo.

2.5.3 De encontrar el piloto condiciones engelantes en vuelo, las recomendaciones serán:

- a) además de utilizar NAI y WAI, en concordancia con los procedimientos, el PIC deberá vigilar el proceso de engelamiento: acumulación de hielo y tipos de nubes;
- b) cuando se tropiece con un engelamiento rápido en nubes estratiformes, un cambio moderado de altitud reducirá rápidamente la relación de engelamiento. Es obligación del ATC aceptar los cambios de altitud solicitados;
- c) si las condiciones de hielo y nieve prevalecen en la aproximación, mantenga la velocidad tan alta como sea permitido, demore la extensión de flaps tanto como sea posible y no retracte los flaps luego de aterrizar;
- d) todo el hielo o nieve acumulados sobre el avión durante las pernoctas o por precipitación durante el aterrizaje y el rodaje, deberá ser totalmente limpiado antes del despegue, sin importar el espesor del contaminante. De otra forma el avión estará negado para operar; y

- e) los sistemas de detección de hielo disponibles en la aeronave, se consideran sistemas de advertencia y no reemplazarán los procedimientos establecidos en el AFM. Las AAC no están aún totalmente convencidas de los beneficios de un sistema de detección de hielo primario.

Sección 3 – Deshielo y antihielo de aeronaves en tierra

1. Generalidades

1.1 La Sección 2 de este capítulo ofrece una amplia introducción sobre la contaminación en tierra causada por los elementos engelantes primarios. La Parte II, Volumen III, Capítulo 15 – *Programa de deshielo y antihielo en tierra* de este manual trata ampliamente los procedimientos para utilizarse en estas operaciones. En esta Sección 3 se complementan las acciones y el conocimiento general sobre el tema.

1.2 Operación invernal de explotadores titulares de un certificado.- La operación segura de aeronaves en condiciones de tiempo invernal trae al tapete serios y específicos problemas, aparte de los operacionales y técnicos ya tratados: el tiempo que las aeronaves permanecen en tierra y las demoras en los itinerarios de vuelo. Esto podrá ser minimizado mediante un programa preventivo de “servicios en operaciones invernales”. En primer término, el explotador deberá desarrollar los programas pertinentes dedicados a requerimientos específicos. Estos estarán basados en:

- a) su experiencia en operaciones invernales;
- b) el equipamiento y material disponibles; y
- c) las condiciones climáticas existentes en los aeródromos de destino y en sus alternativas.

1.2.1 Los manuales de tráfico y los manuales de mantenimiento respectivos de los explotadores deberán tratar estos puntos al detalle. También los manuales de despacho y control de las operaciones aunados a los respectivos manuales de las estaciones, contendrán secciones relativas a la operación en tiempo frío y las referencias a las operaciones de deshielo y antihielo en tierra.

2. Listas de verificación y requisitos básicos para el deshielo/antihielo

2.1 Responsabilidades.- Una persona técnicamente capacitada y designada, será responsable de la performance y la verificación de los resultados del tratamiento de deshielo /antihielo. La responsabilidad de aceptar el tratamiento, sin embargo, recae en el PIC. Previamente al tratamiento, y después de una inspección visual a la aeronave, el equipo de trabajo integrado por el PIC, el jefe de estación, la persona responsable del tratamiento por parte del explotador y el técnico de la empresa contratista encargada de la aplicación del tratamiento deshielo/antihielo, se reunirán y en un aleccionamiento decidirán la necesidad de la aplicación, la coordinación con la puesta a punto del embarque de pasajeros y del momento de la aplicación. El programa del titular del certificado deberá definir las responsabilidades operacionales y contener los procedimientos para la tripulación de vuelo, los EOV/DV, seguidores de vuelos y del personal de mantenimiento o de tierra que estén involucrados en el uso de las tablas de HOT y las acciones resultantes si determinados tiempos de efectividad son excedidos. El inicio del HOT será informado al PIC. La transferencia de responsabilidades toma lugar al momento en que la aeronave empieza a moverse por sus propios medios.

2.2 Necesidad.- Pueden esperarse condiciones de engelamiento en tierra cuando la temperatura se aproxima o cae por debajo de las temperaturas de engelamiento y cuando la humedad o la helada ocurren en forma de precipitación o condensación. Circunstancias relacionadas con la aeronave, también podrían resultar en acumulación de hielo, cuando la humedad del aire a temperaturas por sobre las de engelamiento entran en contacto con la estructura fría.

2.3 Concepto de aeronave limpia.- Cualquier contaminación en las superficies del avión puede conducir a dificultades de control, pérdida de performance y/o daños mecánicos.

2.4 Deshielo.- ¿Son las condiciones de escarcha, hielo, nieve o aguanieve tales que se necesite deshelar para proporcionar superficies limpias antes del arranque de motores?

2.5 Antihielo.- ¿Es tal el riesgo de precipitación que se necesite antihielo para asegurar superficies limpias para el arranque de motores?

2.6 Verificaciones.- ¿Posee suficiente información y adecuado conocimiento como para despachar el avión?

3. Deshielo/antihielo del avión en tierra, ¿cuándo, por qué y como?

3.1 Comunicaciones.- para obtener la más alta visibilidad con relación al deshielo/antihielo, se necesita un buen nivel de comunicación entre la tripulación de vuelo y la tripulación de tierra, cuando sea necesario. Cualquier punto u observación de significación debe ser mutuamente tratado vía comunicación radial. Estas observaciones pueden relacionarse con el tiempo o con asuntos relativos al avión o a circunstancias relacionadas con el despacho de última hora. (Durante el aleccionamiento entre todos los participantes, previo al despacho del vuelo debió haberse tratado lo básico, incluyendo el tipo de fluido requerido, cuál está disponible y el momento estimado de aspersión). Ha de recordarse que la aeronave se trasladará al sitio de aspersión (de ser diferente a la plataforma de embarque), que los pasajeros han de estar embarcados, las puertas cerradas y cualquier forma de aire de sangrado suspendida, para evitar que los gases de los fluidos accedan a las cabinas.

3.2 Condiciones relacionadas con el tiempo.- Las condiciones del tiempo dictarán cuando se utilizará el deshielo/antihielo del avión en tierra. Las condiciones de engelamiento en tierra pueden esperarse cuando la OAT cae por debajo del punto de engelamiento y cuando la humedad o la nevada ocurren en forma de precipitación o congelación. La precipitación puede ser lluvia, aguanieve o nieve. La escarcha se produce luego de la condensación de la niebla o de la bruma. La escarcha ocurre sistemáticamente cuando la OAT es negativa y el cielo está libre durante la noche. A estas condiciones del tiempo hay que agregar otros fenómenos que también redundarán en acumulación de hielo en tierra.

3.3 Condiciones relacionadas con el avión.- El concepto de engelamiento es asociado comúnmente con la exposición al tiempo inclemente. Sin embargo, aún cuando la OAT esté sobre el punto de engelamiento, se podrá formar hielo o escarcha si la temperatura de la estructura del avión está por debajo de 0°C y si humedad relativamente alta está presente. Cuando haya precipitación de lluvia o llovizna sobre una estructura a temperaturas sub-cero, se formará una capa de hielo claro sobre la superficie de las alas cuando el avión se encuentra en tierra y en la mayoría de los casos acompañada de escarcha en la parte inferior de las alas.

3.4 Verificaciones para determinar la necesidad de deshielo/antihielo - Concepto de avión limpio.- La performance de un avión está basada en una estructura no contaminada y limpia. De no aplicarse este concepto, las acumulaciones de hielo, nieve o escarcha crearían un disturbio en el flujo del aire, afectando la sustentación y la resistencia e incrementando la masa, lo que resultaría en el deterioro de la performance. La preparación para el servicio comienza y termina en una completa inspección del exterior del avión mismo. La aeronave y especialmente las superficies que proporcionan sustentación, controlabilidad y estabilidad deben estar aerodinámicamente limpias. De lo contrario, no será posible una operación segura. Una aeronave lista para emprender el vuelo no podrá tener adheridas a sus superficies críticas de vuelo hielo, nieve, aguanieve o escarcha. No obstante, una capa de escarcha menor a 3 mm adherida a la parte de abajo de los planos, concretamente en el área de los tanques de combustible, puede ser aceptada por las AACs, dependiendo de sus reglamentaciones, por no tener efecto en la performance de despegue, de ser causada por el combustible frío (baja temperatura del combustible, OAT mayor del punto de congelamiento y alta humedad). También es aceptable una capa muy fina de escarcha ligera (rime ice) (un tipo de hielo que se forma sobre un avión que vuela a través de humedad visible, como nubes) cuando la temperatura está por debajo del punto de engelamiento. La escarcha ligera está formada por cristales de hielo, áspero y de aspecto lechoso. .

3.5 Inspección externa.- Una inspección visual de la aeronave debe cubrir virtualmente todas las partes críticas y ser realizada desde puntos que ofrezcan una visión clara de estas partes. Estas partes incluyen:

- a) superficies de las alas, incluyendo los bordes de ataque;

- b) superficies superiores e inferiores del estabilizador horizontal;
- c) estabilizador vertical y timón direccional;
- d) fuselaje;
- e) sondas de información de datos aéreos;
- f) orificios o tomas de presión estática;
- g) sensores de ángulo de ataque;
- h) cavidades de las superficies de control;
- i) motores;
- j) tomas y salidas generales; y
- k) bahías del tren de aterrizaje y de las ruedas.

3.6 Fenómenos del hielo claro.- Bajo ciertas condiciones, podrá formarse una capa de hielo claro o de escarcha sobre la parte superior de las alas mientras el avión se encuentra en tierra. En la mayor parte de los casos estará acompañada también por escarcha formada en la superficie de la parte inferior del plano. Severas condiciones podrán ocurrir durante la precipitación, cuando el combustible con temperaturas bajo cero entra en contacto con los paneles de la superficie superior del ala. Las acumulaciones de hielo claro son muy difíciles detectar desde la parte alta del plano o por debajo, durante la inspección de prevuelo, en tierra, especialmente cuando haya una iluminación pobre y al ala esté mojada. Puede ser que el borde de ataque del ala no esté particularmente frío. El hielo claro tampoco es detectable desde la cabina de vuelo, porque los detalles de la superficie no se aprecian.

3.6.1 Los siguientes factores contribuyen a la intensidad de la formación y al grosor final de la capa de hielo claro:

- a) la baja temperatura del combustible que fuera agregado al avión en la estación previa y/o la duración del vuelo previo, resultando en una situación tal, que el combustible remanente en los tanques esté por debajo de 0°C;
- b) una cantidad anormalmente grande de combustible frío remanente causará que el nivel de combustible se ponga en contacto con los paneles de la parte superior, así como la superficie inferior, especialmente en el área del tanque del ala; y
- c) la temperatura del combustible agregado durante la parada, que podría ser relativamente cálido, contribuirá a derretir la nieve que cae, con la posibilidad de un proceso de re-engelamiento. La llovizna/lluvia y la temperatura ambiente, alrededor de 0°C en tierra, es muy crítica. Ha sido reportado engelamiento severo durante la caída de lluvia o llovizna en ese ambiente térmico y hasta temperaturas de 8 a 14°C.

3.6.2 Las áreas más vulnerables del engelamiento son.- El área de la raíz del ala comprendida desde los largueros delanteros y los traseros.

- a) cualquier parte del ala que contenga combustible no usado, luego del vuelo; y
- b) las áreas donde están concentradas las diferentes estructuras del ala (donde se encuentre mucho metal), tales como las áreas sobre los largueros y la platina doble del tren de aterrizaje

3.7 Responsabilidad: La decisión de deshielo/antihielo.-

3.7.1 La responsabilidad de mantenimiento.- Cualquier reporte escrito en el registro técnico del avión (bitácora de mantenimiento) por los pilotos, es parte de la aeronavegabilidad técnica del avión. La persona que otorga la certificación de conformidad (visto bueno) de mantenimiento (release), es responsable por la performance y la verificación de los resultados del tratamiento de deshielo/antihielo. La responsabilidad de aceptar el "tratamiento de performance" yace, sin embargo, en el PIC.

3.7.2 La responsabilidad operacional.- La transferencia general de la responsabilidad

operacional toma lugar en el momento que al avión comienza a moverse por sus propios medios.

3.7.3 Mantenimiento / decisión de la tripulación de tierra.- La responsabilidad de los miembros del equipo de tierra deberá estar claramente descrita. Ellos verificarán el avión por la posibilidad de deshielo o antihielo. Basados en su propio juicio, iniciarán el deshielo o antihielo luego de participarlo al equipo del explotador, durante, antes o luego del aleccionamiento previo al vuelo. Serán responsables de corregir o completar el deshielo o antihielo del avión.

3.7.4 Decisión del PIC.- La decisión final reposará en el PIC. Sus decisiones estarán por encima del juicio de la tripulación de tierra. Durante el aleccionamiento inicial a la llegada de la tripulación de vuelo al aeródromo, donde se efectuará una reunión con todos los componentes operacionales: el jefe de estación, el EOV/DV, autoridad meteorológica, el experto de operaciones de deshielo/antihielo del explotador, el representante del contratista a cargo de la aplicación del fluido de deshielo/antihielo y el PIC, pondrán en práctica el plan de gestión que incluirá las responsabilidades operacionales y de mantenimiento correspondientes e identificará las respectivas posiciones o cargos de gerencia que asumen la responsabilidad de garantizar que todos los elementos necesarios del programa de deshielo y antihielo sean apropiadamente y adecuadamente ejecutados. Prepararán la teoría del proceso y decidirán acerca del tipo de fluido, lugar de la aplicación (plataforma o un sitio especial) y los detalles del rodaje, etc. Efectuada la aplicación correspondiente y las verificaciones de rigor, el PIC, como responsable por la condición del antihielo/deshielo del avión durante el trayecto de rodaje hacia la pista, podrá exigir otra aplicación con una mezcla diferente para tener el avión suficientemente protegido durante un rodaje prolongado con condiciones marginales. Igualmente podría solicitar otra aplicación. Aún cuando las responsabilidades están claramente definidas, deberá existir suficiente comunicación con la tripulación de tierra. Hay que recordar la obligatoriedad de una inspección final antes de la autorización de despegue. El HOT no deberá excederse. Cuando se prevea un largo HOT por razones de un rodaje prolongado o debido al intenso tránsito antes de despegar, es conveniente un procedimiento de deshielo de dos pasos, utilizando fluido sin diluir para la aplicación final. Para los procedimientos de deshielo y antihielo, refiérase al manual de control de mantenimiento, al manual de la estación y al manual del contratista de deshielo/antihielo.

3.8 Los procedimientos para aplicar deshielo y antihielo a un avión.- Cuando las superficies de un avión están contaminadas por humedad congelada, deberá ser deshelado previamente al despacho. Cuando ocurra una precipitación engelante y existe el riesgo que tal precipitación se adhiera a la superficie del avión para el momento del despacho, entonces tiene que aplicársele antihielo a su superficie. Si se requieren ambas aplicaciones, la del deshielo y la del antihielo, el procedimiento podrá efectuarse en uno o dos pasos. La selección de tales procedimientos dependerá de las condiciones del tiempo, del equipamiento disponible, de los fluidos existentes y de del HOT necesario. Cuando se espere un HOT prolongado, será recomendable el procedimiento de dos pasos, utilizando fluido sin diluir para la segunda aspersión.

3.8.1 Deshielo.- El hielo, aguanieve o escarcha podrán ser removidos de las superficies del avión por fluidos calientes o por métodos mecánicos. Para máximo efecto, los fluidos serán aplicados muy cerca de las superficies del avión para minimizar la pérdida de calor. Existen diferentes métodos para la remoción de estos contaminantes como se describe en la especificación del método ISO.

3.8.2 Metodología de la aplicación.- Los manuales del contratista, aprobados por la AAC del Estado del explotador describen los métodos y las prioridades del proceso de aplicación. Será labor del IO verificarlos y extenderles la aprobación.

3.8.3 Antihielo.- Aplicando la protección de antihielo se prevendrá por cierto período de tiempo que el hielo, la nieve y la escarcha se adhieran o acumulen sobre las superficies del avión. Esto se logra mediante la aplicación de fluidos para el antihielo. El antihielo deberá aplicarse cuando para el momento del despacho se produzcan precipitaciones de lluvia, llovizna engelante o nieve que se están adheriendo a la superficie del avión. Para una protección efectiva de antihielo, se requerirá una capa pareja de fluido sin diluir sobre aquellas partes limpias o que ya fueron desheladas previamente.

Para máxima protección es recomendable aplicar fluidos Tipo II o IV sin calentar. El proceso de aplicación figura en el manual aprobado del contratista. Los fluidos Tipo I tienen efectividad limitada

cuando se usen para propósitos de antihielo. Poco beneficio se gana con el poco agregado que se proporciona al HOT.

3.9 Verificaciones.-

3.9.1 Verificación final antes de despachar el avión.- Ningún avión podrá ser autorizado para su salida bajo condiciones de engelamiento o después de haber sido sometido a operaciones de deshielo/antihielo, a menos que la aeronave haya recibido una verificación final por una persona autorizada y responsable. La inspección debe cubrir visualmente todas las partes críticas del avión desde puntos que ofrezcan suficiente visión de todas esas partes. También podría ser necesario lograr acceso directo a la evaluación física mediante el tacto, para asegurarse que no quede hielo claro en áreas sospechosas.

3.9.2 Verificación de pre-despegue.- Cuando exista precipitación engelante, debe ser apropiado y además obligatorio, verificar las superficies aerodinámicas justamente antes de recibir la autorización para acceder a la pista activa o iniciar el recorrido de despegue, para confirmar que el avión está libre de todas las formas de escarcha, hielo y nieve. Esto es particularmente importante cuando se experimenten condiciones severas de engelamiento o cuando se haya excedido el HOT. Cuando exista evidencia de estos depósitos, será necesario cancelar la autorización de despegue y regresar al sitio donde se aplica del deshielo/antihielo y solicitar otra aplicación. En caso que no pueda accederse a la posición de despegue en un lapso razonable de tiempo, y/o que la verificación sobre la superficie superior del ala no pueda ejercerse desde el interior del avión, considere repetir el tratamiento al avión. Si las superficies del avión no pueden ser inspeccionadas adecuadamente desde el interior del avión, será deseable proveer medios para asistir a la tripulación de vuelo en determinar la condición del avión. La inspección deberá realizarse tan cerca como sea practicable, a la cabecera de la pista de despegue. Si lo permite la configuración del aeródromo, se hace deseable efectuar una inspección de deshielo/antihielo del avión cerca de la cabecera de la pista activa para minimizar el tiempo entre la aplicación y el despegue, bajo condiciones de precipitación o engelamiento.

3.9.3 Información a la tripulación de vuelo / comunicaciones.- Ninguna aeronave deberá ser despachada para su salida luego de la operación de deshielo/antihielo a menos que la tripulación haya sido notificada del tipo de operación de deshielo/antihielo realizada. El equipo de tierra tiene que estar seguros que la tripulación de vuelo ha sido informada. Esta información incluye los resultados de la inspección final por personal calificado, indicando que las partes críticas están libres de hielo, escarcha y nieve. También incluye los códigos de antihielo necesarios para permitir a la tripulación estimar el HOT necesario bajo las condiciones reinantes del tiempo.

3.9.4 Códigos de antihielo.- Es esencial que la tripulación de vuelo reciba una clara información del personal de la estación que participe en la operación o del contratista sobre el tratamiento aplicado, el tipo de fluido usado, el porcentaje de fluido en la mezcla, el tiempo local de comienzo de la última aplicación y la fecha.

3.9.5 Guía para la aplicación del fluido y el establecimiento del HOT.- La protección efectiva se logra por los fluidos remanentes sobre el avión, que protegen las superficies por un período de tiempo determinado. Para la operación de deshielo/antihielo de un solo paso, el HOT se toma al comienzo de la aplicación. Para una operación de dos pasos, se tomará el tiempo del HOT al comienzo del segundo paso de la aplicación antihielo. La duración efectiva del HOT acaba cuando comienzan a acumularse depósitos de hielo o de otro tipo de contaminación sobre las superficies del avión. Los tiempos de protección se verán disminuidos en condiciones meteorológicas severas. La combinación de altas proporciones de precipitación o de alto contenido de humedad junto con altas velocidades de los vientos disminuirá considerablemente el tiempo de protección.

3.10 Técnicas del piloto.- Los IOs deberán verificar que los pilotos estén al día en la cobertura que sus manuales dan al proceso de deshielo/antihielo. Deberán seguir paso a paso desde la preparación del vuelo hasta el despegue. El PIC deberá coordinar con los representantes del explotador y su personal de tierra para poner en práctica el plan de gestión. La atención de la operación se centrará en los puntos principales de las tomas de decisión, procedimientos de vuelo y técnicas de vuelo.

3.11 Recepción de la aeronave.- Cuando la tripulación de vuelo llega a la aeronave, todos los preliminares relacionados al plan de gestión debieron haberse tratado durante la preparación del vuelo, así como las condiciones climáticas para el despegue y el vuelo en general. Cualquier aspecto relacionado con el staff de mantenimiento deberá ser del conocimiento de todos, pues deberán tratarse aspectos comunes. Las condiciones prevaletientes del tiempo debieron haber sido analizadas al estudiarse el plan de gestión con los elementos participantes en las áreas de información, de aleccionamiento y de toma de decisiones. Si estas condiciones apuntan hacia la protección mediante la aplicación de los fluidos de deshielo/antihielo, al ponerse en práctica el plan de gestión todo ha debido ser analizado y contemplado. La coordinación es indispensable entre la tripulación de vuelo, la estación, la empresa contratista para la aplicación y el ATC. Deberá determinarse el tiempo de bloques en estricta coordinación con el ATC, pues generalmente hay demoras para el despegue, lo cual requerirá una nueva planificación.

3.11.1 El comienzo del procedimiento de aplicación del tratamiento de protección estará estrictamente sujeto al ETD, al tiempo que dura la aspersión, a la verificación del mismo y al tiempo estimado de rodaje.

3.12 Preparación de la cabina.- Antes del tratamiento, evite presurizar el avión y probar las condiciones de los controles de vuelo. Trate de asegurarse que todos los servicios de soporte del vuelo hayan sido completados antes del tratamiento, puertas cerradas y el APU con el sangrado de aire neumático cortado. Complete todas las listas de verificación de antes de encendido de motores. Durante el tratamiento observe que:

- a) los motores estén cortados o en idle (mínimo);
- b) el APU podrá ser utilizado únicamente para el suministro eléctrico y que todas las fuentes de sangrado de aire estén cortadas;
- c) todas las luces externas del avión en la cercanía de las áreas tratadas deberán estar apagadas;
- d) las comunicaciones con el personal de tierra, control de rodadura y ATC sean adecuadas;
- e) el requerimiento mínimo de tierra es recibir el código del fluido para establecer la protección disponible desde el HOT;
- f) no se considere la información de las tablas de HOT como precisa; pues existen varios parámetros que influyen el HOT; y
- g) que se ha efectuado una evaluación de la aplicación recibida y cuando el personal de tierra avise el final de la aplicación, proceda al encendido de motores.

3.13 Rodaje.- Durante el rodaje, la tripulación de vuelo observará la intensidad de la precipitación y vigilará las superficies y las superficies de control visibles desde la cabina de pilotaje. Se podrán considerarse los sistemas de alerta de contaminación si están instalados.

3.14 Deberá mantenerse suficiente distancia del avión precedente, ya que la nieve impulsada o las salpicaduras de nieve o aguanieve procedentes del empuje de sus motores pueden degradar la protección del antihielo o deshielo del avión.

3.15 La extensión de los slats y flaps deberá ser demorada, especialmente cuando se opere en áreas con aguanieve. En este caso, la extensión de flaps y slats deberá ser verificada antes del despegue. Los SOPs del explotador deberán propiciar la elaboración de una lista de verificación especial para las condiciones de tiempo frío, a fin de no omitir ningún paso. Verificar que los frenos de estacionamiento hayan sido soltados, pues sobre el hielo las ruedas patinan libremente.

3.16 Despegue.- Verifique que se sigan las recomendaciones del AOM del avión específico y de las técnicas de vuelo y los SOPs del explotador.

3.17 Comentarios generales.- En situaciones especiales, la tripulación de vuelo podría verse impedida a aceptar presiones comerciales u operacionales para influenciar sus decisiones. Los requerimientos mínimos han sido presentados en este texto, también como diversas precauciones, de existir cualquier duda sobre contaminación en la aeronave, no despegue. Al igual que en

cualquier otro negocio, los factores esenciales para asegurar la eficiencia son: estado de alerta, entendimiento y comunicación. Si existen dudas o alguna pregunta que hacer, deberán comunicarse las tripulaciones de vuelo y las de tierra entre sí.

3.18 Equipamiento de antihielo y deshielo.-

- a) Camiones de deshielo.- La mayor parte del equipamiento de hoy en día consiste en camiones con instalaciones de tanques de fluidos, bombas y componentes elevadores. En todo caso, este equipamiento generalmente pertenece a contratistas, quienes deberán certificar su funcionamiento y su puesta a punto. La mayor parte de los camiones tienen una cesta abierta, desde donde opera el perito; y
- b) Equipamiento estacionario.- las instalaciones de deshielo/antihielo actualmente disponibles en un número limitado de aeródromos consiste de una torreta con mangueras con boquillas moviéndose a lo largo y ancho del avión, en un concepto similar a los autos lavados. Los equipos más modernos disponen de bombas de diafragma. La ventaja de este sistema es su rapidez que garantiza un tratamiento completo sobre la superficie del avión. También estos sistemas pueden ser operados por computadoras lo que casi suprime errores. La desventaja es la saturación operacional, ante la acumulación de aviones exigiendo protección.

3.19 Deshielo/antihielo de aeronaves en tierra.- mantenga presente lo siguiente:

- a) la contaminación del avión hace peligrar la seguridad del despegue y deberá evadirse. El avión tiene que ser limpiado;
- b) para asegurarse que el despegue sea realizado con un avión limpio, deberá realizarse una inspección externa, teniendo en mente que fenómenos como hielo claro no podrán ser detectados visualmente. Son pertinentes los procedimientos estrictos y las verificaciones de vigor. Además, existe una responsabilidad en la aceptación del estatus de la aeronave claramente definida;
- c) si el avión no está limpio antes del despegue, tendrá que ser deshelado. Los procedimientos de deshielo aseguran que todos los contaminantes han sido removidos de la superficie del avión;
- d) si las condiciones exteriores apuntan hacia la acumulación de hielo o la precipitación, antes del despegue, el avión tendrá que ser deshelado. Los procedimientos de antihielo dan protección contra la acumulación de contaminantes durante un espacio de tiempo limitado, el cual se conoce como HOT;
- e) el aspecto más importante de los procedimientos de antihielo es el HOT asociado. Este HOT describe el período máximo de protección. Depende de las condiciones del tiempo (precipitación y OAT) y del tipo de fluidos usados para lavar el avión;
- f) están disponibles diferentes tipos de fluidos (Tipos I, II y IV). Difieren por sus componentes químicos, su viscosidad (capacidad de adherirse a la piel del avión) y su grosor (capacidad de absorber altas cantidades de contaminantes) proveyendo en consecuencia, diferentes tiempos HOT; y
- g) las tablas de HOT publicadas serán usadas solamente como guías, ya que diversos parámetros pueden influenciar en su eficiencia.

Sección 4 – Performance en pistas contaminadas

1. Generalidades

1.1 Performance sobre pistas contaminadas.- Las operaciones en pistas contaminadas levantan numerosas preguntas a los explotadores. Los explotadores que a menudo operan en condiciones frías o inclementes deben estar claros y tener el mejor entendimiento sobre los numerosos factores que influyen en la performance de frenado de las aeronaves. En una mano, como minimizar la pérdida de carga de pago y en la otra, como mantener un alto nivel de seguridad. Se hace evidente que la performance de frenado está fuertemente afectada por una pista resbalosa,

sin embargo, uno debería considerar la pérdida en performance de aceleración y en la controlabilidad lateral del avión. Una vez que los diferentes aspectos del impacto de una pista contaminada son explicados, se hace necesario revisar la información operacional provista a los pilotos. Esta información principalmente contiene algunas penalidades (por ejemplo: penalidad de masa o máxima reducción de la componente de viento de costado o cruzado, pero tiene también algunas indicaciones sobre la condición de la pista, denominada “coeficiente de fricción”). Toda esta información debe ser rápidamente entendida de manera de no amenazar la seguridad de los explotadores ni la economía de las aerolíneas.

1.2 Una pista puede considerarse como contaminada cuando más del 25% de la superficie está cubierta por un contaminante. Los contaminantes son: agua, aguanieve, nieve y hielo. Si la capa contaminante en la pista es lo suficiente delgada, la pista no se considerará contaminada, solamente mojada. No se permiten despegues flexibles o con potencia reducida sobre pistas contaminadas. Con relación a la determinación de la performance, consulte el respectivo AOM.

1.3 Frenado del avión.- La performance del frenado de un avión, en otras palabras, capacidad de frenado, depende de muchos parámetros. La deceleración del avión se obtiene por medio de:

- a) los frenos de las ruedas;
- b) la resistencia aerodinámica;
- c) los frenos de aire; y
- d) los inversores de flujo.

1.4 Frenos de las ruedas.- Los frenos son los medios primarios de parar un avión, particularmente en una pista seca. La deceleración del avión se obtiene creando una fuerza de fricción entre la pista y las llantas. Esta fricción aparece en el área de contacto entre la rueda y la pista. Al aplicar los frenos, la rueda desacelera y, por lo tanto, crea una fuerza opuesta al movimiento del avión. Esta fuerza depende de la velocidad de las ruedas y de la carga aplicada a las mismas.

1.5 Carga de las ruedas.- debe ser colocada una carga sobre las ruedas para incrementar la superficie de contacto entre la rueda y la pista, para así crear una fuerza de frenado/fricción. No hay nada óptimo en la carga colocada sobre las ruedas. Mientras más grande sea la carga más alta la fricción y mejor la acción de frenado. El coeficiente de fricción se define como la relación entre la máxima fuerza de fricción disponible de la llanta y la carga vertical que actúa sobre la llanta. Este coeficiente se llama MU o μ .

1.6 Velocidad de la rueda (llanta).- el área de contacto entre la llanta y la pista tiene su propia velocidad, que puede variar entre dos extremos:

- a) velocidad de rodaje libre de la llanta, la cual es igual a la velocidad del avión; y
- b) velocidad de trabado (cuando la rueda queda trabada, la velocidad es cero).

1.7 Cualquier velocidad intermedia causa que la llanta resbale o patine sobre la superficie de la pista a una velocidad igual a la velocidad del avión – la velocidad de la llanta en el punto de contacto. El resbalamiento o deslice es expresado en términos de un porcentaje de la velocidad del avión.

1.8 Frenos de aire en tierra.- La extensión de los frenos de aire incrementan la resistencia aerodinámica, lo que conduce a la deceleración. La extensión de los frenos de aire también significa la degradación de la sustentación, y por ello, el incremento de la carga sobre las ruedas y la eficiencia de los frenos.

1.9 Inversores de empuje.- Similarmente a la extensión de los frenos de aire, los inversores de empuje crean una fuerza opuesta al movimiento de la aeronave, induciendo una gran fuerza de desaceleración independiente al contaminante de la pista. Las reglamentaciones no dan crédito al efecto de los inversores sobre la performance de despegue en pistas secas. Sin embargo, el efecto de los inversores sí se toma en cuenta para el cálculo de la performance de despegue en pistas mojadas y contaminadas. La situación es un poco diferente para el cálculo de la performance de

aterrizaje, cuando se permite el efecto de los inversores únicamente para pistas contaminadas, y no para pistas secas o mojadas. Sin embargo, la masa máxima de despegue limitada por performance calculada para una pista contaminada no podrá ser mayor que el de una pista seca. (véase Figura 17 – 3 – *Ejemplo de distribución de energía durante la parada en el aterrizaje en una pista seca/mojada* y Figura 17 – 4 – *Ejemplo de la distribución de energía durante una parada de aterrizaje – ¼ de pulgada de agua*).

Figura 17 – 3 – Ejemplo de distribución de energía durante la parada en el aterrizaje en una pista seca/mojada

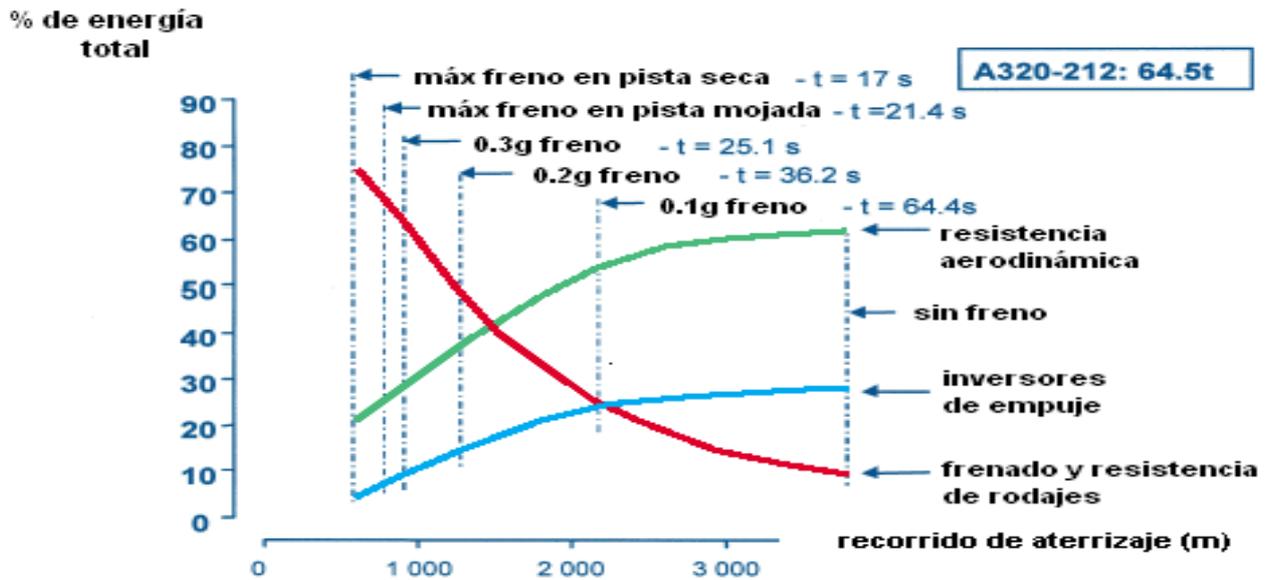
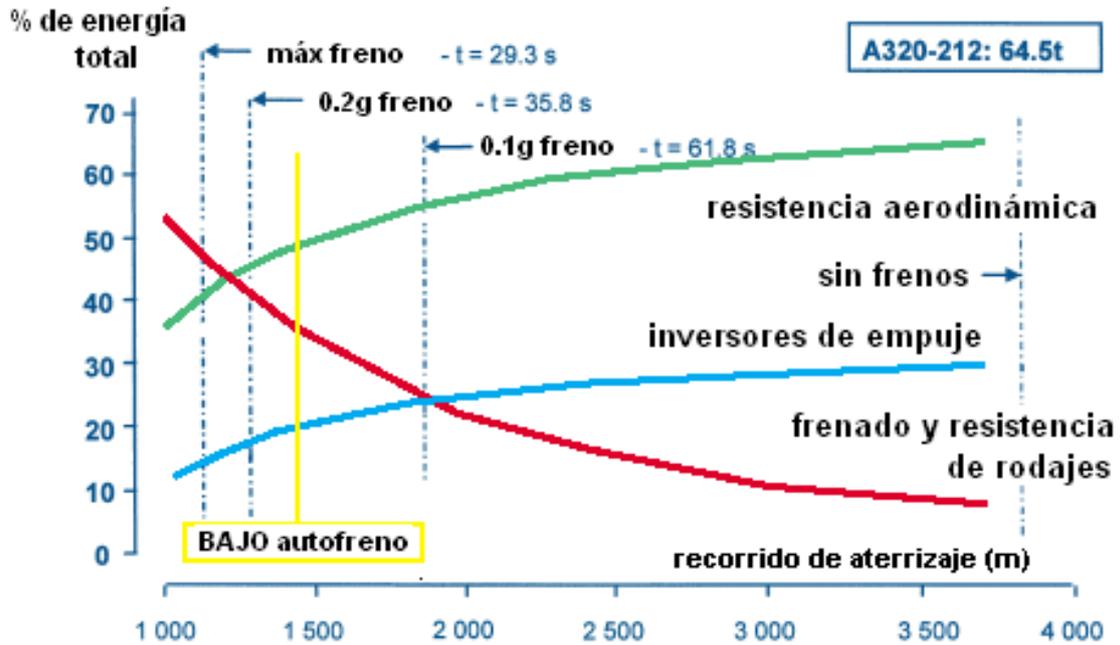


Figura 17 – 4 – Ejemplo de la distribución de energía durante una parada de aterrizaje – ¼ de pulgada de agua



INTENCIONALMENTE EN BLANCO