International Civil Aviation Organization
Organisation de l'aviation civile internationale
Organización de Aviación Civil Internacional
Международная организация гражданской авиации
منظمة الطيران المدني الدولي
国际民用航空组织

Tel.: +1 514-954-8219 ext. 8178

Ref.: AN 7/62.2.2-18/18 23 de marzo de 2018

Asunto: Adopción de la Enmienda 91 del Anexo 10, Volumen I

Tramitación: a) notificar toda desaprobación antes del 16 de julio de 2018; b) notificar el cumplimiento y cualquier diferencia antes del 8 de octubre de 2018; y c) considerar el uso del sistema de notificación electrónica de diferencias (EFOD) para notificar el cumplimiento y las diferencias

Señor/Señora:

1. Tengo el honor de comunicarle que, en la quinta sesión de su 213º período de sesiones, celebrada el 7 de marzo de 2018, el Consejo adoptó la Enmienda 91 de las *Normas y métodos recomendados internacionales, Telecomunicaciones aeronáuticas — Radioayudas para la navegación* (Anexo 10, Volumen I, al Convenio sobre Aviación Civil Internacional). En el sitio web ICAO-NET (http://portal.icao.int) se encuentran los textos de la enmienda y la Resolución de adopción adjuntos a la versión electrónica de la presente comunicación, así como los demás documentos pertinentes.

2. Al adoptar la enmienda, el Consejo fijó el 16 de julio de 2018 como fecha en que surtirá efecto, salvo en el caso de aquellas partes de la misma respecto a las cuales la mayoría de los Estados contratantes hiciera constar su desaprobación antes de dicha fecha. Además, el Consejo resolvió que la Enmienda 91, en la medida en que surta efecto, sea aplicable a partir del 8 de noviembre de 2018.

3. La Enmienda 91 surge de:

a) recomendaciones de la segunda reunión del Grupo de expertos sobre sistemas de navegación (NSP/2) relativas al sistema mundial de navegación por satélite (GNSS) y el sistema de aterrizaje por instrumentos (ILS);

b) recomendaciones de la tercera reunión del Grupo de expertos sobre sistemas de navegación (NSP/3) relativas al sistema de aumentación basado en tierra (GBAS), el sistema de aumentación basado en satélites (SBAS) y la estrategia de introducción y aplicación de ayudas no visuales para la aproximación y el aterrizaje; y

S18-0497

999 Robert-Bourassa Boulevard
Montréal, Quebec
Canada H3C 5H7
Tel.: +1 514-954-8219
Fax: +1 514-954-6077
Email: icaohq@icao.int
www.icao.int

c) recomendaciones elaboradas por la decimosegunda reunión del Grupo de estudio sobre Servicios de información aeronáutica (AIS) – Gestión de la información aeronáutica (AIM) (AIS-AIMSG/12) relativas a la modificación de referencias.

4. La enmienda relativa al GNSS incorpora orientación sobre la evaluación de la actuación del GNSS, en particular para que los Estados puedan decidir con fundamento si corresponde aprobar el uso de nuevos elementos GNSS en su espacio aéreo. La enmienda relativa a la orientación sobre ILS en áreas críticas y sensibles (CSA) tiene por objeto proteger mejor las señales ILS para evitar que grandes objetos reflectantes ubicados dentro del volumen de cobertura del ILS bloqueen la señal o provoquen interferencias de trayecto múltiple.

5. La enmienda relativa al GBAS tiene por objeto mejorar la actuación del sistema y hará posible que se preste apoyo a las operaciones de Categoría II/III. Con la enmienda relativa al SBAS se busca aclarar las disposiciones que mantienen la integridad en toda el área de cobertura del SBAS y ampliar la gama de códigos de ruido seudoaleatorio asignados al SBAS. La enmienda de la estrategia de introducción y aplicación de ayudas no visuales para la aproximación y el aterrizaje apunta a reconocer la evolución de la tecnología GNSS para dar servicio a las operaciones de aproximación y aterrizaje y ofrecer más orientación sobre la racionalización de las ayudas terrestres para la navegación, en particular el ILS.

6. La enmienda consiguiente relativa a la modificación de las referencias como resultado de la reestructuración del Anexo 15 y la propuesta de nuevos PANS-AIM tiene el efecto de alinear el Anexo 10, Volumen I, con el Anexo 15 y los PANS-AIM (Doc 10066).

7. Los temas se presentan en la enmienda del Preámbulo del Anexo 10, Volumen I, que figura en el Adjunto A.

8. De conformidad con la Resolución de adopción, me permito solicitarle que me comunique:

a) antes del 16 de julio de 2018, si su Gobierno desea hacer constar su desaprobación con respecto a alguna parte de las enmiendas adoptadas de las normas y métodos recomendados (SARPS) incluidas en la Enmienda 91, utilizando el formulario que figura como Adjunto B a la presente. Le ruego tome nota de que sólo es necesario hacer constar la desaprobación y que, si no hay respuesta, se dará por supuesto que no se desaprueba la enmienda;

b) antes del 8 de octubre de 2018, utilizando el sistema de notificación electrónica de diferencias (EFOD) o el formulario que figura como Adjunto C:

1) las diferencias que puedan existir al 8 de noviembre de 2018 entre los reglamentos o métodos nacionales de su Gobierno y las disposiciones del Anexo 10, Volumen I, en su conjunto, tal como ha quedado modificado por todas las enmiendas incluyendo la Enmienda 91 y, posteriormente, cualquier otra diferencia que pueda surgir; y

2) la fecha o fechas para las cuales su Gobierno habrá dado cumplimiento a las disposiciones de todo el Anexo 10, Volumen I, tal como queda modificado por todas las enmiendas incluyendo la Enmienda 91.

9. Respecto a lo que se solicita en el párrafo 8 a), cabe señalar que una notificación de desaprobación respecto a la Enmienda 91 o cualquiera de sus partes con arreglo al Artículo 90 del Convenio no constituye una notificación de diferencias en virtud del Artículo 38 del Convenio. Para

cumplir esta última disposición, si existen diferencias, es necesario presentar una declaración por separado, tal como se solicita en el párrafo 8 b) 1). A este respecto se recuerda que las normas internacionales de los Anexos tienen carácter vinculante condicional, en la medida en que el Estado o Estados en cuestión no hayan notificado diferencias en virtud del Artículo 38 del Convenio.

10. En relación con lo solicitado en el párrafo 8 b) precedente, cabe señalar también que la Asamblea de la OACI, en su 38º período de sesiones (24 de septiembre – 4 de octubre de 2013), resolvió que debía alentarse a los Estados miembros a que utilicen el sistema EFOD para notificar las diferencias (véase la Resolución A38-11). Actualmente, el sistema EFOD se encuentra en el sitio web de acceso restringido (http://www.icao.int/usoap) del Programa universal de auditoría de la vigilancia de la seguridad operacional (USOAP), al cual tienen acceso todos los Estados miembros. Se le invita a que considere su utilización para notificar el cumplimiento y las diferencias.

11. En la Nota sobre la notificación de diferencias (Adjunto D) se proporciona orientación sobre la determinación y notificación de diferencias. Puede evitarse reiterar detalladamente las diferencias ya notificadas, en caso de que sigan vigentes, declarando que siguen siendo válidas.

12. Le agradecería que también envíe una copia de sus notificaciones, mencionadas en el párrafo 8 b), a la Oficina regional de la OACI acreditada ante su Gobierno.

13. En la quinta sesión de su 204º período de sesiones, el Consejo pidió que, cuando se comunique a los Estados la adopción de enmiendas de Anexos, se les proporcione información sobre la aplicación y los textos de orientación existentes, así como una evaluación de sus repercusiones. Esto se presenta para su información en los Adjuntos E y F, respectivamente.

14. Tan pronto como sea posible después de que haya surtido efecto la Enmienda 91, el 16 de julio de 2018, le remitiremos las páginas sustitutivas correspondientes a la misma.

Le ruego acepte el testimonio de mi mayor consideración y aprecio.

Fang Liu
Secretaria General

Adjuntos:

A — Enmienda del Preámbulo del Anexo 10, Volumen I
B — Formulario de notificación de desaprobación total o parcial de la Enmienda 91 del Anexo 10, Volumen I
C — Formulario de notificación de cumplimiento o diferencias con respecto al Anexo 10, Volumen I
D — Nota sobre la notificación de diferencias
E — Lista de tareas para la aplicación y reseña de los textos de orientación relacionados con la Enmienda 91 del Anexo 10, Volumen I
F — Evaluación de las repercusiones relativas a la Enmienda 91 del Anexo 10, Volumen I

ADJUNTO A a la comunicación AN 7/62.2.2-18/18

ENMIENDA DEL PREÁMBULO DEL ANEXO 10, VOLUMEN I

Añádase lo siguiente al final de la Tabla A:

Enmienda	***Origen***	***Tema(s)***	***Adoptada/Aprobada Surtió efecto Aplicable***
91	Segunda reunión del Grupo de expertos sobre sistemas de navegación (NSP/2); tercera reunión del Grupo de expertos sobre sistemas de navegación (NSP/3); y decimosegunda reunión del Grupo de estudio sobre Servicios de información aeronáutica (AIS) – Gestión de la información aeronáutica (AIM) (AIS-AIMSG/12)	a) Sistema mundial de navegación por satélite (GNSS) y sistema de aterrizaje por instrumentos (ILS); b) sistema de aumentación basado en tierra (GBAS), sistema de aumentación basado en satélites (SBAS) y estrategia de introducción y aplicación de ayudas no visuales para la aproximación y el aterrizaje; y c) enmienda consiguiente relativa a la modificación de las referencias como resultado de la reestructuración del Anexo 15 y la introducción de los PANS-AIM (Doc 10066)	7 de marzo de 2018 16 de julio de 2018 8 de noviembre de 2018

— — — — — — — —

ADJUNTO B a la comunicación AN 7/62.2.2-18/18

FORMULARIO DE NOTIFICACIÓN DE DESAPROBACIÓN TOTAL O PARCIAL DE LA ENMIENDA 91 DEL ANEXO 10, VOLUMEN I

A la: Secretaria General
Organización de Aviación Civil Internacional
999 Robert-Bourassa Boulevard
Montreal, Quebec
CANADA H3C 5H7

(**Estado**) _____ por la presente desea desaprobar las partes siguientes de la Enmienda 91 del Anexo 10, Volumen I:

Firma_____ Fecha_____

NOTAS

1) Si desea desaprobar la Enmienda 91 del Anexo 10, Volumen I, en su totalidad o en parte, rogamos que envíe esta notificación de desaprobación de modo que llegue a la Sede de la OACI para el 16 de julio de 2018, a más tardar. Si no se hubiera recibido para esa fecha, se supondrá que no desaprueba la enmienda. **Si usted aprueba todas las partes de la Enmienda 91, no es necesario devolver el presente aviso de desaprobación.**

2) La presente notificación no debería considerarse como notificación de cumplimiento o diferencias con respecto al Anexo 10, Volumen I. Es necesario enviar notificaciones separadas al respecto. (Véase el Adjunto C)

3) Utilícense hojas adicionales en caso necesario.

— — — — — — — —

ADJUNTO C a la comunicación AN 7/62.2.2-18/18

NOTIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO O DIFERENCIAS RESPECTO AL ANEXO 10, VOLUMEN I

(comprendidas todas las enmiendas hasta la núm. 91 inclusive)

A la: Secretaria General
Organización de Aviación Civil Internacional
999 Robert-Bourassa Boulevard
Montreal, Quebec
Canada H3C 5H7

1. No existirán diferencias al _____ entre los reglamentos o métodos nacionales de (**Estado**)_____ y las disposiciones del Anexo 10, Volumen I, comprendidas todas las enmiendas hasta la núm. 91 inclusive.

2. Existirán las diferencias siguientes, al _____, entre los reglamentos o métodos de (**Estado**) _____ y las disposiciones del Anexo 10, Volumen I, incluida la Enmienda 91 [véase la Nota 2) a continuación].

a) Disposición del Anexo (Indíquense los párrafos exactamente)	**b) Detalles de la diferencia** (Descríbase la diferencia con claridad y concisión)	**c) Observaciones** (Indíquense los motivos de la diferencia)

(Utilícense hojas adicionales en caso necesario)

3. En las fechas que se indican más abajo, (**Estado**) _____ habrá cumplido con las disposiciones del Anexo 10, Volumen I, comprendidas todas las enmiendas hasta la núm. 91, con respecto a las cuales se han notificado diferencias en el párrafo 2.

a)	**Disposición del Anexo** (Indíquense los párrafos exactamente)	**b)**	**Fecha**	**c)**	**Comentarios**

(Utilícense hojas adicionales en caso necesario)

Firma_____ Fecha_____

NOTAS

1) Si el párrafo 1 fuera aplicable a su Estado, sírvase completarlo y devolver este formulario a la Sede de la OACI. Si el párrafo 2 fuera aplicable en su caso, sírvase completar los párrafos 2 y 3 y devolver este formulario a la Sede de la OACI.

2) Puede evitarse reiterar en detalle las diferencias anteriormente notificadas, en caso de que sigan vigentes, declarando que siguen siendo válidas.

3) En la Nota sobre la notificación de diferencias y en el *Manual sobre la notificación y publicación de diferencias* (Doc 10055) se proporciona orientación sobre la notificación de diferencias.

4) Rogamos enviar una copia de esta notificación a la Oficina regional de la OACI acreditada ante su Gobierno.

— — — — — — — —

ADJUNTO D a la comunicación AN 7/62.2.2-18/18

NOTA SOBRE LA NOTIFICACIÓN DE DIFERENCIAS

(Preparada y publicada de acuerdo con las instrucciones del Consejo)

1. *Introducción*

1.1 El Artículo 38 del *Convenio sobre Aviación Civil Internacional* ("el Convenio") prescribe que un Estado contratante notifique a la OACI cuando no cumple con una norma en todos sus aspectos, cuando no concuerda totalmente sus reglamentaciones o métodos con alguna norma, o cuando adopta reglamentaciones o métodos que difieren en algún aspecto particular de lo establecido por la norma.

1.2 La Asamblea y el Consejo, al examinar las notificaciones de diferencias que se han recibido de los Estados contratantes en cumplimiento del Artículo 38 del Convenio, han observado repetidamente que la oportunidad y vigencia de tales notificaciones no son enteramente satisfactorias. Por consiguiente, se publica esta nota con el fin de reiterar el principal objetivo del Artículo 38 del Convenio y facilitar la determinación y notificación de diferencias.

1.3 El principal objeto de la notificación de diferencias es fomentar la seguridad operacional, regularidad y eficiencia de la navegación aérea, asegurándose de que los organismos gubernamentales y demás entidades interesadas en la aviación civil internacional, incluidos los explotadores y otros proveedores de servicios, estén informados sobre la reglamentación y las disposiciones nacionales en la medida en que difieran de las prescritas en las normas contenidas en los Anexos al Convenio.

1.4 Por consiguiente, se solicita a los Estados contratantes que presten particular atención a la notificación de diferencias respecto a las normas de todos los Anexos, como se describe en el párrafo 4 b) 1) de la Resolución de adopción.

1.5 Aunque en virtud del Artículo 38 del Convenio no es necesario notificar las diferencias respecto a los métodos recomendados, la Asamblea ha instado a los Estados contratantes a que también hagan extensivas las consideraciones antedichas a los métodos recomendados contenidos en los Anexos al Convenio.

2. *Notificación de diferencias respecto a las normas y métodos recomendados (SARPS)*

2.1 La orientación a los Estados contratantes en cuanto a la notificación de diferencias respecto a las normas y métodos recomendados (SARPS), solamente puede darse en términos muy generales. Además, se recuerda a los Estados contratantes que el cumplimiento de los SARPS generalmente va más allá de la publicación de reglamentos nacionales y requiere el establecimiento de arreglos prácticos para la aplicación, tal como el suministro de instalaciones, personal y equipo, así como mecanismos de aplicación eficaces. Los Estados contratantes deberían tener esos elementos en cuenta al determinar su cumplimiento y diferencias. Las categorías de diferencias que figuran a continuación se proporcionan a título de guía para determinar si existe una diferencia que debe notificarse:

a) ***el requisito de un Estado contratante es más estricto o excede un SARP (Categoría A).*** Esta categoría se aplica cuando la reglamentación y los métodos nacionales son más exigentes que el SARP correspondiente, o imponen una obligación en el ámbito del

Anexo que no está especificada en el SARP. Esto reviste particular importancia cuando un Estado contratante exige una norma más elevada que afecta a la operación de las aeronaves de otros Estados contratantes en su territorio y sobre él;

b) ***el requisito de un Estado contratante es de índole distinta o el Estado contratante ha establecido otros medios de cumplimiento (Categoría B)*** ∗. Esta categoría se aplica en particular cuando la reglamentación y los métodos nacionales son de índole distinta al SARP correspondiente, o cuando la reglamentación y los métodos nacionales difieren en principio, tipo o sistema del SARP correspondiente, sin imponer necesariamente una obligación adicional; y

c) ***el requisito de un Estado contratante ofrece menos protección, se aplica parcialmente o no se aplica (Categoría C)***. Esta categoría se aplica cuando la reglamentación y los métodos nacionales ofrecen menos protección que el SARP correspondiente, o cuando no se ha promulgado ninguna reglamentación nacional que trate el tema del SARP correspondiente, en su totalidad o en parte; o cuando el Estado contratante no ha concordado plenamente sus prácticas con el SARP correspondiente.

Estas categorías no se aplican a "SARP no aplicable" (véase el párrafo a continuación).

2.2 **SARP no aplicable.** Cuando un Estado contratante considere que un SARP relativo a aeronaves, operaciones, equipo, personal o instalaciones y servicios de navegación aérea no es aplicable a las actividades aeronáuticas existentes en ese Estado, no será necesario notificar una diferencia. Por ejemplo, a un Estado contratante que no sea Estado de diseño ni de fabricación y que no cuente con reglamentación nacional sobre el asunto no se le exigiría que notifique las diferencias con respecto a las disposiciones del Anexo 8 relativas al diseño y construcción de aeronaves.

2.3 **Diferencias con respecto a los apéndices, tablas y figuras.** El texto comprendido en un SARP incluye no sólo el SARP propiamente dicho, sino también los apéndices, tablas y figuras relacionados con el SARP. Por consiguiente, en virtud del Artículo 38, deben notificarse las diferencias con respecto a los apéndices, tablas y figuras. Para notificar una diferencia con respecto a un apéndice, tabla o figura, los Estados deberían notificar una diferencia con respecto al SARP que hace referencia al apéndice, tabla o figura.

2.4 **Diferencias con respecto a las definiciones.** Los Estados contratantes deberían notificar las diferencias con respecto a las definiciones. La definición de un término utilizado en un SARP no tiene una categoría independiente pero es parte esencial de cada SARP en el que se utiliza dicho término. Por consiguiente, una diferencia con respecto a la definición del término puede resultar en una diferencia respecto de cualquier SARP en el que se haya utilizado dicho término. A tal efecto, los Estados contratantes deberían tener en cuenta las diferencias con respecto a las definiciones al determinar el cumplimiento o las diferencias respecto a los SARPS en que se hayan utilizado dichos términos.

2.5 La notificación de diferencias no sólo debería hacerse con respecto a la última enmienda, sino con respecto a todo el Anexo, incluida dicha enmienda. En otras palabras, se pide a los Estados contratantes que hayan notificado diferencias con anterioridad, que proporcionen actualizaciones regulares de toda diferencia notificada previamente hasta que dicha diferencia deje de existir.

∗ La expresión "índole distinta u otros medios de cumplimiento" que figura en b) se aplicará a la reglamentación y método nacional con que se logra por otros medios el mismo objetivo que con el SARP correspondiente o que por otras razones fundamentales no puede incluirse en los incisos a) o c).

2.6 En el *Manual sobre la notificación y publicación de diferencias* (Doc 10055) figuran orientaciones adicionales sobre la identificación y notificación de diferencias, ejemplos de diferencias bien definidas y ejemplos de procesos y procedimientos modelo para la gestión de la notificación de diferencias.

3. *Forma de notificación de diferencias*

3.1 Las diferencias pueden notificarse mediante:

a) el envío a la Sede de la OACI de un formulario de notificación de cumplimiento o de diferencias; o

b) el sistema de notificación electrónica de diferencias (EFOD) en www.icao.int/usoap.

3.2 Al notificar las diferencias, debería proporcionarse la siguiente información:

a) el número del párrafo o subpárrafo que contenga el SARP respecto al cual existe la diferencia*;

b) los motivos por los cuales el Estado no cumple con el SARP o considera necesario adoptar reglamentaciones o métodos diferentes;

c) una descripción clara y concisa de la diferencia; y

d) las intenciones de cumplimiento en el futuro, así como la fecha para la cual su Gobierno prevé confirmar el cumplimiento con el SARP y eliminar la diferencia que se haya notificado con respecto a ese SARP.

3.3 Las diferencias notificadas se pondrán a disposición de otros Estados contratantes, normalmente tal como las haya notificado el Estado contratante. Con el objeto de que la información sea lo más útil posible, se solicita a los Estados contratantes asegurarse de que:

a) las declaraciones sean lo más claras y concisas posible y se limiten a los puntos esenciales;

b) la presentación de extractos de reglamentos nacionales no se considere suficiente a los fines de cumplir con la obligación de notificar diferencias; y

c) se eviten los comentarios generales, así como acrónimos y referencias que sean poco claros.

— — — — — — — —

* Esto se aplica únicamente cuando la notificación se hace de la manera indicada en 3.1 a).

ADJUNTO E a la comunicación AN 7/62.2.2-18/18

LISTA DE TAREAS PARA LA APLICACIÓN Y RESEÑA DE LOS TEXTOS DE ORIENTACIÓN RELACIONADOS CON LA ENMIENDA 91 DEL ANEXO 10, VOLUMEN I

1. LISTA DE TAREAS PARA LA APLICACIÓN

1.1 Las medidas esenciales que deben tomar los Estados para aplicar la enmienda del Anexo 10, Volumen I, comprenderán:

a) la determinación del proceso de elaboración de normas que se necesita para incorporar las disposiciones modificadas de la OACI en los reglamentos nacionales;

b) el establecimiento de un plan nacional de implantación en el que se tengan en cuenta las disposiciones modificadas de la OACI;

c) la redacción de las modificaciones de los reglamentos nacionales y medios de cumplimiento;

d) la adopción oficial de los reglamentos nacionales y medios de cumplimiento;

e) la notificación a la OACI de las diferencias nacionales que pudiera haber; y

f) la publicación de las diferencias importantes en la AIP.

1.2 Las medidas adicionales que deben tomar los Estados para aplicar la enmienda relativa a la evaluación de la actuación del GNSS podrán elegirse entre las siguientes opciones:

a) utilizar los informes de actuación que los proveedores del GNSS u otras organizaciones ponen a disposición del público; o

b) utilizar las redes regionales/mundiales de monitorización existentes por acuerdo con Estados vecinos o proveedores de datos o establecer redes nuevas; o

c) establecer acuerdos con los Estados vecinos que publiquen informes de actuación que comprendan la zona de interés; o

d) instalar una red nacional exclusiva.

1.3 Las medidas adicionales que deben tomar los Estados para aplicar la enmienda relativa al GBAS comprenderán:

a) el análisis de los costos y beneficios puntuales en cada aeropuerto donde se pretenda aplicar la enmienda;

b) la modificación de los reglamentos nacionales según proceda para incorporar la capacidad GAST D de GBAS;

c) la adquisición de instalaciones de tierra y su aprobación técnica; y

d) la instrucción del personal de vigilancia y operaciones.

1.4 En relación con los sistemas SBAS futuros, las medidas adicionales que deben tomarse para aplicar la enmienda relativa al área de cobertura SBAS comprenderán la aplicación de los cambios del Anexo 10 propuestos para los procesos específicos de diseño, desarrollo y verificación de los sistemas SBAS. Para los sistemas SBAS existentes no se requieran cambios porque la capacidad ya está instalada.

1.5 Las medidas adicionales que deben tomar los Estados que explotan sistemas SBAS para aplicar la enmienda relativa a la lista de PRN ampliada comprenderán la modernización de sus sistemas para que puedan procesar la nueva lista. El calendario dependerá de sus estrategias de adquisición de satélites. Los Estados que publiquen operaciones con servicios SBAS deberían evaluar la cobertura satelital SBAS disponible para posibilitar estos procedimientos y confirmar que las aeronaves estén equipadas con la aviónica necesaria para procesar los PRN de la cobertura satelital SBAS que se desee.

2. PROCESO DE NORMALIZACIÓN

2.1 Fecha en que surte efecto: 16 de julio de 2018

2.2 Fecha de aplicación: 8 de noviembre de 2018

2.3 Fecha/s de aplicación integrada/s: N/A

3. DOCUMENTOS DE APOYO

3.1 Documentos de la OACI

Título	**Tipo (PANS/IT/Manual/Cir)**	**Fecha de publicación prevista**
Manual sobre el sistema mundial de navegación por satélite (GNSS) (Doc 9849), 3ª edición	Manual	Disponible
Procedimientos para los servicios de navegación aérea — Gestión de la información aeronáutica (PANS-AIM) (Doc 10066)	PANS	Noviembre de 2018

3.2 Documentos externos

Título	**Organización externa**	**Fecha de publicación**
DO-253 D, MOPS for GPS Local Area Augmentation System	RTCA	Disponible

4. TAREAS DE ASISTENCIA PARA LA APLICACIÓN

Tipo	Mundial	Regional
Instrucción específica de los fabricantes		La necesaria según las necesidades de cada Estado.

5. PROGRAMA UNIVERSAL DE AUDITORÍA DE LA VIGILANCIA DE LA SEGURIDAD OPERACIONAL (USOAP)

5.1 No se tienen previstos cambios en las preguntas del Protocolo (PQ).

— — — — — — — —

ADJUNTO F a la comunicación AN 7/62.2.2-18/18

EVALUACIÓN DE LAS REPERCUSIONES RELATIVAS A LA ENMIENDA 91 DEL ANEXO 10, VOLUMEN I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 La Enmienda 91 del Anexo 10, Volumen I, se ocupa de a) el sistema mundial de navegación por satélite (GNSS) y el sistema de aterrizaje por instrumentos (ILS); b) el sistema de aumentación basado en tierra (GBAS), el sistema de aumentación basado en satélites (SBAS) y la estrategia de introducción y aplicación de ayudas no visuales para la aproximación y el aterrizaje; y c) una enmienda consiguiente relativa a la modificación de referencias como resultado de la reestructuración del Anexo 15 y la propuesta de nuevos PANS-AIM.

2. EVALUACIÓN DE LAS REPERCUSIONES

2.1 GNSS e ILS

2.1.1 *Repercusiones en la seguridad operacional*: La nueva orientación sobre la evaluación de la actuación del GNSS repercutirá positivamente en la seguridad operacional, al posibilitar que los Estados tomen decisiones mejor fundadas respecto a aprobar o no el funcionamiento de sistemas GNSS en su espacio aéreo. La nueva orientación sobre ILS en áreas críticas y sensibles (CSA) será beneficiosa para la seguridad operacional, ya que permitirá que los Estados determinen más correctamente las dimensiones de las CSA. Al eliminar las ambigüedades, en particular respecto de la trayectoria de planeo, se reducirán los riesgos de que las señales ILS estén fuera de tolerancia.

2.1.2 *Repercusiones económicas:* La nueva orientación sobre evaluación de la actuación del GNSS no trae aparejada en sí misma una repercusión en términos de costos. Es posible que los Estados que decidan implantar la capacidad de monitorización del GNSS con el objeto de evaluar su actuación incurran en costos de instalación pero esto no constituye un cambio respecto de la situación actual. La nueva orientación se limita a posibilitar que los Estados tomen decisiones mejor fundadas respecto a la implementación de estos sistemas. La nueva orientación sobre ILS en CSA no entraña modificación alguna en las CSA establecidas con ILS existentes, por lo que no tendrá repercusiones económicas. Al cambiar los sistemas ILS o evaluar la evolución del entorno operacional, el costo sería similar al de los procesos actuales.

2.1.3 *Repercusiones en la seguridad de la aviación*: La implementación de esta propuesta no tiene repercusiones en la seguridad de la aviación.

2.1.4 *Repercusiones en el medio ambiente:* La implementación de esta propuesta no tiene repercusiones en el medio ambiente.

2.1.5 *Repercusiones en la eficiencia*: La nueva orientación sobre evaluación de la actuación del GNSS no tendrá repercusiones en la eficiencia. La nueva orientación sobre ILS en CSA será beneficiosa, ya que en algunos casos (aeronaves pequeñas y medianas) permitirá utilizar una CSA más pequeña. Las evaluaciones específicas, tal como se recomiendan en los textos de orientación, pueden permitir optimizaciones locales con beneficios operacionales (incluyendo la posibilidad de reducir los procedimientos de motor y al aire).

2.1.6 *Tiempo de implantación esperado*: La nueva orientación para los Estados sobre la evaluación de la actuación del GNSS y sobre ILS en CSA puede llevarse a la práctica en poco tiempo (un año o menos).

2.2 GBAS, SBAS y la estrategia de incorporación y aplicación de ayudas no visuales para la aproximación y el aterrizaje

2.2.1 *Repercusiones en la seguridad operacional*: La enmienda relativa al GBAS tendrá un efecto positivo en la seguridad operacional, ya que la propuesta elimina los peligros por distorsión en la guía del ILS y permite aproximaciones con guía vertical en aeropuertos en los que de otro modo no podrían realizarse. La enmienda relativa al SBAS podría tener beneficios de seguridad operacional en el futuro, por cuanto las aclaraciones que se proponen podrían evitar que los diseñadores de los sistemas SBAS futuros malinterpreten un parámetro de actuación que es crítico para la seguridad operacional, en tanto que con la lista ampliada de PRN SBAS se contribuirá a prevenir la interferencia entre sistemas. La enmienda relativa a la estrategia aportará orientación sobre la implementación de la PBN.

2.2.2 *Repercusiones económicas:* La enmienda relativa al GBAS no es de cumplimiento obligatorio, y en consecuencia su aplicación dependerá de consideraciones específicas de costos y beneficios en Estados/aeropuertos puntuales. La inversión inicial será considerable para los Estados que opten por implementar el GBAS. Para los explotadores de aeronaves, la implementación del GBAS exigirá una inversión inicial en equipamiento de la aviónica necesaria. Sin embargo, en el largo plazo los costos generales de explotación deberían ser menores en comparación con el ILS, ya que desde una única estación terrestre puede brindarse guía para la aproximación en múltiples extremos de pista y de esa forma se reduce la necesidad de inspeccionar las instalaciones de ILS en pistas que ya no requieren ILS. La enmienda relativa al SBAS no tendrá repercusiones económicas inmediatas, dado que los diseños de sistemas SBAS actuales ya prevén los requisitos correspondientes. A futuro, la ampliación del código de PRN podrá obligar a algunos proveedores de SBAS y fabricantes de aviónica a introducir actualizaciones en las nuevas generaciones de equipo. La enmienda relativa a la estrategia no tendrá repercusiones económicas directas.

2.2.3 *Repercusiones en la seguridad de la aviación*: La implementación de esta propuesta no tiene repercusiones en la seguridad de la aviación.

2.2.4 *Repercusiones en el medio ambiente:* La introducción del GBAS puede ser beneficiosa para el medio ambiente, al permitir el uso de aproximaciones más empinadas para fines de atenuación del ruido y contribuir a elevar la eficiencia de las operaciones de área terminal para lograr reducir el consumo de combustible. La enmienda relativa al SBAS permitirá ampliar más el servicio SBAS y así extender a los usuarios mundiales del espacio aéreo los beneficios por mayor eficiencia energética. La enmienda relativa a la estrategia aportará orientación sobre la implementación de la PBN.

2.2.5 *Repercusiones en la eficiencia*: La introducción del GBAS podría ser beneficiosa en términos de eficiencia al permitir una separación más estrecha en la aproximación final como resultado de que las condiciones de emplazamiento de equipos y/o movimientos de aeronaves que deben respetarse para proteger la señal GBAS son menos restrictivas que las necesarias para proteger las señales ILS o MLS. La enmienda relativa al SBAS permitirá ampliar más el servicio SBAS, incrementando en todo el mundo la eficiencia energética de las líneas aéreas y la eficiencia de los servicios de control de tránsito aéreo. La enmienda relativa a la estrategia aportará orientación sobre la implementación de la PBN.

2.2.6 *Tiempo de implantación esperado*: La implementación inicial de la enmienda relativa al GBAS es posible en un lapso de dos a cinco años. Una implementación mayor demandará más tiempo. Las enmiendas relativas al SBAS pueden llevarse a la práctica en un lapso de dos a tres años. La enmienda relativa a la estrategia ya está en proceso de implementación gradual y se espera que arroje considerables beneficios mundiales en los próximos cinco a diez años.

2.3 Enmienda consiguiente relativa a la modificación de las referencias como resultado de la reestructuración del Anexo 15 y la propuesta de nuevos PANS-AIM

2.3.1 *Repercusiones en la seguridad operacional*: La enmienda tiene efecto favorable en la seguridad operacional, ya que logra la concordancia entre los requisitos del Anexo 10, Volumen I, el Anexo 15 y los PANS-AIM (Doc 10066) y evita errores de interpretación. De esto se deriva indirectamente un beneficio en términos de seguridad operacional.

2.3.2 *Repercusiones económicas:* Ninguna.

2.3.3 *Repercusiones en la seguridad de la aviación*: Ninguna.

2.3.4 *Repercusiones en el medio ambiente:* Ninguna.

2.3.5 *Repercusiones en la eficiencia*: La enmienda tiene efecto favorable en la eficiencia, ya que logra la concordancia entre los requisitos del Anexo 10, Volumen I, el Anexo 15 y los PANS-AIM (Doc 10066). Las referencias cruzadas hacen más eficiente la búsqueda de los requisitos. Por este motivo, la modificación se considera beneficiosa.

2.3.6 *Tiempo de implantación esperado*: Se trata únicamente de un cambio editorial.

— FIN —

ENMIENDA NÚM. 91

DE LAS

NORMAS Y MÉTODOS
RECOMENDADOS INTERNACIONALES

TELECOMUNICACIONES AERONÁUTICAS

ANEXO 10

AL CONVENIO SOBRE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL

VOLUMEN I
(RADIOAYUDAS PARA LA NAVEGACIÓN)

La enmienda del Anexo 10, Volumen I, que figura en este documento fue adoptada por el Consejo de la OACI el **7 de marzo de 2018**. Las partes de esta enmienda que no hayan sido desaprobadas por más de la mitad del número total de Estados contratantes hasta el **16 de julio de 2018**, inclusive, surtirán efecto en dicha fecha y serán aplicables a partir del **8 de noviembre de 2018**, como se especifica en la Resolución de adopción. (Véase la comunicación AN 7/62.2.2-18/18).

MARZO DE 2018

ORGANIZACIÓN DE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL

ENMIENDA 91 DE LAS NORMAS Y MÉTODOS RECOMENDADOS INTERNACIONALES

ANEXO 10 — *TELECOMUNICACIONES AERONÁUTICAS*
VOLUMEN I — *RADIOAYUDAS PARA LA NAVEGACIÓN*

RESOLUCIÓN DE ADOPCIÓN

El Consejo,

Obrando de conformidad con el Convenio sobre Aviación Civil Internacional y especialmente con lo dispuesto en los Artículos 37, 54 y 90:

1. *Adopta por la presente* el 7 de marzo de 2018 la Enmienda 91 de las normas y métodos recomendados internacionales que figuran en el documento titulado *Normas y métodos recomendados internacionales, Telecomunicaciones aeronáuticas — Radioayudas para la navegación,* que por conveniencia se designa como Anexo 10, Volumen I, al Convenio;

2. *Prescribe* el 16 de julio de 2018 como fecha en que la referida enmienda surtirá efecto, excepto cualquier parte de la misma acerca de la cual la mayoría de los Estados contratantes haya hecho constar su desaprobación ante el Consejo con anterioridad a dicha fecha;

3. *Resuelve* que dicha enmienda o aquellas partes de la misma que hayan surtido efecto se apliquen a partir del 8 de noviembre de 2018.

4. *Encarga a la Secretaria General*:

a) que notifique inmediatamente a cada Estado contratante las decisiones anteriores e inmediatamente después del 16 de julio de 2018 aquellas partes de la enmienda que hayan surtido efecto;

b) que pida a cada uno de los Estados contratantes:

1) que notifique a la Organización (de conformidad con la obligación que le impone el Artículo 38 del Convenio) las diferencias que puedan existir al 8 de noviembre de 2018 entre sus reglamentos o métodos nacionales y las disposiciones de las normas contenidas en el Anexo tal como queda enmendado por la presente, debiendo hacerse tal notificación antes del 8 de octubre de 2018, y que después de dicha fecha mantenga informada a la Organización acerca de cualesquiera diferencias que puedan surgir;

2) que antes del 8 de octubre de 2018 notifique a la Organización la fecha o las fechas a partir de la cual o de las cuales se ajustará a las disposiciones de las normas del Anexo según queda enmendado por la presente; y

c) que invite a cada Estado contratante a que notifique, además, cualquier diferencia entre sus propios métodos y los establecidos por los métodos recomendados, conforme al procedimiento especificado en b) anterior para las diferencias respecto a las normas.

— — — — — — — —

NOTAS SOBRE LA PRESENTACIÓN DE LA ENMIENDA DEL ANEXO 10, VOLUMEN I

El texto de la enmienda se presenta de modo que el texto que ha de suprimirse aparece tachado y el texto nuevo se destaca con sombreado, como se ilustra a continuación:

1) ~~el texto que ha de suprimirse aparece tachado~~	texto que ha de suprimirse
2) el nuevo texto que ha de insertarse se destaca con sombreado	nuevo texto que ha de insertarse
3) ~~el texto que ha de suprimirse aparece tachado~~y a continuación aparece el nuevo texto que se destaca con sombreado	nuevo texto que ha de sustituir al actual

TEXTO DE LA ENMIENDA 91 DE LAS

NORMAS Y MÉTODOS
RECOMENDADOS INTERNACIONALES

TELECOMUNICACIONES AERONÁUTICAS

ANEXO 10
AL CONVENIO SOBRE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL

VOLUMEN I
RADIOAYUDAS PARA LA NAVEGACIÓN

. . .

CAPÍTULO 2. DISPOSICIONES GENERALES RELATIVAS A LAS RADIOAYUDAS PARA LA NAVEGACIÓN

2.1 Radioayudas para la navegación normalizadas

. . .

2.1.4 Disposiciones específicas para el GNSS

. . .

2.1.4.2 **Recomendación**.— *Los Estados que aprueben operaciones basadas en el GNSS deberían asegurarse de que se graban los datos del GNSS pertinentes a esas operaciones.*

Nota 1.— ~~El objetivo primario de la grabación de~~ Estos datos grabados ~~es el de poder utilizarlos en~~ pueden apoyar la investigación de accidentes e incidentes. También pueden utilizarse para ~~confirmar que la exactitud, integridad, continuidad y disponibilidad de estos datos se mantienen dentro de los límites requeridos en las operaciones aprobadas~~ análisis periódicos a fin de verificar los parámetros de actuación del GNSS detallados en las normas pertinentes del presente Anexo.

Nota 2.— El texto de orientación acerca de la grabación de los parámetros del GNSS y la evaluación de la actuación GNSS figura en el Adjunto D, 11 y 12.

. . .

CAPÍTULO 3. ESPECIFICACIONES RELATIVAS A LAS RADIOAYUDAS PARA LA NAVEGACIÓN

Nota.— En el Anexo 14, Capítulo 8, se indican las especificaciones relativas a la construcción y el emplazamiento de las instalaciones terrestres, a fin de reducir al mínimo el peligro para las aeronaves.

3.1 Especificación para el ILS

. . .

3.1.2 Requisitos básicos

. . .

3.1.2.7.1 **Recomendación.—** *En los lugares en los que haya dos instalaciones ILS separadas que sirven a los extremos opuestos de una misma pista y en los cuales se utilice una instalación ILS de Categoría de actuación I para las aproximaciones y aterrizajes automáticos en condiciones visuales, un sistema de bloqueo debería garantizar que solamente pueda radiar el localizador que se utiliza para el sentido de aproximación, a no ser que sea necesario el uso simultáneo del otro localizador.*

Nota.— Si ambos localizadores están radiando, existe la posibilidad de interferencia con las señales del localizador en la región del umbral. En el Adjunto C, ~~2.1.9 y 2.13~~ 2.1.8, figura un texto de orientación complementario.

3.1.2.7.2 En los lugares en los que las instalaciones ILS que sirven a los extremos opuestos de una misma pista o a distintas pistas del mismo aeropuerto utilicen las mismas frecuencias asociadas por pares, un sistema de bloqueo asegurará que solamente una instalación radie en cada instante. Cuando se conmute de una instalación ILS a otra, se suprimirá la radiación de ambas por un tiempo no inferior a 20 s.

Nota.— El texto adicional de orientación sobre la operación de localizadores en el mismo canal de frecuencias se halla contenido en ~~2.1.9 del Adjunto C y en~~ el Volumen V, Capítulo 4.

3.1.3 Localizador VHF y monitor correspondiente

. . .

3.1.3.3.3 **Recomendación.—** *Por encima de 7° las señales deberían reducirse al valor más bajo posible.*

. . .

Nota 2.— En el Adjunto C, 2.2.2 ~~y 2.2.4~~, se da orientación sobre los parámetros importantes del receptor de a bordo pertinentes a los localizadores.

. . .

3.1.3.4 *Estructura del ~~rumbo~~ curso*

. . .

Nota 2.— En el Adjunto C, ~~2.1.4, 2.1.6 y 2.1.7~~2.1.3, 2.1.5, 2.1.6 y 2.1.9, figuran textos de orientación sobre la estructura del ~~rumbo~~ curso del localizador.

. . .

3.1.3.6 *Precisión de la alineación de ~~rumbo~~ curso*

. . .

Nota 3.— El Adjunto C, 2.1.3, contiene texto de orientación sobre la medición de la alineación del ~~rumbo~~ curso del localizador. En el Adjunto C, 2.1.9, figura texto de orientación sobre la protección de la alineación del curso del localizador.

. . .

3.1.3.10 *Emplazamiento*

Nota. — En el Adjunto C, 2.1.9, figura texto de orientación relativo al emplazamiento de las antenas del localizador en el entorno de las pistas y calles de rodaje.

3.1.3.10.1 Para instalaciones de Categorías de actuación II y III ...

. . .

3.1.5 Equipo de trayectoria de planeo UHF y monitor correspondiente

. . .

3.1.5.1.2.1 La trayectoria de planeo se deberá ajustar y mantener dentro de:

. . .

Nota 3.— En el Adjunto C, 2.1.9, figura texto de orientación relativo a la protección de la estructura del curso de la trayectoria de planeo ILS.

. . .

3.1.5.4 *Estructura de la trayectoria de planeo ILS*

. . .

Nota 3.— En el Adjunto C, 2.1.4, figura texto de orientación referente a la estructura del ~~rumbo~~ curso de la trayectoria de planeo. En el Adjunto C, 2.1.9, figura texto de orientación relativo a la protección de la estructura del curso de la trayectoria de planeo ILS.

. . .

3.1.5.7 *Equipo monitor*

3.1.5.7.1 El sistema automático de supervisión proporcionará una advertencia a los puntos de control designados y hará que cese la radiación dentro de los períodos especificados en 3.1.5.7.3.1, si persiste alguna de las siguientes condiciones:

. . .

Nota 4.— El texto de orientación relativo a la condición descrita en g), aparece en el Adjunto C, ~~2.4.12~~2.4.11.

. . .

3.7 Requisitos para el sistema mundial de navegación por satélite (GNSS)

. . .

3.7.2 Generalidades

. . .

3.7.2.3 *Referencia de espacio y horaria*

3.7.2.3.1 *Referencia de espacio.* Se expresará la información sobre posición proporcionada al usuario mediante el GNSS en función de la referencia geodésica del Sistema geodésico mundial — 1984 (WGS-84).

Nota 1.— Los SARPS relativos al WGS-84 figuran en el Anexo 4, Capítulo 2; el Anexo 11, Capítulo 2; el Anexo 14, Volúmenes I y II, Capítulo ~~2~~1; y el Anexo 15, Capítulo ~~3~~1.

. . .

3.7.2.4 *Actuación de la señal en el espacio*

3.7.2.4.1 La combinación de elementos GNSS y de un receptor de usuario GNSS sin falla satisfará los requisitos de señal en el espacio definidos en la Tabla 3.7.2.4-1 (al final de la sección 3.7).

Nota 1.— El concepto de receptor de usuario sin falla se aplica solamente como medio para determinar la actuación de combinaciones de diversos elementos del GNSS. Se supone que el receptor sin falla tiene la exactitud y actuación de tiempo hasta alerta nominales. Se supone que tal receptor no tiene fallas que influyen en la actuación en materia de integridad, disponibilidad y continuidad.

Nota 2.— Para el servicio de aproximación GBAS (como se define en el Adjunto D, 7.1.2.1) diseñado para prestar apoyo a las operaciones de aproximación y aterrizaje con mínimos de Categoría III, se definen requisitos de actuación que se aplican además de los requisitos de actuación de la señal en el espacio definidos en la Tabla 3.7.2.4-1.

. . .

3.7.3.4 *Sistema de aumentación basado en satélites (SBAS)*

3.7.3.4.1 *Actuación.* El SBAS combinado con uno o más de los otros elementos del GNSS y un receptor sin falla satisfarán los requisitos de exactitud, integridad, continuidad y disponibilidad del sistema para la operación prevista según lo indicado en 3.7.2.4 en toda el área de servicio correspondiente (véase 3.7.3.4.3).

Nota.— El SBAS complementa las constelaciones principales de satélites aumentando la exactitud, integridad, continuidad y disponibilidad para la navegación, suministradas dentro de un área de servicio que ordinariamente abarca múltiples aeródromos.

3.7.3.4.1.1 El SBAS combinado con uno o más de los otros elementos del GNSS y un receptor sin falla satisfarán los requisitos de integridad de la señal en el espacio que se establecen en 3.7.2.4 en toda el área de cobertura del SBAS.

Nota.— Pueden usarse mensajes de tipo 27 o 28 para cumplir los requisitos de integridad en el área de cobertura. El Adjunto D, 3.3, brinda orientación adicional sobre los fundamentos y la interpretación de este requisito.

. . .

3.7.3.4.3 *Área de servicio*. ~~El~~ Un área de servicio del SBAS para cualquier tipo aprobado de operación será un área declarada~~definida~~ dentro del área de cobertura del SBAS en la que el SBAS satisfaga los requisitos indicados en 3.7.2.4 que correspondan~~y preste apoyo a las correspondientes operaciones aprobadas~~.

Nota 1.— Un sistema SBAS puede tener distintas áreas de servicio que correspondan a diferentes tipos de operación (AVP-I, Categoría I, etc.).

Nota ~~1~~2.— El área de cobertura es aquella dentro de la cual puedan recibirse las radiodifusiones del SBAS (~~p. ej.~~es decir, las proyecciones de satélites geoestacionarios).

Nota ~~2~~3.— En el Adjunto D, 6.2, se describen las áreas de cobertura y de servicio del SBAS.

. . .

3.7.3.5 *Sistema de aumentación basado en tierra (GBAS) y sistema regional de aumentación basado en tierra (GRAS).*

Nota ~~1~~.— Excepto cuando se especifique de otro modo, las normas y métodos recomendados para el GBAS se aplican tanto al GBAS como al GRAS.

~~*Nota 2.— Excepto cuando se especifique de otro modo, la referencia a la aproximación con guía vertical (APV) significa tanto APV-I como APV-II.*~~

3.7.3.5.1 *Actuación.* El GBAS combinado con uno o más de los otros elementos GNSS y un receptor GNSS sin falla satisfarán los requisitos de exactitud, continuidad, disponibilidad e integridad del sistema para la operación prevista, según lo indicado en 3.7.2.4, dentro del volumen de servicio del servicio utilizado para la operación, según se define en 3.7.3.5.3.

Nota.— Se prevé que el GBAS preste apoyo a toda clase de operaciones de aproximación, aterrizaje, despegue con guía, salida y en la superficie y puede prestar apoyo a operaciones en ruta y de terminal. Se prevé que el GRAS preste apoyo a operaciones en ruta, de terminal, aproximaciones que no sean de precisión, salidas y aproximaciones con guía vertical. Se han elaborado los siguientes SARPS en apoyo de todas las categorías de aproximación de precisión de ~~Categoría I~~, aproximación con guía vertical y servicio de determinación de la posición GBAS. ~~Para lograr la interfuncionalidad y permitir la utilización eficiente del espectro, se tiene el objetivo de que la radiodifusión de datos sea la misma para todas las operaciones.~~

3.7.3.5.2 *Funciones.* El GBAS desempeñará las siguientes funciones:

a) proporcionar correcciones localmente pertinentes de seudodistancia;

b) proporcionar datos relativos al GBAS;

c) proporcionar datos del tramo de aproximación final cuando se presta apoyo a aproximaciones de precisión;

d) proporcionar datos de disponibilidad pronosticada de fuente telemétrica; y

e) ~~proporcionar vigilancia de~~ monitorizar la integridad de las fuentes telemétricas GNSS.

3.7.3.5.3 ~~*Cobertura*~~ *Volumen de servicio*

3.7.3.5.3.1 ~~*Aproximación de precisión de Categoría I y aproximación con guía vertical*~~ *Requisito general para servicios de aproximación.* ~~La cobertura del GBAS en apoyo de cada una de las aproximaciones de precisión de Categoría I o aproximaciones con guía vertical~~ El volumen de servicio de aproximación GBAS mínimo será como sigue, excepto cuando lo dicten de otro modo las características topográficas y lo permitan los requisitos operacionales:

a) lateralmente, empezando a 140 m (450 ft) a cada lado del punto del umbral de aterrizaje/punto de umbral ficticio (LTP/FTP) y prolongando a ±35º a ambos lados de la trayectoria de aproximación final hasta 28 km (15 NM) y ±10º a ambos lados de la trayectoria de aproximación final hasta 37 km (20 NM); y

b) verticalmente, dentro de la región lateral, hasta el mayor de los siguientes valores 7º ó 1,75 por el ángulo de trayectoria de planeo promulgado (GPA) por encima de la horizontal con origen en el punto de interceptación de la trayectoria de planeo (GPIP) hasta un límite superior de 3 000 m (10 000 ft) de altura por encima del umbral (HAT) y 0,45 GPA por encima de la horizontal o a un ángulo inferior, descendiendo hasta 0,30 GPA, de ser necesario, para salvaguardar el procedimiento promulgado de interceptación de trayectoria de planeo. ~~Esta cobertura se aplica entre 30 m (100 ft) y 3 000 m (10 000 ft) de altura por encima del umbral (HAT)~~ El límite inferior es la mitad de la altura de decisión más baja a la que se presta apoyo o 3,7 m (12 ft), tomándose de ambos valores el que sea mayor.

Nota 1.— En el Apéndice B, 3.6.4.5.1, se definen en el LTP/ FTP y GPIP.

~~3.7.3.5.3.1.1 **Recomendación.** — *Para aproximación de precisión de Categoría I, la radiodifusión de datos especificada en 3.7.3.5.4 debería extenderse hacia abajo hasta 3,7 m (12 ft) por encima de la superficie de la pista.*~~

~~3.7.3.5.3.1.2 **Recomendación.** — *La radiodifusión de datos debería ser omnidireccional cuando se requiera en apoyo de las aplicaciones previstas.*~~

Nota 2.— En el Adjunto D, 7.3, se presentan textos de orientación relativos ~~*a la cobertura para las aproximaciones de precisión de Categoría I y APV*~~ *al volumen de servicio de aproximación.*

3.7.3.5.3.2 *Servicios de aproximación en apoyo de aterrizaje automático y despegue con guía*. El volumen de servicio GBAS adicional mínimo para apoyar las operaciones de aproximación que incluyan aterrizaje automático y recorrido en tierra, incluso durante despegue con guía, será la siguiente, excepto cuando lo permitan los requisitos operacionales:

a) Horizontalmente dentro de un sector que abarca la anchura de la pista empezando en el extremo de parada de la pista y extendiéndose paralelamente al eje de pista hacia el LTP hasta alcanzar el volumen de servicio mínimo, como se describe en 3.7.3.5.3.1.

b) Verticalmente entre dos superficies horizontales, una a 3,7 m (12 ft) y la otra a 30 m (100 ft) sobre el eje de pista hasta alcanzar el volumen de servicio mínimo, como se describe en 3.7.3.5.3.1.

Nota.— En el Adjunto D, 7.3, se presentan textos de orientación relativos al volumen de servicio de aproximación.

3.7.3.5.3.~~2~~3 *Servicio de determinación de la posición GBAS.* El ~~área~~ volumen de servicio de determinación de la posición GBAS será ~~aquella en la que~~ aquel en el que pueda recibirse la radiodifusión de datos y ~~en la que~~ el servicio de determinación de la posición satisfaga los requisitos de 3.7.2.4 y en ~~la~~ el que se preste apoyo a las correspondientes operaciones aprobadas.

Nota.— En el Adjunto D, 7.3, ~~figuran~~ se presentan textos de orientación relativos ~~a la cobertura del servicio~~ al volumen de servicio de determinación de la posición.

. . .

3.7.3.5.4.4 *Intensidad de campo y polarización RF de radiodifusión de datos*

Nota 1.— El GBAS puede proporcionar una radiodifusión de datos VHF con polarización horizontal (GBAS/H) o elíptica (GBAS/E) que utiliza componentes de polarización horizontal (HPOL) y vertical (VPOL). Las aeronaves que utilizan un componente VPOL no pueden realizar operaciones con equipo GBAS/H. En el Adjunto D, 7.1, se proporciona un texto de orientación al respecto.

Nota 2.— Las intensidades de campo mínima y máxima concuerdan con una distancia mínima de 80 m (263 ft) desde la antena del transmisor para un alcance de 43 km (23 NM).

Nota 3.— Cuando se presta apoyo a servicios de aproximación en aeropuertos con restricciones importantes en cuanto al emplazamiento del transmisor VDB, es aceptable ajustar el volumen de servicio si los requisitos operacionales lo permiten (como se establece en las secciones 3.7.3.5.3.1 y 3.7.3.5.3.2 en que se define el volumen de servicio). Estos ajustes del volumen de servicio pueden ser aceptables operacionalmente cuando no repercutan en el servicio GBAS fuera de un radio de 80 m desde la antena VDB, suponiendo una potencia isótropa radiada equivalente nominal de 47dBm (Adjunto D, Tabla D-3).

3.7.3.5.4.4.1 *GBAS/H*

3.7.3.5.4.4.1.1 Se radiodifundirá una señal polarizada horizontalmente.

3.7.3.5.4.4.1.2 La potencia isótropa radiada ~~aparente (PRA)~~ equivalente (PIRE) proporcionará una señal horizontalmente polarizada con una intensidad de campo mínima de 215 microvoltios por metro (–99 dBW/m^2) y máxima de ~~0,350~~ 0,879 voltios por metro (~~–35~~ 27 dBW/m^2) dentro de todo el volumen de ~~cobertura~~servicio GBAS, como se especifica en 3.7.3.5.3.1. La intensidad de campo se medirá como un promedio en el período de la sincronización y del campo de resolución de ambigüedad de la ráfaga. ~~El desplazamiento de fase RF entre el HPOL y cualquiera de los componentes VPOL será tal que la potencia mínima de la señal definida en el Apéndice B, 3.6.8.2.2.3, se logra para los usuarios de HPOL en todo el volumen de cobertura~~. Dentro del volumen de servicio GBAS adicional que se especifica en 3.7.3.5.3.2, la potencia isótropa radiada equivalente (PIRE) proporcionará una señal horizontalmente polarizada con una intensidad de campo mínima de 215 microvoltios por metro (–99 dBW/m^2) por debajo de 36 ft y hasta 12 ft por encima de la superficie de la pista y de 650 microvoltios por metro (–89,5 dBW/m^2) a 36 ft o más por encima de la superficie de la pista.

Nota.— En el Adjunto D, 7.3, se presentan textos de orientación relativos al volumen de servicio de aproximación.

3.7.3.5.4.4.2 *GBAS/E*

3.7.3.5.4.4.2.1 **Recomendación.—** *Debería radiodifundirse una señal polarizada elípticamente siempre que sea posible.*

3.7.3.5.4.4.2.2 Cuando se radiodifunde una señal polarizada elípticamente, el componente polarizado horizontalmente satisfará los requisitos de 3.7.3.5.4.4.1.2 y la potencia isótropa radiada ~~aparente (PRA)~~ equivalente (PIRE) permitirá una señal polarizada verticalmente con una intensidad de campo mínima de 136 microvoltios por metro (–103 dBW/m^2) y máxima de ~~0,221~~ 0,555 voltios por metro (~~–39~~31 dBW/m^2) dentro del volumen de ~~cobertura~~ servicio GBAS. La intensidad de campo se medirá como un promedio en el período de la sincronización y del campo de resolución de ambigüedad de la ráfaga. ~~El desplazamiento de fase RF entre el HPOL y cualquiera de los componentes VPOL será tal que la potencia mínima de la señal definida en el Apéndice B, 3.6.8.2.2.3, se logra para los usuarios de HPOL en todo el volumen de cobertura.~~

~~*Nota.— Las intensidades de campo mínima y máxima en 3.7.3.5.4.4.1.2 y 3.7.3.5.4.4.2.2 están en consonancia con una sensibilidad mínima de receptor de –87 dBm y una distancia mínima de 200 m (660 ft) de la antena del transmisor con un alcance de cobertura de 43 km (23 NM).*~~

. . .

Tabla 3.7.2.4-1. Requisitos de actuación de la señal en el espacio

Operaciones ordinarias	Exactitud horizontal 95% (Notas 1 y 3)	Exactitud vertical 95% (Notas 1 y 3)	Integridad (Nota 2)	Tiempo hasta alerta (Nota 3)	Continuidad (Nota 4)	Disponibilidad (Nota 5)
En ruta	3,7 km (2,0 NM)	N/A	$1 - 1 \times 10^{-7}$/h	5 min	$1 - 1 \times 10^{-4}$/h a $1 - 1 \times 10^{-8}$/h	0,99 a 0,99999
En ruta, terminal	0,74 km (0,4 NM)	N/A	$1 - 1 \times 10^{-7}$/h	15 s	$1 - 1 \times 10^{-4}$/h a $1 - 1 \times 10^{-8}$/h	0,99 a 0,99999
Aproximación inicial, aproximación intermedia, aproximación que no es de precisión (NPA), salida	220 m (720 ft)	N/A	$1 - 1 \times 10^{-7}$/h	10 s	$1 - 1 \times 10^{-4}$/h a $1 - 1 \times 10^{-8}$/h	0,99 a 0,99999
Operaciones de aproximación con guía vertical (APV-I) (Nota 8)	16,0 m (52 ft)	20 m (66 ft)	$1 - 2 \times 10^{-7}$ en cualquier aproximación	10 s	$1 - 8 \times 10^{-6}$ por 15 s	0,99 a 0,99999
Operaciones de aproximación con guía vertical (APV-II) (Nota 8)	16,0 m (52 ft)	8,0 m (26 ft)	$1 - 2 \times 10^{-7}$ en cualquier aproximación	6 s	$1 - 8 \times 10^{-6}$ por 15 s	0,99 a 0,99999
Aproximación de precisión de Categoría I (Nota 7)	16,0 m (52 ft)	6,0 m a 4,0 m (20 ft a 13 ft) (Nota 6)	$1 - 2 \times 10^{-7}$ en cualquier aproximación	6 s	$1 - 8 \times 10^{-6}$ por 15 s	0,99 a 0,99999

NOTAS.—

1. Los valores de percentil 95 para errores de posición GNSS son los requeridos en las operaciones previstas a la altura mínima por encima del umbral (HAT), de ser aplicable. Se especifican los requisitos detallados en el Apéndice B y se proporcionan textos de orientación en el Adjunto D, 3.2.
2. En la definición de requisitos de integridad se incluye un límite de alerta respecto al cual pueda evaluarse el requisito. Para aproximaciones de precisión de Categoría I, puede utilizarse un límite de alerta vertical (VAL) mayor que 10 m,

para un diseño de sistema específico, sólo si se ha llevado a cabo un análisis de seguridad operacional específico del sistema. En el Adjunto D, 3.3.6 a 3.3.10, figura orientación sobre los límites de alerta. Estos límites de alerta son los siguientes:

Operación ordinaria	Límite horizontal de alerta	Límite vertical de alerta
En ruta (oceánica/continental de baja densidad)	7,4 km (4 NM)	N/A
En ruta (continental)	3,7 km (2 NM)	N/A
En ruta, de terminal	1,85 km (1 NM)	N/A
NPA	556 m (0,3 NM)	N/A
APV-I	40,0 m (130 ft)	50 m (164 ft)
APV-II	40,0 m (130 ft)	20,0 m (66 ft)
Aproximación de precisión de Categoría I	40,0 m (130 ft)	35,0 m a 10,0 m (115 ft a 33 ft)

3. Los requisitos de exactitud y de tiempo hasta alerta comprenden la actuación nominal de un receptor sin falla.
4. Se proporcionan las gamas de valores relativas al requisito de continuidad para operaciones en ruta, de terminal, aproximación inicial, NPA y salida, puesto que este requisito depende de varios factores, incluidos, la operación prevista, la densidad de tránsito, la complejidad del espacio aéreo y la disponibilidad de ayudas para la navegación de alternativa. El valor más bajo indicado corresponde al requisito mínimo para áreas de poca densidad de tránsito y escasa complejidad del espacio aéreo. El valor máximo proporcionado corresponde a áreas de elevada densidad de tránsito y de gran complejidad del espacio aéreo (véase el Adjunto D, 3.4.2). Los requisitos de continuidad para el APV y las operaciones de Categoría I se aplican al riesgo promedio (respecto del tiempo) de pérdida de servicio, normalizado a 15 segundos de tiempo de exposición (véase el Adjunto D, 3.4.3).
5. Se proporciona una gama de valores de requisitos de disponibilidad puesto que tales requisitos dependen de la necesidad operacional que se basa en varios factores, incluidos, la frecuencia de operaciones, entornos meteorológicos, amplitud y duración de interrupciones de tráfico, disponibilidad de ayudas para la navegación de alternativa, cobertura radar, densidad de tránsito y procedimientos operacionales de inversión. Los valores inferiores indicados corresponden a la disponibilidad mínima respecto a la cual se considera que un sistema es práctico pero inadecuado en sustitución de ayudas para la navegación ajenas al GNSS. Para la navegación en ruta, se proporcionan los valores superiores que bastan para que el GNSS sea la única ayuda de navegación proporcionada en un área. Para la aproximación y la salida, los valores superiores indicados se basan en los requisitos de disponibilidad en los aeropuertos con gran densidad de tránsito, suponiéndose que las operaciones hacia o desde pistas múltiples están afectadas, pero los procedimientos operacionales de inversión garantizan la seguridad de las operaciones (véase el Adjunto D, 3.5).
6. Se especifica una gama de valores para aproximaciones de precisión de Categoría I. El requisito de 4,0 m (13 ft) se basa en especificaciones para el ILS y representan una deducción conservadora de estas últimas (véase el Adjunto D, 3.2.7).
7. ~~Están en estudio y se incluirán más tarde los~~Los requisitos de actuación del GNSS para dar apoyo a operaciones de aproximación de precisión de Categorías II y III precisan la aplicación de los requisitos de nivel inferior en el apéndice técnico (Apéndice B, 3.6) además de estos requisitos de señal en el espacio (véase Adjunto D, 7.5.1).
8. Los términos APV-I y APV-II se refieren a dos niveles de operaciones de aproximación y aterrizaje con guía vertical (APV) por GNSS, y no se prevé necesariamente que estos términos sean utilizados para las operaciones.

. . .

APÉNDICE B. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SISTEMA MUNDIAL DE NAVEGACIÓN POR SATÉLITE (GNSS)

. . .

3.5 Sistema de aumentación basado en satélites (SBAS)

. . .

3.5.2.10 *Códigos de ruido seudoaleatorio (PRN).* Cada código PRN será un código Gold de 1 023 bits que es por sí mismo la adición módulo 2 de dos configuraciones lineales de 1 023 bits, G1 y $G2_i$. Se formará la secuencia $G2_i$ retardando la secuencia G2 por el correspondiente número entero de elementos, según lo ilustrado en la Tabla B-23. … .

. . .

Tabla B-23. Códigos PRN SBAS

Número de código PRN	Retardo G2 (elementos)	Primeros 10 elementos SBAS (el bit más a la izquierda representa el primer elemento transmitido, en binario)
120	145	0110111001
121	175	0101011110
122	52	1101001000
123	21	1101100101
124	237	0001110000
125	235	0111000001
126	886	0000001011
127	657	1000110000
128	634	0010100101
129	762	0101010111
130	355	1100011110
131	1 012	1010010110
132	176	1010101111
133	603	0000100110
134	130	1000111001
135	359	0101110001
136	595	1000011111
137	68	0111111000
138	386	1011010111
139	797	1100111010
140	456	0001010100
141	499	0011110110
142	883	0001011011
143	307	0100110101
144	127	0111001111
145	211	0010001111
146	121	1111100010
147	118	1100010010
148	163	1100100010
149	628	0101010011
150	853	0111011110

Número de código PRN	Retardo G2 (elementos)	Primeros 10 elementos SBAS (el bit más a la izquierda representa el primer elemento transmitido, en binario)
151	484	1110011101
152	289	0001011110
153	811	0010111011
154	202	1000010110
155	1021	0000000011
156	463	1110111000
157	568	0110010100
158	904	0010011101

. . .

3.5.4.1 *Parámetros de máscara PRN.* Los parámetros de máscara PRN serán los siguientes:

Número de código PRN: número por el que se identifica inequívocamente el código PRN de satélite y las asignaciones correspondientes según lo indicado en la Tabla B-25.

. . .

Tabla B-25. Asignaciones de número de código PRN

Número de código PRN	Asignación
1 – 37	GPS
38 – 61	Núm. de intervalo GLONASS + 37
62 – 119	Extra
120 – ~~138~~158	SBAS
~~139~~159 – 210	Extra

. . .

3.6 Sistema de aumentación basado en tierra (GBAS) y sistema regional de aumentación basado en tierra (GRAS)

~~*Nota.— En esta sección, excepto cuando se especifique de otro modo, la referencia a la aproximación con guía vertical (APV) significa tanto APV-I como APV-II.*~~

3.6.1 GENERALIDADES

El GBAS constará de un subsistema de tierra y de un subsistema de aeronave. El subsistema de tierra GBAS proporcionará datos y correcciones para las señales telemétricas del GNSS por mediación de una radiodifusión de datos VHF digitales hacia el subsistema de aeronave. El subsistema de tierra GRAS constará de uno o más subsistemas de tierra GBAS.

Nota.— En el Adjunto D, 7.1 figuran textos de orientación.

3.6.1.1 *Tipos de servicio GBAS.* El subsistema de tierra GBAS prestará apoyo al servicio de determinación de la posición o al servicio de aproximación, o bien a ambos tipos de servicio.

Nota 1.— Tipos de servicio se refiere a un conjunto coincidente de requisitos funcionales y de actuación de tierra y de aeronave que permite garantizar que el equipo de a bordo pueda lograr una performance de navegación cuantificable. En el Adjunto D, 7.1, figuran textos de orientación relativos a los tipos de servicio.

Nota 2.— Las características de las instalaciones de tierra GBAS se especifican en la clasificación de las instalaciones GBAS (GFC). Muchos de los requisitos de actuación y funcionales del GBAS dependen de la GFC. Estos SARPS están organizados según los requisitos que se aplican a un determinado elemento de la clasificación de las instalaciones (es decir, la letra del tipo de servicio de aproximación de la instalación (FAST), la polarización de la instalación, etc.). En el Adjunto D, 7.1.4.1, figuran textos de orientación relativos a la clasificación de las instalaciones.

3.6.1.2 Todos los subsistemas de tierra GBAS cumplirán los requisitos de 3.6.1, 3.6.2, 3.6.3, 3.6.4, 3.6.6. y 3.6.7, a menos que se indique otra cosa. El subsistema de tierra FAST D cumplirá también con todos los requisitos de FAST C, además de los requisitos específicos de FAST D.

3.6.2 CARACTERÍSTICAS RF

. . .

3.6.2.6 *Emisiones en intervalos de tiempo no asignados.* En cualesquiera condiciones de funcionamiento, la potencia máxima dentro de la anchura de banda de canal de 25 kHz, con centro en la frecuencia asignada, al medirse en cualquier intervalo de tiempo no asignado, no excederá de –105 dB por referencia a la potencia del transmisor autorizada.

Nota.— ~~Si la potencia del transmisor autorizada excede de 150 W, es~~Es posible que el valor de –105 dBc no sea suficiente para proteger la recepción de emisiones en un intervalo asignado a otro transmisor deseado en el caso de receptores que estén a menos de ~~200~~ 80 metros de distancia de la antena transmisora no deseada.

. . .

3.6.4 CONTENIDO DE DATOS

3.6.4.1 *Tipos de mensaje.* Los tipos de mensajes que pueden ser transmitidos por ~~la~~ el GBAS serán los indicados en la Tabla B-63.

3.6.4.2 *MENSAJE DE TIPO 1 — CORRECCIONES DE SEUDODISTANCIA*

3.6.4.2.1 El mensaje de tipo 1 proporciona los datos de corrección diferencial para las fuentes telemétricas GNSS particulares (Tabla B-70). El mensaje constará de tres secciones:

a) información del mensaje (hora de validez, bandera adicional de mensaje, número de mediciones y tipo de medición);

b) información de baja frecuencia (parámetro de descorrelación de efemérides, CRC de efemérides de satélite e información de disponibilidad de satélites); y

c) bloques de medición de datos de satélite.

Nota 1.— La transmisión de datos de baja frecuencia para fuentes telemétricas SBAS es facultativa.

Nota 2.— Todos los parámetros de este tipo de mensaje se aplican a seudodistancias con adaptación a portadora de 100 segundos.

. . .

Tabla B-63. Mensajes de radiodifusión de datos VHF de GBAS

Identificador de tipo de mensaje	Nombre del mensaje
0	Extra
1	Correcciones de seudodistancia
2	Datos relacionados con el GBAS
3	Mensaje nulo
4	Datos de tramo de aproximación final (FAS)
5	Disponibilidad pronosticada de fuente telemétrica
6	Reservado
7	Reservado para aplicaciones nacionales
8	Reservado para aplicaciones de prueba
9 a ~~100~~10	Extra
11	Correcciones de seudodistancia–seudodistancias con adaptación de 30 segundos
12 a 100	Extra
101	Correcciones de seudodistancia GRAS
102 a 255	Extra

Nota.— Véanse en 3.6.6 los formatos de mensaje.

. . .

3.6.4.2.4 Los parámetros del bloque de medición son:

ID de fuente telemétrica: identidad de la fuente telemétrica a la que se aplican los datos subsiguientes del bloque de medición.

. . .

Codificación:	1 a 36	=	ID del satélite GPS (PRN)
	37	=	reservado
	38 a 61	=	ID del satélite GLONASS (número de intervalo más 37)
	62 a 119	=	extra
	120 a ~~138~~158	=	ID de satélite SBAS (PRN)
	~~139~~159 a 255	=	extra

. . .

B_1 a B_4: los parámetros de integridad asociados a las correcciones de seudodistancia proporcionadas en el mismo bloque de medición. Para la i^{ésima} fuente telemétrica estos parámetros corresponden a $B_{i,1}$ a $B_{i,4}$ (3.6.5.5.1.2, 3.6.5.5.2.2 y 3.6.7.2.2.4). ~~Los~~ Durante la operación continua, los índices "1-4" corresponden al mismo receptor de referencia físico para cada ~~trama~~ época transmitida desde un

subsistema de tierra determinado ~~durante una operación continua~~ con la siguiente excepción: el receptor de referencia físico unido a cualquiera de los índices 1 a 4 puede sustituirse por cualquier otro receptor de referencia físico (incluido uno previamente eliminado) que no se haya utilizado para transmisiones durante los últimos 5 minutos.

Codificación: 1000 0000 = No se utilizó el receptor de referencia para calcular la corrección de seudodistancia.

Nota 1.— Un receptor de referencia físico es un receptor con una antena en un emplazamiento fijo.

Nota 2.— ~~Algunos receptores~~ Algunas integraciones inerciales de a bordo pueden esperar una correspondencia bastante estática de los receptores de referencia respecto de los índices~~ de interrupciones breves del servicio. Sin embargo, los índices del valor B pueden reasignarse después de que el subsistema de tierra ha estado fuera de servicio por un período largo de tiempo, por ejemplo, para darle mantenimiento~~. Véase RTCA/DO-253D, Apéndice L.

. . .

Designador de ~~C~~continuidad~~ GBAS/designador de~~ /integridad GBAS (GCID): el designador numérico indicando la condición de funcionamiento del GBAS.

Codificación:
0 = extra
1 = GCID 1
2 = GCID 2
3 = GCID 3
4 = GCID 4
5 = extra
6 = extra
7 = no en condiciones de funcionalidad

Nota 1.— Se especifican los valores ~~2,~~ 3 y 4 de GCID para asegurar la compatibilidad del equipo con los GBAS del futuro.

Nota 2.— El valor 7 de GCID indica que ~~no es posible iniciar una aproximación de precisión ni una APV~~ ninguno de los servicios de aproximación a los que presta apoyo la instalación de tierra está disponible.

. . .

3.6.4.3.1 *Parámetros del bloque de datos adicional 1.* Los parámetros del bloque de datos adicional 1 serán los siguientes:

. . .

DISTANCIA DE USO MÁXIMA ($D_{máx}$): distancia máxima (distancia oblicua) desde el punto de referencia GBAS ~~para la cual se garantiza la integridad~~ dentro de la cual el elemento de la aeronave aplica las correcciones de seudodistancia.

Nota.— Este parámetro no indica una distancia dentro de la cual se satisfacen los requisitos de intensidad de campo de radiodifusión de datos VHF.

Codificación: 0 = sin limitación de distancia

PARÁMETRO DE DETECCIÓN FRUSTRADA DE EFEMÉRIDES GPS, Servicio de determinación de la posición GBAS ($K_{md\_e\_POS,GPS}$): multiplicador para el cálculo del límite de la posición del error de efemérides para el servicio de determinación de la posición GBAS obtenido a partir de la probabilidad de detección frustrada, a condición de que haya un error de efemérides en un satélite GPS.

Con respecto a los subsistemas de tierra GBAS que no radiodifunden correcciones para las fuentes telemétricas GPS o que no ofrecen servicio de determinación de la posición GBAS, este parámetro se codificará como todos ceros.

PARÁMETRO DE DETECCIÓN FRUSTRADA DE EFEMÉRIDES GPS, ~~Aproximación de precisión de Categoría I y APV~~ Tipos A, B o C de servicio de aproximación GBAS ($K_{md\_e\_GPS}$): multiplicador para el cálculo del límite de la posición del error de efemérides para ~~aproximaciones de precisión de Categoría I y APV~~ los tipos A, B y C de servicio de aproximación GBAS obtenido a partir de la probabilidad de detección frustrada, a condición de que haya un error de efemérides en un satélite GPS.

Con respecto a los subsistemas de tierra GBAS que no radiodifunden correcciones para las fuentes telemétricas GPS, este parámetro se codificará como todos ceros.

PARÁMETRO DE DETECCIÓN FRUSTRADA DE EFEMÉRIDES GLONASS, Servicio de determinación de la posición GBAS ($K_{md\_e\_POS,\ GLONASS}$): multiplicador para el cálculo del límite de la posición del error de efemérides para el servicio de determinación de la posición GBAS obtenido a partir de la probabilidad de detección frustrada, a condición de que haya un error de efemérides en un satélite GLONASS.

Con respecto a los subsistemas de tierra GBAS que no radiodifunden correcciones para las fuentes telemétricas GLONASS o que no ofrecen servicio de determinación de la posición GBAS, este parámetro se codificará como todos ceros.

PARÁMETRO DE DETECCIÓN FRUSTRADA DE EFEMÉRIDES GLONASS, ~~Aproximación de precisión de Categoría I y APV~~ Tipos A, B o C de servicio de aproximación GBAS ($K_{md\_e\_GLONASS}$): multiplicador para el cálculo del límite de la posición del error de efemérides para ~~aproximaciones de precisión de Categoría I y APV~~ los tipos A, B o C de servicio de aproximación GBAS obtenido a partir de la probabilidad de detección frustrada, a condición de que haya un error de efemérides en un satélite GLONASS.

Con respecto a los subsistemas de tierra GBAS que no radiodifunden correcciones para las fuentes telemétricas GLONASS, este parámetro se codificará como todos ceros.

3.6.4.3.2 *Bloques de datos adicionales.* Para los bloques de datos adicionales que no sean el bloque de datos adicional 1, los parámetros de cada bloque de datos serán los siguientes:

LONGITUD DEL BLOQUE DE DATOS ADICIONAL: el número de bytes en el bloque de datos adicional, incluidos la longitud del bloque de datos adicional y los campos de número del bloque de datos adicional.

NÚMERO DEL BLOQUE DE DATOS ADICIONAL: el identificador numérico del tipo de bloque de datos adicional.

Codificación:	0 a 1	=	reservado
	2	=	bloque de datos adicional 2, estaciones de radiodifusión GRAS
	3	=	~~reservado para servicios futuros que apoyen las operaciones de Categorías II/III~~ bloque de datos adicional 3, parámetros GAST D

4 = bloque de datos adicional 4, parámetros de autenticación de la VDB
5 a 255 = extra

PARÁMETROS DE DATOS ADICIONALES: el conjunto de datos definido de conformidad con el número del bloque de datos adicional.

. . .

3.6.4.3.2.2 *Parámetros GAST D*

En los parámetros para el bloque de datos adicional 3 se incluirán los parámetros (Tabla B-65B) que se utilizarán cuando el tipo de servicio activo sea GAST D según lo que se indica a continuación:

Kmd_e_D,GLONASS ($K_{md\ e\ D,GLONASS}$): multiplicador para el cálculo del límite de la posición del error de efemérides para GAST D obtenido a partir de la probabilidad de detección frustrada, a condición de que haya un error de efemérides en un satélite GLONASS. Con respecto a los subsistemas de tierra GBAS que no radiodifunden correcciones para las fuentes telemétricas GLONASS, este parámetro se codificará como todos ceros.

Nota.— Este parámetro, Kmd_e_D,GLONASS, puede ser diferente del parámetro de descorrelación de efemérides Kmd_e_GLONASS proporcionado en el bloque de datos adicional 1 del mensaje de tipo 2. En el Adjunto D, 7.5.6.1.2 y 7.5.6.1.3, se proporciona información adicional sobre las diferencias de estos parámetros.

Kmd_e_D,GPS ($K_{md\ e\ D,GPS}$): multiplicador para el cálculo del límite de la posición del error de efemérides para GAST D obtenido a partir de la probabilidad de detección frustrada, a condición de que haya un error de efemérides en un satélite GPS. Con respecto a los subsistemas de tierra GBAS que no radiodifunden correcciones para las fuentes telemétricas GPS, este parámetro se codificará como todos ceros.

Nota.— Este parámetro, Kmd_e_D,GPS, puede ser diferente del parámetro de descorrelación de efemérides Kmd_e_GPS proporcionado en el bloque de datos adicional 1 del mensaje de tipo 2. En el Adjunto D, 7.5.6.1.2 y 7.5.6.1.3, se proporciona información adicional sobre las diferencias de estos parámetros.

Sigma_vert_iono_gradiente_D ($\sigma_{vert\ iono\ gradiente\ D}$): es la desviación normal de una distribución normal asociada a la incertidumbre ionosférica residual debida a la descorrelación espacial. El equipo de a bordo utiliza este parámetro cuando su tipo de servicio de aproximación activo es D.

Nota.— Este parámetro, Sigma_vert_iono_gradiente_D, puede ser diferente del parámetro de descorrelación ionosférica Sigma_vert_iono_gradiente proporcionado en el mensaje de tipo 2. En el Adjunto D, 7.5.6.1.2 y 7.5.6.1.3, se proporciona información adicional sobre las diferencias de estos parámetros.

Y_{EIG}: es el valor máximo de E_{IG} a distancia cero desde el punto de referencia GBAS. El equipo de a bordo utiliza este parámetro cuando su tipo de servicio de aproximación activo es D.

M_{EIG}: es la pendiente de E_{IG} máximo en función de la distancia desde el punto de referencia GBAS. El equipo de a bordo utiliza este parámetro cuando su tipo de servicio de aproximación activo es D.

Tabla B-65B. Parámetros GAST D del bloque de datos adicional 3

Contenido de datos	Bits usados	Gama de valores	Resolución
$K_{md\ e\ D,GPS}$	8	0 a 12,75	0,05
$K_{md\ e\ D,GLONASS}$	8	0 a 12,75	0,05
$\sigma_{vert\ iono\ gradiente\ D}$	8	0 – 25,5 x 10^{-6} m/m	0,1 x 10^{-6} m/m
Y_{EIG}	5	0 a 3,0 m	0,1
M_{EIG}	3	0 a 0,7 m/km	0,1

3.6.4.3.2.~~2~~3 *Parámetros de autenticación de la VDB*

El bloque de datos adicional 4 incluye la información que se necesita para protocolos de autenticación de la VDB (Tabla B-65~~B~~C).

Definición de grupo de intervalos: Este campo de 8 bits indica cuáles de los 8 intervalos (A-H) están asignados para que la estación terrestre los utilice. El campo se transmite con el LSB en primer lugar. El LSB corresponde al intervalo A, el siguiente bit al intervalo B y así sucesivamente. Un "1" en la posición del bit indica que el intervalo se asignó a la estación terrestre. Un "0" indica que no se asignó el intervalo a la estación terrestre.

Tabla B-65~~B~~C. Parámetros de autenticación de la VDB

Contenido de datos	Bits usados	Gama de valores	Resolución
Definición del grupo de intervalos	8	—	—

3.6.4.4 *MENSAJE DE TIPO 3 — MENSAJE NULO*

3.6.4.4.1 El mensaje de tipo 3 es un 'mensaje nulo' de longitud variable cuyo uso se destina a subsistemas terrestres que admiten protocolos de autenticación (véase la sección 3.6.7.4).

3.6.4.4.2 Los parámetros para el mensaje de tipo 3 serán los siguientes:

Relleno: Secuencia de bits que se alternan entre el "1" y el "0" con una longitud en bytes que es 10 menos que el valor correspondiente al campo de la longitud del mensaje del encabezado del mensaje.

3.6.4.5 *Mensaje de tipo 4 — Tramo de aproximación final (FAS).* El mensaje de tipo 4 incluirá uno o más conjuntos de datos FAS, cada uno definiendo una sola aproximación de precisión (Tabla B-72). Cada conjunto de datos de mensaje de tipo 4 incluirá lo siguiente:

Longitud del conjunto de datos: el número de bytes en el conjunto de datos. El conjunto de datos comprende el campo de longitud de conjunto de datos y los campos del bloque de datos FAS asociado, límite de alerta vertical (FASVAL)/estado de aproximación y límite de alerta lateral FAS (FASLAL)/estado de aproximación.

Bloque de datos FAS: el conjunto de parámetros para identificar una ~~sola~~ aproximación ~~de precisión o APV~~ y definir su trayectoria de aproximación asociada.

Codificación: Véase 3.6.4.5.1 y Tabla B-66.

Nota.— En el Adjunto D, 7.11 figuran los textos de orientación para la definición de la trayectoria FAS.

Estado de aproximación FASVAL: el valor del parámetro FASVAL utilizado en 3.6.5.6.

Codificación: 1111 1111 = No utilizar desviaciones verticales.

Nota.— La gama de valores y su resolución para FASVAL depende del designador de actuación de aproximación en el bloque de datos FAS asociado.

Estado de aproximación FASLAL: el valor del parámetro FASLAL utilizado en 3.6.5.6.

Codificación: 1111 1111 = No utilizar aproximación.

Nota.— En los Procedimientos para los servicios de navegación aérea — Operación de aeronaves *(PANS-OPS) (Doc 8168), Volumen II, se especifican las convenciones que deben emplear los diseñadores de procedimientos al aplicar las definiciones y codificaciones de bloque de datos FAS para codificar procedimientos que figuran a continuación.*

3.6.4.5.1 *Bloque de datos FAS.* El bloque de datos del FAS incluirá los parámetros que definen una sola aproximación ~~de precisión o APV~~ GAST A, B, C o D. La trayectoria del FAS es una línea en el espacio definida por el punto de umbral de aterrizaje/punto de umbral ficticio (LTP/FTP), punto de alineación de la trayectoria de vuelo (FPAP), altura de cruce sobre el umbral (TCH) y ángulo de trayectoria de planeo (GPA). El plano horizontal local para la aproximación es un plano perpendicular a la vertical local que pasa por el LTP/FTP (es decir tangente al elipsoide en el LTP/FTP). La vertical local para la aproximación es normal al elipsoide WGS-84 en el LTP/FTP. El punto de interceptación de la trayectoria de planeo (GPIP) es aquel en el que la trayectoria de aproximación final corta al plano horizontal local. Los parámetros del FAS serán los siguientes:

Tipo de operación: procedimiento de aproximación directa u otros tipos de operación.

Codificación: 0 = procedimiento de aproximación directa
1 a 15 = extra

Nota.— Los procedimientos desplazados son procedimientos directos y se codifican como "0".

Tabla B-66. Bloque de datos del tramo de aproximación final (FAS)

Contenido de datos	Bits usados	Gama de valores	Resolución
Tipo de operación	4	0 a 15	1
ID de proveedor SBAS	4	0 a 15	1
ID de aeropuerto	32	—	—
Número de pista	6	1 a 36	1
Letra de pista	2	—	—
Designador de actuación de aproximación	3	0 a 7	1
Indicador de ruta	5	—	—
Selector de datos para trayectoria de referencia	8	0 a 48	1

Contenido de datos	Bits usados	Gama de valores	Resolución
Indicador de trayectoria de referencia	32	—	—
Latitud de LTP/FTP	32	±90,0°	0,0005 segarc
Longitud LTP/FTP	32	±180,0°	0,0005 segarc
Altura de LTP/FTP	16	512,0 a 6 041,5 m	0,1 m
Latitud de ΔFPAP	24	±1,0°	0,0005 segarc
Longitud de ΔFPAP	24	±1,0°	0,0005 segarc
Aproximación TCH (Nota)	15	0 a 1 638,35 m o 0 a 3 276,7 ft	0,05 m o 0,1 ft
Selector de unidades TCH de aproximación	1	—	—
GPA	16	0 a 90,0°	0,01°
Anchura de curso	8	80 a 143,75 m	0,25 m
Desplazamiento de Δlongitud	8	0 a 2 032 m	8 m
CRC de tramo de aproximación final	32	—	—

Nota.— Puede proporcionarse información en pies o en metros, según lo indicado por el selector de la unidad TCH de aproximación.

ID de proveedor de servicio SBAS: indica el proveedor del servicio asociado a este bloque de datos FAS.

Codificación: Véase la Tabla B-27.
14 = bloque de datos FAS que debe utilizarse solamente con GBAS.
15 = bloque de datos FAS que puede utilizarse con cualquier proveedor del servicio SBAS.

Nota.— No se utiliza este parámetro para aproximaciones realizadas mediante correcciones de seudodistancia GBAS o GRAS.

ID de aeropuerto: el designador de tres o de cuatro letras utilizado para designar un aeródromo.

Codificación: Se codifica cada carácter utilizando los 6 bits inferiores de su representación en IA-5. Para cada carácter, b_i se transmite en primer lugar, y se adjuntan 2 bits cero después de b_6 de forma que se transmitan 8 bits para cada carácter. Solamente se utilizan mayúsculas, dígitos numéricos y "espacio" IA-5. Se transmite en primer lugar el carácter más a la derecha. Para una ID de aeropuerto de 3 caracteres, el carácter más a la derecha (primero transmitido) será "espacio" IA-5.

Número de pista: el número de la pista de aproximación.

Codificación: 1 a 36 = número de pista

Nota.— Para las operaciones de helipuerto y de punto en el espacio, el valor del número de pista es el número entero que se aproxima más a un décimo del curso de la aproximación final, excepto cuando dicho número entero sea cero, en cuyo caso el número de pista es 36.

Letra de pista: el designador de una letra utilizado, según sea necesario, para distinguir entre pistas paralelas.

Codificación: 0 = ninguna letra
1 = R (derecha)
2 = C (centro)
3 = L (izquierda)

Designador de actuación de aproximación: la información general acerca del cálculo de la aproximación.

Codificación:	0	=	~~APV~~ GAST A o B
	1	=	~~Categoría I~~ GAST C
	2	=	~~reservado para Categoría II~~ GAST C y GAST D
	3	=	~~reservado para Categoría III~~ GAST C, GAST D y un tipo de servicio de aproximación adicional que se definirá en el futuro
	4	=	GAST C, GAST D y dos tipos de servicio de aproximación adicionales que se definirán en el futuro
	~~4~~5 a 7	=	extra

Nota.— Algunos equipos de a bordo designados para una performance de Categoría I son insensibles al valor del APD. La finalidad es que el equipo de a bordo diseñado para una performance de Categoría I acepte como válidos valores del APD de por lo menos 1-4 para permitir futuras ampliaciones a tipos de performance más altos usando el mismo bloque de datos FAS.

. . .

3.6.4.10 *MENSAJE DE TIPO 101 – CORRECCIONES DE SEUDODISTANCIA GRAS*

3.6.4.10.1 El mensaje de tipo 101 proporcionará los datos de corrección diferencial para cada una de las fuentes telemétricas GNSS (Tabla B-70A). El mensaje constará de tres secciones:

a) información del mensaje (hora de validez, bandera de mensaje adicional, número de mediciones y tipo de medición);

b) información de baja frecuencia (parámetro de descorrelación de efemérides, CRC de efemérides de satélite e información de disponibilidad de satélites); y

c) bloques de medición de datos de satélite.

Nota.— Todos los parámetros de este tipo de mensaje se aplican a seudodistancias con adaptación a portadora de 100 segundos.

. . .

3.6.4.11 *MENSAJE DE TIPO 11 — CORRECCIONES DE SEUDODISTANCIA – SEUDODISTANCIAS CON ADAPTACIÓN DE 30 SEGUNDOS*

3.6.4.11.1 El mensaje de tipo 11 proporcionará los datos de corrección diferencial para cada una de las fuentes telemétricas GNSS (Tabla B-70B) con adaptación de código-portadora de 30 segundos. El mensaje constará de tres secciones:

a) información del mensaje (hora de validez, bandera de mensaje adicional, número de mediciones y tipo de medición);

b) información de baja frecuencia (parámetro de descorrelación de efemérides); y

c) bloques de medición de datos de satélite.

Nota.— La transmisión de datos de baja frecuencia para fuentes telemétricas SBAS es facultativa.

3.6.4.11.2 Cada mensaje de tipo 11 comprenderá el parámetro de descorrelación de efemérides para una fuente telemétrica de satélite. El parámetro de descorrelación de efemérides se aplicará a la primera fuente telemétrica en el mensaje.

Nota.— Los parámetros de CRC de efemérides y duración de disponibilidad de la fuente no se incluyen en el mensaje de tipo 11 porque están comprendidos en el mensaje de tipo 1.

3.6.4.11.3 Los parámetros de corrección de seudodistancia para el mensaje de tipo 11 serán los siguientes:

Cuenta Z modificada: conforme a lo definido en 3.6.4.2.3.

Bandera adicional de mensaje: identificación para señalar si el conjunto de bloques de medición en una sola trama para un tipo de medición particular está incluido en un solo mensaje de tipo 11 o en un par de mensajes enlazados.

Codificación:	0	=	Todos los bloques de medición para un tipo particular de medición se incluyen en un mensaje de tipo 11
	1	=	Este es el primer mensaje transmitido de un par enlazado de mensajes de tipo 11 que juntos incluyen el conjunto de todos los bloques de medición para un tipo particular de medición
	2	=	Extra
	3	=	Este es el segundo mensaje transmitido de un par enlazado de mensajes de tipo 11 que juntos incluyen el conjunto de todos los bloques de medición para un tipo particular de medición.

Número de mediciones: el número de bloques de medición en el mensaje.

Tipo de medición: conforme a lo definido en 3.6.4.2.3.

Parámetro de descorrelación de efemérides D (P_D)*:* parámetro que caracteriza el efecto de los errores residuales de efemérides debidos a la descorrelación para el primer bloque de medición en el mensaje.

Nota.— Este parámetro, P_D, puede ser diferente del parámetro de descorrelación de efemérides P del mensaje de tipo 1. En Adjunto D, 7.5.6.1.3 y 7.5.6.1.4, se proporciona información adicional sobre la diferencia entre estos parámetros.

Para un satélite geoestacionario SBAS, el parámetro de descorrelación de efemérides, si se transmite, se codificará como todos ceros.

3.6.4.11.4 Los parámetros del bloque de medición son:

ID de fuente telemétrica: conforme a lo definido en 3.6.4.2.3.

Corrección de seudodistancia (PRC_{30}): la corrección para la seudodistancia de la fuente telemétrica basándose en adaptación a portadora de 30 segundos.

Corrección de cambio de distancia (RRC_{30}): el régimen de cambio de la corrección de seudodistancia basándose en adaptación a portadora de 30 segundos.

Sigma_PR_gnd_D ($\sigma_{pr\_gnd\_D}$): la desviación normal de una distribución normal asociada a la contribución de la señal en el espacio del error de seudodistancia en la corrección adaptada de 100 segundos en el mensaje de tipo 1 en el punto de referencia GBAS (3.6.5.5.1 y 3.6.7.2.2.4).

Nota.— El parámetro $\sigma_{pr\_gnd\_D}$ difiere de σ_{pr_gnd} para la medición correspondiente en el mensaje de tipo 1 en que $\sigma_{pr\_gnd\_D}$ no debería incluir inflación para considerar la salida de los límites de los errores ionosféricos descorrelacionados.

Codificación: 1111 1111 = Corrección de fuente telemétrica inválida.

Sigma_PR_gnd_30s ($\sigma_{pr\_gnd\_30}$): la desviación normal de una distribución normal que describe la exactitud nominal de la seudodistancia corregida adaptada con una constante de tiempo de 30 segundos en el punto de referencia GBAS.

Nota.— La distribución normal N(0, $\sigma_{pr\_gnd\_30}$) tiene por objeto describir apropiadamente los errores que han de utilizarse para optimizar la ponderación de una solución de posición de mínima cuadrática ponderada. No es necesario que la distribución limite los errores según lo descrito en 3.6.5.5.1 y 3.6.7.2.2.4.

Codificación: 1111 1111 = Corrección de fuente telemétrica inválida.

3.6.5 DEFINICIONES DE PROTOCOLOS PARA APLICACIÓN DE DATOS

Nota.— En esta sección se define la relación mutua entre los parámetros del mensaje de radiodifusión de datos. Se proporcionan definiciones de los parámetros que no se transmiten, pero que son utilizados por elementos que son simultáneamente, o alternativamente, no de aeronave y de aeronave, y que definen los términos utilizados para determinar la solución de la navegación y su integridad.

3.6.5.1 *Seudodistancia medida y adaptada a portadora.* La corrección de radiodifusión es aplicable a las mediciones de seudodistancia con código adaptado a portadora a las que no se han aplicado las correcciones troposféricas e ionosféricas de radiodifusión por satélite. La adaptación a portadora es tal que la exactitud lograda después del estado permanente es por lo menos de igual calidad que la exactitud lograda utilizando el siguiente filtro:

$$P_{CSCn} = \alpha P + (1 - \alpha)\left(P_{CSC_{n-1}} + \frac{\lambda}{2\pi}\left(\phi_n - \phi_{n-1}\right)\right)$$

siendo:

P_{CSCn} = seudodistancia adaptada;
P_{CSCn-1} = seudodistancia de adaptación previa;
P = medición de seudodistancia en bruto obteniéndose estas mediciones de seudodistancia en bruto de un bucle de código impulsado por portadora, de primer orden o superior y con una anchura de banda de ruido lateral superior o igual a 0,125 Hz;
λ = longitud de onda L1;
ϕ_n = fase de portadora;
ϕ_{n-1} = fase anterior de portadora; y
α = función de ponderación de filtro igual al intervalo de muestreo dividido entre la constante de tiempo con adaptación. Para la corrección de seudodistancia GBAS en el mensaje de tipo 1 y en el mensaje de tipo 101, la constante de tiempo con adaptación es de 100 segundos, salvo lo especificado en 3.6.8.3.5.1 para el equipo de a bordo. Para la corrección de seudodistancia GBAS en el mensaje de tipo 11, la constante de tiempo con adaptación es de 30 segundos.

3.6.5.2 *Seudodistancia corregida.* La seudodistancia corregida para determinado satélite a la hora *t* es:

$$PR_{corregida} = P_{CSC} + PRC + RRC \times (t - \text{cuenta tz}) + TC + c \times (\Delta t_{sv})_{L1}$$

siendo:

P_{CSC} = seudodistancia adaptada (definida en 3.6.5.1);
PRC = corrección de seudodistancia del mensaje apropiado
a) para seudodistancias con adaptación de 100 segundos, la PRC se toma del mensaje de tipo 1 o tipo 101 ~~(~~definid~~a~~o en 3.6.4.2,
b) para seudodistancias con adaptación de 30 segundos, la PRC es la PRC_{30} tomada del mensaje de tipo 11 definido en 3.6.4.11~~);~~
RRC = cambio de corrección de seudodistancia del mensaje apropiado ~~(definida en 3.6.4.2)~~
a) para seudodistancias con adaptación de 100 segundos, el RRC se toma del mensaje de tipo 1 o tipo 101 ~~(~~definid~~a~~o en 3.6.4.2,
b) para seudodistancias con adaptación de 30 segundos, el RRC es el RRC_{30} tomado del mensaje de tipo 11 definido en 3.6.4.11~~);~~
t = hora actual;
cuenta tz = hora de aplicación obtenida a partir de la cuenta Z modificada del mensaje que contiene la PRC y el RRC ~~(definida en 3.6.4.2)~~;
TC = corrección troposférica (definida en 3.6.5.3); y
c y $(\Delta t_{sv})_{L1}$ = definidos en 3.1.2.2 para satélites GPS.

3.6.5.3 *RETARDO TROPOSFÉRICO*

3.6.5.3.1 La corrección troposférica para determinado satélite es:

$$TC = N_r h_0 \frac{10^{-6}}{\sqrt{0{,}002 + \text{sen}^2(El_i)}} (1 - e^{-\Delta h/h_0})$$

siendo:

N_r = índice de refractividad del mensaje de tipo 2 (3.6.4.3);
Δh = altura de la aeronave por encima del punto de referencia GBAS;
El_i = ángulo de elevación del $i^{\text{-ésimo}}$ satélite; y
h_0 = altura de escala troposférica del mensaje de tipo 2.

3.6.5.3.2 La incertidumbre troposférica residual es:

$$\sigma_{tropo} = \sigma_n h_0 \frac{10^{-6}}{\sqrt{0{,}002 + \text{sen}^2(El_i)}} (1 - e^{-\Delta h/h_0})$$

siendo σ_n = la incertidumbre de refractividad del mensaje de tipo 2 (3.6.4.3).

3.6.5.4 *Incertidumbre ionosférica residual.* La incertidumbre ionosférica residual para determinados satélites es:

$$\sigma_{iono} = F_{pp} \times \cancel{\sigma_{vert\_iono\_gradiente}}\sigma_{vig} \times (x_{air} + 2 \times \tau \times v_{air})$$

siendo:

F_{pp}	=	factor de oblicuidad de vertical a inclinado de un determinado satélite (3.5.5.5.2);
$\cancel{\sigma_{vert\_iono\_gradiente}}$ σ_{vig}	=	depende del GAST activo. Para GAST A, B o C, $\sigma_{vig} = \sigma_{vert\_iono\_gradiente}$ (según se define en 3.6.4.3); Para GAST D, $\sigma_{vig} = \sigma_{vert\_iono\_gradiente\_D}$ (según se define en 3.6.4.3.2.2);
x_{air}	=	distancia (distancia oblicua) en metros entre la posición actual de la aeronave y el punto de referencia GBAS indicado en el mensaje de tipo 2;
τ	=	depende del GAST activo. Para GAST A, B o C, τ=100 segundos (constante de tiempo utilizada en 3.6.5.1); y Para GAST D, el valor de τ depende de si σ_{iono} se aplica en la ponderación de medición o en la limitación de la integridad. τ = 100 segundos cuando σ_{iono} se usa para limitación de la integridad (según 3.6.5.5.1.1.1) y τ = 30 segundos cuando σ_{iono} se usa para ponderación de la medición (según 3.6.5.5.1.1.2).
v_{air}	=	velocidad de aproximación horizontal de la aeronave (metros por segundo).

3.6.5.5 *NIVELES DE PROTECCIÓN*

3.6.5.5.1 ~~*Aproximación de precisión de Categoría I y APV*~~*Niveles de protección para todos los tipos de servicio de aproximación GBAS*. Los niveles de protección vertical y lateral (VPL y LPL) de la señal en el espacio son los límites superiores de confianza en el error de posición relativo al punto de referencia GBAS definido como:

$$VPL = MAX\{VPL_{HO}, VPL_{H1}\}$$

$$LPL = MAX\{LPL_{HO}, LPL_{H1}\}$$

3.6.5.5.1.1 *Condiciones de medición normales*

3.6.5.5.1.1.1 El nivel de protección vertical (VPL_{H0}) y el nivel de protección lateral (LPL_{H0}), suponiendo que existen condiciones de medición normal (es decir, sin errores) en todos los receptores de referencia y en todas las fuentes telemétricas, se calculan de la forma siguiente:

$$VPL_{H0} = K_{ffmd}\sigma_{vert} + D_V$$

$$LPL_{H0} = K_{ffmd}\sigma_{lat} + D_L$$

$$\cancel{VPL_{H0} = K_{ffmd}\sqrt{\sum_{i=1}^{N} s\_vert_i^2 \times \sigma_i^2}}$$

$$\cancel{LPL_{H0} = K_{ffmd} \sqrt{\sum_{i=1}^{N} s\_lat_i^2 \times \sigma_i^2}}$$

siendo:

$$\sigma_{vert} = \sqrt{\sum_{i=1}^{N} s\_vert_i^2 \times \sigma_i^2}$$

$$\sigma_{lat} = \sqrt{\sum_{i=1}^{N} s\_lat_i^2 \times \sigma_i^2}$$

$\sigma^2_i = \sigma^2_{pr\_gnd,i} + \sigma^2_{tropo,i} + \sigma^2_{pr\_air,i} + \sigma^2_{iono,i}$;

y

$\sigma_{pr\_gnd,i}$ depende del GAST activo.
Para GAST A, B o C: $\sigma_{pr\_gnd,i} = \sigma_{pr\_gnd}$ para la i-ésima fuente telemétrica (como se define en 3.6.4.2);
Para GAST D: $\sigma_{pr\_gnd,i} = \sigma_{pr\_gnd\_D}$ para la i-ésima fuente telemétrica (3.6.4.11);
$\sigma^2_{tropo,i}$, $\sigma^2_{pr\_air,i}$ y $\sigma^2_{iono,i}$ son las que se definen en 3.6.5.5.1.1.2;

K_{ffmd} = multiplicador derivado de la probabilidad de detección frustrada sin falla;
s_vert_i = $s_{v,i} + s_{x,i} \times \tan(GPA)$;
s_lat_i = $s_{y,i}$;

$s_{x,i}$ = derivada parcial del error de posición en la dirección x respecto al error de seudodistancia en el i-ésimo satélite;
$s_{y,i}$ = derivada parcial del error de posición en la dirección y respecto al error de seudodistancia en el i-ésimo satélite;
$s_{v,i}$ = derivada parcial del error de posición en la dirección vertical respecto al error de seudodistancia en el i-ésimo satélite;
GPA = ángulo de trayectoria de planeo para la trayectoria de aproximación final (3.6.4.5.1);
N = número de fuentes telemétricas utilizadas en la solución de la posición; e
i = índice de la fuente telemétrica para las fuentes telemétricas utilizadas en la solución de la posición.
D_V = parámetro determinado a bordo dependiendo del GAST activo
Para GAST A, B o C: $D_V = 0$
Para GAST D: D_V se calcula como la magnitud de la proyección vertical de la diferencia entre las soluciones de posición de 30 y 100 s.
D_L = parámetro determinado a bordo dependiendo del GAST activo
Para GAST A, B o C: $D_L = 0$
Para GAST D: D_L se calcula como la magnitud de la proyección lateral de la diferencia entre las soluciones de posición de 30 y 100 s.

Nota 1.— Las soluciones de posición de 30 y 100 s, D_V y D_L, están definidas en RTCA MOPS DO-253D.

Nota 2.— Se define el sistema de coordenadas de referencia de tal forma que x esté a lo largo de la derrota positiva hacia adelante, y es perpendicular a la derrota positiva a la izquierda en el plano tangente horizontal local y v es positivo hacia arriba y perpendicular a x *e* y.

3.6.5.5.1.1.2 Para una solución general de posición mínima cuadrática, la matriz de proyección S se define como:

$$S \equiv \begin{bmatrix} S_{x,1} & S_{x,2} & \cdots & S_{x,N} \\ S_{y,1} & S_{y,2} & \cdots & S_{y,N} \\ S_{v,1} & S_{v,2} & \cdots & S_{v,N} \\ S_{t,1} & S_{t,2} & \cdots & S_{t,N} \end{bmatrix} = \left(G^T \times W \times G\right)^{-1} \times G^T \times W$$

siendo:

G_i = $[-\cos El_i \cos Az_i \; -\cos El_i \sin Az_i \; -\sin El_i \; 1]$ = i-ésima hilera de G; y

$$\cancel{W = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \sigma_2^2 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & \sigma_N^2 \end{bmatrix}^{-1}},$$

$$W = \begin{bmatrix} \sigma_{w,1}^2 & 0 & \ldots & 0 \\ 0 & \sigma_{w,2}^2 & \ldots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \ldots & \sigma_{w,N}^2 \end{bmatrix}^{-1}$$

siendo $\sigma^2_{w,i} = \sigma^2_{pr\_gnd,i} + \sigma^2_{tropo,i} + \sigma^2_{pr\_air,i} + \sigma^2_{iono,i}$;

siendo:

$\sigma_{pr\_gnd,i}$ = depende del GAST activo;
Para GAST A, B o C o el servicio de determinación de la posición GBAS: $\sigma_{pr\_gnd,i} = \sigma_{pr\_gnd}$ para la i-ésima fuente telemétrica (según se define en 3.6.4.2);
Para GAST D: $\sigma_{pr\_gnd,i} = \sigma_{pr\_gnd\_30}$ para la i-ésima fuente telemétrica (3.6.4.11);

$\sigma_{tropo,i}$ = la incertidumbre troposférica residual para la i-ésima fuente telemétrica (3.6.5.3);

$\sigma_{iono,i}$ = la incertidumbre de retardo ionosférico residual (debido a descorrelación espacial) para la i-ésima fuente telemétrica (3.6.5.4); y

$\sigma_{pr\_air,i}$ = $\sqrt{\sigma^2_{receptor}(El_i) + \sigma^2_{multitrayecto}(El_i)}$, desviación normal de la contribución de la aeronave al error de seudodistancia corregido para la i-ésima fuente telemétrica. La contribución total de aeronave comprende la contribución del receptor (3.6.8.2.1) y un margen normalizado para multitrayecto de la célula;

siendo:

$\sigma_{multitrayecto,i}(El_i)$ = $0{,}13 + 0{,}53e^{-El_i/10\ grd}$, el modelo normalizado para la contribución de multitrayectos para la célula (en metros);

El_i = ángulo de elevación de la i-ésima fuente telemétrica (en grados); y

Az_i = el azimut de la i-ésima fuente telemétrica en el sentido contrario a las agujas del reloj en el eje x (en grados).

Nota.— Para facilitar la lectura, se omitió el subíndice i *de la ecuación de la matriz de proyección.*

3.6.5.5.1.2 *Condiciones de medición con falla.* Cuando se radiodifunde el mensaje de tipo 101 sin bloques de parámetro B, los valores de VPL_{H1} y LPL_{H1} se definen como iguales a cero. De lo contrario el nivel de protección vertical (VPL_{H1}) y el nivel de protección lateral (LPL_{H1}) suponiendo que existe una falla latente en un receptor de referencia, y solamente en uno, son:

$$VPL_{H1} = \text{máx}\ [VPL_j] + D_V$$

$$LPL_{H1} = \text{máx}\ [LPL_j] + D_L$$

siendo VPL_j y LPL_j para j = 1 a 4 los siguientes:

VPL_j = $|B\_vert_j| + K_{md}, \sigma_{vert,H1}$ y
LPL_j = $|B\_lat_j| + K_{md}, \sigma_{lat,H1}$
D_V = parámetro determinado a bordo dependiendo del GAST activo (3.6.5.5.1.1.1)
D_L = parámetro determinado a bordo dependiendo del GAST activo (3.6.5.5.1.1.1)

y

$B\_vert_j = \sum_{i=1}^{N}(s\_vert_i \times B_{i,j});$

$B\_lat_j = \sum_{i=1}^{N}(s\_lat_i \times B_{i,j});$

$B_{i,j}$ = diferencias de radiodifusión entre las correcciones de seudodistancia de radiodifusión y las correcciones obtenidas excluyendo la $j^{\text{-ésima}}$ medición del receptor de referencia respecto a la $i^{\text{-ésima}}$ fuente telemétrica;

K_{md} = multiplicador obtenido a partir de la probabilidad de una detección perdida, a condición de que el subsistema de tierra esté en falla;

$\sigma^2_{vert,H1} = \sum_{i=1}^{N} (s\_vert_i^2 \times \sigma\_H1_i^2);$

$\sigma^2_{lat,H1} = \sum_{i=1}^{N} (s\_lat_i^2 \times \sigma\_H1_i^2);$

$\sigma\_H1^2_i = \left(\frac{M_i}{U_i}\right) \sigma^2_{pr\_gnd,i} + \sigma^2_{pr\_air,i} + \sigma^2_{tropo,i} + \sigma^2_{iono,i};$

$\sigma_{pr\_gnd,i}$ depende del GAST activo.
Para GAST A, B o C: $\sigma_{pr\_gnd,i} = \sigma_{pr\_gnd}$ para la $i^{\text{-ésima}}$ fuente telemétrica (según se define en 3.6.4.2);
Para GAST D: $\sigma_{pr\_gnd,i} = \sigma_{pr\_gnd\_D}$ para la $i^{\text{-ésima}}$ fuente telemétrica (3.6.4.11);

$\sigma^2_{tropo,i}$, $\sigma^2_{pr\_air,i}$ y $\sigma^2_{iono,i}$ como se definen en 3.6.5.5.1.1.2;

M_i = número de receptores de referencia utilizados para calcular las correcciones de seudodistancia de la $i^{\text{-ésima}}$ fuente telemétrica (indicados por los valores B); y

U_i = número de receptores de referencia utilizados para calcular las correcciones de seudodistancia de la $i^{\text{-ésima}}$ fuente telemétrica, excluido el $j^{\text{-ésimo}}$ receptor de referencia.

Nota.— En una falla latente se incluyen todas las mediciones erróneas que no hayan sido inmediatamente detectadas por el subsistema de tierra, de forma tal que los datos de radiodifusión estén influenciados y que haya un error de posición inducido en el subsistema de aeronave.

3.6.5.5.1.3 *Definición de multiplicadores K para ~~aproximación de precisión de Categoría I y APV~~servicios de aproximación GBAS.* Los multiplicadores se presentan en la Tabla B-67.

Tabla B-67. Multiplicadores K para ~~aproximación de precisión de Categoría I y APV~~ servicios de aproximación GBAS

Multiplicador	M_i			
	1 (Nota)	2	3	4
K_{ffmd}	6,86	5,762	5,81	5,847
K_{md}	No se utiliza	2,935	2,898	2,878

Nota.— Para ~~aproximaciones APV I~~ GAST A con apoyo de radiodifusión de mensajes de tipo 101 sin bloque de parámetros B.

. . .

3.6.5.5.2 *Servicio de determinación de la posición GBAS.* El nivel de protección horizontal de la señal en el espacio es un límite superior de confianza en el error horizontal de la posición relativo al punto de referencia GBAS definido como:

$$HPL = MAX\{HPL_{H0}, HPL_{H1}, HEB\}$$

. . .

3.6.5.5.2.2 *Condiciones de medición con falla.*

. . .

$$HPL_j = |B\_horz_j| + K_{md\_POS} \cdot d_{mayor,H1}$$

. . .

3.6.5.6 *LÍMITES DE ALERTA*

Nota 1.— En el Adjunto D, 7.13 figura orientación relativa al cálculo de los límites de alerta, incluidas las aproximaciones asociadas a los números de canal 40 000 a 99 999.

Nota 2.— El cálculo de los límites de alerta depende del tipo de servicio activo.

3.6.5.6.1 *~~Límites de alerta para aproximación de precisión de Categoría I~~ Límites de alerta GAST C y D.* Los límites de alerta se definen en las Tablas B-68 y B-69. Para posiciones de aeronave en las que la desviación lateral excede del doble de la desviación a la que se logra una desviación lateral de plena escala del indicador de desviación de rumbo, o cuando la desviación vertical excede del doble que se logra a una deflexión de vuelo hacia abajo de escala completa de un indicador de desviación de rumbo, los límites de alerta tanto lateral como vertical se ajustan a los valores máximos indicados en las tablas.

3.6.5.6.2 *Límites de alerta ~~APV~~GAST A y B*. Los límites de alerta son iguales a FASLAL y FASVAL tomados del mensaje de tipo 4 para aproximaciones con números de canal en la gama de 20 001 a 39 999. Para aproximaciones con números de canal en la gama de 40 000 a 99 999, los límites de alerta se almacenan en la base de datos de a bordo.

3.6.5.7 *Número de canal.* Cada aproximación GBAS transmitida desde el subsistema de tierra está asociada a un número de canal en la gama de 20 001 a 39 999. El servicio de determinación de la posición GBAS, si se proporciona, está asociado a un número de canal aparte en la gama de 20 001 a 39 999. El número de canal está dado por:

$$\text{Número de canal} = 20\,000 + 40\,(F - 108{,}0) + 411(S)$$

siendo:

F = frecuencia de radiodifusión de datos (MHz);
S = RPDS o RSDS

y

RPDS = selector de datos de trayectoria de referencia para el bloque de datos FAS (según lo definido en 3.6.4.5.1)
RSDS = selector de datos de la estación de referencia para el subsistema de tierra GBAS (según lo definido en 3.6.4.3.1)

Tabla B-68. Límite lateral de alerta de ~~de Categoría I~~GAST C y D

Distancia horizontal de la posición de la aeronave desde LTP/FTP trasladada a lo largo de la trayectoria de aproximación final (metros)	Límite lateral de alerta (metros)
~~291 <~~ D ≤ 873	FASLAL
873 < D ≤ 7 500	0,0044D (m) + FASLAL – 3,85
D > 7 500	FASLAL + 29,15

Tabla B-69. Límite vertical de alerta de ~~Categoría I~~GAST C y D

Altura por encima del LTP/FTP de la posición de la aeronave trasladada hacia la trayectoria de aproximación final (pies)	Límite vertical de alerta (metros)
~~100 <~~ H ≤ 200	FASVAL
200 < H ≤ 1 340	0,02925H (ft) + FASVAL – 5,85
H > 1 340	FASVAL + 33,35

Para números de canal transmitidos en el bloque de datos adicional 2 del mensaje de tipo 2 (según lo definido en 3.6.4.3.2.1), solamente se utiliza RSDS.

Nota 1.— Cuando no se radiodifunde FAS para una ~~APV~~aproximación con apoyo de GAST A o B, la aproximación GBAS está asociada a un número de canal en la gama de 40 000 a 99 999.

Nota 2.— En el Adjunto D, 7.7 se presentan textos de orientación relativos a la selección de número de canal.

3.6.5.8 *LÍMITE DE LA POSICIÓN DEL ERROR DE EFEMÉRIDES*

Nota.— Los límites de la posición del error de efemérides se calculan únicamente para las fuentes telemétricas de la constelación principal de satélites utilizadas en la solución de la posición (índice j) y no para otros tipos de fuentes telemétricas (satélites o seudólites SBAS) que no están sujetos a fallas de efemérides no detectadas. No obstante, en los cálculos de estos límites de posición se utiliza la información de todas las fuentes telemétricas empleadas en la solución de la posición (índice i).

3.6.5.8.1 *Aproximación ~~de precisión de Categoría I y APV~~GBAS*. Los límites de la posición del error de efemérides vertical y lateral se definen de la manera siguiente:

$$VEB = \underset{j}{MAX}\ \{VEB_j\} + D_V$$

$$LEB = \underset{j}{MAX}\ \{LEB_j\} + D_L$$

Los límites de la posición del error de efemérides vertical y lateral para la j-ésima fuente telemétrica de la constelación principal de satélites utilizada en la solución de posición, se obtienen aplicando lo siguiente:

$$\cancel{VEB_j = |s\_vert_j|\, x_{air} P_j + K_{md\_e,j} \sqrt{\sum_{i=1}^{N} s\_vert_i^2 \times \sigma_i^2}}$$

$$VEB_j = |s\_vert_j|\, x_{air} P_{ej} + K_{md\_ej} \sqrt{\sum_{i=1}^{N} s\_vert_i^2 \times \sigma_i^2}$$

$$\cancel{LEB_j = |s\_lat_j|\, x_{air} P_j + K_{md\_e,j} \sqrt{\sum_{i=1}^{N} s\_lat_i^2 \times \sigma_i^2}}$$

$$LEB_j = |s\_lat_j|\, x_{air} P_{ej} + K_{md\_ej} \sqrt{\sum_{i=1}^{N} s\_lat_i^2 \times \sigma_i^2}$$

siendo:

D_V	=	parámetro determinado a bordo dependiendo del GAST activo (3.6.5.5.1.1.1)
D_L	=	parámetro determinado a bordo dependiendo del GAST activo (3.6.5.5.1.1.1)
$s\_vert_{i\ o\ j}$		se define en 3.6.5.5.1.1
$s\_lat_{i\ o\ j}$		se define en 3.6.5.5.1.1
x_{air}		se define en 3.6.5.4
N		número de fuentes telemétricas utilizadas en la solución de la posición
σ_i		se define en 3.6.5.5.1.1
P_{ej}		parámetro de descorrelación de la efemérides de radiodifusión para la j-ésima fuente telemétrica. La fuente de este parámetro depende del tipo de servicio de aproximación GBAS activo: GAST A, B o C: P_{ej}=P del mensaje de tipo 1 o tipo 101 correspondiente a la j-ésima fuente telemétrica (sección 3.6.4.2.3)

GAST D: $P_{ej}=P_D$ del mensaje de tipo 11 correspondiente a la $j^{-ésima}$ fuente telemétrica (sección 3.6.4.11.3)

$K_{md\_e,j}$ multiplicador de detección frustrada de efemérides de radiodifusión para ~~aproximaciones de precisión de Categoría I y APV~~ GAST A-C asociado a la constelación de satélites para la $j^{-ésima}$ fuente telemétrica ~~($K_{md\_e,GPS}$ o $K_{md\_e,GLONASS}$)~~. La fuente de este parámetro depende del tipo de servicio de aproximación GBAS activo:

GAST A, B o C: $K_{md\ e,j} = K_{md\ e,GPS}$ o $K_{md\_e,GLONASS}$ obtenido del bloque de datos adicional 1 del mensaje de tipo 2 (sección 3.6.4.3.1)

GAST D: $K_{md\ e,i}$ = Kmd_e_D,GPS o Kmd_e_D,GLONASS vienen del bloque de datos adicional 3 del mensaje de tipo 2 (sección 3.6.4.3.2.2).

3.6.5.8.2 *Servicio de determinación de la posición GBAS.* El límite de la posición del error de efemérides horizontal se define de la manera siguiente:

$$HEB = \underset{j}{MAX}\ \{HEB_j\}$$

El límite de la posición del error de efemérides horizontal para la $j^{-ésima}$ fuente telemétrica de la constelación principal de satélites utilizada en la solución de la posición, se obtiene aplicando lo siguiente:

$$\cancel{HEB_j = |s_{horz,j}|x_{air}P_j + K_{md\_e\_POS}d_{mayor}}$$
$$HEB_j = |s_{horz,j}|x_{air}P_j + K_{md\_e\_POS}d_{mayor}$$

siendo:

$S_{horz,j}^2 = S_{xj}^2 + S_{yj}^2$

$s_{x,j}$ se define en 3.6.5.5.2.1

s_{yj} se define en 3.6.5.5.2.1

x_{air} se define en 3.6.5.4

P_j parámetro de descorrelación de la efemérides de radiodifusión para la $j^{-ésima}$ fuente telemétrica. La fuente de este parámetro no depende del tipo de servicio de aproximación GBAS activo. En todos los casos, P_j=P del mensaje de tipo 1 o del tipo 101 correspondiente a la $j^{-ésima}$ fuente telemétrica (sección 3.6.4.2.3).

$K_{md\_e\_POS}$ multiplicador de detección frustrada de efemérides de radiodifusión para el servicio de determinación de la posición GBAS asociado a la constelación de satélites para la $j^{-ésima}$ fuente telemétrica ($K_{md\_e\_POS,GPS}$ o $K_{md\_e\_POS,GLONASS}$)

d_{mayor} se define en 3.6.5.5.2.1.

3.6.5.9 *Error de gradiente ionosférico*

El máximo error de seudodistancia corregido con adaptación de 30 segundos no detectado causado por un gradiente ionosférico (E_{IG}) se calcula basándose en los parámetros de radiodifusión Y_{EIG} y M_{EIG}, como sigue:

$$E_{IG} = Y_{EIG} + M_{EIG} \times D_{EIG}$$

siendo:

Y_{EIG} = el valor máximo de E_{IG} (metros) en el mensaje de tipo 2;

M_{EIG} = pendiente de E_{IG} (m/km) máximo en el mensaje de tipo 2;

D_{EIG} = la distancia en kilómetros entre el emplazamiento del LTP para la radiodifusión de aproximación seleccionada en el mensaje de tipo 4 y el punto de referencia GBAS en el mensaje de tipo 2.

3.6.6 TABLAS DE MENSAJES

Cada mensaje GBAS se codificará de conformidad con el formato de mensaje correspondiente definido en las Tablas B-70 a B-73.

Nota.— La estructura de tipo de mensaje se define en 3.6.4.1.

Tabla B-70. Mensaje de correcciones de seudodistancia de tipo 1

Contenido de datos	Bits utilizados	Gama de valores	Resolución
Cuenta Z modificada	14	0 a 1 199,9 s	0,1 s
Bandera de mensaje adicional	2	0 a 3	1
Número de mediciones (N)	5	0 a 18	1
Tipo de medición	3	0 a 7	1
Parámetro de descorrelación de efemérides (P)	8	0 a $1{,}275 \times 10^{-3}$m/m	5×10^{-6}m/m
CRC de efemérides	16	—	—
Duración de disponibilidad de la fuente	8	0 a 2 540 s	10 s
Para N bloques de medición			
ID de fuente telemétrica	8	1 a 255	1
Expedición de datos (IOD)	8	0 a 255	1
Corrección de seudodistancia (PRC)	16	±327,67 m	0,01 m
Corrección de cambio de distancia (RRC)	16	±32,767 m/s	0,001 m/s
σ_{pr_gnd}	8	0 a 5,08 m	0,02 m
B_1	8	±6,35 m	0,05 m
B_2	8	±6,35 m	0,05 m
B_3	8	±6,35 m	0,05 m
B_4	8	±6,35 m	0,05 m

Tabla B-70A. Mensaje de correcciones de seudodistancia GRAS de tipo 101

Contenido de datos	Bits utilizados	Gama de valores	Resolución
Cuenta Z modificada	14	0 a 1 199,9 s	0,1 s
Bandera de mensaje adicional	2	0 a 3	1
Número de mediciones (N)	5	0 a 18	1
Tipo de medición	3	0 a 7	1
Parámetro de descorrelación de efemérides (P)	8	0 a $1{,}275 \times 10^{-3}$ m/m	5×10^{-6} m/m
CRC de efemérides	16	—	—
Duración de disponibilidad de fuente	8	0 a 2 540 s	10 s
Número de parámetros B	1	0 ó 4	—
Extra	7	—	—
Para N bloques de medición			
ID de fuente telemétrica	8	1 a 255	1
Expedición de datos (IOD)	8	0 a 255	1
Corrección de seudodistancia (PRC)	16	±327,67 m	0,01 m
Corrección de cambio de distancia (RRC)	16	±32,767 m/s	0,001 m/s
σ_{pr_gnd}	8	0 a 50,8 m	0,2 m
Bloque de parámetro B (si se proporciona)			
B_1	8	±25,4 m	0,2 m
B_2	8	±25,4 m	0,2 m
B_3	8	±25,4 m	0,2 m
B_4	8	±25,4 m	0,2 m

Tabla B-70B. Mensaje de correcciones de seudodistancia de tipo 11 (seudodistancias con adaptación de 30 segundos)

Contenido de datos	Bits utilizados	Gama de valores	Resolución
Cuenta Z modificada	14	0 – 1199,9 s	0,1 s
Bandera de mensaje adicional	2	0 – 3	1
Número de mediciones	5	0 – 18	1
Tipo de medición	3	0 – 7	1
Parámetro de descorrelación de efemérides D (P_D) (Notas 1, 3)	8	0 – $1{,}275 \times 10^{-3}$ m/m	5×10^{-6} m/m
Para N bloques de medición:			
ID de fuente telemétrica	8	1 – 255	1
Corrección de seudodistancia (PRC_{30})	16	±327,67 m	0,01 m
Corrección de cambio de distancia (RRC_{30})	16	±32,767 m/s	0,001 m/s
Sigma_PR_gnd_D ($\sigma_{pr\_gnd\_D}$) (Nota 2)	8	0 – 5,08 m	0,02 m
Sigma_PR_gnd_30s ($\sigma_{pr\_gnd\_30}$) (Nota 2)	8	0 – 5,08 m	0,02 m

Notas:

1. *Para satélites SBAS, el parámetro se pone a todos ceros.*
2. *1111 1111 indica que la fuente no es válida.*
3. *El parámetro está asociado al primer bloque de medición transmitido.*

Tabla B-71A. Mensaje de datos relativo a GBAS de tipo 2

Contenido de datos	Bits utilizados	Gama de valores	Resolución
Receptores de referencia GBAS	2	2 a 4	—
Letra de designación de exactitud en tierra	2	—	—
Extra	1	—	—
Designador de continuidad/integridad GBAS	3	0 a 7	1
Declinación magnética local	11	±180°	0,25°
~~Extra~~ Reservado y puesto a cero (00000)	5	—	—
$\sigma_{vert\_iono\_gradiente}$	8	0 a 25,5 × 10^{-6} m/m	0,1 × 10^{-6} m/m
Índice de refractividad	8	16 a 781	3
Altura de escala	8	0 a 25 500 m	100 m
Incertidumbre de refractividad	8	0 a 255	1
Latitud	32	±90,0°	0,0005 arcseg
Longitud	32	±180,0°	0,0005 arcseg
Altura del punto de referencia GBAS	24	±83 886,07 m	0,01 m
Bloque de datos adicional 1 (si se proporciona)			
Selector de datos de estación de referencia	8	0 a 48	1
Distancia de uso máxima ($D_{máx}$)	8	2 a 510 km	2 km
$K_{md\ e\ POS,GPS}$	8	0 a 12,75	0,05
$K_{md\ e,GPS}$	8	0 a 12,75	0,05
$K_{md\ e\ POS,GLONASS}$	8	0 a 12,75	0,05
$K_{md\ e,GLONASS}$	8	0 a 12,75	0,05
Bloques de datos adicionales (se repite para todos los proporcionados ~~2 (si se proporciona~~)			
Longitud de bloque de datos adicional	8	2 a 255	1
Número de bloque de datos adicional	8	2 a 255	1
Parámetros de datos adicionales	Variable	—	—

Nota.— Pueden adjuntarse múltiples bloques de datos adicionales a un mensaje de tipo 2.

Tabla B-71B. Mensaje nulo de tipo 3

Contenido de datos	Bits utilizados	Gama de valores	Resolución
Relleno	Variable (nota)	N/A	N/A

Nota.— El número de bytes del campo de relleno es 10 menos que el valor correspondiente al campo de la longitud del mensaje del encabezado del mensaje como se definió en la sección 3.6.3.4.

Tabla B-72. Mensaje de datos FAS de tipo 4

Contenido de datos	Bits utilizados	Gama de valores	Resolución
Para N conjuntos de datos			
Longitud de conjunto de datos	8	2 a 212	1 byte
Bloque de datos FAS	304	—	—
Límite de alerta vertical/estado de aproximación FAS	8		
(1) cuando el designador de actuación de aproximación asociado ~~indica APV I~~ (APD) está codificado como 0~~)~~		0 a 50,8 m	0,2 m
(2) cuando el designador de actuación de aproximación asociado ~~no indica APV I~~ (APD) no está codificado como 0~~)~~		0 a 25,4 m	0,1 m
Límite de alerta lateral/estado de aproximación FAS	8	0 a 50,8 m	0,2 m

Tabla B-73. Mensaje de disponibilidad de la fuente telemétrica prevista de tipo 5

Contenido de datos	Bits utilizados	Gama de valores	Resolución
Cuenta Z modificada	14	0 a 1 199,9 s	0,1 s
Extra	2	—	—
Número de fuentes afectadas (N)	8	0 a 31	1
Para N fuentes afectadas			
ID de fuente telemétrica	8	1 a 255	1
Sentido de la disponibilidad de la fuente	1	—	—
Duración de disponibilidad de la fuente	7	0 a 1 270 s	10 s
Número de aproximaciones con obstáculos (A)	8	0 a 255	1
Para aproximaciones con obstáculos A			
Selector de datos de trayectoria de referencia	8	0 a 48	—
Número de fuentes afectadas para esta aproximación (N_A)	8	1 a 31	1
Para N_A fuentes telemétricas afectadas en esta aproximación			
ID de fuente telemétrica	8	1 a 255	1
Sentido de disponibilidad de la fuente	1	—	—
Duración de disponibilidad de la fuente	7	0 a 1 270 s	10 s

3.6.7 ELEMENTOS AJENOS A LA AERONAVE

3.6.7.1 *ACTUACIÓN*

3.6.7.1.1 *Exactitud*

3.6.7.1.1.1 La media cuadrática (RMS) (1 sigma) de la contribución del subsistema de tierra a la exactitud de seudodistancia corregida con adaptación de 100 segundos para satélites GPS y GLONASS será:

$$RMS_{pr\_gnd} \leq \sqrt{\frac{(a_0 + a_1 e^{-\theta_n/\theta_0})^2}{M} + (a_2)^2}$$

siendo:

M	=	el número de receptores de referencia GNSS, según lo indicado en el parámetro de mensaje de tipo 2 (3.6.4.3), o, cuando este parámetro esté codificado para indicar "no aplicable", el valor de M se define como 1;
n	=	enésima fuente telemétrica;
θ_n	=	ángulo de elevación para la enésima fuente telemétrica; y
a_0, a_1, a_2, y θ_0	=	parámetros definidos en las Tablas B-74 y B-75 para cada uno de los designadores definidos de exactitud en tierra (GAD).

Nota 1.— El requisito de exactitud del subsistema de tierra GBAS está determinado por la letra de designador GAD y por el número de receptores de referencia ~~instalados~~.

Nota 2.— En la contribución del subsistema de tierra al error de seudodistancia corregida con adaptación de 100 segundos especificado en las Tablas B-74 y B-75 y en la contribución a los satélites SBAS no se incluyen el ruido de aeronave ni los multitrayectos de aeronave.

Tabla B-74. Parámetros GBAS — Parámetros de requisito de exactitud GPS

Letra de designador de exactitud de tierra	θ_n (grados)	a_0 (metros)	a_1 (metros)	θ_0 (grados)	a_2 (metros)
A	≥ 5	0,5	1,65	14,3	0,08
B	≥ 5	0,16	1,07	15,5	0,08
C	> 35	0,15	0,84	15,5	0,04
	5 a 35	0,24	0	—	0,04

Tabla B-75. GBAS — Parámetros de requisito de exactitud GLONASS

Letra de designador de exactitud de tierra	θ_n (grados)	a_0 (metros)	a_1 (metros)	θ_0 (grados)	a_2 (metros)
A	≥ 5	1,58	5,18	14,3	0,078
B	≥ 5	0,3	2,12	15,5	0,078
C	> 35	0,3	1,68	15,5	0,042
	5 a 35	0,48	0	—	0,042

3.6.7.1.1.2 La RMS de la contribución del subsistema de tierra a la exactitud de seudodistancia corregida con adaptación de 100 segundos para satélites SBAS será:

$$RMS_{pr\_gnd} \leq \frac{1,8}{\sqrt{M}} \text{(metros)}$$

con M definido en 3.6.7.1.1.1.

Nota.— Están en preparación las clasificaciones GAD para fuentes telemétricas SBAS.

3.6.7.1.2 *Integridad*

3.6.7.1.2.1 *Riesgo de integridad del subsistema de tierra GBAS*

3.6.7.1.2.1.1 *Riesgo de integridad del subsistema de tierra para servicios de aproximación GBAS*

3.6.7.1.2.1.1.1 ~~*Aproximación de precisión de Categoría I y APV*~~ *Riesgo de integridad de la señal en el espacio del subsistema de tierra para los tipos A, B o C de servicio de aproximación GBAS*. Para los subsistemas de tierra GBAS ~~que proporcionan la aproximación de precisión de Categoría I o APV~~ clasificados como FAST A, B o C, el riesgo de integridad será inferior a $1,5 \times 10^{-7}$ por aproximación.

Nota 1.— El riesgo de integridad asignado al subsistema de tierra GBAS es un subconjunto del riesgo de integridad de la señal en el espacio GBAS, del que se ha excluido el riesgo de integridad de nivel de protección (3.6.7.1.2.2.1) y se han incluido los efectos de las demás fallas de GBAS, SBAS y constelaciones principales de satélites. En el riesgo de integridad del subsistema de tierra GBAS se incluye el riesgo de integridad de la ~~supervisión~~monitorización de las señales de satélite requerido en ~~3.6.7.2.6~~ 3.6.7.3.3 ~~y el riesgo de integridad asociado a la supervisión según 3.6.7.3~~.

Nota 2.— Se define el riesgo de integridad de la señal en el espacio GBAS como la probabilidad de que el subsistema de tierra proporcione información que, al ser procesada por un receptor libre de fallas usando cualquier dato GBAS que la aeronave podría utilizar en el volumen de servicio, lleva a un error de la posición relativa vertical o lateral fuera de los límites de tolerancia sin ningún anuncio por un período más largo que el tiempo hasta alerta máximo de la señal en el espacio. Un error de la posición relativa lateral o vertical fuera de los límites de tolerancia se define como un error que excede el nivel de protección de ~~aproximación de precisión de Categoría I o APV~~ los servicios de aproximación GBAS y el límite de la posición del error de efemérides, si se radiodifunde un bloque de datos adicional 1.

3.6.7.1.2.1.1.2 *Riesgo de integridad de la señal en el espacio del subsistema de tierra para el tipo D de servicio de aproximación GBAS*. Para un subsistema de tierra GBAS clasificado como FAST D, el riesgo de integridad para todos los efectos que no sean los errores inducidos por condiciones ionosféricas anómalas será inferior a $1,5 \times 10^{-7}$ por aproximación.

Nota 1.— El riesgo de integridad asignado al subsistema de tierra GBAS clasificado como FAST D es un subconjunto del riesgo de integridad de la señal en el espacio GBAS del que se ha excluido el riesgo de integridad del nivel de protección (3.6.7.1.2.2.1) y se han incluido los efectos de todas las otras fallas de GBAS, SBAS y constelaciones principales de satélites.

Nota 2.— Para GAST D, el riesgo de integridad de la señal en el espacio GBAS se define como la probabilidad de que el subsistema de tierra proporcione información que, al ser procesada por un receptor libre de fallas usando cualquier dato GBAS que la aeronave podría utilizar en el volumen de

servicio, en ausencia de una anomalía ionosférica, lleva a un error de la posición relativa vertical o lateral fuera de los límites de tolerancia sin ningún anuncio por un período más largo que el tiempo hasta alerta máximo de la señal en el espacio. Un error de la posición relativa lateral o vertical fuera de los límites de tolerancia se define como un error que excede el nivel de protección de los servicios de aproximación de GBAS y el límite de la posición del error de efemérides. Para GAST D, las condiciones fuera del límite de tolerancia a causa de errores ionosféricos anómalos se excluyen de este riesgo de integridad porque el riesgo debido a anomalías ionosféricas se ha atribuido al segmento de a bordo y es mitigado por el mismo.

3.6.7.1.2.1.1.3 *Riesgo de integridad del subsistema de tierra para el GAST D.* Para un subsistema de tierra GBAS clasificado como FAST D, la probabilidad de que el subsistema de tierra genere internamente y transmita información no conforme por más de 1,5 segundos será inferior a 1×10^{-9} en un aterrizaje.

Nota 1.— Este requisito de riesgo de integridad adicional para los subsistemas de tierra GBAS FAST D se define en función de la probabilidad de que fallas internas del subsistema de tierra generen información no conforme. La información no conforme en este contexto se define con respecto a la función prevista del subsistema de tierra de dar apoyo a operaciones de aterrizaje en mínimos de Categoría III. Por ejemplo, la información no conforme incluye cualquier señal de radiodifusión o información de radiodifusión que no se monitoriza de conformidad con la norma.

Nota 2.— Las condiciones del medio ambiente (interferencias ionosféricas, troposféricas o de radiofrecuencias anómalas, trayectos múltiples de la señal GNSS, entre otras), no se consideran fallas; sin embargo, las fallas en el equipo del subsistema de tierra que se usa para monitorizar o mitigar los efectos de estas condiciones medioambientales se incluyen en este requisito. De manera similar, se excluyen de este requisito las fallas de la fuente telemétrica de la constelación principal de satélites. No obstante, se incluye la capacidad del subsistema de tierra de monitorizar la integridad de estas fuentes telemétricas. Los requisitos de monitorización de las fallas de la fuente telemétrica y las condiciones medioambientales ionosféricas se especifican separadamente en 3.6.7.3.3.2, 3.6.7.3.3.3 y 3.6.7.3.4.

Nota 3.— Las fallas que ocurren en los receptores de tierra utilizados para generar correcciones de radiodifusión se excluyen de este requisito cuando ocurren en uno cualquiera de los receptores de tierra, y en sólo uno, en cualquier momento. Estas fallas están limitadas por el requisito que figura en 3.6.7.1.2.2.1.2 y el requisito de riesgo de integridad conexo que figura en 3.6.7.1.2.2.1 y 3.6.7.1.2.2.1.1.

3.6.7.1.2.1.2 *Tiempo hasta alerta del subsistema de tierra para servicios de aproximación GBAS*

3.6.7.1.2.1.2.1 *Tiempo hasta alerta máximo para servicios de aproximación*

3.6.7.1.2.1.~~1~~2.1.1 Para un segmento de tierra clasificado como FAST A, B, C o D, ~~El~~el tiempo hasta alerta máximo del subsistema de tierra GBAS será inferior o igual a 3 segundos para todos los requisitos de integridad de la señal en el espacio (véase el Apéndice B, 3.6.7.1.2.1.1.1, 3.6.7.1.2.1.1.2, 3.6.7.1.2.2.1) cuando se radiodifundan mensajes de tipo 1.

Nota 1.— El tiempo hasta alerta del subsistema de tierra es el tiempo entre el principio del error de la posición relativa lateral o vertical fuera de los límites de tolerancia y la transmisión del último bit del mensaje que incluye los datos de integridad que reflejan la condición. (Véase el Adjunto D, 7.5.12.3).

Nota 2.— Para los subsistemas de tierra FAST D, se aplican los requisitos adicionales para monitorizar el dominio de la distancia de 3.6.7.3.3.2, 3.6.7.3.3.3 y 3.6.7.3.4. En estos párrafos, se definen los límites de tiempo para que el sistema de tierra detecte errores de seudodistancia fuera de los límites de tolerancia y dé la alerta al receptor de a bordo.

3.6.7.1.2.1.~~1.~~2.1.2 Para un segmento de tierra clasificado como FAST A, ~~El~~el tiempo máximo hasta alerta de la señal en el espacio del subsistema de tierra GBAS será inferior o igual a 5,5 segundos cuando se radiodifundan mensajes de tipo 101.

3.6.7.1.2.1.3 *FASLAL y FASVAL del subsistena de tierra*

3.6.7.1.2.1.~~1.~~3.1 Para ~~aproximación de precisión de Categoría I~~ bloques de datos FAS de mensaje de tipo 4 con APD codificado como 1, 2, 3 o 4, el valor FASLAL para cada bloque FAS, según lo definido en el campo de límite de alerta lateral FAS del mensaje de tipo 4, no será superior a 40 metros, y el valor FASVAL para cada bloque FAS, según lo definido en el campo de límite de alerta vertical FAS del mensaje de tipo 4, no será superior a 10 metros.

3.6.7.1.2.1.~~1.~~3.2~~4~~ Para ~~APV~~ bloques de datos FAS de mensaje de tipo 4 con APD codificado como cero, el valor FASLAL y FASVAL no será superior a los límites de alerta lateral y vertical indicados en el Anexo 10, Volumen I, 3.7.2.4, para el uso operacional previsto.

3.6.7.1.2.1.~~2~~4 *Riesgo de integridad de la señal en el espacio del subsistema de tierra para el ~~S~~servicio de determinación de la posición GBAS.* Para los subsistemas de tierra GBAS que proporcionan servicio de determinación de la posición GBAS, el riesgo de integridad será inferior a $9{,}9 \times 10^{-8}$ por hora.

Nota 1.— El riesgo de integridad asignado al subsistema de tierra GBAS es un subconjunto del riesgo de integridad de la señal en el espacio GBAS, del que se ha excluido el riesgo de integridad del nivel de protección (3.6.7.1.2.2.2) y se han incluido los efectos de las demás fallas de GBAS, SBAS y constelaciones principales de satélites. En el riesgo de integridad del subsistema de tierra GBAS se incluye el riesgo de integridad de la ~~supervisión~~ monitorización de las señales de satélite requerido en ~~3.6.7.2.6~~3.6.7.3.3 ~~y el riesgo de integridad asociado a la supervisión según 3.6.7.3~~.

Nota 2.— El riesgo de integridad de la señal en el espacio GBAS se define como la probabilidad de que el subsistema de tierra proporcione información que al ser procesada por un receptor libre de fallas, usando cualquier dato GBAS que podría utilizar la aeronave, lleva a un error de la posición relativa horizontal fuera de los límites de tolerancia sin ningún anuncio por un período más largo que el tiempo hasta alerta máximo. Un error de la posición relativa horizontal fuera de los límites de tolerancia se define como un error que excede tanto del nivel de protección horizontal como del límite de la posición del error de efemérides horizontal.

3.6.7.1.2.1.~~2~~4.1 *Tiempo hasta alerta para el servicio de determinación de la posición GBAS.* El tiempo hasta alerta máximo del subsistema de tierra será inferior o igual a 3 segundos cuando se radiodifunden mensajes de tipo 1 e inferior o igual a 5,5 segundos cuando se radiodifunden mensajes de tipo 101.

Nota.— El tiempo hasta alerta es el tiempo entre el inicio del error de la posición relativa horizontal fuera de los límites de tolerancia y la transmisión del último bit del mensaje que contiene los datos de integridad que reflejan la condición.

3.6.7.1.2.2 *Riesgo de integridad del nivel de protección*

3.6.7.1.2.2.1 Para los subsistemas de tierra GBAS que proporcionan ~~la aproximación de precisión de Categoría I o APV~~servicios de aproximación GBAS, el riesgo de integridad del nivel de protección será inferior a 5×10^{-8} por aproximación.

Nota.— El riesgo de integridad del nivel de protección de ~~la aproximación de precisión de Categoría I y APV~~ los servicios de aproximación es el riesgo de integridad debido a errores no detectados en la solución de posición con adaptación de 100 s relativa al punto de referencia GBAS que sean superiores a los niveles de protección asociados en virtud de las dos siguientes condiciones:

a) condiciones de medición normal definidas en 3.6.5.5.1.1 con D_V y D_L puestos a cero; y

b) condiciones de medición con falla definidas en 3.6.5.5.1.2 con D_V y D_L puestos a cero.

Nota.— La limitación del subsistema de tierra de la solución de posición GAST D con adaptación de 100 s garantizará que la solución de posición GAST D con adaptación de 30 s esté limitada.

3.6.7.1.2.2.1.1 *Requisitos de limitación adicionales para subsistemas de tierra FAST D.* σ_{vert} (utilizado en el cálculo del nivel de protección VPL_{H0}) y σ_{lat} (utilizado en el cálculo del nivel de protección LPL_{H0}) para GAST D formados basándose en los parámetros de radiodifusión (definidos en 3.6.5.5.1.1.1) y excluyendo la contribución de a bordo satisfarán la condición de que una distribución normal de media a cero y una desviación normal igual a σ_{vert} y σ_{lat} limiten las distribuciones de error vertical y lateral de los errores de corrección diferencial combinados, como sigue:

$$\int_{y}^{\infty} f_n(x)dx \le Q\left(\frac{y}{\sigma}\right) \text{ para cualquier } \frac{y}{\sigma} \ge 0 \text{ y}$$

$$\int_{-\infty}^{-y} f_n(x)dx \le Q\left(\frac{y}{\sigma}\right) \text{ para cualquier } \frac{y}{\sigma} \ge 0$$

siendo:

$f_n(x)$ = función de densidad de probabilidad del error vertical o lateral diferencial excluyendo la contribución de a bordo, y

$$Q(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{x}^{\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} dt$$

$\sigma_{vert,H1}$ (utilizado en el cálculo del nivel de protección VPL_{H1}) y $\sigma_{lat,H1}$ (utilizado en el cálculo del nivel de protección LPL_{H1}) para GAST D formados basándose en los parámetros de radiodifusión (definidos en 3.6.5.5.1.2) y excluyendo la contribución de a bordo limitarán los errores de corrección diferencial combinados (como se definen más arriba) formados por todos los subconjuntos posibles con un receptor de referencia excluido.

Nota 1.— La contribución de a bordo se trata en 3.6.8.3.2.1 en combinación con el uso del modelo estándar de trayectos múltiples de a bordo definido en 3.6.5.5.1.1.2.

Nota 2.— Los errores de corrección diferencial combinados se refieren a las correcciones con adaptación de código-portadora con constante de tiempo de adaptación de 100 segundos.

3.6.7.1.2.2.1.2 Para un subsistema de tierra GBAS clasificado como FAST D, el régimen de mediciones erróneas de uno cualquiera de los receptores de referencia, y de sólo uno, será inferior a 1×10^{-5} por 150 segundos.

Nota.— Puede haber mediciones erróneas debido a fallas en el receptor o a raíz de condiciones medioambientales exclusivas de un emplazamiento específico del receptor de referencia.

3.6.7.1.2.2.2 Para los subsistemas de tierra GBAS que proporcionan servicio de determinación de la posición GBAS, el riesgo de integridad del nivel de protección del servicio de determinación de la posición será inferior a 10^{-9} por hora.

Nota.— El riesgo de integridad del nivel de protección del servicio de determinación de la posición GBAS es el riesgo de integridad debido a errores no detectados en la posición relativa horizontal al punto de referencia GBAS que sean superiores a los niveles de protección del servicio de determinación de la posición GBAS en virtud de las dos siguientes condiciones:

a) condiciones de medición normal definidas en 3.6.5.5.2.1; y

b) condiciones de medición con falla definidas en 3.6.5.5.2.2.

3.6.7.1.3 *Continuidad de servicio*

3.6.7.1.3.1 *Continuidad de servicio para ~~aproximación de precisión de Categoría I y APV~~los servicios de aproximación.* La continuidad de servicio del subsistema de tierra GBAS será superior o igual a $1 - \cancel{3{,}3}\ 8{,}0 \times 10^{-6}$ durante 15 segundos.

Nota.— La continuidad de servicio del subsistema de tierra GBAS es la probabilidad promedio, por período de 15 segundos, de que la radiodifusión de datos VHF transmita datos dentro de la tolerancia, la intensidad de campo de la radiodifusión de datos VHF esté dentro de la gama especificada y los niveles de protección sean inferiores a los límites de alerta, comprendidos con cambios de la configuración que ocurra debido al segmento espacial. Este requisito de continuidad de servicio es la atribución total de la continuidad de la actuación de la señal en el espacio especificada en el Capítulo 3, Tabla 3.7.2.4-1 y, por consiguiente, todos los riesgos para la continuidad comprendidos en esta especificación deben ser tenidos en cuenta por el proveedor del subsistema de tierra.

3.6.7.1.3.2 *Requisitos adicionales de continuidad de servicio para FAST D.* La probabilidad de falla o de alerta falsa de un subsistema de tierra GBAS, excluyendo la monitorización de la fuente telemétrica, que cause una interrupción no programada del servicio por un período de 1,5 segundos o más no será superior a $2{,}0 \times 10^{-6}$ durante cualquier intervalo de 15 segundos. La probabilidad de que el subsistema de tierra excluya una fuente telemétrica sin falla en particular de las correcciones del tipo 1 o del tipo 11 debido a detección falsa por los monitores de integridad de tierra no será superior a $2{,}0 \times 10^{-7}$ en cualquier intervalo de 15 segundos.

Nota 1.— La pérdida de servicio incluye fallas que provocan la pérdida de radiodifusión de datos VHF, falta de intensidad de campo de la radiodifusión de datos VHF, fallas que generan transmisión de datos de radiodifusión VHF fuera de los límites de tolerancia, y alerta debida a una falla de integridad. El Adjunto D, 7.6.2.1, contiene orientación sobre las posibles causas de pérdida de servicio y la monitorización de detecciones falsas.

Nota 2.— La continuidad para FAST D se define como la probabilidad de que el subsistema de tierra continúe proporcionando los servicios asociados a las funciones previstas del subsistema de tierra. La continuidad total de la actuación del sistema de navegación de la aeronave en el dominio de posición debe evaluarse en el contexto de una integración específica de la geometría de satélites y el avión.

La evaluación de la continuidad del servicio de navegación del dominio de posición es responsabilidad del usuario de a bordo para el GAST D. En el Adjunto D, 7.6.2.1, se proporciona información adicional sobre la continuidad.

3.6.7.1.3.3~~2~~ *Continuidad del servicio de determinación de la posición*

Nota.— Para los subsistemas GBAS de tierra que proporcionan servicio de determinación de la posición GBAS, podrá haber requisitos de continuidad adicionales dependiendo de las operaciones previstas.

3.6.7.2 *REQUISITOS FUNCIONALES*

3.6.7.2.1 *Generalidades*

3.6.7.2.1.1 ~~*Regímenes*~~ *Requisitos de radiodifusión de datos*

3.6.7.2.1.1.1 ~~Los subsistemas de tierra GBAS que presten apoyo a la aproximación de precisión de Categoría I o a APV-II radiodifundirán mensajes de tipo 1. Los subsistemas de tierra GBAS que no presten apoyo a la aproximación de precisión de Categoría I ni a APV-II radiodifundirán mensajes de tipo 1 o de tipo 101. Los subsistemas de tierra GBAS no radiodifundirán mensajes de tipo 1 ni de tipo 101.~~Los subsistemas de tierra GBAS radiodifundirán los tipos de mensajes que se definen en la Tabla B-75A conforme a los tipos de servicio apoyados por el subsistema de tierra.

~~*Nota.— En el Adjunto D, 7.18 figuran textos de orientación relativos a la utilización del mensaje de tipo 101.*~~

3.6.7.2.1.1.2 Cada subsistema de tierra GBAS radiodifundirá mensajes de tipo 2 con bloques de datos adicionales según se requiera para dar apoyo a las operaciones previstas.

Nota.— En el Adjunto D, 7.17, se proporciona orientación sobre la utilización de bloques de datos adicionales en mensajes de tipo 2.

3.6.7.2.1.1.3 Cada subsistema de tierra GBAS ~~radiodifundirá bloques FAS en los mensajes de tipo 4 para todas las aproximaciones de precisión de Categoría I a las que preste apoyo ese subsistema de tierra GBAS~~ que apoye los tipos de servicio de aproximación GBAS (GAST) B, C o D radiodifundirá bloques FAS en los mensajes de tipo 4 para estas aproximaciones. Si un subsistema de tierra GBAS presta apoyo a ~~APV~~ aproximaciones con GAST A o B y no radiodifunde bloques FAS para las aproximaciones correspondientes, radiodifundirá el bloque de datos adicional 1 en el mensaje de tipo 2.

Nota.— Los bloques FAS para procedimientos APV pueden mantenerse en una base de datos a bordo de la aeronave. La radiodifusión del bloque de datos adicional 1 permite que el receptor de a bordo seleccione el subsistema de tierra GBAS que presta apoyo a los procedimientos de aproximación en la base de datos de a bordo. También pueden radiodifundirse bloques FAS para prestar apoyo a operaciones de la aeronave sin ninguna base de datos de a bordo. En estos procedimientos se utilizan diferentes números de canal según lo descrito en el Adjunto D, 7.7.

3.6.7.2.1.1.4 Cuando se utiliza el mensaje de tipo 5, el subsistema de tierra radiodifundirá el mensaje de tipo 5 a un régimen que se conforme a la Tabla B-76.

Nota.— Cuando la máscara normal de 5º no sea adecuada para describir la visibilidad del satélite ya sea en las antenas del subsistema de tierra, ya sea en una aeronave durante una aproximación determinada, puede utilizarse el mensaje de tipo 5 para radiodifundir información adicional a la aeronave.

3.6.7.2.1.1.5 *Regímenes de radiodifusión de datos.* Para todos los tipos de mensaje que se requiera radiodifundir, se proporcionarán en cada punto dentro ~~de la cobertura~~del volumen de servicio mensajes que satisfagan los requisitos de intensidad de campo del Capítulo 3, 3.7.3.5.4.4.1.2 y 3.7.3.5.4.4.2.2 y los regímenes mínimos indicados en la Tabla B-76. Los regímenes totales de radiodifusión de un mensaje desde todos los sistemas de antena del subsistema de tierra combinados no excederán de los regímenes máximos indicados en la Tabla B-76.

Nota.— En el Adjunto D, 7.12.4 figuran textos de orientación relativos al uso de sistemas de antenas múltiples.

3.6.7.2.1.2 *Identificador de bloque de mensaje.* El MBI se pondrá ya sea a normal o a prueba, de conformidad con la codificación indicada en 3.6.3.4.1.

Tabla B-75A. Tipos de mensaje GBAS para cada tipo de servicio al que se presta apoyo

Tipo de mensaje	GAST A – Nota 1	GAST B – Nota 1	GAST C – Nota 1	GAST D – Nota 1
MT 1	Facultativo – Nota 2	Requerido	Requerido	Requerido
MT 2	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
MT2-ADB 1	Facultativo – Nota 3	Facultativo – Nota 3	Facultativo - Nota 3	Requerido
MT2-ADB 2	Facultativo – Nota 4	Facultativo – Nota 4	Facultativo – Nota 4	Facultativo
MT2-ADB 3	No se utiliza	No se utiliza	No se utiliza	Requerido
MT2-ADB 4	Recomendado	Recomendado	Recomendado	Requerido
MT 3- Nota 5	Recomendado	Recomendado	Recomendado	Requerido
MT 4	Facultativo	Requerido	Requerido	Requerido
MT 5	Facultativo	Facultativo	Facultativo	Facultativo
MT 11 – Nota 6	No se utiliza	No se utiliza	No se utiliza	Requerido
MT 101	Facultativo – Nota 2	No permitido	No permitido	No permitido

Nota 1.— Definición de términos

- *Requerido: El mensaje debe transmitirse cuando se apoye el tipo de servicio;*
- *Facultativo: La transmisión del mensaje es facultativa cuando se apoya el tipo de servicio (no se utiliza en algunos o todos los subsistemas de a bordo);*
- *Recomendado: El uso del mensaje es facultativo, pero se recomienda cuando se apoya el tipo de servicio;*
- *No se utiliza: El mensaje no es utilizado por los subsistemas de a bordo para este tipo de servicio;*
- *No permitido: La transmisión del mensaje no se permite cuando se apoya el tipo de servicio.*

Nota 2.— Los subsistemas de tierra que apoyan tipos de servicio GAST A pueden radiodifundir mensajes de tipo 1 o 101, pero no ambos. En el Adjunto D, 7.18, figuran textos de orientación sobre el uso del mensaje de tipo 101.

Nota 3.— Se requiere MT2-ADB1 si se ofrece servicio de determinación de la posición.

Nota 4.— Se requiere MT2-ADB2 si se ofrece servicio GRAS.

Nota 5.— El uso de MT3 se recomienda (GAST A, B, C) o se requiere (GAST-D) solamente para satisfacer los requisitos de ocupación de intervalo señalados en 3.6.7.4.1.3.

Nota 6.— En el Adjunto D, 7.20, figuran textos de orientación sobre el uso del mensaje de tipo 11.

Tabla B-76. Regímenes de radiodifusión de datos VHF del GBAS

Tipo de mensaje	Régimen mínimo de radiodifusión	Régimen máximo de radiodifusión
1 ó 101	Para cada tipo de medición: todos los bloques de medición una vez por trama (nota)	Para cada tipo de medición: todos los bloques de medición una vez por intervalo
2	Una vez por cada 20 tramas consecutivas	Una vez por trama (excepto por lo indicado en 3.6.7.4.1.2)
3	El régimen depende de la longitud del mensaje y la programación de otros mensajes (véase 3.6.7.4.1.3)	Una vez por intervalo y ocho veces por trama
4	Todos los bloques FAS una vez por cada 20 tramas consecutivas	Todos los bloques FAS una vez por trama
5	Todas las fuentes aquí afectadas una vez por cada 20 tramas consecutivas	Todas las fuentes aquí afectadas una vez por cada 5 tramas consecutivas
11	Para cada tipo de medición: Todos los bloques de medición una vez por trama (Nota)	Para cada tipo de medición: Todos los bloques de medición una vez por intervalo

Nota.— Un mensaje de tipo 1, de tipo 11 o de tipo 101 o dos mensajes de tipo 1, de tipo 11 o de tipo 101 que están enlazados mediante la bandera adicional de mensaje descrita en 3.6.4.2, 3.6.4.10.3 o 3.6.4.11.3.

3.6.7.2.1.3 *Autenticación de la VDB*

~~*Nota.— Esta sección se reserva para fines de compatibilidad ascendente con futuras funciones de autenticación.*~~

3.6.7.2.1.3.1 **Recomendación.—** *Todos los subsistemas de tierra GBAS deberían apoyar la autenticación de la VDB (sección 3.6.7.4)*

3.6.7.2.1.3.2 Todos los subsistemas de tierra clasificados como FAST D apoyarán la autenticación de la VDB (sección 3.6.7.4)

3.6.7.2.2 *Correcciones de seudodistancia*

3.6.7.2.2.1 *Latencia del mensaje.* El tiempo entre la hora indicada por la cuenta Z modificada y el último bit de la radiodifusión del mensaje de tipo 1, de tipo 11 o de tipo 101 no excederá de 0,5 segundos.

3.6.7.2.2.2 *Datos de baja frecuencia.* Salvo durante un cambio de efemérides, la primera fuente telemétrica en el mensaje de tipo 1, de tipo 11 o de tipo 101 se pondrá en secuencia de forma que el parámetro de descorrelación de efemérides, la CRC de efemérides y la duración de disponibilidad de la fuente para cada fuente telemétrica de la constelación principal de satélites sea transmitida por lo menos una vez cada 10 segundos. Durante un cambio de efemérides, la primera fuente telemétrica se pondrá en secuencia de forma que el parámetro de descorrelación de efemérides, la CRC de efemérides y la duración de disponibilidad de la fuente para cada fuente telemétrica de la constelación principal de satélites se transmita por lo menos una vez cada 27 segundos. Cuando se reciben nuevos datos de

efemérides de una fuente telemétrica de constelación principal de satélites, el subsistema de tierra utilizará los datos de la efemérides previa desde cada satélite hasta que se haya recibido de forma continua, por lo menos en los últimos 2 minutos, pero realizará una transición a los nuevos datos de efemérides antes de que hayan transcurrido 3 minutos. Cuando se efectúe la transición al uso de los nuevos datos de efemérides para determinada fuente telemétrica, el subsistema de tierra radiodifundirá la nueva CRC de efemérides y la información de baja frecuencia conexa, a saber P y P_D, para todos los casos en los que la fuente telemétrica proporcione información de baja frecuencia en mensajes de tipo 1, de tipo 11 o de tipo 101 en las 3 siguientes tramas consecutivas. Para una determinada fuente telemétrica, el subsistema de tierra continuará transmitiendo los datos correspondientes a los datos de efemérides previos hasta que se transmita la nueva efeméride CRC en los datos de baja frecuencia del mensaje de tipo 1, de tipo 11 o de tipo 101 (véase la nota). Si la CRC de efemérides se modifica y el IOS no se modifica, el subsistema de tierra considerará como inválida la fuente telemétrica.

Nota.— El retardo antes de la transmisión de efemérides da suficiente tiempo al subsistema de aeronave para recopilar los nuevos datos de efemérides.

3.6.7.2.2.2.1 **Recomendación.—** *El parámetro de descorrelación de efemérides y la CRC de efemérides para cada fuente telemétrica de la constelación principal de satélites deberían radiodifundirse con la mayor frecuencia posible.*

3.6.7.2.2.3 *Corrección de seudodistancia de radiodifusión.* Cada corrección de seudodistancia de radiodifusión estará determinada combinando la estimación de corrección de seudodistancia para la fuente telemétrica pertinente calculada a partir de cada uno de los receptores de referencia. Para cada satélite las mediciones utilizadas en esta combinación se obtendrán a partir de los mismos datos de efemérides. Las correcciones se basarán en las mediciones de seudodistancia de código para cada satélite utilizando la medición de portadora de un filtro de ~~ajuste~~ adaptación y los parámetros de adaptación específicos del tipo de servicio de aproximación de conformidad con el Apéndice B, 3.6.5.1.

3.6.7.2.2.4 *Parámetros de integridad de la señal en el espacio radiodifundida.* El subsistema de tierra proporcionará los parámetros σ_{pr_gnd} y B para cada corrección de seudodistancia en el mensaje de tipo 1 de forma que se satisfagan los requisitos de riesgo de integridad del nivel de protección definidos en 3.6.7.1.2.2 para GAST A, B y C. Con cada corrección de seudodistancia se proporcionarán por lo menos dos valores B que no estén utilizando la codificación especial (según se define en la sección 3.6.4.2.4). El subsistema de tierra proporcionará σ_{pr_gnd} y, de ser necesario, los parámetros B para cada corrección de seudodistancia en el mensaje de tipo 101 de tal modo que se satisfagan los requisitos de riesgo de integridad del nivel de protección definidos en 3.6.7.1.2.2.

Nota.— La radiodifusión de los parámetros B es facultativa para los mensajes de tipo 101. En el Adjunto D, 7.5.11 se presentan textos de orientación relativos a los parámetros B en los mensajes de tipo 101.

3.6.7.2.2.4.1 *Parámetros de integridad de la señal en el espacio radiodifundida para subsistemas de tierra FAST D.* Los subsistemas de tierra que apoyan GAST D proporcionarán Sigma_PR_gnd_D en el mensaje de tipo 11 y los parámetros B para cada corrección de seudodistancia en el mensaje de tipo 1 de modo que se satisfaga el requisito de riesgo de integridad del nivel de protección que se define en 3.6.7.1.2.2.1.

3.6.7.2.2.4.2 Para los sistemas FAST D que radiodifunden el mensaje de tipo 11, si $\sigma_{pr\ gnd}$ se codifica como inválido en el mensaje de tipo 1, entonces Sigma_PR_gnd_D para el satélite asociado en el mensaje de tipo 11 también se codificará como inválido.

3.6.7.2.2.5 **Recomendación.—** *Deberían ~~supervisarse~~monitorizarse las mediciones del receptor de referencia. No deberían utilizarse mediciones erróneas o receptores de referencia con falla para calcular las correcciones de seudodistancia.*

3.6.7.2.2.6 *Transmisión repetida de mensajes de tipo 1, de tipo 2, de tipo 11 o de tipo 101.* Para un determinado tipo de medición y dentro de una trama dada, todas las radiodifusiones de mensajes de tipo 1, de tipo 2, de tipo 11 o de tipo 101 o de pares enlazados provenientes de todas las estaciones de radiodifusión GBAS que comparten una identificación de GBAS común, tendrán un contenido de datos idéntico.

3.6.7.2.2.7 *Expedición de datos.* El subsistema de tierra GBAS ajustará el campo IOD de cada bloque de medición de fuente telemétrica al valor IOD recibido de la fuente telemétrica que corresponde a los datos de efemérides utilizados para calcular la corrección de seudodistancia.

3.6.7.2.2.8 *Aplicación de modelos de error de la señal.* No se aplicarán correcciones ionosféricas y troposféricas a las seudodistancias utilizadas para calcular las correcciones de seudodistancia.

3.6.7.2.2.9 *Par enlazado de mensajes de tipo 1, de tipo 11 o de tipo 101.* Si se transmite un par enlazado de mensajes de tipo 1, de tipo 11 o de tipo 101, entonces,

a) los dos mensajes tendrán la misma cuenta Z modificada;

b) el número mínimo de correcciones de seudodistancia en cada mensaje será uno;

c) el bloque de medición para un satélite determinado no se radiodifundirá más de una vez en un par enlazado de mensajes;

d) los dos mensajes se radiodifundirán en intervalos de tiempo distintos; ~~y~~

e) el orden de los valores B en los dos mensajes será el mismo~~.~~;

f) para un tipo de medición particular, el número de mediciones y datos de baja frecuencia se calculará separadamente para cada uno de los dos mensajes individuales;

g) en el caso de FAST D, cuando se transmita un par de mensajes enlazados de tipo 1 habrá también un par enlazado de mensajes de tipo 11; y

h) cuando se utilicen mensajes enlazados de tipo 1 o de tipo 11, los satélites se dividirán en los mismos conjuntos y orden en ambos mensajes de tipo 1 y de tipo 11.

Nota.— Los mensajes de tipo 1 pueden incluir satélites adicionales no disponibles en los mensajes de tipo 11, pero el orden relativo de los satélites disponibles en ambos mensajes es el mismo en los mensajes de tipo 1 y de tipo 11. El procesamiento de a bordo no es posible para los satélites incluidos en el mensaje de tipo 11 pero no incluidos en el mensaje de tipo 1 asociado.

3.6.7.2.2.9.1 **Recomendación.—** *Los mensajes enlazados deberían utilizarse únicamente cuando haya que transmitir más correcciones de seudodistancia que las que quepan en un mensaje de tipo 1.*

3.6.7.2.2.10 *Requisitos de cuenta Z modificada*

3.6.7.2.2.10.1 *Actualización de cuenta Z modificada.* La cuenta Z modificada para mensajes de tipo 1, de tipo 11 o de tipo 101 de un tipo determinado de medición adelantará cada trama.

3.6.7.2.2.10.2 Si se radiodifunde un mensaje de tipo 11, los mensajes de tipo 1 y de tipo 11 asociados tendrán la misma cuenta Z modificada.

3.6.7.2.2.11 *Parámetros de descorrelación de efemérides*

3.6.7.2.2.11.1 ~~*Aproximación de precisión de Categoría I y APV*~~ *Parámetro de descorrelación de efemérides para servicios de aproximación.* Para los subsistemas de tierra que radiodifunden el bloque de datos adicional 1 en el mensaje de tipo 2, el subsistema de tierra radiodifundirá el parámetro de descorrelación de efemérides en el mensaje de tipo 1 para cada una de las fuentes telemétricas de la constelación principal de satélites, que permita ajustarse al riesgo de integridad del subsistema de tierra prescrito en 3.6.7.1.2.1.1.1.

3.6.7.2.2.11.2 *Parámetro de descorrelación de efemérides para GAST D.* Los subsistemas de tierra clasificados como FAST D radiodifundirán el parámetro de descorrelación de efemérides en el mensaje de tipo 11 para cada una de las fuentes telemétricas de la constelación principal de satélites a fin de respetar el riesgo de integridad de la señal en el espacio del subsistema de tierra prescrito en 3.6.7.1.2.1.1.3.

3.6.7.2.2.11.~~2~~3 *Servicio de determinación de la posición GBAS.* Para los subsistemas de tierra que ofrecen servicio de determinación de la posición GBAS, el subsistema de tierra radiodifundirá el parámetro de descorrelación de efemérides en el mensaje de tipo 1 para cada una de las fuentes telemétricas de la constelación principal de satélites, que permita ajustarse al riesgo de integridad de la señal en el espacio del subsistema de tierra prescrito en 3.6.7.1.2.1.~~2~~4.

3.6.7.2.3 *Datos relacionados con el GBAS*

3.6.7.2.3.1 *Parámetros de retardo troposférico.* El subsistema de tierra radiodifundirá un índice de refractividad, altura de escala e incertidumbre de refractividad en el mensaje de tipo 2, de forma que se satisfagan los requisitos de riesgo de integridad de nivel de protección definidos en 3.6.7.1.2.2.

3.6.7.2.3.2 *Indicación GCID*

3.6.7.2.3.2.1 *Indicación GCID para FAST A, B o C.* Si el subsistema de tierra satisface los requisitos indicados en 3.6.7.1.2.1.1.1, 3.6.7.1.2.2.1, ~~y~~ 3.6.7.1.3.1, 3.6.7.3.2 y 3.6.7.3.3.1, pero no todos los de 3.6.7.1.2.1.1.2, 3.6.7.1.2.1.1.3, 3.6.7.1.2.2.1.1 y 3.6.7.1.3.2, se pondrá el GCID a 1, de lo contrario se pondrá a 7.

Nota.— Algunos de los requisitos aplicables a FAST D son redundantes con los requisitos de FAST A, B y C. La frase "no todos" se refiere a la condición en que un subsistema de tierra puede satisfacer algunos de los requisitos aplicables a FAST D pero no todos ellos. Por consiguiente, en esa condición el GCID debería ponerse a 1, para indicar que el subsistema de tierra satisface solamente FAST A, B o C.

3.6.7.2.3.2.2 *Indicación GCID para FAST D.* Si el subsistema de tierra satisface los requisitos indicados en 3.6.7.1.2.1.1.1, 3.6.7.1.2.1.1.2, 3.6.7.1.2.1.1.3, 3.6.7.1.2.2.1.1, 3.6.7.1.2.2.1, 3.6.7.1.3.1, 3.6.7.1.3.2, 3.6.7.3.2 y 3.6.7.3.3, se pondrá el GCID a 2; de lo contrario, se ajustará a lo prescrito en 3.6.7.2.3.2.1.

3.6.7.2.3.2.3 Los valores 3 y 4 del GCID están reservados para tipos de servicios futuros y no deben utilizarse.

3.6.7.2.3.3 *Exactitud de la posición del centro de fase de la antena de referencia GBAS.* El error de posición del centro de fase de la antena de referencia será inferior a 8 cm relativo al punto de referencia GBAS, para cada receptor de referencia GBAS.

3.6.7.2.3.4 **Recomendación.—** *Exactitud del levantamiento del punto de referencia GBAS. El error de levantamiento del punto de referencia GBAS, relativo a WGS-84, debería ser inferior a 0,25 m vertical y 1 m horizontal.*

Nota.— El texto de orientación pertinente figura en el Adjunto D, 7.16.

3.6.7.2.3.5 *Parámetro de estimación de incertidumbre ionosférica.*

3.6.7.2.3.5.1 *Parámetro de estimación de incertidumbre ionosférica para todos los subsistemas de tierra.* El subsistema de tierra radiodifundirá un parámetro de gradiente de retardo ionosférico en el mensaje de tipo 2 tal que se satisfagan los requisitos de riesgo de integridad del nivel de protección definidos en 3.6.7.1.2.2.

3.6.7.2.3.5.2 *Parámetro de estimación de incertidumbre ionosférica para subsistemas de tierra FAST D.* El subsistema de tierra radiodifundirá un parámetro de gradiente de retardo ionosférico en el mensaje de tipo 2, bloque de datos adicional 3, de modo que se satisfagan los requisitos de riesgo de integridad del nivel de protección definidos en 3.6.7.1.2.2.

Nota.— En el Adjunto D, 7.5.6.1.3 y 7.5.6.1.4, figuran textos de orientación sobre la limitación de errores de dominio de posición en FAST D para errores ionosféricos.

3.6.7.2.3.6 Para los subsistemas de tierra que ofrecen servicio de determinación de la posición GBAS, el subsistema de tierra radiodifundirá los parámetros de límite de la posición del error de efemérides usando el bloque de datos adicional 1 en el mensaje de tipo 2.

3.6.7.2.3.7 **Recomendación.—** *Todos los subsistemas de tierra deberían radiodifundir los parámetros de límite de la posición de error de efemérides usando el bloque de datos adicional 1 en el mensaje de tipo 2.*

3.6.7.2.3.8 Para los subsistemas de tierra que radiodifunden el bloque de datos adicional 1 en el mensaje de tipo 2, se aplicarán los requisitos siguientes:

3.6.7.2.3.8.1 *Distancia de uso máxima.* El subsistema de tierra proporcionará la distancia de uso máxima ($D_{máx}$). ~~desde el punto de referencia GBAS que define un volumen dentro del cual se satisface~~ .Cuando se proporcione el servicio de determinación de la posición, el riesgo de integridad del subsistema de tierra prescrito en 3.6.7.1.2.1.4 y el riesgo de integridad del nivel de protección que se prescribe en 3.6.7.1.2.2.2 se satisfarán dentro de la $D_{máx}$. Cuando se proporcione el servicio de aproximación, la distancia de uso máxima comprenderá, como mínimo, todos los volúmenes de servicio de aproximación que reciban el apoyo.

3.6.7.2.3.8.2 *Parámetros de detección frustrada de efemérides.* El subsistema de tierra radiodifundirá los parámetros de detección frustrada de efemérides para cada constelación principal de satélites de modo que se satisfaga el riesgo de integridad del subsistema de tierra que se prescribe en 3.6.7.1.2.1.

3.6.7.2.3.8.3 *Indicación del servicio de determinación de la posición GBAS.* Si el sistema de tierra no satisface los requisitos de 3.6.7.1.2.1.2 y 3.6.7.1.2.2.2, el subsistema de tierra indicará, usando el parámetro RSDS, que no se ofrece el servicio de determinación de la posición GBAS.

3.6.7.2.3.9 Si la radiodifusión de datos VHF se transmite en más de una frecuencia dentro del área de servicio GRAS, cada estación de radiodifusión GBAS dentro del subsistema de tierra GRAS radiodifundirá los bloques de datos adicionales 1 y 2.

3.6.7.2.3.9.1 **Recomendación.—** *La radiodifusión de datos VHF debería incluir los parámetros del bloque de datos adicional 2 para identificar los números de canal y los emplazamientos de las estaciones de radiodifusión GBAS adyacentes y cercanas dentro del subsistema de tierra GRAS.*

Nota.— Esto facilita la transición desde una estación de radiodifusión GBAS a otras estaciones de radiodifusión GBAS en el subsistema de tierra GRAS.

3.6.7.2.4 *Datos del tramo de aproximación final*

3.6.7.2.4.1 *Exactitud de los puntos de datos FAS.* El error del levantamiento relativo entre los puntos de datos FAS y el punto de referencia GBAS será inferior a 0,25 metros, en sentido vertical y a 0,40 metros en sentido horizontal.

3.6.7.2.4.2 **Recomendación.—** *Debería asignarse la CRC de tramo de aproximación final en el momento de diseño del procedimiento y debería mantenerse como parte integral del bloque de datos FAS desde tal momento en adelante.*

3.6.7.2.4.3 **Recomendación.—** *El GBAS debería permitir la función de reglar el FASVAL y FASLAL para cualquier bloque de datos FAS a "1111 1111" para limitar la aproximación al sentido lateral solamente o para indicar que la aproximación no debe utilizarse, respectivamente.*

3.6.7.2.4.4 *LTP/FTP para FAST D*. Para aproximaciones que admiten GAST D, el punto LTP/FTP en la definición FAS correspondiente se emplazará en la intersección del eje de pista y el umbral de aterrizaje.

Nota.— Los sistemas de a bordo pueden calcular la distancia hasta el umbral de aterrizaje utilizando el LTP/FTP. Para aproximaciones GAST D, el LTP/FTP estará en el umbral de modo que estos cálculos de la distancia por recorrer reflejen fiablemente la distancia hasta el umbral.

3.6.7.2.4.5 *Emplazamiento del FPAP para FAST D.* Para aproximaciones que admiten GAST D, el punto FPAP en la definición FAS correspondiente se emplazará en la prolongación del eje de pista y el parámetro de desplazamiento Δlongitud se codificará para indicar correctamente el extremo de parada de la pista.

3.6.7.2.5 *Datos previstos de disponibilidad de la fuente telemétrica*

Nota.— Los datos de disponibilidad de fuente telemétrica son facultativos para ~~la Categoría I y APV~~ los subsistemas de tierra FAST A, B o C y pueden ser requeridos para posibles operaciones del futuro.

~~3.6.7.2.6 *Supervisión de la integridad para fuentes telemétricas GNSS.* El subsistema de tierra supervisará las señales de satélite para detectar condiciones que lleven a funcionamiento inadecuado del procesamiento diferencial para receptores de a bordo que cumplan con las limitaciones de seguimiento indicadas en el Adjunto D, 8.11. El subsistema de tierra utilizará la cresta más fuerte de correlación en todos los receptores utilizados para generar las correcciones de seudodistancia. En el tiempo hasta alerta del dispositivo monitor se satisfará lo indicado en 3.6.7.1.2. La medida del dispositivo monitor será la de poner σ_{pr_gnd} a la configuración de bits "1111 1111" para el satélite o la de excluir al satélite del mensaje de tipo 1 o de tipo 101. El subsistema de tierra detectará también las condiciones que llevan a que más de un cero cruce por los receptores de a bordo que utilizan funciones de discriminador pronto-tarde, según lo descrito en el Adjunto D, 8.11.~~

3.6.7.2.6 *Requisitos funcionales generales relativos a aumentación*

3.6.7.2.6.1 **Recomendación.—** *Los subsistemas de tierra GBAS clasificados como FAST C o FAST D deberían como mínimo proporcionar aumentación basada en GPS.*

3.6.7.2.6.2 **Recomendación.—** *Los subsistemas de tierra clasificados como FAST C deberían poder procesar y radiodifundir correcciones por lo menos para 12 satélites de cada constelación principal a la que se proporcionen correcciones diferenciales.*

3.6.7.2.6.3 Los subsistemas de tierra clasificados como FAST D serán capaces de procesar y radiodifundir correcciones por lo menos para 12 satélites de una constelación principal.

Nota.— La validación técnica se ha completado únicamente para GAST D cuando se aplica a GPS.

3.6.7.2.6.4 **Recomendación.—** *Siempre que sea posible, para cada constelación principal a la que se proporcione aumentación deberían especificarse las correcciones diferenciales respecto de todos los satélites visibles con una elevación superior a 5º por encima del plano horizontal local tangente al elipsoide en el emplazamiento de referencia del subsistema de tierra.*

Nota.— La expresión "siempre que sea posible" en este contexto significa que el hecho de satisfacer otro requisito prescrito en estos SARPS (por ejemplo, 3.6.7.3.3.1) no excluye que se proporcione una corrección diferencial para un satélite particular.

3.6.7.3 ~~*SUPERVISIÓN*~~ *MONITORIZACIÓN*

3.6.7.3.1 ~~*Supervisión*~~ *Monitorización de RF*

3.6.7.3.1.1 ~~*Supervisión*~~ *Monitorización de radiodifusión de datos VHF.* Se ~~supervisarán~~ monitorizarán las transmisiones de radiodifusión de datos. Cesará la transmisión de los datos en un plazo de 0,5 segundos en casos de discrepancia continua durante cualquier período de 3 segundos entre los datos de aplicación transmitidos y los datos de aplicación obtenidos o almacenados por el sistema ~~de supervisión~~ monitor antes de la transmisión. Para los subsistemas de tierra FAST D, la transmisión de los datos cesará en un plazo de 0,5 segundos en casos de discrepancia continua durante cualquier período de 1 segundo entre los datos de aplicación transmitidos y los datos de aplicación obtenidos o almacenados por el sistema monitor antes de la transmisión.

Nota.— Para los subsistemas de tierra que admiten autenticación, cesar la transmisión de datos significa cesar la transmisión de mensajes de tipo 1 y de mensajes de tipo 11 si corresponde o cesar la transmisión de mensajes de tipo 101. Conforme a 3.6.7.4.1.3, el subsistema de tierra de todos modos debe transmitir mensajes de forma que el porcentaje definido, o un valor mayor, de cada intervalo asignado esté ocupado. Esto puede lograrse transmitiendo mensajes de tipo 2, tipo 3, tipo 4 y/o tipo 5.

3.6.7.3.1.2 ~~*Supervisión*~~ *Monitorización de intervalos TDMA.* El riesgo de que el subsistema de tierra transmita una señal en un intervalo no asignado y falle en detectar una transmisión fuera de intervalo, que exceda de la permitida en 3.6.2.6 en un plazo de 1 segundo, será inferior a 1×10^{-7} en un período cualquiera de 30 segundos. Si se detectan transmisiones fuera de intervalo, el subsistema de tierra dará por terminadas todas las transmisiones de radiodifusión de datos en un plazo de 0,5 segundos.

3.6.7.3.1.3 *Dispositivo monitor de potencia de transmisor VDB.* La probabilidad de que la potencia transmitida de la señal horizontalmente o elípticamente polarizada aumente en más de 3 dB respecto a la potencia nominal por más de 1 segundo será inferior a $2{,}0 \times 10^{-7}$ en cualquier período de 30 segundos.

Nota.— El componente vertical se ~~supervisa~~ monitoriza solamente para equipo GBAS/E.

3.6.7.3.2 ~~*Supervisión*~~ *Monitorización de datos*

3.6.7.3.2.1 *Dispositivo monitor de calidad de radiodifusión.* En la ~~supervisión~~ monitorización del subsistema de tierra se satisfarán los requisitos de tiempo hasta alerta indicados en 3.6.7.1.2.1. La medida de ~~supervisión~~ monitorización será una de las siguientes:

a) radiodifundir mensajes de tipo 1 (y de tipo 11 si se radiodifunden) o de tipo 101 sin ningún bloque de medición; o

b) radiodifundir mensajes de tipo 1 (y de tipo 11 si se radiodifunden) o de tipo 101 con el campo $\sigma_{pr\_gnd,i}$ (y $\sigma_{pr\_gnd\_D,I}$ si se radiodifunden) puesto para indicar que la fuente telemétrica es inválida respecto a cada fuente telemétrica incluida en la trama anteriormente transmitida; o

c) dar por terminada la radiodifusión de datos.

Nota.— Las medidas de ~~supervisión~~ monitorización a) y b) son preferibles a la c) si el modo particular de falla permite tal respuesta, puesto que las medidas a) y b) tienen ordinariamente un tiempo hasta alerta reducido de la señal en el espacio.

3.6.7.3.3 *Monitorización de la integridad para fuentes telemétricas GNSS*

3.6.7.3.3.1 El subsistema de tierra monitorizará las señales de satélite para detectar condiciones que provoquen un funcionamiento inadecuado del procesamiento diferencial para receptores de a bordo que cumplan con las limitaciones de seguimiento indicadas en el Adjunto D, 8.11. El tiempo hasta alerta del dispositivo monitor satisfará lo indicado en 3.6.7.1.2. La acción del dispositivo monitor será la de poner σ_{pr_gnd} a la configuración de bits “1111 1111” para el satélite o excluir al satélite del mensaje de tipo 1, de tipo 11 o de tipo 101.

3.6.7.3.3.1.1 El subsistema de tierra utilizará el máximo más fuerte de correlación en todos los receptores empleados para generar las correcciones de seudodistancia. El subsistema de tierra detectará también condiciones que lleven a más de un cero de cruce por los receptores de a bordo en los que se utiliza la función de discriminador pronto-tarde, según lo definido en el Adjunto D, 8.11.

3.6.7.3.3.2 Para los subsistemas de tierra FAST D, la probabilidad de que el error en el punto del umbral de aterrizaje (LTP) de cualquier pista para la que el subsistema de tierra admita GAST D, |Er|, en la seudodistancia corregida con adaptación de 30 segundos (sección 3.6.5.2) a causa de una falla de la fuente telemétrica no se detecte ni refleje en el mensaje de tipo 11 radiodifundido dentro de un plazo de 1,5 segundos estará dentro de la región especificada en la Tabla B-76 A.

Las fallas de la fuente telemétrica para las que se aplica este requisito son las siguientes:

a) deformación de la señal (Nota 1);

b) divergencia entre código y portadora;

c) aceleración de seudodistancia excesiva, como en el caso de un escalón u otro cambio rápido; y

d) radiodifusión errónea de datos de efemérides desde el satélite.

Nota 1.— Véase el Apéndice D, 8.11, para obtener más información sobre el equipo de aviónica GAEC-D en relación con la falla de deformación de la señal.

Nota 2.— Al detectarse, una falla de la fuente telemétrica podrá reflejarse en el mensaje de tipo 11, ya sea:

a) eliminando la corrección para el satélite asociado en el mensaje de tipo 11, o bien

b) marcando el satélite como inválido con la codificación de $\sigma_{pr\_gnd\_D}$ *(sección 3.6.4.11.4)*

Nota 3.— La probabilidad aceptable de región de detección frustrada se define con respecto al error de seudodistancia corregido diferencialmente. El error de seudodistancia corregido diferencialmente, |Er|, incluye el error que resulta de una única falla de fuente telemétrica, dada la aplicación correcta de las correcciones de radiodifusión del mensaje tipo 11 del subsistema de tierra GBAS (es decir, corrección de seudodistancia y correcciones de cambio de distancia definidas en la sección 3.6.4.11) por el equipo de aviónica de la aeronave según se especifica en 3.6.8.3. La evaluación de la actuación P_{md} *incluye el ruido sin fallas del subsistema de tierra GBAS. El aumento de |Er| con el tiempo debería considerar la latencia de datos del subsistema de tierra pero no la latencia de a bordo, como se describe en la sección 7.5.12.3.*

Nota 4.— En el Adjunto D, 7.5.12, se proporciona información adicional sobre condiciones de falla de la fuente telemétrica y requisitos de monitorización para subsistemas de tierra FAST D. No es necesario considerar los mensajes perdidos como parte del cumplimiento de este requisito.

Tabla B-76 A. Parámetros P_{md_limit}

Probabilidad de detección frustrada	Error de seudodistancia (metros)
$P_{md\_limit} \leq 1$	$0 \leq \lvert E_r \rvert < 0{,}75$
$P_{md\_limit} \leq 10^{(-2{,}56 \times \lvert Er \rvert + 1{,}92)}$	$0{,}75 \leq \lvert E_r \rvert < 2{,}7$
$P_{md\_limit} \leq 10^{-5}$	$2{,}7 \leq \lvert E_r \rvert < \infty$

3.6.7.3.3.3 Para los subsistemas de tierra FAST D, la probabilidad de que un error en el punto del umbral de aterrizaje (LTP) de cualquier pista para la que el subsistema de tierra admita GAST D, |Er|, superior a 1,6 m en la seudodistancia corregida con adaptación de 30 segundos (sección 3.6.5.2) causado por una falla de la fuente telemétrica no se detecte ni refleje en el mensaje de tipo 11 radiodifundido dentro de un plazo de 1,5 segundos será inferior a $1x10^{-9}$ en cada aterrizaje cuando se multiplique por la probabilidad a priori ($P_{apriori}$).

Las fallas de la fuente telemétrica para las que se aplica este requisito son las siguientes:

a) deformación de la señal (Nota 1);

b) divergencia entre código y portadora;

c) aceleración de seudodistancia excesiva, como en el caso de un escalón u otro cambio rápido; y

d) radiodifusión errónea de datos de efemérides desde el satélite.

Nota 1.— Véase el Apéndice D, 8.11, para obtener más información sobre el equipo de aviónica GAEC-D en relación con la falla de deformación de la señal.

Nota 2.— Se pretende que la probabilidad a priori de cada falla de la fuente telemétrica ($P_{apriori}$) tenga el mismo valor que se utiliza en el análisis para demostrar el cumplimiento de los requisitos de limitación de error para FAST C y D (véase el Apéndice B, 3.6.5.5.1.1.1).

Nota 3.— Al detectarse, una falla de la fuente telemétrica podrá reflejarse en el mensaje de tipo 11, ya sea:

a) eliminando la corrección para el satélite asociado en el mensaje de tipo 11; o

b) marcando el satélite como inválido con la codificación de $\sigma_{pr\_gnd\_D}$ (sección 3.6.4.11.4).

Nota 4.— En el Adjunto D, 7.5.12, se proporciona información adicional sobre condiciones de falla de la fuente telemétrica y requisitos de monitorización para subsistemas de tierra FAST D. No es necesario considerar los mensajes perdidos como parte del cumplimiento de este requisito.

3.6.7.3.4 *Mitigación del gradiente ionosférico*

Para los subsistemas de tierra FAST D, la probabilidad de un error (|Er|) en la seudodistancia corregida con adaptación de 30 segundos en el punto del umbral de aterrizaje (LTP) para cada pista que admite GAST D que a) se deba a un gradiente de retardo ionosférico espacial, b) sea mayor que el valor E_{IG} calculado a partir del mensaje de tipo 2 de radiodifusión, y c) no se detecte ni refleje en el mensaje de tipo 11 de radiodifusión en un plazo de 1,5 segundos será inferior a 1×10^{-9} en cada aterrizaje. El subsistema de tierra FAST D limitará los parámetros de radiodifusión de tipo 2 para garantizar que el E_{IG} máximo en cada LTP en apoyo de operaciones GAST D no sobrepase 2,75 metros.

Nota 1.— La probabilidad total de un gradiente de retardo no detectado incluye la probabilidad a priori del gradiente y la probabilidad de detección frustrada de los dispositivos monitores.

Nota 2.— En 7.5.6.1.8 figura orientación sobre la validación de este requisito.

3.6.7.4 *REQUISITOS FUNCIONALES PARA LOS PROTOCOLOS DE AUTENTICACIÓN*

3.6.7.4.1 *Requisitos funcionales para los subsistemas terrestres que admiten autenticación*

3.6.7.4.1.1 El sistema terrestre radiodifundirá el bloque de datos adicional 4 con el mensaje de tipo 2 con un campo de definición del grupo de intervalos codificado para indicar qué intervalos se asignan a la estación terrestre.

3.6.7.4.1.2 El subsistema de tierra radiodifundirá ~~todos los mensajes~~ cada mensaje de tipo 2 sólo en un intervalo de un conjunto de intervalos definidos como intervalos aprobados MT 2. El primer intervalo del grupo intervalos aprobados MT 2 corresponde a la codificación SSID para su sistema de tierra. El intervalo A se representa por medio de SSID=0, el B mediante el 1, el C con el 2 y el H con el 7. El grupo de intervalos aprobados MT 2 incluye también al intervalo siguiente después del intervalo correspondiente a la estación SSID si existe en la trama. Si no hay un intervalo adicional antes del final de la trama, solo se incluye en el conjunto el SSID.

Nota.— Por ejemplo, el grupo de intervalos aprobados MT 2 para SSID = 0 incluiría los intervalos {A, B} mientras que el grupo de intervalos aprobados MT 2 para SSID = 6 incluiría los intervalos {G, H}. El grupo de intervalos aprobados MT 2 para SSID = 7 incluye solamente el intervalo {H}.

3.6.7.4.1.2.1 El conjunto de intervalos asignados a una estación terrestre incluirá como mínimo todos los intervalos aprobados MT 2 según se describe en la sección 3.6.7.4.1.2.

3.6.7.4.1.3 *Nivel de ocupación del intervalo asignado.* El subsistema de tierra transmitirá mensajes de forma que el ~~87~~89% o más de cada intervalo asignado se encuentre ocupado. De ser necesario, ~~se utilizarán~~ podrán utilizarse mensajes de tipo 3 para llenar el espacio no utilizado de cualquier intervalo de tiempo asignado.

Nota 1.— En el Adjunto D, 7.21, se proporciona más información sobre el cálculo del nivel de ocupación del intervalo.

Nota 2.— El requisito se aplica al conjunto de transmisiones de todos los transmisores de un subsistema de tierra GBAS. Debido al bloqueo de la señal, es posible que no todas estas transmisiones se reciban en el volumen de servicio.

3.6.7.4.1.4 *Codificación del identificador de trayectoria de referencia.* Cada identificador de la trayectoria de referencia que se incluya en cada bloque de datos del segmento de aproximación final radiodifundido por ~~la estación terrestre~~ el subsistema de tierra por medio de mensajes de tipo 4 tendrá la primera letra que se seleccione para indicar el SSID ~~la estación terrestre~~ del subsistema de tierra de acuerdo con la codificación que sigue:

Codificación:
A = SSID de 0
X = SSID de 1
Z = SSID de 2
J = SSID de 3
C = SSID de 4
V = SSID de 5
P = SSID de 6
T = SSID de 7

3.6.7.4.2 *Requisitos funcionales para los subsistemas terrestres que no admiten autenticación*

3.6.7.4.2.1 *Codificación del ~~indicador~~ identificador de la trayectoria de referencia.* Los caracteres de este conjunto, {A X Z J C V P T}, no se utilizarán como el primer carácter del identificador de la trayectoria de referencia en ninguna radiodifusión del bloque FAS que realice ~~la estación terrestre~~el subsistema de tierra por medio de mensajes de tipo 4.

3.6.8 ELEMENTOS DE AERONAVE

3.6.8.1 *Receptor GNSS.* El receptor GNSS con capacidad de GBAS procesará las señales del GBAS de conformidad con los requisitos especificados en esta sección así como con los requisitos indicados en 3.1.3.1, en 3.2.3.1 o en 3.5.8.1.

Nota.— Para garantizar el logro de los objetivos de actuación y funcionales requeridos para el GAST D, es necesario que el equipo de a bordo se ajuste a las normas de actuación y funcionales definidas. Las normas de actuación operacional mínima pertinentes figuran en RTCA DO-253D.

3.6.8.2 *REQUISITOS DE ACTUACIÓN*

3.6.8.2.1 *Exactitud del receptor de aeronave GBAS*

3.6.8.2.1.1 La RMS de la contribución total del receptor de aeronave al error en función del ángulo de elevación del satélite será:

$$RMS_{pr\_air}(\theta_n) \leq a_0 + a_1 \times e^{-(\theta_n/\theta_0)}$$

siendo:

n	=	enésima fuente telemétrica;
θ_n	=	ángulo de elevación para la enésima fuente telemétrica; y
a_0, a_1, and θ_0	=	parámetros definidos en la Tabla B-77 para el GPS y en la Tabla B-78 para el GLONASS.

3.6.8.2.1.2 La RMS de la contribución total del receptor de aeronave al error para satélites SBAS se definirá en 3.5.8.2.1 respecto a cada uno de los designadores definidos de exactitud de aeronave.

Nota.— En la contribución del receptor de aeronave no se incluye el error de medición inducido por multitrayectos de la célula de la aeronave.

Tabla B-77. Requisito de exactitud del receptor GPS de aeronave

Designador de exactitud de aeronave	θ_n (grados)	a_0 (metros)	a_1 (metros)	θ_0 (grados)
A	≥5	0,15	0,43	6,9
B	≥5	0,11	0,13	4

Tabla B-78. Requisito de exactitud del receptor GLONASS de aeronave

Designador de exactitud de aeronave	θ_n (grados)	a_0 (metros)	a_1 (metros)	θ_0 (grados)
A	≥5	0,39	0,9	5,7
B	≥5	0,105	0,25	5,5

3.6.8.2.2 *Actuación del receptor de radiodifusión de datos VHF*

3.6.8.2.2.1 *Gama de sintonización para radiodifusión de datos VHF.* El receptor de radiodifusión de datos VHF será capaz de sintonizar a frecuencias en la gama de 108,000 – 117,975 MHz en incrementos de 25 kHz.

3.6.8.2.2.2 *Gama de adquisición para radiodifusión de datos VHF.* El receptor de radiodifusión de datos VHF será capaz de adquirir y mantenerse enganchado a señales dentro de ±418 Hz de la frecuencia nominal asignada.

Nota.— En el requisito precedente se tiene en cuenta la estabilidad de frecuencia del subsistema de tierra GBAS y el desplazamiento doppler para el caso más perjudicial debido al movimiento de la aeronave. En la gama dinámica del control automático de frecuencia debería también tenerse en cuenta el balance de error de estabilidad de frecuencia del receptor de radiodifusión de datos VHF de la aeronave.

3.6.8.2.2.3 ~~*Sensibilidad, gama dinámica, régimen de fallos de mensaje*~~ *Régimen de fallas de mensaje en la radiodifusión de datos VHF.* El receptor de radiodifusión de datos VHF tendrá un régimen de ~~fallos~~fallas de mensaje inferior o igual a un mensaje fallado por cada 1 000 mensajes de datos de aplicación de longitud completa (222 bytes), ~~al funcionar en una gama desde –87 dBm hasta –1 dBm~~ dentro de la gama de intensidad del campo RF que se define en 3.7.3.5.4.4 recibidos por la antena de a bordo, a condición de que la variación en la potencia promedio de la señal recibida entre ráfagas sucesivas en un intervalo de tiempo determinado no exceda de 40 dB. Entre los mensajes fallados se incluirán los perdidos mediante el sistema del receptor de radiodifusión de datos VHF o que no satisfacen la CRC después de la aplicación de la FEC.

Nota 1.— Las antenas receptoras de aeronave de la radiodifusión de datos VHF pueden estar polarizadas horizontalmente o verticalmente. Debido a la diferencia en cuanto a la intensidad de la señal de los componentes horizontal o verticalmente polarizados de la señal de radiodifusión, la pérdida total máxima para aplicación en la aeronave ~~está limitada a 15 dB~~ en las antenas receptoras de polarización horizontal ~~y a 11 dB~~ es 4 dB más alta que la pérdida máxima en las antenas receptoras de polarización vertical. En el Adjunto D, 7.2, figura orientación para determinar la pérdida por aplicación en la aeronave.

Nota 2.— Es aceptable superar el requisito de variación de potencia de señal en partes limitadas del volumen de servicio cuando los requisitos operacionales lo permiten. En el Adjunto D, 7.12.4.1 figura orientación al respecto.

3.6.8.2.2.4 *Decodificación de intervalo de tiempo para radiodifusión de datos VHF.* El receptor de radiodifusión VHF satisfará los requisitos indicados en 3.6.8.2.2.3 para todos ~~los mensajes de tipos 1, 2 y~~ 4 los tipos de mensaje requeridos (sección 3.6.8.3.1.2.1) procedentes del subsistema de tierra GBAS seleccionado. Estos requisitos se satisfarán en presencia de cualquier otra transmisión GBAS permitida en cualquiera y en todos los intervalos de tiempo, respecto a los niveles indicados en 3.6.8.2.2.5.1 b).

Nota.— Entre las otras transmisiones GBAS permitidas se incluyen: a) ~~mensajes que no sean de tipo 1, 2 y 4~~ otros tipos de mensaje con la misma SSID, y b) mensajes con SSID distinta.

~~3.6.8.2.2.4.1 *Decodificación de los mensajes de tipo 101*. Los receptores de radiodifusión de datos VHF con capacidad de recibir mensajes de tipo 101, satisfarán los requisitos de 3.6.8.2.2.3 para todos los mensajes de tipo 101 procedentes del subsistema de tierra GBAS seleccionado. Estos requisitos se satisfarán en presencia de otras transmisiones GBAS en todos y cada uno de los intervalos de tiempo, respetándose los niveles indicados en 3.6.8.2.2.5.1 b).~~

3.6.8.2.2.5 *Rechazo de cocanal*

3.6.8.2.2.5.1 *Radiodifusión de datos VHF como fuente de señal no deseada.* El receptor de radiodifusión de datos VHF satisfará los requisitos especificados en 3.6.8.2.2.3 en presencia de una señal de radiodifusión de datos VHF cocanal no deseada que sea:

a) la asignada a los mismos intervalos de tiempo y 26 dB por debajo de la potencia de señal de radiodifusión de datos VHF deseada en la entrada del receptor o inferior; o

b) la asignada a intervalos de tiempo distintos y ~~cuya potencia sea hasta de 15 dBm a la entrada del receptor~~no más de 72 dB por encima de la intensidad de campo de la señal de radiodifusión de datos VHF mínima deseada que se define en 3.7.3.5.4.4.

3.6.8.2.2.5.2 *VOR como señal no deseada.* El receptor de radiodifusión de datos VHF satisfará los requisitos especificados en 3.6.8.2.2.3 en presencia de una señal VOR cocanal no deseada que esté 26 dB por debajo de la potencia de señal de radiodifusión de datos VHF deseada en la entrada del receptor.

3.6.8.2.2.6 *Rechazo de canal adyacente*

3.6.8.2.2.6.1 *Primer canal adyacente de 25 kHz (±25 kHz).* El receptor de radiodifusión de datos VHF satisfará los requisitos especificados en 3.6.8.2.2.3 en presencia de una señal no deseada transmitida que esté con un desplazamiento de 25 kHz a ambos lados del canal deseado que sea:

a) de 18 dB por encima de la potencia de la señal deseada en la entrada del receptor, cuando la señal no deseada sea otra señal de radiodifusión de datos VHF asignada a los mismos intervalos de tiempo; o

b) de potencia igual en la entrada del receptor, cuando la señal no deseada sea VOR.

3.6.8.2.2.6.2 *Segundo canal adyacente de 25 kHz (±50 kHz).* El receptor de radiodifusión de datos VHF satisfará los requisitos especificados en 3.6.8.2.2.3 en presencia de señales no deseadas transmitidas con un desplazamiento de 50 kHz o más a ambos lados del canal deseado que sean:

a) 43 dB por encima de la potencia de la señal deseada en la entrada del receptor cuando la señal no deseada sea otra señal de radiodifusión de datos VHF asignada a los mismos intervalos de tiempo; o

b) 34 dB por encima de la potencia de la señal deseada en la entrada del receptor cuando la señal no deseada sea VOR.

3.6.8.2.2.6.3 *Tercer y más allá canales adyacentes de 25 kHz (±75 kHz o más).* El receptor de radiodifusión de datos VHF satisfará los requisitos especificados en 3.6.8.2.2.3 en presencia de señales no deseadas transmitidas con un desplazamiento de 75 kHz o más a ambos lados del canal deseado que sean:

a) 46 dB por encima de la potencia de señal deseada en la entrada del receptor cuando la señal no deseada sea otra señal de radiodifusión de datos VHF asignada a los mismos intervalos de tiempo; o

b) 46 dB por encima de la potencia de señal deseada en la entrada del receptor cuando la señal no deseada sea VOR.

3.6.8.2.2.7 *Rechazo de señales fuera de canal de fuentes dentro de la banda de 108,000 – 117,975 MHz.* Cuando no esté presente ninguna señal de radiodifusión de datos VHF en el canal, el receptor de radiodifusión de datos VHF no tendrá datos de salida de una señal de radiodifusión de datos VHF no deseada, por cualquiera de los otros canales asignables.

3.6.8.2.2.8 *Rechazo de señales procedentes de fuentes fuera de banda 108,000 – 117,975 MHz*

3.6.8.2.2.8.1 *Inmunidad a interferencia de radiodifusión de datos VHF.* El receptor de radiodifusión de datos VHF satisfará los requisitos especificados en 3.6.8.2.2.3 en presencia de una o más señales que tengan la frecuencia y los niveles de interferencia total especificados en la Tabla B-79.

3.6.8.2.2.8.2 *Desensibilización.* El receptor de radiodifusión de datos VHF satisfará los requisitos especificados en 3.6.8.2.2.3 en presencia de señales de radiodifusión FM VHF con los niveles de señal indicados en las Tablas B-80 y B-81.

Tabla B-79. Niveles máximos de señales no deseadas

Frecuencia	Nivel máximo de señales no deseadas a la entrada del receptor (dB~~m~~ por encima de $S_{máx}$)
50 kHz hasta 88 MHz	–12~~13~~
88 MHz – 107,900 MHz	(véase 3.6.8.2.2.8.2 y 3.6.8.2.2.8.3)
108,000 MHz – 117,975 MHz	excluido
118,000 MHz	–43~~44~~
118,025 MHz	–40~~41~~
118,050 MHz hasta 1 660,5 MHz	–12~~13~~

Frecuencia	Nivel máximo de señales no deseadas a la entrada del receptor (dB~~m~~ por encima de $S_{máx}$)
50 kHz hasta 88 MHz	–12~~13~~
88 MHz – 107,900 MHz	(véase 3.6.8.2.2.8.2)
108,000 MHz – 117,975 MHz	excluido
118,000 MHz	–43~~44~~
118,025 MHz	–40~~41~~
118,050 MHz hasta 1 660,5 MHz	–12~~13~~

Notas.—

1. *La relación es lineal entre puntos aislados adyacentes designados por las frecuencias anteriores.*

2. *Estos requisitos de inmunidad a interferencia pudieran no ser adecuados para asegurar la compatibilidad entre receptores de radiodifusión de datos VHF y sistemas de comunicación VHF, particularmente para aeronaves que utilizan el componente*

Frecuencia	Nivel máximo de señales no deseadas a la entrada del receptor (dB~~m~~ por encima de $S_{máx}$)

verticalmente polarizado de la radiodifusión de datos VHF. Sin coordinación entre las asignaciones de frecuencias COM y NAV o respecto de una banda de guarda en el extremos superior de la banda 112 – 117,975 MHz, los niveles máximos citados en los canales inferiores VHF COM (118,000, 118,00833, 118,01666, 118,025, 118,03333, 118,04166, 118,05) pueden excederse a la entrada de los receptores VDB. En ese caso, habrán de ponerse en práctica algunos medios para atenuar las señales COM a la entrada de los receptores VDB (p. ej., separación de antenas). Habrá de asegurarse la compatibilidad final cuando se instale el equipo en la aeronave.

3. *$S_{máx}$ es la potencia de la señal de radiodifusión de datos en VHF máxima deseada a la entrada del receptor.*

Tabla B-80. Frecuencia de desensibilización y requisitos de potencia que se aplican a frecuencias VDB desde 108,025 a 111,975 MHz

Frecuencia	Nivel máximo de señales no deseadas a la entrada del receptor (dB~~m~~ por encima de $S_{máx}$)
88 MHz ≤ f ≤ 102 MHz	16~~15~~
104 MHz	11~~10~~
106 MHz	6~~5~~
107,9 MHz	–9~~10~~

Notas.—

1. *La relación es lineal entre puntos aislados adyacentes designados por las frecuencias anteriores.*

2. *Este requisito de desensibilización no se aplica a portadoras FM por encima de 107,7 MHz ni a canales VDB a 108,025 ó 108,050 MHz. Véase el Adjunto D, 7.2.1.2.2.*

3. *$S_{máx}$ es la potencia de la señal de radiodifusión de datos en VHF máxima deseada a la entrada del receptor.*

Tabla B-81. Frecuencia de desensibilización y requisitos de potencia que se aplican a frecuencias VDB desde 112,000 a 117,975 MHz

Frecuencia	Nivel máximo de señales no deseadas a la entrada del receptor (dB~~m~~ por encima de $S_{máx}$)
88 MHz ≤ f ≤ 104 MHz	16~~15~~
106 MHz	11~~10~~
107 MHz	6~~5~~
107,9 MHz	1~~0~~

Notas.—

1. *La relación entre puntos únicos adyacentes designados mediante las frecuencias mencionadas es lineal.*

2. *$S_{máx}$ es la potencia de la señal de radiodifusión de datos en VHF máxima deseada a la entrada del receptor.*

3.6.8.2.2.8.3 *Inmunidad frente a intermodulación FM de radiodifusión de datos VHF*. El receptor de radiodifusión de datos VHF satisfará los requisitos especificados en 3.6.8.2.2.3 en presencia de interferencia de productos de intermodulación de tercer orden de dos señales de radiodifusión FM VHF cuyos niveles se ajustan con lo siguiente:

$$2N_1 + N_2 + 3\,[23 - S_{máx}] \leq 0$$
$$\cancel{2N_1 + N_2 + 72 \leq 0}$$

para señales de radiodifusión sonora FM VHF en la gama 107,7 – 108,0 MHz y

$$2N_1 + N_2 + 3\,[23 - S_{máx} - 20\,\mathrm{Log}\,(\Delta f / 0{,}4)] \leq 0$$
$$\cancel{2N_1 + N_2 + 3\left(24 - 20\log\frac{\Delta f}{0.4}\right) \leq 0}$$

para señales de radiodifusión sonora FM VHF por debajo de 107,7 MHz

cuando las frecuencias de las dos señales de radiodifusión sonora FM VHF producen dentro del receptor un producto de intermodulación de tercer orden de dos señales a la frecuencia VDB deseada.

N_1 y N_2 son los niveles (dBm) de las dos señales de radiodifusión sonora FM VHF a la entrada del receptor de radiodifusión de datos en VHF. Ninguno de los niveles excederá de los criterios de desensibilización establecidos en 3.6.8.2.2.8.2.

$\Delta f = 108{,}1 - f_1$, siendo f_1 la frecuencia de N_1, la señal de radiodifusión sonora FM VHF más cercana a 108,1 MHz.

$S_{máx}$ es la potencia de la señal de radiodifusión de datos en VHF máxima deseada a la entrada del receptor.

Nota.— El requisito de inmunidad de intermodulación FM no se aplica a un canal de radiodifusión de datos en VHF que funciona bajo 108,1 MHz; en consecuencia, las frecuencias bajo 108,1 MHz no están destinadas para asignaciones generales. En el Adjunto D, 7.2.1.2, se proporciona información adicional.

3.6.8.3 *REQUISITOS FUNCIONALES DE AERONAVE*

Nota.— Salvo cuando se especifique otra cosa, los requisitos siguientes se aplican a todas las clasificaciones de equipo de a bordo GBAS, según se describe en el Adjunto D, 7.1.4.3.

3.6.8.3.1 *Condiciones para utilización de datos*

3.6.8.3.1.1 El receptor utilizará los datos de un mensaje GBAS solamente si se ha verificado la CRC para tal mensaje.

3.6.8.3.1.2 El receptor utilizará solamente los datos del mensaje si el identificador de bloque de mensaje se pone a la configuración de bits “1010 1010”.

3.6.8.3.1.2.1 *Capacidad de procesamiento de mensajes GBAS.* El receptor GBAS deberá, como mínimo, procesar tipos de mensajes GBAS de acuerdo con la Tabla B-82.

Tabla B-82. Procesamiento de tipos de mensaje en equipo de a bordo

~~Performance diseñada del equipo de a bordo~~ Clasificación de equipo de a bordo GBAS (GAEC)	Tipos mínimos de mensajes procesados
~~APV I~~GAEC A	MT 1 ó 101, MT 2 (que incluyen bloques de datos adicionales ADB 1 y 2 si se proporcionan)
~~APV II~~GAEC B	MT 1, MT 2 (que incluyen ADB 1 y 2 si se proporcionan), MT 4
~~Categoría I~~GAEC C	MT 1, MT 2 (que incluye ADB 1 si se proporciona), MT 4
GAEC D	MT 1, MT 2 (que incluye ADB 1, 2, 3 y 4), MT 4, MT 11

3.6.8.3.1.2.2 *Procesamiento de a bordo para fines de compatibilidad ascendente*

Nota.— Se han tomado medidas para permitir la ampliación futura de las normas GBAS para admitir capacidades nuevas. Pueden definirse nuevos tipos de mensajes, nuevos bloques de datos adicionales para mensajes de tipo 2 y nuevos bloques de datos que definan trayectorias de referencia para su inclusión en el tipo de mensaje 4. Para facilitar estas futuras ampliaciones, todo el equipo debería diseñarse en forma apropiada para que ignore todos los datos que no se reconocen.

3.6.8.3.1.2.2.1 *Procesamiento de tipos de mensajes desconocidos.* La existencia de mensajes desconocidos para el receptor de a bordo no impedirá el procesamiento correcto de los mensajes requeridos.

3.6.8.3.1.2.2.2 *Procesamiento de bloques de datos ampliados de tipo 2 desconocidos.* La existencia de bloques de datos adicionales de mensajes de tipo 2 desconocidos para el receptor de a bordo no impedirá el procesamiento correcto de los mensajes requeridos.

3.6.8.3.1.2.2.3 *Procesamiento de bloques de datos de tipo 4 desconocidos*. La existencia de bloques de datos de mensajes de tipo 4 desconocidos para el receptor de a bordo no impedirá el procesamiento correcto de los mensajes requeridos.

Nota.— Si bien los SARPS actuales incluyen sólo una definición de bloque de datos para su inclusión en un mensaje de tipo 4, las futuras normas GBAS pueden incluir otras definiciones de la trayectoria de referencia.

3.6.8.3.1.3 El receptor utilizará solamente bloques de medición de fuente telemétrica con cuentas Z modificadas coincidentes.

3.6.8.3.1.4 Si el subsistema de tierra radiodifunde la $D_{máx}$ el receptor sólo aplicará correcciones de seudodistancia cuando la distancia al punto de referencia GBAS sea menor que la $D_{máx}$.

3.6.8.3.1.5 El receptor solamente aplicará correcciones de seudodistancia del conjunto más recientemente recibido de correcciones para un determinado tipo de medición. Si el número de campos de medición en ~~el mensaje de tipo 1 o de tipo 101~~ los tipos de mensaje más recientemente recibidos (según se requiere en el Apéndice B, sección 3.6.7.2.1.1.1 para el tipo de servicio activo) indica que no hay bloques de medición, entonces el receptor no aplicará correcciones GBAS para tal tipo de medición.

3.6.8.3.1.6 *Validez de las correcciones de seudodistancia*

3.6.8.3.1.6.1 Cuando el tipo de servicio activo es A, B, o C, el ~~El~~ receptor excluirá de la solución de navegación diferencial todas las fuentes telemétricas respecto a las cuales σ_{pr_gnd} en los mensajes de tipo 1 o de tipo 101 se ponga a la configuración de bits "1111 1111".

3.6.8.3.1.6.2 Si el tipo de servicio activo es D, el receptor excluirá de la solución de navegación diferencial todas las fuentes telemétricas respecto a las cuales $\sigma_{pr\_gnd\_D}$ en el mensaje de tipo 11 o σ_{pr_gnd} en el mensaje de tipo 1 se ponga a la configuración de bits "1111 1111".

3.6.8.3.1.7 El receptor utilizará únicamente una fuente telemétrica en la solución de navegación diferencial si la hora de aplicación indicada por la cuenta Z modificada en el mensaje de tipo 1, de tipo 11 o de tipo 101 que contiene el parámetro de descorrelación de efemérides para esa fuente telemétrica transcurrió hace menos de 120 segundos.

3.6.8.3.1.8 *Condiciones del uso de datos para apoyar ~~las aproximaciones de precisión de Categoría I y APV~~ los servicios de aproximación~~.~~*

3.6.8.3.1.8.1 Durante las etapas finales de una aproximación ~~de Categoría I o APV~~, el receptor utilizará únicamente los bloques de mediciones de los mensajes de tipo 1, de tipo 11 o de tipo 101 recibidos durante los últimos 3,5 segundos.

Nota.— En el Adjunto D, 7.5.12.3, figura orientación sobre el tiempo hasta alerta.

3.6.8.3.1.8.2 *Indicaciones GCID*

3.6.8.3.1.8.2.1 Cuando el tipo de servicio activo es A, B, o C, el ~~El~~ receptor utilizará datos de mensaje procedentes de un subsistema de tierra GBAS para guía ~~de aproximación de precisión de Categoría I o APV~~ únicamente si el GCID indica 1, 2, 3 ó 4 antes de iniciar las etapas finales de una aproximación.

3.6.8.3.1.8.2.2 Cuando el tipo de servicio activo es D, el receptor usará datos de mensajes procedentes de un subsistema de tierra GBAS para guía solamente si la GCID indica 2, 3 o 4 antes de iniciar las etapas finales de la aproximación.

3.6.8.3.1.8.3 El receptor ignorará cualquier cambio que tenga lugar en el GCID durante las etapas finales de una aproximación.

3.6.8.3.1.8.4 El receptor no proporcionará guía vertical de aproximación basada en un bloque particular de datos FAS transmitidos en un mensaje de tipo 4 si el FASVAL recibido antes de iniciarse las etapas finales de la aproximación está puesto a "1111 1111".

3.6.8.3.1.8.5 El receptor no proporcionará guía de aproximación basada en un bloque particular de datos FAS transmitidos en un mensaje de tipo 4 si el FASLAL recibido antes de iniciarse las etapas finales de la aproximación está puesto a "1111 1111".

3.6.8.3.1.8.6 El receptor hará caso omiso de cambios en los valores de los datos FASLAL y FASVAL transmitidos en un mensaje de tipo 4 durante las etapas finales de una aproximación.

3.6.8.3.1.8.7 El receptor utilizará solamente datos FAS si la CRC FAS ha sido verificada para tales datos.

3.6.8.3.1.8.8 El receptor utilizará solamente mensajes para los cuales la ID GBAS (en el encabezador de bloque de mensaje) coincide con la ID GBAS en el encabezador de mensaje de tipo 4 que incluye los datos FAS seleccionados o el mensaje de tipo 2 que incluye el RSDS seleccionado.

3.6.8.3.1.8.9 *Uso de datos FAS*

3.6.8.3.1.8.9.1 El receptor utilizará los mensajes de tipo 4 para determinar el FAS para aproximación de precisión.

3.6.8.3.1.8.9.2 El receptor utilizará los mensajes de tipo 4 para determinar el FAS para las ~~APV~~ aproximaciones que reciben apoyo del tipo de servicio de aproximación GBAS (GAST) A o B ~~asociadas~~asociado a un número de canal entre 20 001 y 39 999.

3.6.8.3.1.8.9.3 El receptor utilizará el FAS mantenido dentro de la base de datos de a bordo para las ~~APV~~ aproximaciones que reciben apoyo del tipo de servicio de aproximación GBAS (GAST) A ~~asociadas~~asociado a un número de canal entre 40 000 y 99 999.

3.6.8.3.1.8.10 Cuando el subsistema de tierra GBAS no radiodifunda el mensaje de tipo 4 y el receptor disponga de los datos FAS seleccionados a partir de la base de datos de a bordo, el receptor solamente utilizará mensajes provenientes del subsistema de tierra GBAS previsto.

3.6.8.3.1.9 *Condiciones del uso de datos para proporcionar el servicio de determinación de la posición GBAS*

3.6.8.3.1.9.1 El receptor utilizará únicamente los bloques de mediciones de mensajes de tipo 1 recibidos durante los últimos 7,5 segundos.

3.6.8.3.1.9.2 El receptor utilizará únicamente los bloques de mediciones de mensajes de tipo 101 recibidos durante los últimos 5 segundos.

3.6.8.3.1.9.3 El receptor utilizará únicamente los datos de mensaje si se ha recibido un mensaje de tipo 2 que contiene un bloque de datos adicional 1, y el parámetro RSDS de este bloque indica que se proporciona el servicio de determinación de la posición GBAS.

3.6.8.3.1.9.4 El receptor utilizará solamente los mensajes para los cuales el ID GBAS (en el encabezador del bloque de mensaje) coincide con el ID GBAS del encabezador del mensaje de tipo 2 que incluye el RSDS seleccionado.

3.6.8.3.2 *Integridad*

3.6.8.3.2.1 *Limitación de los errores de aeronave.* Para cada satélite utilizado en la solución de navegación, el receptor calculará un $\sigma_{receptor}$ tal que una distribución normal de media a cero y una desviación normal igual a $\sigma_{receptor}$ limita la contribución del receptor al error de seudodistancia corregido de la forma siguiente:

$$\int_{y}^{\infty} f(x)\,dx \le Q\left(\frac{y}{\sigma}\right) \text{ para cualquier } \frac{y}{\sigma} \ge 0 \text{ y}$$

$$\int_{-\infty}^{-y} f(x)\,dx \le Q\left(\frac{y}{\sigma}\right) \text{ para cualquier } \frac{y}{\sigma} \ge 0$$

siendo:

f(x) = función de densidad de probabilidad del error residual de seudodistancia de aeronave y

$$Q(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_x^{\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} dt .$$

3.6.8.3.2.2 *Uso de parámetros de integridad GBAS.* El elemento de aeronave calculará y aplicará los niveles de protección vertical, lateral y horizontal descritos en 3.6.5.5 ~~utilizando la radiodifusión GBAS σ_{pr_gnd}, σ_N, h_θ, $\sigma_{vert\_iono\_gradiente}$, y los parámetros B así como el parámetro σ_{pr_air}~~. Si un parámetro $B_{i,j}$ se pone a la configuración de bits "1000 0000" indicando que no se dispone de la medición, el elemento de aeronave supondrá que $B_{i,j}$ tiene un valor de cero. Para ~~la aproximación de precisión de Categoría I y APV~~ todo tipo de servicio activo, el elemento de aeronave verificará que los niveles de protección vertical y lateral calculados son ~~menores~~ no mayores que los correspondientes límites de alerta vertical y lateral definidos en 3.6.5.6.

3.6.8.3.3 *Uso de los datos de efemérides del satélite*

3.6.8.3.3.1 *Verificación de IOD.* El receptor utilizará solamente satélites respecto a los cuales la radiodifusión IOD por parte del GBAS en los mensajes de tipo 1 o de tipo 101 coincide con el IOD de la constelación principal de satélites para los datos de reloj y de efemérides utilizados por el receptor.

3.6.8.3.3.2 *Verificación de CRC.* El receptor calculará la CRC de efemérides para cada fuente telemétrica de la constelación principal de satélites utilizada en la solución de la posición. Se convalidará la CRC calculada comparándola con la radiodifusión de CRC de efemérides en los mensajes de tipo 1 o de tipo 101 antes de su utilización en la solución de la posición y en un plazo de 1 segundo después de recibirse una nueva CRC de radiodifusión. El receptor cesará inmediatamente de utilizar cualquier satélite respecto al cual no coincidan los valores CRC calculados y radiodifundidos.

~~*Nota.— Durante la adquisición inicial de la radiodifusión de datos VHF, el receptor puede incorporar un satélite en la solución de la posición antes de recibir la CRC de efemérides radiodifundida para tal satélite.*~~

3.6.8.3.3.3 *Límites de la posición del error de efemérides*

3.6.8.3.3.3.1 *Límites de la posición del error de efemérides para servicios de aproximación ~~de precisión de Categoría I y APV~~ GBAS.* Si el subsistema de tierra proporciona un bloque de datos adicional 1 en los mensajes de tipo 2, el elemento de aeronave calculará los límites de la posición del error de efemérides definidos en 3.6.5.8.1 para cada fuente telemétrica de la constelación principal de satélites utilizada en la solución de la posición de aproximación dentro del plazo de 1 segundo después de haber recibido los parámetros de radiodifusión necesarios. El elemento de aeronave ~~se excluirá de los satélites de solución de la posición para los cuales~~ verificará que los límites ~~calculados~~ vertical ~~o~~ y lateral calculados de la posición del error de efemérides (VEB_j ~~o~~ y LEB_j) no son mayores que los límites de la alerta vertical y la lateral correspondientes que se definen en 3.6.5.6.

~~*Nota.— Durante la adquisición inicial de la radiodifusión de datos VHF, el receptor puede incorporar un satélite en la solución de la posición antes de recibir los parámetros de radiodifusión necesarios para que ese satélite calcule los límites de la posición del error de efemérides.*~~

3.6.8.3.3.3.2 *Límites de la posición del error de efemérides para el servicio de determinación de la posición GBAS.* El elemento de aeronave calculará y aplicará el límite de la posición del error de efemérides horizontal (HEBj) definido en 3.6.5.8.2 para cada fuente telemétrica de la constelación principal de satélites que se utilice en la solución de la posición del servicio de determinación de la posición.

3.6.8.3.4 *Pérdida de mensajes*

3.6.8.3.4.1 Para ~~la aproximación de precisión de Categoría I~~ el equipo de a bordo que funciona con GAST C como su tipo de servicio activo, el receptor proporcionará una alerta apropiada si no se ha recibido ningún mensaje de tipo 1 ~~ni de tipo 101~~ durante los últimos 3,5 segundos.

3.6.8.3.4.2 Para ~~APV~~ el equipo de a bordo que funcione con GAST A o B como su tipo de servicio activo, el receptor proporcionará una alerta apropiada si no se ha recibido ningún mensaje de tipo 1 ni de tipo 101 durante los últimos 3,5 segundos.

3.6.8.3.4.3 Para el equipo de a bordo que funcione con GAST D como su tipo de servicio activo, el receptor proporcionará una alerta apropiada o modificará el tipo de servicio activo si se cumple cualquiera de las condiciones siguientes:

a) La solución de la posición calculada es inferior a 200 ft sobre el LTP/FTP de la aproximación seleccionada y no se recibió ningún mensaje de tipo 1 en los últimos 1,5 segundos.

b) La solución de la posición calculada es inferior a 200 ft sobre el LTP/FTP de la aproximación seleccionada y no se recibió ningún mensaje de tipo 11 en los últimos 1,5 segundos.

c) La solución de la posición calculada está a 200 ft o más sobre el LTP/FTP de la aproximación seleccionada y no se recibió ningún mensaje de tipo 1 en los últimos 3,5 segundos.

d) La solución de la posición calculada está a 200 ft o más sobre el LTP/FTP de la aproximación seleccionada y no se recibió ningún mensaje de tipo 11 en los últimos 3,5 segundos.

3.6.8.3.4.~~3~~4 Para el servicio de determinación de la posición GBAS en el que se utilizan mensajes de tipo 1, el receptor proporcionará una alerta apropiada si no se ha recibido ningún mensaje de tipo 1 durante los últimos 7,5 segundos.

3.6.8.3.4.~~4~~5 Para el servicio de determinación de la posición GBAS en el que se utilicen mensajes de tipo 101, el receptor proporcionará una alerta apropiada si no se ha recibido ningún mensaje de tipo 101 durante los últimos 5 segundos.

3.6.8.3.5 *Mediciones de seudodistancia a bordo*

3.6.8.3.5.1 *Adaptación a portadora para equipo de a bordo.* El equipo de a bordo utilizará la adaptación a portadora normal de 100 segundos respecto de las mediciones de la fase de código que se define en 3.6.5.1. Durante los primeros 100 segundos después de poner en marcha el filtro, el valor de α será:

a) una constante igual al intervalo de muestreo dividido entre 100 segundos; o

b) una cantidad variable definida por el intervalo de muestreo dividido entre el tiempo en segundos transcurrido desde la puesta en marcha del filtro.

3.6.8.3.5.2 *Adaptación a portadora para equipo de a bordo que funciona con GAST D como su tipo de servicio activo.* El equipo de a bordo que funciona con GAST D como su tipo de servicio activo utilizará la adaptación a portadora de 30 segundos de las mediciones de la fase de código que se define en 3.6.5.1.

Nota.— Para el equipo que admite GAST D se usan dos conjuntos de seudodistancias adaptadas. La forma del filtro de adaptación de la sección 3.6.5.1 es la misma para los dos conjuntos, y sólo difiere la constante de tiempo (es decir, 100 segundos y 30 segundos). En el Adjunto D, 7.19.3, figura orientación sobre la adaptación a portadora para el GAST D.

3.6.8.3.6 *Requisitos de solución de posición diferencial específicos del tipo de servicio*. El equipo de a bordo calculará todas las soluciones de posición de manera congruente con los protocolos para la aplicación de los datos (sección 3.6.5.5.1.1.2).

Nota.— La forma general para la ponderación utilizada en la solución de la posición diferencial figura en 3.6.5.5.1.1.2. La elección de qué información procedente del subsistema de tierra se utilizará en la solución de la posición diferencial depende del tipo de servicio (es decir, servicio de determinación de la posición o servicio de aproximación) y del tipo de servicio activo. Los requisitos específicos para cada tipo de servicio se definen en RTCA DO-253D. En el Adjunto D, 7.19, se proporciona información adicional sobre el procesamiento normal de la información de posición.

. . .

ADJUNTO B. ESTRATEGIA PARA LA INTRODUCCIÓN Y APLICACIÓN DE AYUDAS NO VISUALES EN LA APROXIMACIÓN Y EL ATERRIZAJE

(Véase el Capítulo 2, 2.1)

1. Introducción

1.1 Diversos elementos influyen en las operaciones todo tiempo en términos de seguridad, eficacia y flexibilidad. La evolución de técnicas nuevas exige adoptar un enfoque flexible respecto al concepto de las operaciones todo tiempo a fin de obtener la totalidad de los beneficios del desarrollo técnico. Para permitir contar con esta flexibilidad, la estrategia deberá facilitar la incorporación de iniciativas o ideas técnicas innovadoras en dicha estrategia, por medio de la identificación de sus objetivos y de los conceptos que la fundamentan. La estrategia no presupone una transición rápida a un solo sistema ni a una selección de sistemas establecidos a escala mundial en apoyo de las operaciones de aproximación y aterrizaje.

1.2 La estrategia se refiere a la aplicación de ayudas no visuales para la aproximación y el aterrizaje con guía vertical (APV) y a las operaciones de aproximación y aterrizaje de precisión.

2. Objetivos de la estrategia

La estrategia debe:

a) mantener por lo menos el nivel de seguridad actual de las operaciones todo tiempo;

b) conservar al menos el nivel existente de servicio, o el nivel superior planificado;

c) apoyar la guía de trayectoria lateral y vertical como se describe en la Resolución A37-11;

~~e~~d) mantener el interfuncionamiento a escala mundial;

~~d~~e) permitir flexibilidad regional en base a una planificación regional coordinada;

~~e~~f) ~~ser aplicable al menos hasta el año 2020~~apoyar los ciclos de planificación de la inversión en infraestructura;~~ y~~

g) ser objeto de revisiones periódicas; y

~~f~~h) tener en cuenta los aspectos económicos, operacionales y técnicos.

3. Consideraciones

3.1 Generalidades

Las siguientes consideraciones se basan en la hipótesis de que se dispone del requisito operacional y el compromiso necesarios y que se realizarán las gestiones oportunas.

3.2 Consideraciones relativas al ILS

a) Existe ~~el~~un riesgo limitado de que las operaciones ILS de Categorías II o III no puedan mantenerse en forma segura en determinados lugares;

b) para los receptores ILS se han implantado las normas de inmunidad a la interferencia que figuran en el Anexo 10, Volumen I, Capítulo 3, 3.1.4~~, contiene normas de inmunidad a la interferencia para receptores ILS~~;

c) en algunas regiones, la expansión de los servicios ILS se ve limitada por la disponibilidad de canales (40 canales ILS/DME apareados);

~~d) muchas instalaciones terrestres ILS con muchos años de servicio deberán ser remplazadas; y~~

~~e~~d) en la mayor parte del mundo puede mantenerse el ILS durante el futuro previsible~~.~~;

e) debido a consideraciones de costos y eficiencia, algunos Estados racionalizan parte de su infraestructura ILS en aeropuertos de Categoría I que tienen poco uso; y

f) basándose en consideraciones de usuarios y equipo, las aproximaciones basadas en el GNSS que ofrecen guía de trayectoria lateral y vertical pueden constituir una opción económica cuando se considera introducir el servicio de aproximación de Categoría I o al reemplazar o eliminar un ILS existente.

3.3 Consideraciones relativas al MLS

a) El MLS de Categoría ~~I~~III se encuentra en servicio;

~~b) el equipo terrestre con capacidad para las operaciones de Categoría II ya está certificado. La certificación del equipo terrestre y de a bordo para la Categoría IIIB está en curso y se prevé que se completará durante el período 2004-2005; y~~

~~e~~b) se ~~prevé implantar~~ ha implantado el MLS en localidades específicas para mejorar la utilización de las pistas en condiciones de escasa visibilidad~~.~~; y

c) es improbable que se implante el MLS en otras localidades.

3.4 Consideraciones relativas al GNSS

a) Existen normas y métodos recomendados (SARPS) para el GNSS con aumentación para APV y aproximaciones de precisión de la Categoría I;

~~b) se están elaborando SARPS para el sistema de aumentación regional basado en tierra (GRAS) para operaciones APV;~~

~~e~~b) el GNSS con sistema de aumentación basado en satélites (SBAS) para operaciones de APV y de aproximación de precisión de Categoría I ya se encuentra en servicio~~ en algunas regiones del mundo~~;

~~d~~c) ~~se prevé que~~ el GNSS con el sistema de aumentación basado en tierra (GBAS), para operaciones de aproximación de precisión de Categoría I, ~~entrará~~ya se encuentra en servicio~~ antes de 2006~~;

~~e~~d) ~~no~~ se prevé que un ~~GNSS~~ GBAS aceptado internacionalmente~~ con aumentación, según sea necesario, pueda estar~~esté disponible para las operaciones de Categorías II y III~~ antes de 2010-2015~~entre 2018 y 2020;

e) los avances en el desarrollo del GNSS de constelaciones múltiples de frecuencia doble (DFMC) mejorarán la actuación de las aumentaciones GNSS y habilitarán capacidades operacionales nuevas para 2025;

f) los problemas técnicos y operacionales relacionados con las operaciones de aproximación, aterrizaje y salida mediante GNSS, tales como las vulnerabilidades derivadas de la propagación ionosférica y la interferencia de radiofrecuencias, deben ~~resolverse~~atenderse oportunamente; y

g) los problemas ~~institucionales~~ relacionados con ~~las operaciones de aproximación, aterrizaje y salida mediante~~ el GNSS DFMC deben ~~resolverse~~atenderse oportunamente.

3.5 Consideraciones sobre la capacidad multimodal de a bordo para la aproximación y el aterrizaje

Para que pueda adoptarse esa estrategia, es necesaria una capacidad multimodal de a bordo para la aproximación y el aterrizaje y se prevé que estará disponible.

3.6 Otras consideraciones

a) Existe una demanda creciente para operaciones de Categorías II y/o III en algunas áreas;

b) el GNSS puede ofrecer beneficios operacionales únicos para operaciones con escasa visibilidad, incluyendo nuevos procedimientos, requisitos flexibles en materia de emplazamiento y suministro de guía en la superficie de los aeropuertos;

c) se considera que solamente los tres sistemas normalizados (ILS, MLS y GNSS con aumentación cuando corresponda) desempeñan una función ~~importante~~ en apoyo de las operaciones todo tiempo. La utilización de colimadores de pilotaje conjuntamente con sistemas de visión ampliada ~~o~~y sintética puede proporcionar beneficios operacionales;

d) una consecuencia de la estrategia mundial reside en que no habrá una transición rápida o completa del ILS ~~a los nuevos sistemas, tales como el~~ al GNSS o el MLS. En consecuencia, resulta esencial para la implantación de la estrategia que se proteja en forma adecuada el espectro de radiofrecuencias utilizado por todos estos sistemas;

~~e) es preferible efectuar, en la medida de lo posible, una transición directamente del ILS al GNSS. No obstante, en algunos Estados, acaso no sea posible realizar esta transición sin perder el nivel actual de operaciones de Categorías II o III;~~

~~f~~e) ~~en la medida en que algunos usuarios de una pista determinada continúen dependiendo del ILS,~~ los posibles beneficios operacionales derivados de la introducción de nuevos sistemas de aterrizaje podrían verse limitados por las restricciones ~~de las operaciones~~del equipo de aeronave con sistemas mixtos;

~~g~~f) algunas operaciones APV se pueden realizar utilizando el GNSS con aumentación si es necesario o guía vertical barométrica, y el GNSS con guía lateral ABAS ~~o guía lateral DME/DME RNAV~~; ~~y~~

~~h~~g) las operaciones APV proporcionan mayor seguridad y, generalmente, mínimas operacionales inferiores en comparación con las aproximaciones que no son de precisión~~.~~;

h) debería ofrecerse una redundancia apropiada cuando se retiren las ayudas terrestres para la navegación; y

i) la racionalización debería ser parte de una estrategia nacional o regional sobre las ayudas terrestres para la navegación; en el Adjunto H figura orientación.

4. Estrategia

Basándose en las consideraciones anteriores, la necesidad de consultar a los explotadores de aeronaves, a los explotadores de aeropuertos y a las organizaciones internacionales, y de garantizar la seguridad, la eficiencia y la rentabilidad de las soluciones propuestas, la estrategia mundial es la siguiente:

a) continuar las operaciones ILS con el máximo nivel de servicio mientras sean aceptables desde el punto de vista operacional y económicamente ventajosas~~ para asegurar que no se niegue el acceso a los aeropuertos a las aeronaves equipadas únicamente con ILS~~;

b) ~~implantar el~~ continuar las operaciones MLS cuando se requiera desde el punto de vista operacional y sea económicamente ventajoso;

c) implantar el GNSS con aumentación (es decir, ABAS, SBAS, GBAS) para las operaciones APV y de~~ Categoría I~~ aproximación de precisión cuando se requiera desde el punto de vista operacional y sea económicamente ventajoso~~, asegurando al mismo tiempo que se traten y resuelvan los problemas relacionados con la propagación ionosférica en las regiones ecuatoriales~~;

d) promover el desarrollo y la utilización continuos de una capacidad multimodal de a bordo para la aproximación y el aterrizaje;

e) promover las operaciones APV, en particular las que utilizan guía vertical GNSS, para fortalecer la seguridad y el acceso; y

~~f) identificar y resolver problemas respecto de la viabilidad operacional y técnica para el GNSS con sistema de aumentación basado en tierra (GBAS) y dar soporte a las operaciones de Categorías II y III. Implantar el GNSS para las operaciones de Categorías II y III en los casos en que se requiera desde el punto de vista operacional y sea económicamente ventajoso; y~~

~~g~~f) permitir que cada región desarrolle una estrategia de implantación para estos sistemas acorde con ~~la~~ esta estrategia mundial.

ADJUNTO C. INFORMACIÓN Y TEXTO DE ORIENTACIÓN SOBRE LA APLICACIÓN DE LAS NORMAS Y MÉTODOS RECOMENDADOS PARA ILS, VOR, PAR, RADIOBALIZAS DE 75 MHz (EN RUTA), NDB Y DME

. . .

2. Texto referente a las instalaciones ILS

2.1 Objetivos de índole operacional, objetivos relativos a proyecto y mantenimiento, y definiciones de la estructura del ~~rumbo~~ curso para las diferentes categorías de actuación de las instalaciones

. . .

2.1.9 *Interferencia en el ILS de trayectos múltiples*

~~*Nota.— En este texto de orientación no se considera la forma en que las nuevas aeronaves de gran tamaño afectan a las magnitudes de las áreas críticas y sensibles. El texto se está actualizando para tener en cuenta el efecto de estas aeronaves en las áreas críticas y sensibles, y de los cambios considerables en los aeropuertos y el entorno operacional que han tenido lugar desde que se elaboró por primera vez. Se insta a los Estados a ejercer prudencia al aplicar los ejemplos descritos a continuación, ya que en ellos no se consideran algunos factores que repercuten en la calidad de la señal en el espacio.*~~

Nota 1.— Este texto de orientación refleja la manera en que los nuevos aviones de mayor tamaño (NLA) pueden repercutir en las dimensiones de las áreas críticas y sensibles del ILS. También documenta las prácticas técnicas establecidas para determinar las dimensiones de las áreas críticas y sensibles, proporciona una descripción de las ventajas y desventajas operacionales conexas y da ejemplos indicativos de las dimensiones resultantes de las áreas. Sin embargo, en la práctica podría ser necesario determinar las dimensiones de las áreas críticas y sensibles en un aeródromo mediante evaluaciones específicas en ese aeródromo.

Nota 2.— Este texto de orientación no tiene por objeto crear la necesidad de revisar las dimensiones establecidas de las áreas críticas y sensibles que han demostrado ser satisfactorias en un aeródromo en particular, a menos que el entorno operacional haya evolucionado significativamente (como, por ejemplo, mediante la introducción de operaciones de NLA en el aeródromo o la construcción de edificios nuevos) o la instalación ILS haya cambiado de manera que pueda afectar a las dimensiones de las áreas.

2.1.9.1 ~~La interferencia a las señales del ILS depende de todo el medio ambiente alrededor de las antenas ILS y de las características de estas antenas. Cualquier objeto de grandes dimensiones, incluso vehículos u objetos fijos tales como edificios que se encuentren en la cobertura de la señal radiada podrán ocasionar interferencia por trayectos múltiples a la estructura del rumbo y trayectoria ILS. El emplazamiento y tamaño de los objetos fijos reflectantes y de los edificios, junto con las características direccionales de las antenas, determinarán la calidad estática de la estructura del rumbo o de la trayectoria, sea por la Categoría I, II o III. Los objetos móviles pueden deteriorar esta estructura hasta tal punto que ésta resulte inaceptable. Es necesario definir y señalar las áreas en las que posiblemente las interferencias puedan causar tales deterioros. Para poder formular criterios de zonificación que sirvan para proteger ciertas áreas, éstas pueden subdividirse en las dos categorías de áreas críticas y áreas sensibles:~~ *Efectos del entorno del ILS.* Grandes objetos reflectantes, se trate de objetos fijos o de vehículos, incluidas las aeronaves, dentro del volumen de cobertura del ILS pueden ocasionar degradación de la señal en el espacio, por medio del bloqueo de señales o interferencia de trayectos múltiples, con la

consecuencia de que es posible que se excedan las tolerancias de la señal en el espacio definidas en el Capítulo 3, 3.1. La cantidad de degradación es una función del emplazamiento, la dimensión y la orientación de las superficies reflectantes y de las características de la antena ILS. El objetivo de identificar las áreas críticas y sensibles (véase 2.1.9.2) y de los procedimientos de gestión conexos es impedir que se produzca dicha degradación y garantizar que la aeronave que utiliza el ILS pueda confiar en que la señal en el espacio reúne los requisitos del Capítulo 3, 3.1.

2.1.9.2 *Áreas críticas y sensibles del ILS.* Los Estados difieren en la manera en que eligen identificar las áreas de protección del ILS. Las prácticas también difieren en cuanto a cómo se manejan las restricciones del movimiento de vehículos. Un método consiste en identificar las áreas críticas y sensibles de la manera siguiente:

a) el área crítica ILS es un área de dimensiones definidas que rodea a las antenas del localizador y de la trayectoria de planeo en la cual se excluye la entrada y circulación de vehículos, incluso aeronaves, durante las operaciones ILS. Se protege el área crítica debido a que la presencia dentro de sus límites de vehículos y/o aeronaves ocasionaría perturbaciones inaceptables de la señal en el espacio ILS;

b) el área sensible ILS es un área ~~que se extiende más allá del área crítica~~ en la cual se controla el ~~establecimiento~~ estacionamiento y/o movimiento de vehículos, incluso aeronaves, para evitar la posibilidad de que ocurra interferencia inaceptable a la señal ILS durante las operaciones ILS. Se protege el área sensible para evitar la interferencia proveniente de grandes objetos en movimiento fuera del área crítica pero que normalmente estén dentro de los límites del aeródromo.

Nota 1.— ~~La finalidad de definir las áreas críticas y sensibles es proporcionar protección adecuada al ILS. En diversos Estados puede ser distinta la forma de aplicar esta terminología.~~ En algunos Estados se utiliza la expresión ''área crítica'' para describir ~~la misma área que aquí se denomina área sensible~~ un área que combina las áreas críticas y sensibles identificadas en este texto de orientación. En casos en que el área crítica se superpone a las áreas operacionales, se requieren procedimientos operacionales específicos de gestión para garantizar la protección de las aeronaves que utilizan el ILS para la interceptación y la guía de aproximación final.

Nota 2.— Se espera que en aquellos lugares en que el ILS y el MLS tengan emplazamiento común, el MLS podría estar emplazado dentro de las áreas críticas del ILS de conformidad con los textos de orientación del Adjunto G, 4.1.

Nota editorial.— Suprímanse las actuales secciones 2.1.9.2 a 2.1.9.5.1 y las Figuras C-3A, C-3B, C-4A y C4-B y *reemplácense* por el nuevo texto siguiente:

2.1.9.3 *La lógica de las áreas críticas y sensibles desde los puntos de vista técnico y operacional.* Idealmente, el área crítica es obligatoria durante todas las operaciones ILS para dar protección hasta por lo menos la altura de decisión de Categoría I. Una perturbación en el área crítica repercutiría normalmente en todas las aeronaves que utilizan la señal ILS en un momento determinado (durante la totalidad de la aproximación). El área crítica se protege comúnmente por medio de límites marcados, restringiendo el acceso al área o mediante procedimientos cuando existen superposiciones con las áreas operacionales. Desde el punto de vista operacional, el área sensible protegería, idealmente, las operaciones de las aeronaves desde por lo menos la altura de decisión de Categoría I hasta la pista y se activaría durante condiciones de mala visibilidad únicamente (p.ej., Categoría II y III). Una perturbación en el área sensible normalmente sería de naturaleza transitoria y produciría una perturbación local que afectaría únicamente a

una sola aeronave. Sin embargo, en muchos emplazamientos, puede resultar imposible lograr esta situación ideal y se requerirán las medidas técnicas y operacionales de mitigación que correspondan.

*Nota.— En el documento EUR DOC 013 de la OACI, "*European Guidance Material on All Weather Operations at Aerodromes*", figura orientación sobre los procedimientos operacionales para la protección de las áreas críticas y sensibles.*

2.1.9.4 *Determinación técnica de las dimensiones de las áreas críticas y sensibles.* Las áreas críticas y sensibles se calculan normalmente en la etapa de planificación, antes de la instalación del ILS, utilizando la simulación por computadora. Se emplea un proceso similar cuando hay cambios en la instalación o en el entorno. Al utilizar las simulaciones por computadora, es necesario asignar al área crítica o al área sensible una protección de las partes individuales de la aproximación. Es conveniente asegurarse de que las áreas críticas y sensibles combinadas protejan la totalidad de la aproximación. Sin embargo, tal vez esto no sea posible en todos los casos. Además, si se aplica la lógica de 2.1.9.3, esto puede llevar a crear áreas críticas restrictivamente grandes. Algunos Estados han encontrado que es posible llegar a un término medio razonable utilizando una lógica diferente, mediante la cual el área crítica protege el tramo que va del límite de cobertura hasta 2 NM desde el umbral de la pista, en tanto que el área sensible protege la aproximación desde 2 NM hasta la pista. En este caso, existirá un área sensible de Categoría I que puede requerir medidas operacionales de mitigación. Dependiendo del entorno operacional (como la sincronización entre la aeronave delantera que realiza el rodamiento sobre la pista después del aterrizaje y la aeronave que le sigue y que realiza la aproximación final), es posible que no se requieran medidas particulares. No existe necesariamente una relación directa entre la asignación de la aproximación, que se utiliza en las simulaciones para determinar las áreas críticas y sensibles, y la gestión operacional de las mismas. Es responsabilidad de los Estados definir las áreas pertinentes. Si es necesario aplicar diferentes criterios de aceptación de las perturbaciones o diferentes protecciones del tramo de vuelo, éstos deben validarse por medio del análisis de la seguridad operacional. En este análisis deben tenerse en cuenta todos los factores pertinentes, así como la configuración del aeródromo, la densidad del tráfico y toda cuestión operacional o restricción de la capacidad.

2.1.9.5 *Factores que repercuten en las dimensiones de las áreas críticas y sensibles.* Las antenas del localizador y de la trayectoria de planeo con diagramas de irradiación optimizados, especialmente en combinación con transmisores de dos frecuencias, pueden ser muy eficaces para reducir la posibilidad de perturbación de la señal y, por lo tanto, las dimensiones de las áreas críticas y sensibles. Otros factores que afectan a las dimensiones de las áreas son la categoría de la operación de aproximación y de aterrizaje que deben apoyar, la cantidad de perturbación estática, los emplazamientos, los tamaños y orientaciones de las aeronaves y otros vehículos (en particular de sus superficies verticales), la configuración de las pistas y las calles de rodaje y los emplazamientos de las antenas. En particular, deben determinarse las alturas máximas de las superficies verticales de cola de las aeronaves que es posible encontrar, junto con todas las orientaciones posibles en un emplazamiento determinado, que incluso pueden comprender las orientaciones no paralelas y no perpendiculares a la pista. Aunque las áreas críticas y sensibles se evalúan en un contexto bidimensional (horizontal), en realidad la protección debería extenderse a volúmenes, ya que las aeronaves, al salir, y/o los helicópteros/aeronaves, al maniobrar, también pueden ocasionar perturbaciones en las señales del ILS. Los perfiles verticales de los volúmenes de protección dependen de los diagramas verticales de las redes de transmisión.

2.1.9.6 *Asignación del presupuesto de error de multitrayectos*. Es conveniente considerar las perturbaciones ocasionadas por objetos móviles, como las aeronaves y otros vehículos, de manera independiente a las perturbaciones estáticas ocasionadas por objetos fijos, como los edificios y el terreno. Una vez que se conoce el multitrayecto estático, el resto puede asignarse a perturbaciones dinámicas. Si las mediciones indican que el multitrayecto estático real es significativamente distinto del que se supuso para las simulaciones, es posible que se requiera revisar la asignación. En la

mayoría de los casos, la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las perturbaciones debidas a los objetos fijos y móviles es una representación estadísticamente más válida de la perturbación total que la suma algebraica. Por ejemplo, un límite de ±5µA para la estructura del curso del localizador se respetaría con ±3µA de perturbación debida a objetos estáticos y un margen de ±4µA para los objetos dinámicos:

$$\sqrt{(3\mu A)^2 + (4\mu A)^2} = 5\mu\text{A}$$

2.1.9.7 *Estudio del sitio y simulaciones por computadora*. Normalmente, se lleva a cabo un estudio específico del sitio para una instalación aeroportuaria en particular. En el estudio se tendrán en cuenta diferentes hipótesis para el entorno de multitrayectos estáticos, la topografía aeroportuaria, los tipos y alturas efectivas de las antenas del ILS y las orientaciones de las aeronaves que realizan maniobras, por ejemplo, cruces de pistas, virajes de 180° en el umbral u orientaciones de espera que no sean paralelas o perpendiculares. Se pueden utilizar modelos de simulación para calcular el emplazamiento, la magnitud y la duración probables de las perturbaciones del ILS ocasionadas por objetos, ya sea por estructuras o por aeronaves de tamaños y orientaciones diferentes en emplazamientos distintos. Los proveedores de servicios de navegación aérea (ANSP) necesitarán garantizar que los modelos de simulación empleados se hayan validado por medio de la comparación directa con las mediciones en tierra y en vuelo para una diversidad de situaciones y entornos específicos, y que la aplicación subsiguiente de dichos modelos la lleve a cabo el personal con conocimientos y criterios técnicos apropiados que les permitan tener en cuenta las hipótesis y las limitaciones de aplicar dichos modelos a entornos específicos de multitrayectos.

2.1.9.8 *Cambios en el entorno aeroportuario.* En caso de que cambios importantes en el entorno aeroportuario ocasionen un aumento de las perturbaciones estáticas del localizador y/o de la trayectoria de planeo, puede ser necesario redefinir las dimensiones de las áreas críticas y sensibles, lo cual puede tener un impacto en la eficiencia o capacidad del aeropuerto. Esto es particularmente importante al considerar el emplazamiento, dimensiones y orientación de los edificios nuevos propuestos dentro o fuera de los límites del aeropuerto. Se recomienda aplicar criterios de protección convenientes para salvaguardar las operaciones del ILS.

Nota.— El documento EUR DOC 015 de la OACI "European Guidance Material on Managing Building Restricted Areas" *contiene ejemplos a título de orientación.*

2.1.9.9 *Ejemplos típicos de áreas críticas y sensibles.* Las Figuras C-3 y C-4 (incluidas las Tablas C-1, C-2A, C-2B conexas) contienen ejemplos de áreas críticas y sensibles para diferentes clases de vehículos/alturas de aeronave y varios tipos de antenas de localizador y de trayectoria de planeo. El cálculo de estos ejemplos se llevó a cabo con un modelo de simulación empleando un método exacto de resolución de ecuaciones de propagación del ILS que se aplicó a un modelo tridimensional de aeronaves correspondientes. Las dimensiones se basan en el supuesto de un terreno plano, una trayectoria de planeo de 3,0°, asignaciones del 60% de tolerancias aplicables para un multitrayecto estático y 80% para un multitrayecto dinámico, una aeronave que se aproxima a 105 nudos, es decir, con un filtro de paso bajo de 2,1 rad/s y un diagrama de antena receptora omnidireccional. En los ejemplos se consideran orientaciones típicas de superficies reflectantes de aeronaves/vehículos terrestres grandes en operaciones de rodaje y espera y que realizan maniobras. Las alturas de la cola para vehículos terrestres/aeronaves pequeñas y categorías de aeronaves medianas, grandes y muy grandes corresponden a las claves de referencia de aeródromo A, B/C, D/E y F, respectivamente, del Anexo 14, como se especifica en la Circular de asesoramiento 150/5300-13 de la FAA. En caso de duda sobre la categoría a la que pertenece una aeronave para los fines de la evaluación de las áreas críticas y sensibles, la altura de la cola será la característica determinante.

2.1.9.9.1 *Propósito y aplicación correcta de ejemplos típicos.* Como pocas veces una instalación real se ajusta exactamente a las hipótesis que se emplearon en estos ejemplos, se requerirá hacer una adaptación a las condiciones locales. Los ejemplos sirven para dar una idea aproximativa del orden de magnitud de las dimensiones de las áreas críticas y sensibles, lo que depende de cuánto difieren las condiciones locales de las hipótesis empleadas en estos ejemplos. Las tablas de ejemplo también pueden utilizarse para evaluar las herramientas empleadas en las simulaciones utilizando las hipótesis enumeradas. En muchas instalaciones, los aeropuertos han establecido áreas críticas y sensibles que difieren de las enumeradas en estos ejemplos, por medio de una combinación de optimizaciones técnicas ulteriores, medidas operacionales de mitigación, experiencias y evaluaciones de la seguridad operacional que se aplican al entorno operacional concreto. En el caso de nuevos proyectos de construcción de aeropuertos, posibles conflictos de las áreas que se proporcionan aquí como ejemplo con los usos operacionales previstos exigirán evaluaciones ulteriores y posiblemente la implantación de sistemas de antena ILS más avanzados, por ejemplo, antenas del localizador de apertura más grande, incluidos diseños avanzados como los sistemas de antena de apertura muy grande. En los ejemplos típicos que se proporcionan aquí no se tienen en cuenta dichos sistemas optimizados específicos. Las tablas difieren ligeramente entre el localizador y la trayectoria de planeo dependiendo de qué tan diferentes sean las orientaciones de las aeronaves que se consideren. Estos detalles se explican en las notas de las Tablas C-1 (nota 9), C-2A y C-2B (nota 8). Según estas notas, en algunos casos de trayectoria de planeo será preciso agregar la mitad de la envergadura alar para que ninguna parte de la aeronave ingrese en las áreas críticas o sensibles.

2.1.9.9.2 *Límites de las hipótesis de los multitrayectos empleados en las simulaciones.* La asignación de 60% para el multitrayecto estático y 80% para el dinámico empleados en 2.1.9.6 constituye un enfoque conservador apropiado en emplazamientos donde coinciden los dos tipos de multitrayectos. Puede resultar apropiada una asignación distinta para la trayectoria de planeo, en especial en el caso de terreno plano, ya que en este caso, el multitrayecto estático será muy pequeño. En emplazamientos donde el multitrayecto estático y el dinámico no coinciden, en virtud de la disposición específica del aeropuerto, el trayecto dinámico puede absorber toda la tolerancia. Una herramienta de simulación capaz de modelar el entorno completo (fuentes estáticas y dinámicas de reflexión) y calcular el efecto combinado puede permitir que se evite la necesidad de aplicar la aproximación de la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados. Esto puede llevar a una optimización de las dimensiones de las áreas críticas y/o sensibles.

2.1.9.9.3 *Asignaciones de protección del tramo de vuelo empleadas en los ejemplos de las simulaciones.* En los ejemplos de la Figura C-3 para el localizador se utiliza un punto de transición de 2 NM, como se describe en 2.1.9.4. En los ejemplos de la Figura C-4 para la trayectoria de planeo se utiliza un punto de transición de 0,6 NM (que corresponde a la altura de decisión de Categoría I). Dependiendo de las operaciones locales, es posible que resulten más convenientes otros puntos de transición.

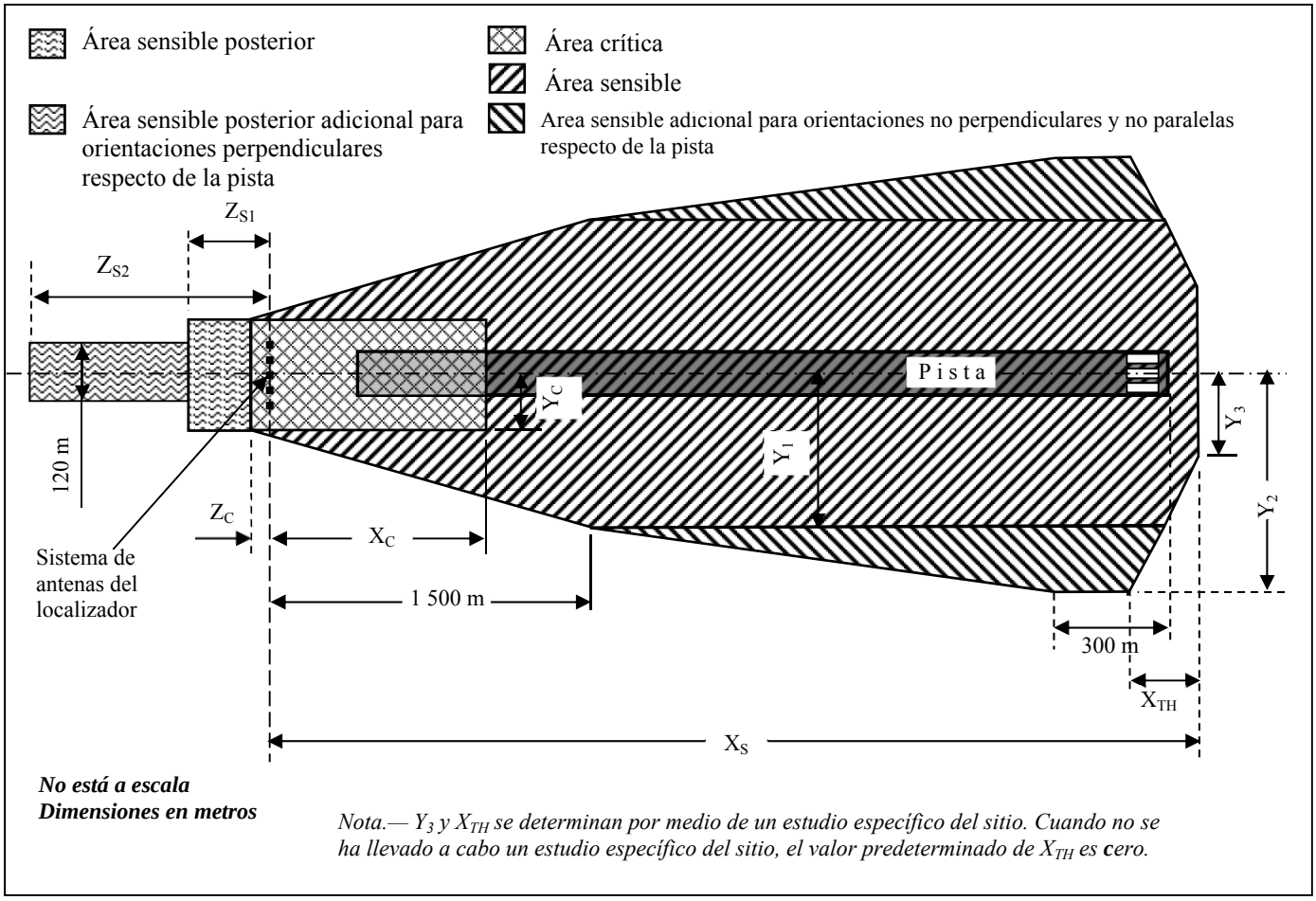


Figura C-3. Ejemplo de dimensiones de las áreas críticas y sensibles del localizador (los valores figuran a continuación en la Tabla C-1 conexa)

Tabla C-1. Dimensiones típicas de las áreas críticas y sensibles del localizador

Altura de la aeronave/vehículo	H ≤ 6 m (véase la Nota 1) Vehículo terrestre			6 m < H ≤ 14 m Aeronave mediana			14 m < H ≤ 20 m Aeronave grande		20 m < H ≤ 25 m Aeronave muy grande	
Apertura de antena (véase la Nota 3)	Pequeño	Mediano	Grande	Pequeña	Mediana	Grande	Mediana	Grande	Mediana	Grande
Área crítica CAT I X_C	180 m	65 m	45 m	360 m	200 m	150 m	500 m	410m	660 m	580 m
Z_C	10 m	10 m	10 m	35 m	35 m	35 m	50 m	50 m	60 m	60 m
(Véase la Nota 10) Y_C	50 m	15 m	20 m	110 m	25 m	25 m	50 m	30 m	55 m	40 m
Área sensible CAT I X_S	200 m	No hay área sensible		500 m	No hay área sensible		No hay área sensible		1 300 m	1 100 m
Y_1	40 m			90 m					90 m	50 m
Y_2	40 m			90 m					90 m	50 m
Z_{S1}	15 m			35 m					60 m	60 m
(Véase la Nota 7) Z_{S2}	15 m			35 m					60 m	60 m

Altura de la aeronave/vehículo	H ≤ 6 m (véase la Nota 1) Vehículo terrestre		6 m < H ≤ 14 m Aeronave mediana		14 m < H ≤ 20 m Aeronave grande		20 m < H ≤ 25 m Aeronave muy grande	
Apertura de antena (véase la Nota 3)	Mediano	Grande	Mediana	Grande	Mediana	Grande	Mediana	Grande
Área crítica CAT II X_C	75 m	55 m	200 m	200 m	500 m	475 m	750 m	675 m
Z_C	10 m	10 m	35 m	35 m	50 m	50 m	60 m	60 m
(Véase la Nota 10) Y_C	15 m	20 m	25 m	25 m	50 m	30 m	70 m	50 m
Área sensible CAT II X_S	75 m	No hay área sensible	500 m	No hay área sensible	2 100 m	1 400 m	Distancia del localizador al umbral	Distancia del localizador al umbral
Y_1	15 m		50 m		125 m × K	60 m × K	180 m × K	100 m × K
Y_2	15 m		50 m		125 m × K	60 m × K	180 m × K	125 m × K
Z_{S1}	15 m	15 m	35 m	35 m	60 m	60 m	70 m	70 m
(Véase la Nota 7) Z_{S2}	15 m	15 m	45 m	45 m	160 m	160 m	250 m	250 m

Altura de la aeronave/vehículo	H ≤ 6 m (véase la Nota 1) Vehículo terrestre		6 m < H ≤ 14 m Aeronave mediana		14 m < H ≤ 20 m Aeronave grande		20 m < H ≤ 25 m Aeronave muy grande	
Apertura de antena (véase la Nota 3)	Mediano	Grande	Mediana	Grande	Mediana	Grande	Mediana	Grande
Área crítica CAT III X_C	75 m	55 m	200 m	200 m	500 m	475 m	750 m	675 m
Z_C	10 m	10 m	35 m	35 m	50 m	50 m	60 m	60 m

(Véase la Nota 10) Y_C	15 m	20 m	25 m	25 m	50 m	30 m	70 m	50 m
Área sensible CAT III X_S	100 m	No hay área sensible	900 m	No hay área sensible	3 100 m	3 100 m	Distancia del localizador al umbral	Distancia del localizador al umbral
Y_1	15 m		50 m		140 m × K	120 m × K	180 m × K	150 m × K
Y_2	15 m		50 m		160 m × K	120 m × K	260 m × K	180 m × K
Z_{S1}	15 m	15 m	35 m	35 m	60 m	60 m	70 m	70 m
(Véase la Nota 7) Z_{S2}	15 m	15 m	45 m	45 m	160 m	160 m	250 m	250 m

Notas:

1. *En el caso de vehículos de menos de 2,5 m de altura, Z_C = 3 m, suponiendo una relación anterior/posterior de 23 dB para la antena transmisora para las señales de curso y de margen.*
2. *En el caso de sistemas con antenas de comprobación del campo cercano, los vehículos no deben transitar entre las antenas de comprobación y la antena transmisora.*
3. *Apertura pequeña: 11 elementos o menos. Apertura mediana: 12 a 15 elementos. Apertura grande: 16 elementos o más. Las simulaciones se realizaron utilizando un sistema de 12 elementos, instalado normalmente para casos de apertura media, y de 20 elementos, instalado normalmente para casos de apertura grande. Se supone que las operaciones de Categoría II/III no se realizan en pistas equipadas con localizadores de apertura pequeña, y que en dichas pistas no operan aeronaves tan grandes como las 747.*
4. *Para sistemas de antenas del localizador que tienen una altura muy baja, se necesitará un área crítica adicional en virtud de la mayor atenuación de la señal directa a bajos ángulos verticales.*
5. *Con un estudio específico para un aeropuerto en particular, que considere orientaciones realistas, un entorno de multitrayectos estáticos, la topografía del aeropuerto y el tipo de antenas ILS, pueden definirse diferentes áreas críticas.*
6. $K = \sqrt{\dfrac{\text{Distancia del localizador al umbral}}{3300\ m}}$
7. *Las dimensiones posteriores de las áreas sensibles pueden cambiarse según los resultados del estudio específico considerando las características del diagrama de antena disponible. Se parte del supuesto de que se trata de un sistema direccional con una relación anterior/posterior de 23 dB para las señales de curso y de margen.*
8. *El rodaje o la espera de una sola aeronave paralela a la pista no genera señales fuera de tolerancia.*
9. *Los límites de las áreas críticas o de las áreas sensibles posteriores se aplican a todo el eje longitudinal (cola y fuselaje) de las aeronaves interferentes. Los límites de las áreas sensibles se aplican sólo a la cola de las aeronaves interferentes.*
10. *La semianchura de las áreas críticas, Yc, debería exceder lateralmente (a ambos lados) la dimensión física real del sistema de antenas del localizador en por lo menos 10 m en su posición entre el sistema de antenas del localizador y el extremo de parada de la pista.*

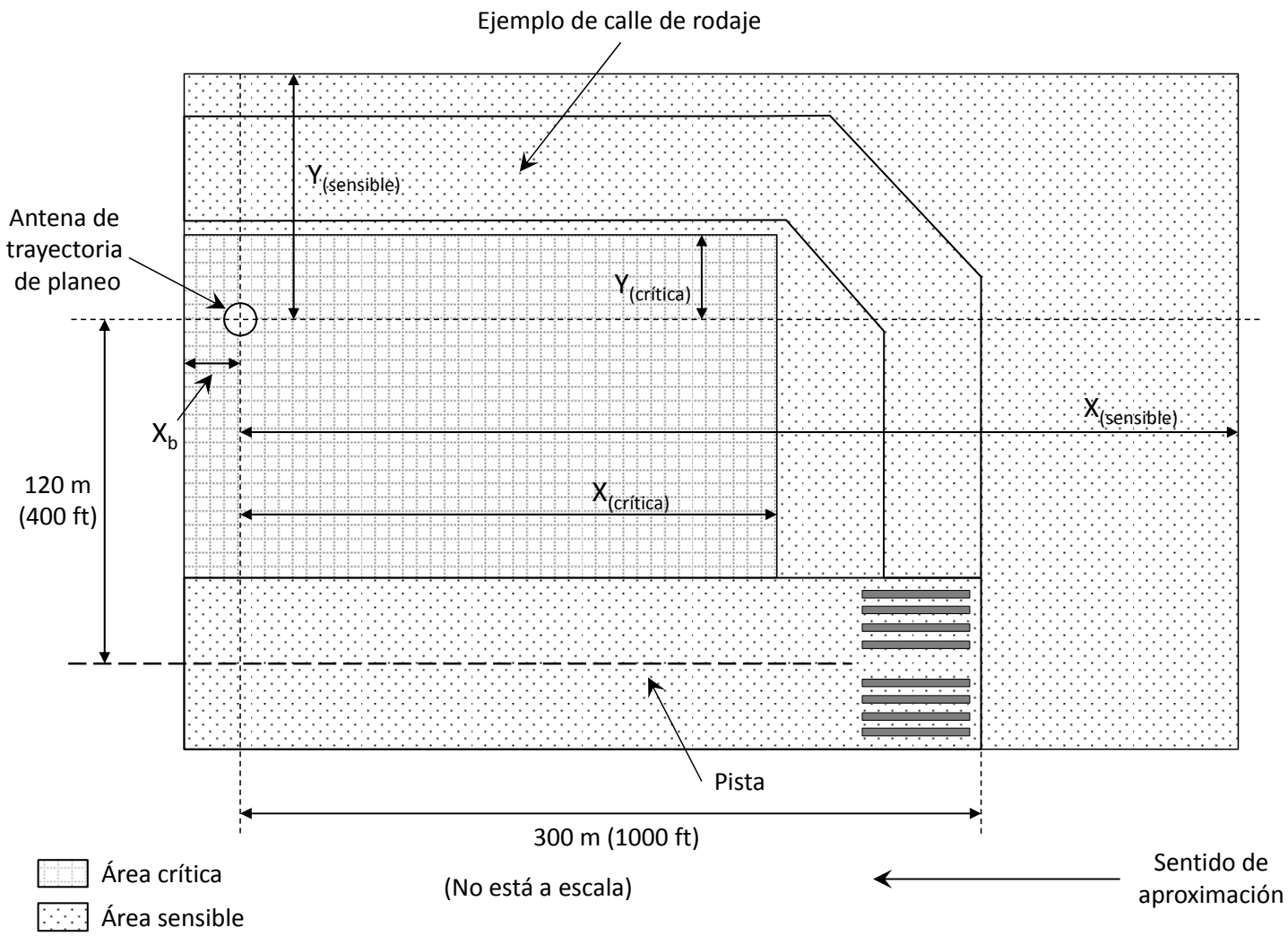


Figura C-4. Ejemplo de dimensiones de las áreas críticas y sensibles de la trayectoria de planeo (los valores figuran a continuación en la Tabla C-2A conexa)

Tabla C-2A. Ejemplo de dimensiones de las áreas críticas y sensibles de la trayectoria de planeo para orientaciones paralelas y perpendiculares

Altura de la aeronave/vehículo	Vehículo terrestre $H \leq 6$ m		Aeronave mediana $6 \text{ m} < H \leq 14$ m		Aeronave grande $14 \text{ m} < H \leq 20$ m		Aeronave muy grande $20 \text{ m} < H \leq 25$ m	
Tipo de trayectoria de planeo	Arreglo M	Referencia cero	Arreglo M	Referencia cero	Arreglo M	Referencia cero	Arreglo M	Referencia cero
Área crítica CAT I								
X	299 m	191 m	329 m	829 m	467 m	1 117 m	610 m	1 360 m
Y	29 m	29 m	20 m	20 m	22 m	22 m	15 m	15 m
Área sensible CAT I								
X	299 m	399 m	279 m	529 m	417 m	717 m	510 m	760 m
Y	29 m	15 m	20 m	20 m	22 m	16 m	15 m	15 m
Área crítica CAT II/III								
X	299 m	449 m	329 m	829 m	567 m	1 267 m	660 m	1 410 m
Y	29 m	29 m	20 m	20 m	22 m	22 m	15 m	15 m
Área sensible CAT II/III								
X	299 m	449 m	429 m	629 m	517 m	767 m	560 m	1 010 m
Y	29 m	29 m	20 m	20 m	22 m	22 m	15 m	15 m

Tabla C-2B. Ejemplo de dimensiones de las áreas críticas y sensibles de la trayectoria de planeo para otras orientaciones

Altura de la aeronave/vehículo	Vehículo terrestre $H \leq 6$ m		Aeronave mediana $6 \text{ m} < H \leq 14$ m		Aeronave grande $14 \text{ m} < H \leq 20$ m		Aeronave muy grande $20 \text{ m} < H \leq 25$ m	
Tipo de trayectoria de planeo	Arreglo M	Referencia cero	Arreglo M	Referencia cero	Arreglo M	Referencia cero	Arreglo M	Referencia cero
Área crítica CAT I								
X	298 m	191 m	297 m	829 m	444 m	**1 167 m**	591 m	1 360 m
Y	24 m	15 m	**39 m**	**39 m**	**35 m**	**55 m**	**34 m**	**55 m**
Área sensible CAT I								
X	298 m	394 m	**297 m**	**537 m**	**444 m**	717 m	**541 m**	710 m
Y	24 m	**24 m**	**39 m**	**39 m**	**25 m**	**18 m**	**24 m**	**24 m**
Área crítica CAT II/III								
X	298 m	443 m	**347 m**	829 m	544 m	1 267 m	**672 m**	1 410 m
Y	24 m	25 m	**39 m**	**39 m**	**35 m**	**55 m**	**34 m**	**55 m**
Área sensible CAT II/III								
X	298 m	445 m	297 m	**829 m**	**528 m**	**817 m**	**610 m**	1 010 m
Y	24 m	24 m	**39 m**	**39 m**	**25 m**	**25 m**	**24 m**	**24 m**

Notas:

1. *X_b = 50 m se aplica a las áreas críticas y sensibles sólo para las categorías de aeronaves grandes y muy grandes. En los demás casos, X_b = 0 m.*
2. *La categoría de vehículos terrestres también se aplica a las aeronaves pequeñas. En las simulaciones, se aproximaron estas aeronaves o los vehículos terrestres grandes utilizando un rectángulo (4 m de altura × 12 m de longitud × 3 m de anchura). Dependiendo de las condiciones locales, es posible reducir especialmente las dimensiones de las áreas críticas de Categoría I, de manera que pueda permitirse rodar o circular en la calle de rodaje directamente enfrente de la antena de trayectoria de planeo.*
3. *Se proporcionan tablas por separado (C-2A y C-2B) para orientaciones paralelas/perpendiculares y para otras orientaciones con la finalidad de no penalizar las operaciones paralelas de rodaje. Para derivar las áreas restringidas para el peor de los casos, debe utilizarse el número más grande de entre las dos tablas. Los valores de la Tabla C-2B ("otras orientaciones") que son más grandes que los correspondientes de la Tabla C-2A ("orientaciones paralelas y perpendiculares") se destacan con negritas. Las orientaciones perpendiculares comprendidas en la Tabla C-2A incluyen sólo la orientación en el caso de que la proa de la aeronave apunte hacia la pista. Las orientaciones perpendiculares con la cola de la aeronave apuntando hacia la pista se cubren en la Tabla C-2B. En la Tabla C-2B también se consideran las aeronaves que giran hacia la pista para alinearse a ángulos de 15°, 30°, 45°, 60° y 75°. Las orientaciones que ocasionan las áreas restringidas más grandes (es decir, las peores orientaciones de aeronave entre todas las orientaciones que ocasionan señales fuera de tolerancia) se derivaron basándose en un A380 que utiliza un arreglo M del sistema de antena. Ya que sería excesivo el número de simulaciones que se requiere para cubrir todas las orientaciones posibles para todas los categorías de vehículos para un área grande, es posible que sea necesario verificar el impacto que tienen las orientaciones para el peor de los casos en las áreas críticas y sensibles, teniendo en cuenta la configuración particular de la calle de rodaje.*
4. *Las simulaciones hacen referencia al mástil de la antena de trayectoria de planeo utilizando una distancia perpendicular típica de 120 m con respecto al eje de la pista y una distancia paralela nominal de 300 m a partir del umbral de la pista. Para diferentes desplazamientos antena-pista, es necesario cambiar las áreas críticas y sensibles en consecuencia.*
5. *El borde de la pista más próximo a la antena de trayectoria de planeo define el límite interior del área crítica. El borde de la pista más alejado define el límite interior del área sensible. Es necesario ampliar este límite del área sensible 50 m adicionales en el lado opuesto de la pista (comenzando a partir del eje de la pista) para categorías de aeronaves grandes y muy grandes al utilizar una antena de referencia cero.*
6. *Dependiendo de las opciones de simulación (punto de transición), el área crítica puede ser más grande que el área sensible y ejercer un impacto en los procedimientos de gestión conexos.*
7. *De acuerdo con la lógica operacional descrita en 2.1.9.4 (no se requiere una protección de la trayectoria de planeo de Categoría I por debajo de la altura de decisión) y según la observación de que en las Tablas C-1, C-2A y C-2B el área crítica de Categoría I es normalmente igual o mayor que el área sensible, es posible que no sea necesario proteger el área sensible de Categoría I.*
8. *Los límites de las áreas críticas y sensibles se aplican a la aeronave completa (la totalidad del fuselaje y las alas).*

Nota editorial.— Fin del texto nuevo. *Vuélvanse a numerar* las actuales Tablas C-1 a C-9 como Tablas C-3 a C-11.

7.2 Texto de orientación relativo únicamente al DME/N

. . .

7.2.3 *DME-DME RNAV*

. . .

7.2.3.3 Los errores en los emplazamientos de instalaciones DME publicados originarán errores en la posición RNAV. Por lo tanto, es importante que las posiciones de los DME se levanten correctamente y que se apliquen procedimientos adecuados para garantizar que los datos de los emplazamientos se publiquen en forma correcta. Para las instalaciones DME emplazadas en el mismo lugar que el VOR, la posición de los DME debería levantarse por separado y publicarse si la distancia de separación excede de 30 m (100 ft).

Nota.— ~~En el Anexo 15,~~ ~~Servicios de información aeronáutica,~~ *En los* PANS-AIM *(Doc 10066),* Apéndice 1*, figuran las ~~normas~~ especificaciones relativas a la calidad de los datos y publicación de la información sobre emplazamiento del DME.*

ADJUNTO D. INFORMACIÓN Y TEXTOS DE ORIENTACIÓN PARA LA APLICACIÓN DE LAS NORMAS Y MÉTODOS RECOMENDADOS DEL GNSS

. . .

3. REQUISITOS DE ACTUACIÓN DEL SISTEMA DE NAVEGACIÓN

. . .

3.2 Exactitud

. . .

3.2.7 Se especifica una gama de valores de exactitud en sentido vertical para operaciones de aproximación de precisión de Categoría I que limita los diversos valores que pueden ser apoyados para una operación equivalente al ILS. Diversos grupos han obtenido una serie de valores, utilizando distintas interpretaciones de las normas ILS. Se adoptó el valor más bajo de estos cálculos como valor prudente para el GNSS; este es el valor mínimo dado para la gama de valores. Puesto que este valor es prudente, y porque las características de error del GNSS son distintas a las del ILS, quizás sea posible lograr operaciones de Categoría I utilizando valores superiores de exactitud dentro de esta gama de valores. Los valores superiores llevarían a una disponibilidad mayor para esta operación. El valor máximo en la gama ha sido propuesto como valor conveniente, a reserva de su convalidación.

3.2.7.1 Los requisitos de exactitud del dominio de posición en apoyo de operaciones de aproximación de precisión por debajo de la Categoría I no están definidos en los SARPS. Los tipos de servicio GBAS previstos para dar apoyo a operaciones con mínimos inferiores a los de la Categoría I deben satisfacer como mínimo los requisitos de exactitud de SIS para la Categoría I. Además, se aplican requisitos de exactitud de seudodistancia específicos que se utilizan para evaluar si la actuación es adecuada durante la certificación de aeronaves. Los requisitos adicionales de exactitud de seudodistancia pueden combinarse con el cribado de la geometría con el fin de garantizar que la exactitud del dominio de posición resultante sea la que corresponde para lograr la actuación adecuada de aterrizaje de un diseño de avión determinado. Véase el Adjunto D, 7.5.12.2.

. . .

3.2.9 Los receptores SBAS y GBAS serán más exactos, y su exactitud estará caracterizada en tiempo real mediante receptores que utilizan los modelos de error normal descritos en el Capítulo 3, 3.5, para SBAS y en el Capítulo 3, 3.6, para GBAS.

. . .

Nota 2.— La expresión "receptor GBAS" designa el equipo de aviónica GNSS que satisface como mínimo los requisitos para un receptor GBAS descritos en el Anexo 10, Volumen I, y las especificaciones de ~~RTCA/DO-253[a]~~ los documentos de RTCA que abarcan los tipos de actuación aplicables, enmendadas por ~~TSO-C161 y TSO-C162~~ las TSO de la FAA de los Estados Unidos (o equivalentes).

. . .

3.3 Integridad

. . .

3.3.10 Para el GBAS, se ha elaborado una disposición técnica para difundir el límite de alerta a la aeronave. ~~Las normas GBAS requieren el límite de alerta de 10 m (33 ft).~~ Para SBAS, se han elaborado disposiciones técnicas para especificar el límite de alerta mediante una base de datos que se puede actualizar (Véase el Adjunto C).

3.3.10.1 Para el tipo D de servicio de aproximación GBAS (véase la sección 7.1.2.1), se introducen requisitos adicionales de actuación y funcionales de nivel inferior para llegar a contar con un sistema total capaz de dar apoyo a operaciones de aterrizaje de aeronaves. Este tipo de servicio da apoyo también a operaciones de despegue con guía.

. . .

3.3.15 Otro efecto ambiental que debería tenerse en cuenta en el diseño del sistema terrestre es el de los errores debido al multitrayecto en los receptores terrestres de referencia, lo cual depende del ambiente físico de las antenas de la estación de ~~vigilancia~~ monitorización, así como de las elevaciones y los tiempos de rastreo de los satélites.

3.3.16 El SBAS debe garantizar la integridad de sus correcciones de radiodifusión como se establece en 3.7.2.4 en la totalidad de su área de cobertura. Este requisito se aplica igualmente fuera del área de servicio prevista, donde los receptores de usuario podrían navegar valiéndose de una función de navegación SBAS, si se dispone de una, o de una función de navegación por detección y exclusión de fallas (FDE). Las contribuciones del SBAS a una solución de navegación FDE se limitan a garantizar la integridad de las correcciones transmitidas. Los sistemas del SBAS deben cumplir todos los requisitos de integridad para todas las operaciones ordinarias, desde las operaciones en ruta hasta las de Categoría I, que se definen en la Tabla 3.7.2.4-1 en el área de cobertura cuando, para una operación dada, los niveles de protección horizontal y vertical sean inferiores a los correspondientes límites de alerta. Esto reviste particular importancia en las operaciones con guía vertical asistida por el SBAS que no están controladas por el bloque de datos del FAS.

. . .

6.2 Área de cobertura y áreas de servicio del SBAS

6.2.1 Es importante distinguir entre el área de cobertura y las áreas de servicio de un SBAS. Un área de cobertura por lo común coincidirá con las áreas de proyección de los satélites geoestacionarios y comprenderá una o más áreas de servicio~~, cada una capaz de prestar~~. Las áreas de servicio las declaran los proveedores de servicio SBAS o el Estado o grupo de Estados que administran el SBAS para las operaciones ordinarias que se definen en la tabla 3.7.2.4-1 (en ruta, APV-I, Categoría I, etc.) en donde los correspondientes requisitos de precisión, integridad y continuidad se cumplen con una determinada disponibilidad (p.ej. 99%). Algunos proveedores de servicio SBAS publican las áreas de servicio de sus sistemas (p.ej. en los parámetros de actuación de WAAS, el documento de definición del servicio de EGNOS y las AIP). El área de servicio para los servicios en ruta puede ser más amplia que para APV-I. Para el receptor de GNSS, la señal en el espacio puede usarse toda vez que los niveles de protección sean inferiores a los niveles de alerta para la operación de la que se trate (límite de protección vertical < límite de alerta vertical y límite de protección horizontal < límite de alerta horizontal), independientemente de que el receptor de GNSS esté o no dentro del área de servicio correspondiente definida por el proveedor de servicio SBAS.

6.2.1.1 Los sistemas del SBAS prestan apoyo en base a algunas o a todas las funciones del SBAS definidas en el Capítulo 3, 3.7.3.4.2. Estas funciones pueden relacionarse con las operaciones a las que se presta apoyo de la forma siguiente:

a) *Telemetría:* El SBAS proporciona una fuente telemétrica para uso con otra aumentación (ABAS, GBAS u otro SBAS);

b) *Estado del satélite y correcciones diferenciales básicas:* El SBAS proporciona el servicio en ruta, de terminal y de aproximaciones que no son de precisión. Puede prestarse apoyo a distintas operaciones (p. ej., operaciones de la navegación basada en la performance) en distintas áreas de servicio;

c) *Correcciones diferenciales precisas:* El SBAS proporciona APV y servicio de aproximación de precisión (es decir, puede prestarse apoyo a APV-I, ~~y~~ APV-II y aproximaciones de precisión en distintas áreas de servicio).

6.2.2 Los servicios de aumentación basados en satélites son proporcionados por el Sistema de aumentación de área ampliada (WAAS) (Norteamérica), el Servicio europeo de complemento geoestacionario de navegación (EGNOS) (Europa y África)~~ y~~, el Sistema de aumentación basado en satélites (MSAS) de los satélites de transporte multifuncionales (MTSAT) (Japón)~~. Para proporcionar estos servicios, también se están desarrollando~~y la navegación asistida por GPS aumentada por satélites en órbita geoestacionaria (GEO) (GAGAN) (India). ~~y el Sistema~~El sistema de corrección diferencial y vigilancia (SDCM) (Rusia)~~.~~y otros sistemas de SBAS también están en etapa de desarrollo para proporcionar estos servicios.

6.2.3 Fuera de las áreas de servicio definidas, un SBAS puede proporcionar servicio exacto y fiable. Las funciones telemétricas, de estado del satélite y de correcciones diferenciales básicas son utilizables en toda el área de cobertura. La actuación de estas funciones puede ser técnicamente adecuada para prestar apoyo a operaciones en ruta, de terminal y aproximaciones que no sean de precisión, proporcionando datos de supervisión y de integridad para constelaciones núcleo de satélites o satélites SBAS. ~~La única posibilidad de que se ponga en peligro la integridad es que haya un error de efemérides del satélite que no pueda ser observado por la red de tierra SBAS, mientras origina un error inaceptable fuera del área de servicio. En el caso de límites de alerta de 0,3 NM especificados para aproximaciones que no son de precisión y superiores, esto es muy improbable.~~Mediante mensajes de tipo 27 o 28, el SBAS mitiga errores que no puede monitorizar su red de tierra.

6.2.4 Cada uno de los Estados tiene la responsabilidad ~~de determinar las áreas de servicio SBAS y~~ de conceder la aprobación a operaciones basadas en SBAS dentro de su espacio aéreo. En algunos casos, los Estados establecerán la infraestructura SBAS de tierra ~~para el SBAS~~ enlazada a un SBAS ~~ya existente~~. ~~Esto sería necesario para lograr una actuación APV o para aproximaciones de precisión.~~ En otros casos, los Estados pueden sencillamente dar aprobación a áreas de servicio y a operaciones basadas en SBAS utilizando señales SBAS disponibles. En uno u otro de estos casos, cada uno de los Estados tiene la responsabilidad de asegurarse de que el SBAS satisface los requisitos indicados en el Capítulo 3, 3.7.2.4, dentro de su espacio aéreo, y de que se proporcionan para su espacio aéreo la notificación adecuada de condición de las operaciones y los NOTAM.

. . .

6.4 Características RF

. . .

6.4.6 *Códigos de ruido seudoaleatorio (PRN) del SBAS.* ~~En el RTCA/DO-229D, Apéndice A, se ofrecen dos métodos para la generación de códigos PRN del SBAS.~~ Los receptores que se ajustan al documento RTCA DO-229D, con el Cambio 1 y las versiones anteriores buscan los códigos PRN en el intervalo de 120 a 138 únicamente (y no en el intervalo completo de 120 a 158 de la Tabla B-23) y, por lo tanto, no adquirirán ni rastrearán las señales SBAS identificadas por un código PRN en el intervalo de 139 a 158. Los receptores que se ajustan al DO-229E y sus versiones subsiguientes pueden adquirir y rastrear señales SBAS identificadas por todos los códigos PRN de la Tabla B-23.

. . .

7. SISTEMA DE AUMENTACIÓN BASADO EN TIERRA (GBAS) Y SISTEMA REGIONAL DE AUMENTACIÓN BASADO EN TIERRA (GRAS)

Nota.— En esta sección, excepto cuando se especifique de otro modo, la referencia a la aproximación con guía vertical (APV) significa tanto APV-I como APV-II.

7.1 Descripción del sistema

7.1.1 El GBAS consta de elementos de tierra y de elementos de aeronave. Los subsistemas de tierra GBAS incluyen ordinariamente un solo transmisor VDB activo y una antena de radiodifusión, denominados estación de radiodifusión, y múltiples receptores de referencia. Los subsistemas de tierra GBAS pueden incluir múltiples transmisores y antenas VDB que comparten una sola identificación GBAS común (ID GBAS) y datos idénticos de frecuencia como de radiodifusión. El subsistema de tierra GBAS puede prestar apoyo a todos los subsistemas de aeronave dentro de su ~~cobertura~~ volumen de servicio, proporcionando a la aeronave datos de aproximación, de correcciones e información de integridad para los satélites GNSS que estén a la vista. Los elementos GBAS de tierra y de aeronave se clasifican según los tipos de servicio a los que dan apoyo (según se define en la sección 7.1.2). ~~Todas las aeronaves internacionales que presten apoyo a APV deberían mantener datos de aproximación en una base de datos a bordo de la aeronave. El mensaje de tipo 4 debe radiodifundirse cuando el subsistema de tierra presta apoyo a aproximaciones de precisión de Categoría I. El mensaje de tipo 4 también debe radiodifundirse cuando el subsistema de tierra presta apoyo a aproximaciones APV si el Estado no exige que se mantengan en la base de datos de la aeronave los datos de aproximación.~~

~~*Nota. — Puede consultarse en el documento RTCA/DO-245, Normas mínimas de actuación del sistema de aviación para el sistema mundial de determinación de la posición/sistema de aumentación de área local (GPS/LAAS) la asignación de requisitos de actuación entre los subsistemas GBAS y la metodología para tal asignación. Las normas mínimas para la actuación operacional del equipo de a bordo GRAS están en preparación a cargo de RTCA.*~~

7.1.2 Los ~~subsistemas de tierra~~ sistemas GBAS ~~proporcionan~~ pueden proporcionar dos tipos de servicios: ~~el~~ servicios de aproximación y el servicio de determinación de la posición GBAS. El servicio de aproximación suministra guía de desviación para FAS ~~en la aproximación de precisión de Categoría I, APV, y NPA~~ dentro del ~~área de cobertura operacional~~volumen de servicio de aproximación. El servicio de determinación de la posición GBAS suministra información de la posición horizontal para prestar apoyo a las operaciones RNAV dentro del ~~área~~volumen de servicio de determinación de la posición. Los dos tipos de servicios se distinguen también por los distintos requisitos de actuación asociados a las operaciones particulares a las que se presta apoyo (véase la Tabla 3.7.2.4-1), incluidos los distintos requisitos de integridad, que se examinan en 7.5.1.

7.1.2.1 En los servicios de aproximación GBAS se diferencian además múltiples tipos a los que se denomina tipos de servicio de aproximación GBAS (GAST). Un GAST se define como el conjunto coincidente de requisitos de actuación y funcionales de a bordo y de tierra que se pretende utilizar en forma concertada para proporcionar guía de aproximación con actuación cuantificable. Actualmente se definen cuatro tipos de servicio de aproximación, GAST A, GAST B, GAST C y GAST D. GAST A, B y C están destinados a dar apoyo a las operaciones APV I, APV II y de Categoría I típicas, respectivamente. El GAST D se ha introducido para dar apoyo a las operaciones de aterrizaje y las de despegue con guía en condiciones de visibilidad inferiores, incluyendo las operaciones de Categoría III. Nótese que no se han elaborado disposiciones para un tipo de servicio separado que preste apoyo a operaciones de Categoría II, pero no a operaciones de Categoría I y Categoría III. Dado que el equipo que admite GAST D funcionará igual al dar apoyo a mínimos de Categoría II que al dar apoyo a mínimos de Categoría III, el GAST D ofrece un medio de dar apoyo a las operaciones de Categoría II. Las operaciones de Categoría II podrían tener apoyo usando GAST C conjuntamente con una integración adecuada en el avión. Una analogía pertinente es la autorización, en por lo menos un Estado, de mínimos más bajos que los de Categoría I basándose en la guía procedente de una instalación ILS de Categoría de actuación I utilizada junto con un visualizador de cabeza alta (HUD). Las autoridades estatales encargadas de la aeronavegabilidad y las aprobaciones operacionales definirán los requisitos para la aprobación de las operaciones de Categoría II con GBAS.

7.1.2.1.1 Un subsistema de tierra GBAS puede dar apoyo a múltiples tipos de servicio simultáneamente. Hay dos tipos de subsistemas de tierra: los que admiten múltiples tipos de servicio de aproximación y los que no. El equipo diseñado de conformidad con versiones anteriores de estos SARPS sólo puede dar apoyo a un solo tipo de servicio de aproximación, el GAST C. El equipo diseñado de conformidad con estos SARPS puede o no prestar apoyo a múltiples tipos de servicio en uno o más extremos de pista. Los tipos de servicio a los que se da apoyo para cada aproximación se indican en el campo de designación de actuación para la aproximación en un bloque de datos FAS en el mensaje de tipo 4. El parámetro del designador de continuidad/integridad GBAS (GCID) en el mensaje de tipo 2 indica si un subsistema de tierra GBAS está dando apoyo a múltiples tipos de servicio de aproximación. El equipo de a bordo que admite múltiples tipos de servicio verificará en primer lugar el GCID para determinar si el segmento de tierra admite múltiples tipos de servicio. En caso afirmativo, el equipo verificará entonces el campo del designador de actuación de aproximación (APD) del bloque de datos FAS seleccionado en el mensaje de tipo 4 para determinar los tipos de servicio que reciben apoyo del segmento de tierra para la aproximación seleccionada (usando el esquema de selección de canales descrito en la sección 7.7). El equipo de a bordo determinará entonces el servicio de aproximación que se seleccionará basándose en el APD, el estado actual del GCID y el tipo de equipo de a bordo. Los

explotadores deben entender que las operaciones disponibles pueden verse limitadas por numerosos factores, entre los que se incluyen las cualificaciones del piloto o limitaciones temporales de los ANSP, que no se reflejan en el valor de APD. En consecuencia, el APD no debería interpretarse como indicación de la disponibilidad de usos operacionales, sino sólo como indicación de los tipos de servicio a los que se da apoyo en una pista determinada.

7.1.2.1.2 El equipo de a bordo GBAS puede tratar de seleccionar automáticamente el tipo de servicio más alto al que prestan apoyo tanto el equipo de a bordo como el segmento de tierra para la aproximación seleccionada (según indica el APD). Si el tipo deseado de servicio no está disponible, el equipo de a bordo puede seleccionar el siguiente tipo de servicio disponible más bajo y anunciar esto adecuadamente. Por consiguiente, durante una operación GBAS está el tipo de servicio seleccionado (SST) y el tipo de servicio activo (AST). El SST es el tipo de servicio que el equipo de a bordo utilizaría si estuviera disponible y no puede ser más alto que el tipo de servicio más alto que ofrezca el segmento de tierra para la aproximación seleccionada. El AST es el tipo de servicio que el equipo de a bordo está usando efectivamente en un momento particular. El AST puede ser distinto del SST si el SST no está disponible por algún motivo. El equipo de a bordo anuncia tanto el SST como el AST para que sea posible adoptar la medida adecuada (p.ej., anuncios) en el contexto de la integración de a bordo y los procedimientos operacionales.

7.1.2.1.3 Los proveedores de servicios deberían determinar cuál es el tipo o los tipos de servicio que se requieren realmente para cada pista teniendo en cuenta las operaciones previstas y codificar la disponibilidad de los tipos de servicios adecuados en el campo APD del bloque FAS asociado.

7.1.2.1.4 Cuando el subsistema terrestre ya no puede satisfacer los requisitos de FAST D existen varias opciones, dependiendo de cuáles requisitos no se satisfacen. Si el subsistema terrestre no puede satisfacer todos los requisitos de integridad FAST D (Apéndice B, 3.6.7.1.2.1.1.2, 3.6.7.1.2.1.1.3 y 3.6.7.1.2.2.1.1, 3.6.7.3.2), debe eliminarse FAST D dentro del tiempo hasta la alerta definido en el Apéndice B, 3.6.7.1.2.1.1.3. Si todavía es capaz de satisfacer los requisitos de integridad FAST C, el subsistema terrestre solo debería eliminar FAST D y continuar radiodifundiendo en modo FAST C. El procedimiento para eliminar FAST D incluye dos opciones para reflejar esto en las correcciones (Apéndice B, 3.6.7.3.2.1).

Cuando se rebaje de FAST D a C, el GCID en el mensaje de tipo 2 (Apéndice B, 3.6.7.2.3.2) también deberá cambiar. Un subsistema terrestre FAST D normalmente radiodifunde un GCID de 2, indicando que apoya FAST C y FAST D. Cuando el subsistema terrestre ya no puede continuar apoyando FAST D pero todavía puede apoyar FAST C, el GCID debería cambiarse a 1. Obsérvese que aquí se supone que un subsistema terrestre FAST D se rebajaría a FAST C solamente, y no a FAST A o B.

Otra condición que podría resultar en que el subsistema terrestre ya no sea capaz de apoyar FAST D sería una falla que impida cumplir el requisito de continuidad FAST D (Apéndice B, 3.6.7.1.3.1 y 3.6.7.1.3.2) (p. ej., falla de componentes redundantes). Si los requisitos de integridad FAST D todavía se satisfacen, no es necesario que el subsistema terrestre elimine las correcciones en los mensajes de tipo 11. No obstante, el GCID debe cambiarse a 1. En forma nominal, la comunicación del cambio de GCID llevaría 10 segundos, dado que la frecuencia mínima de actualización para mensajes de tipo 2 es de 10 segundos. También puede llevar hasta un minuto. Un cambio en FAST debería reflejarse en la siguiente radiodifusión prevista del mensaje de tipo 2. Además, los cambios de GCID son ignorados por el equipo de a bordo cuando la aeronave se encuentra en las etapas finales de la aproximación. Por consiguiente, los cambios de GCID solo afectan el FAST para aeronaves fuera de las etapas finales de la aproximación.

7.1.3 Una característica distintiva ~~fundamental~~ significativa de las configuraciones del subsistema de tierra GBAS es la presencia o ausencia de radiodifusión de parámetros de límite de la posición del error de efemérides adicionales. Esta característica se requiere para los servicios de determinación de la posición, pero es facultativa para ~~los~~ algunos servicios de aproximación. Si no se radiodifunden parámetros de límite de la posición del error de efemérides adicionales, al subsistema de tierra le corresponde asegurar la integridad de los datos de efemérides de la fuente telemétrica sin depender de la aeronave para el cálculo y aplicación del límite de efemérides, como figura en 7.5.9.

7.1.4 *Configuraciones de GBAS.* Hay múltiples configuraciones posibles para los subsistemas de tierra GBAS que se ajustan a las normas GNSS. Como ejemplos de dichas configuraciones están los siguientes:

a) una configuración que da apoyo ~~a las aproximaciones de precisión de Categoría I~~ al GAST C solamente;

b) una configuración que da apoyo a ~~las aproximaciones de precisión de Categoría I y APV~~ GAST A, GAST B, GAST C, y además radiodifunde parámetros de límite de la posición del error de efemérides adicionales;

c) una configuración que presta apoyo únicamente a ~~las aproximaciones de precisión de Categoría I, APV~~ GAST C y GAST D y al servicio de determinación de la posición GBAS, radiodifundiendo al mismo tiempo los parámetros de límite de la posición del error de efemérides mencionados en b); y

d) una configuración que presta apoyo ~~a APV~~ únicamente a GAST A y al servicio de determinación de la posición GBAS y se utiliza dentro del GRAS.

7.1.4.1 *Clasificación de instalaciones GBAS (GFC).* Los subsistemas de tierra GBAS se clasifican según opciones de configuración clave. Una GFC consta de los elementos siguientes:

a) tipo de servicio de aproximación de la instalación (FAST);

b) tipos de fuente telemétrica;

c) cobertura de la instalación; y

d) polarización.

7.1.4.1.1 *Tipo de servicio de aproximación de la instalación (FAST).* El FAST es una colección de letras de A a D que indican los tipos de servicio que reciben apoyo del subsistema de tierra. Por ejemplo, FAST C designa un subsistema de tierra que satisface todos los requisitos de actuación y funcionales necesarios para apoyar al GAST C. Asimismo, FAST ACD designa un sistema de tierra que satisface los requisitos de actuación y funcionales necesarios para prestar apoyo a los tipos de servicio A, C y D.

Nota.— En el esquema de clasificación de instalaciones para GBAS se indica cuáles son los tipos de servicio a los que el subsistema de tierra puede prestar apoyo. Esto significa que el subsistema de tierra satisface todos los requisitos de actuación y funcionales de modo que un usuario de a bordo compatible puede aplicar la información procedente del subsistema de tierra y tener una actuación cuantificable a la salida del procesamiento. Esto no necesariamente significa que el subsistema de tierra apoya todos los tipos de servicio en todos los extremos de pista. Los tipos de servicio de aproximación GBAS a los que el subsistema de tierra presta apoyo en un extremo de pista determinado se indican en el mensaje de tipo 4 y se incluyen como parte de la designación de la instalación de aproximación que se define en la sección 7.1.4.2.

7.1.4.1.2 *Tipos de fuentes telemétricas*: la designación del tipo de fuente telemétrica indica cuáles son las fuentes telemétricas que el subsistema de tierra aumenta. La codificación de este parámetro es la siguiente:

G1 - GPS

G2 - SBAS

G3 - GLONASS

G4 - Reservado para Galileo

G5+ - Reservado para fuentes telemétricas futuras

7.1.4.1.3 *Cobertura de la instalación*: La designación de la cobertura de la instalación indica la capacidad de ofrecer el servicio de determinación de la posición y la distancia de uso máxima. El código de cobertura de la instalación es 0 para las instalaciones de tierra que no proporcionan servicio de determinación de la posición. Para los demás casos, la cobertura de la instalación indica el radio de D_{max} expresado en millas marinas.

Nota.— El volumen de servicio para aproximaciones específicas se define como parte de las designaciones de la instalación de aproximación, según figura en 7.1.4.2.

7.1.4.1.4 *Polarización*: La designación de polarización indica la polarización de la señal de radiodifusión de datos VHF (VDB). La letra E indica polarización elíptica y la H indica polarización horizontal.

7.1.4.1.5 *Ejemplos de clasificación de las instalaciones GBAS.* La clasificación de la instalación para una instalación en particular está especificada por una serie concatenada de códigos para los elementos descritos en las secciones 7.1.4.1 a 7.1.4.1.4. La forma general de la clasificación de las instalaciones es:

GFC = Tipo de servicio de aproximación de la instalación/tipo de fuente telemétrica/cobertura de la instalación/polarización

Por ejemplo, una instalación con la designación GFC – C/G1/50/H es un subsistema de tierra que satisface todos los requisitos de actuación y funcionales necesarios para dar apoyo al servicio de tipo C en como mínimo una aproximación, usando distancias GPS solamente, con el servicio de determinación de la posición GBAS disponible hasta un radio de 50 NM desde la posición de referencia GBAS y una VDB que radiodifunde en polarización horizontal únicamente. De manera similar, GFC - CD/G1G2G3G4/0/E denota un subsistema de tierra que apoya por lo menos una aproximación con un servicio de tipo C y D, proporciona correcciones para satélites GPS, SBAS, GLONASS y Galileo, no da apoyo al servicio de determinación de la posición y radiodifunde en polarización elíptica.

7.1.4.2 *Designaciones de la instalación de aproximación.* Los subsistemas de tierra GBAS pueden dar apoyo a numerosas aproximaciones hacia distintos extremos de pista en el mismo aeropuerto o incluso hacia pistas de aeropuertos adyacentes. También es posible que un GBAS dé apoyo a múltiples aproximaciones hacia la misma pista con diferentes tipos de servicio (con el propósito, por ejemplo, de prestar apoyo a distintos mínimos de utilización). Cada aproximación a la que el sistema de tierra presta apoyo puede tener características exclusivas y, en cierto sentido, el usuario puede creer que se trata de una instalación separada. En consecuencia, además de la clasificación de las instalaciones GBAS, se necesita un sistema para clasificar o designar las características exclusivas de cada trayectoria de aproximación

individualmente. Con este fin, se define un sistema de designaciones de las instalaciones de aproximación. En la Figura D-XX se ilustra la relación entre las clasificaciones de instalaciones GBAS y las designaciones de instalaciones de aproximación. El objetivo es que la clasificación se utilice en la planificación previa al vuelo y se publique en la AIP.

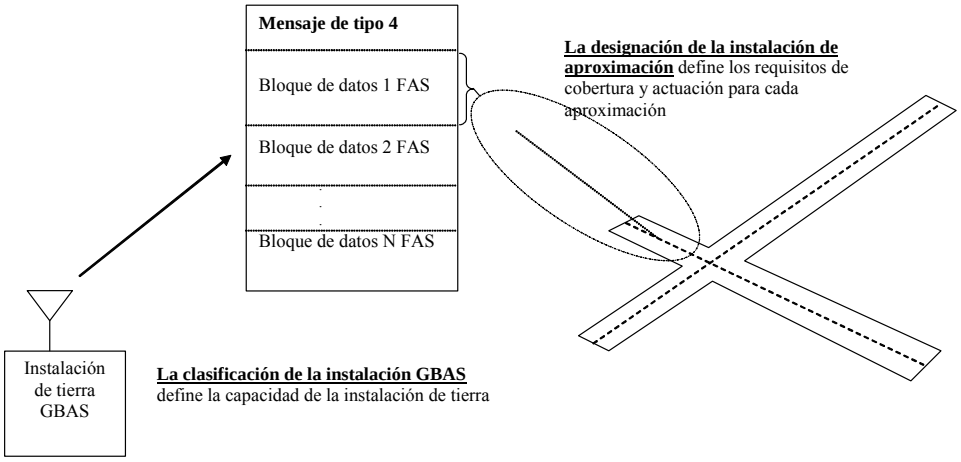


Figura D-XX. Relación entre la clasificación de la instalación GBAS y la designación de la instalación de aproximación

7.1.4.2.1 *Elementos de la designación de las instalaciones de aproximación.* Cada aproximación con apoyo GBAS puede caracterizarse mediante una designación de instalación de aproximación (AFD). La AFD se compone de los elementos siguientes:

Identificación GBAS: es el identificador de la instalación GBAS que da apoyo a la aproximación (ID de GBAS de cuatro caracteres).

Identificador de aproximación: es el identificador de aproximación asociado a la aproximación en el bloque de datos del mensaje de tipo 4. Tiene cuatro caracteres y debe ser exclusivo para cada aproximación dentro del alcance de radio de la instalación GBAS.

Número de canal: es el número de canal asociado a la selección de la aproximación. Es un número de canal de cinco dígitos entre 20001 y 39999.

Volumen de servicio de aproximación: asociado a cada aproximación publicada, indica el volumen de servicio ya sea mediante un valor numérico en pies que corresponde a la altura de decisión (DH) mínima, o bien mediante puntos GBAS según se define a continuación (es decir, puntos GBAS A, B, C, T, D, E, o S).

Tipos de servicio a los que se presta apoyo: designa los tipos de servicio GBAS (A-D) a los que el subsistema de tierra apoya para la aproximación. A este campo nunca se le puede dar un valor superior al del tipo de servicio de aproximación de la instalación para el subsistema de tierra GBAS que presta apoyo a la aproximación.

Los puntos GBAS A, B, C, T, D y E definen los mismos emplazamientos por referencia a la pista que los puntos ILS del Adjunto C, Figura C-1, utilizados para definir los límites de amplitud de los codos del curso del localizador y de la trayectoria de planeo de ILS. El punto S es un nuevo punto que define el extremo de parada de la pista. Para GBAS, los puntos se utilizan para indicar el emplazamiento a lo largo de la aproximación nominal y/o a lo largo de la pista para la cual se ha verificado la actuación del GBAS para el tipo o tipos de servicio que se apoyan. Cuando alternativamente se usa una altura de decisión para definir el volumen de servicio de aproximación, el volumen de servicio se proporciona hasta una altura de la mitad de la DH, como se define en el capítulo 3, párrafo 3.7.3.5.3.1. La opción de codificar utilizando la DH o puntos GBAS depende del uso operacional que se desee dar a la pista. Por ejemplo, si el identificador de aproximación corresponde a un procedimiento de aproximación por instrumentos de Categoría I a partir del cual se autorizan aterrizajes automáticos, el elemento del volumen de servicio de aproximación sirve para indicar el punto sobre la pista en que se ha verificado la actuación. Las definiciones de los puntos figuran a continuación:

Punto "A" del GBAS. Punto del tramo de aproximación final GBAS medido sobre la prolongación del eje de pista en la dirección de la aproximación a una distancia de 7,5 km (4 NM) del umbral.

Punto "B" del GBAS. Punto en el tramo de aproximación final GBAS medido sobre la prolongación del eje de pista en la dirección de la aproximación a una distancia de 1 050 m (3 500 ft) del umbral.

Punto "C" del GBAS. Punto por el que la parte recta descendente de la prolongación del tramo de aproximación final GBAS nominal pasa a una altura de 30 m (100 ft) sobre el plano horizontal que contiene el umbral.

Punto "D" del GBAS. Punto situado a 3,7 m (12 ft) sobre el eje de la pista y que dista 900 m (3 000 ft) del umbral en la dirección del punto de referencia en azimut del GNSS (GARP).

Punto "E" del GBAS. Punto situado a 3,7 m (12 ft) sobre el eje de la pista y que dista 600 m (2 000 ft) del extremo de parada de la pista en la dirección del umbral.

Punto "S" del GBAS. Punto situado a 3,7 m (12 ft) sobre el eje de la pista en el extremo de parada de la pista.

Dátum de referencia GBAS (Punto "T"). Punto situado a una altura especificada por la TCH, sobre la intersección del eje de la pista con el umbral.

7.1.4.2.2 *Ejemplos de designación de instalaciones de aproximación*

La designación de las instalaciones de aproximación está formada por la concatenación de los parámetros definidos en la sección 7.1.4.2.1 como: ID del GBAS/ID de aproximación/fuentes telemétricas/volumen de servicio de aproximación/tipo de servicio requerido. A continuación se da un ejemplo de aplicación de este concepto a una aproximación en particular en el Aeropuerto Internacional Ronald Reagan (DCA) de Washington, DC, Estados Unidos:

"KDCA/XDCA/21279/150/CD"

donde:

KDCA – indica que la instalación GBAS en el aeropuerto DCA apoya la aproximación
XDCA – indica que la identificación (devuelta en eco al piloto al seleccionar la aproximación) para esta aproximación específica es "XDCA"
21279 – es el número de canal de cinco dígitos utilizado para seleccionar la aproximación

150 – indica que se ha verificado que la cobertura GBAS es suficiente para dar apoyo a una DH de hasta 150 ft

CD – indica que el subsistema de tierra apoya los tipos C y D de servicio de aproximación GBAS para la aproximación

Otro ejemplo de la aplicación de este concepto a una aproximación particular en el aeropuerto Boeing Field (BFI) es el siguiente:

"KBFI/GBFI/35789/S/C"

donde:

KBFI – indica que la instalación GBAS apoya la aproximación en BFI (con el identificador KBFI de la estación GBAS).

GBFI – indica que la identificación (devuelta en eco al piloto al seleccionar la aproximación) para esta aproximación específica es "GBFI".

35789 – es el número de canal de cinco dígitos utilizado para seleccionar la aproximación.

S – indica que el volumen de servicio GBAS se extiende a lo largo de la aproximación y la longitud de la superficie de la pista (es decir, 12 ft por encima de la pista hasta el extremo de parada).

C – indica que el subsistema de tierra apoya el tipo C de servicio de aproximación GBAS para este FAS.

7.1.4.3 *Clasificación del equipo GBAS de a bordo (GAEC)*

El equipo GBAS de a bordo puede o no prestar apoyo a los múltiples tipos de servicio de aproximación que pudiera ofrecer un subsistema de tierra específico. En la clasificación de equipo de a bordo GBAS (GAEC) se especifican los subconjuntos de tipos de servicio potencialmente disponibles al que el equipo de a bordo puede prestar apoyo. La GAEC incluye los elementos siguientes:

Tipo de servicio de aproximación de a bordo (AAST): La designación AAST consta de una serie de letras de A a D que indican cuáles son los GAST a los que el equipo de a bordo presta apoyo. Por ejemplo, AAST C denota el equipo de a bordo que admite solamente GAST C. De manera similar, AAST ABCD indica que el equipo de a bordo puede admitir GAST A, B, C y D.

Nota.— Respecto al equipo de a bordo, es insuficiente designar únicamente el tipo de servicio de aproximación GBAS más alto, ya que no se requiere que todos los tipos de equipo de a bordo presten apoyo a todos los servicios. Por ejemplo, un tipo particular de equipo de a bordo puede clasificarse como AAST CD, lo cual significa que el equipo de a bordo presta apoyo a GAST C y D (pero no a A o B).

Tipos de fuente telemétrica: Este campo indica las fuentes telemétricas que puede utilizar el equipo de a bordo. La codificación es la misma que para la clasificación de las instalaciones de tierra (véase 7.1.4.1.2).

7.1.4.3.1 *Equipo con capacidad para múltiples tipos de servicio*. El equipo de tierra y de a bordo diseñado y desarrollado de conformidad con las versiones anteriores de estos SARPS (Enmienda 80) y RTCA DO-253A prestará apoyo a GAST C únicamente. La versión actual de las normas se ha preparado de modo tal que el equipo de a bordo GBAS anterior siga funcionando correctamente cuando el subsistema de tierra apoye múltiples tipos de servicio. Asimismo, el equipo de a bordo que puede prestar apoyo a múltiples tipos de servicio funcionará correctamente cuando opere con un subsistema de tierra que apoye únicamente a GAST C.

7.1.4.3.2 *Ejemplos de clasificación de equipo GBAS de a bordo.* La clasificación de equipo GBAS de a bordo consta de una serie concatenada de códigos para los parámetros definidos en 7.1.4.3. La forma general de la GAEC es:

GAEC = (tipo de servicio de aproximación de a bordo)/(tipo de fuente telemétrica)

Por ejemplo:

GAEC de C/G1 – denota el equipo de a bordo que presta apoyo a GAST C únicamente y utiliza sólo distancias GPS.

De manera similar:

GAEC de ABC/G1G4 – denota el equipo de a bordo que presta apoyo a todos los GAST con excepción de GAST D, y que puede usar como fuentes telemétricas tanto GPS como Galileo.

GAEC de ABC/G1G3 – denota el equipo de a bordo que presta apoyo a todos los GAST con excepción de GAST D, y que puede usar como fuentes telemétricas tanto GPS como GLONASS.

Finalmente:

GAEC de CD/G1G2G3G4 – denota el equipo de a bordo que presta apoyo a GAST C y D y usa las fuentes telemétricas GPS, SBAS, GLONASS y Galileo.

7.1.5 *Configuraciones GRAS*. Desde la perspectiva de los usuarios, un subsistema de tierra GRAS consta de uno o más subsistemas de tierra GBAS (según lo descrito en 7.1.1 a 7.1.4), cada uno con una identificación GBAS exclusiva, que proporcionan el servicio de determinación de la posición y ~~APV~~ uno o más tipos de servicio de aproximación, siempre que sea necesario. Al utilizar múltiples estaciones de radiodifusión GBAS y radiodifundir el mensaje de tipo 101, el GRAS tiene la capacidad de prestar apoyo a operaciones en ruta mediante el servicio de determinación de la posición GBAS, al mismo tiempo que presta apoyo a operaciones de terminal~~,~~ y salida y ~~APV~~ operaciones con apoyo de GAST A o B en una región de cobertura mayor que a la que ordinariamente presta apoyo el GBAS. En algunas aplicaciones GRAS, las correcciones radiodifundidas en el mensaje de tipo 101 pueden calcularse utilizando los datos obtenidos de una red de receptores de referencia distribuidos en la región de cobertura. ~~Esto permite detectar y atenuar errores de medición y fallas del receptor.~~

7.1.6 *Diversidad de la trayectoria de transmisión de la VDB*. Todas las estaciones de radiodifusión de un subsistema de tierra GBAS radiodifunden datos idénticos con la misma identificación GBAS por una frecuencia común. El receptor de a bordo no necesita y no puede distinguir entre mensajes recibidos de distintas estaciones de radiodifusión del mismo subsistema de tierra GBAS. Cuando el receptor está dentro de la cobertura de dos de estas estaciones de radiodifusión, recibirá y procesará ejemplares por duplicado de los mensajes en distintos intervalos de tiempo de acceso múltiple por división en el tiempo (TDMA).

7.1.7 En el Apéndice B, 3.6.8.1 se analiza el interfuncionamiento de los elementos de tierra y de aeronave GBAS compatibles con RTCA/DO-253~~A~~(). Los receptores GBAS que cumplen con RTCA/DO-253A no serán compatibles con los subsistemas de tierra GRAS que radiodifunden mensajes de tipo 101. Sin embargo, los receptores GRAS y GBAS que cumplen con las MOPS RTCA/DO-310 GRAS, serán compatibles con los subsistemas de tierra GBAS. Es posible que los ~~SARPS para los~~ receptores GBAS que cumplen con ~~las normas~~los SARPS no estén en condiciones de decodificar correctamente los datos FAS para ~~APV~~ GAST A transmitidos desde subsistemas de tierra GBAS (es decir, un bloque de datos FAS con APD codificado como “0”). Estos receptores aplicarán FASLAL y FASVAL como si ~~estuvieran realizando una aproximación de precisión de Categoría I~~ el tipo de servicio

activo fuera GAST C. ~~Para~~ Los ANSP deberían estar informados de este hecho y, para garantizar la seguridad de las operaciones, ~~tienen~~ podrían tener que aplicarse las restricciones operacionales pertinentes. Para los subsistemas de tierra GBAS que proporcionan GAST D, el APD en los bloques de datos FAS puede codificarse como valores de 1 o 2 (Apéndice B, 3.6.4.5.1). Es posible que los receptores GBAS desarrollados conforme a los SARPS anteriores a la Enmienda 91 no puedan utilizar bloques de datos FAS con un APD igual o superior a 2.

7.1.8 La VDB del GBAS transmite con polarización horizontal o elíptica (GBAS/H o GBAS/E). Esto permite que el proveedor del servicio adapte la radiodifusión a sus requisitos operacionales y a la comunidad de usuarios.

7.1.9 La mayoría de las aeronaves estarán equipadas con una antena receptora VDB de polarización horizontal, que puede ser utilizada para recibir la VDB del equipo GBAS/H y GBAS/E. Un subconjunto de aeronaves estará equipado de una antena de polarización vertical debido a limitaciones de instalación o consideraciones económicas. Estas aeronaves no son compatibles con el equipo GBAS/H y, por consiguiente, están limitadas a realizar operaciones basadas en GBAS a las que se presta apoyo mediante GBAS/E.

7.1.10 Los proveedores de servicios GBAS deben publicar la polarización de la señal (GBAS/H o GBAS/E) para cada instalación GBAS en la publicación de información aeronáutica (AIP). Los explotadores de aeronaves que utilicen antenas receptoras de polarización vertical tendrán que tener en cuenta esta información cuando administran las operaciones de vuelo, incluida la planificación de los vuelos y los procedimientos de contingencia.

7.1.11 *Consideraciones relativas a disponibilidad para GBAS*. Un solo subsistema de tierra GBAS puede proporcionar múltiples tipos de servicio a múltiples usuarios y servicio a múltiples extremos de pista simultáneamente. Es posible que la disponibilidad sea diferente para estos distintos tipos de servicio y, en consecuencia, un tipo de servicio puede estar disponible cuando otro no lo está. Más aún, como algunos elementos del GBAS son facultativos (p.ej., aumentación de múltiples constelaciones o uso de fuentes telemétricas SBAS), las capacidades de los distintos usuarios pueden variar. Por este motivo, no resulta práctico para el proveedor de servicio predecir si un usuario determinado va a encontrar un tipo de servicio específico disponible en un momento determinado. Todo lo que el proveedor de servicio puede saber es la condición del subsistema de tierra y de la constelación de satélites. Se puede evaluar si el subsistema de tierra está cumpliendo los requisitos asignados para un tipo de servicio determinado que se precisa y, además, la disponibilidad del servicio puede predecirse basándose en un nivel supuesto de actuación y un usuario nominal. La definición del usuario nominal incluye qué elementos del GNSS se utilizan (sistemas de satélites principales, distancias SBAS, etc.) y, dentro de eso, qué subconjuntos de satélites se usan en la solución de posición. Para GBAS que apoya GAST D, esto se complica más aún por el hecho de que algunos parámetros (p.ej., umbrales de cribado de geometría) pueden ser objeto de ajuste por el diseñador de la célula para garantizar que la actuación en el aterrizaje sea adecuada según las características del tipo específico de aeronave. Los ANSP y los diseñadores del espacio aéreo deberían ser conscientes de que la disponibilidad de servicio para los sistemas de aumentación GNSS en general es menos predecible que la de las ayudas para la navegación convencionales. Debido a las variaciones en cuanto a las capacidades de los usuarios, habrá ocasiones en que el servicio pueda estar disponible para algunos usuarios y no disponible para otros.

7.2 Características RF

7.2.1 *Coordinación de frecuencias*

7.2.1.1 *Factores de actuación*

7.2.1.1.1 Para la separación geográfica entre una estación GBAS posible, una estación VOR posible y las instalaciones actuales VOR o GBAS deben considerarse los siguientes factores:

a) el volumen de ~~cobertura~~ servicio, la intensidad mínima de campo y la potencia ~~efectiva~~ isótropa radiada ~~(PER)~~ equivalente (PIRE) del GBAS posible, comprendido el servicio de determinación de la posición GBAS, si se proporciona. Los requisitos mínimos para ~~la cobertura~~ el volumen de servicio e intensidad de campo se presentan en el Capítulo 3, 3.7.3.5.3 y 3.7.3.5.4.4, respectivamente. La ~~PER~~ PIRE está determinada a partir de estos requisitos;

b) el volumen de servicio y cobertura, la intensidad mínima de campo y la ~~PER~~ (PIRE) de las estaciones VOR y GBAS circundantes, comprendido el servicio de determinación de la posición GBAS, si se proporciona. Las especificaciones de la cobertura y de la intensidad de campo del VOR figuran en el Capítulo 3, 3.3, y el texto de orientación correspondiente, en el Adjunto C;

c) la actuación de los receptores VDB, incluidos el rechazo ~~del~~ cocanal y de canal adyacente y la inmunidad frente a desensibilización y a productos de intermodulación procedentes de señales de radiodifusión FM. Estos requisitos se presentan en Apéndice B, 3.6.8.2.2;

d) la actuación de los receptores VOR, incluidos el rechazo del cocanal y de canal adyacente de las señales VDB. Puesto que los receptores VOR existentes no han sido específicamente diseñados para rechazar transmisiones VDB, las relaciones de señal deseada a señal no deseada (D/U) para rechazo de cocanal y de canal adyacente se determinaron empíricamente. En la Tabla D-2 se resumen las relaciones de señal supuestas en base a la actuación empírica de numerosos receptores VOR diseñados para una separación entre canales de 50 kHz;

e) en zonas/regiones de congestión de frecuencias, puede requerirse una determinación precisa de la separación utilizándose criterios apropiados;

Tabla D-2. Relaciones $[D/U]_{requerida}$ supuestas para proteger el VOR de las transmisiones VDB del GBAS

Desplazamiento de frecuencia	Relación $[D/U]_{requerida}$ para proteger receptores VOR (dB)
Cocanal	26
$\lvert f_{VOR} - f_{VDB} \rvert = 25$ kHz	0
$\lvert f_{VOR} - f_{VDB} \rvert = 50$ kHz	–34
$\lvert f_{VOR} - f_{VDB} \rvert = 75$ kHz	–46
$\lvert f_{VOR} - f_{VDB} \rvert = 100$ kHz	–65

f) que entre los RPDS y los RSDS de las instalaciones GBAS se asignan sólo una vez números en una frecuencia determinada dentro del alcance de radio de un subsistema de tierra GBAS particular. El requisito figura en el Apéndice B, 3.6.4.3.1;

g) que entre las instalaciones GBAS dentro del alcance de radio de un subsistema de tierra GBAS particular la asignación del identificador de la trayectoria de referencia debe ser única. El requisito figura en el Apéndice B, 3.6.4.5.1; ~~y~~

h) la identificación del GBAS de 4 caracteres para distinguir entre subsistemas de tierra GBAS. La ID GBAS es normalmente idéntica al indicador de ubicación en el aeródromo más próximo. El requisito figura en el Apéndice B, 3.6.3.4.1; y

i) *Asignación de intervalos.* La asignación relativa de intervalos a un subsistema de tierra GBAS puede tener repercusiones en la actuación en casos en los que es necesario que el subsistema de a bordo reciba mensajes a intervalos múltiples antes de procesarlos. Esto sucederá cuando se utilicen mensajes enlazados y/o para un subsistema de tierra GAST D cuando los datos de corrección están contenidos en los mensajes tanto de tipo 1 como de tipo 11. En estos casos, las asignaciones de intervalos para todos los MT 1 y 11 deberían ser adyacentes para evitar una latencia y complejidad de diseño innecesarias. Dependiendo del diseño del subsistema de tierra, las asignaciones no adyacentes pueden provocar que falte tiempo para que el subsistema de tierra procese las detecciones de fallas, hacer inutilizables algunas combinaciones de intervalos y, por lo tanto, redundar en una menor eficiencia del uso del espectro.

7.2.1.1.2 En la Tabla D-3 se muestran los balances nominales de enlace para VDB. En el primer ejemplo de la Tabla D-3 se supone un receptor del usuario a 3 000 m (10 000 ft) de altura MSL y una antena transmisora diseñada para suprimir iluminación de tierra a fin de limitar las pérdidas por desvanecimiento a un máximo de 10 dB en el borde de la cobertura de VDB. En el caso de equipo GBAS/E, se incluyen también en los 10 dB los efectos de la pérdida de señal por interferencia entre los componentes horizontal y vertical. El segundo ejemplo de la Tabla D-3 ofrece un balance de enlace para un servicio de determinación de la posición de mayor alcance. Éste es para una altura del receptor usuario suficiente como para mantener el alcance óptico de radio con una antena transmisora limitadora por trayectos múltiples. ~~No~~ En la Tabla D-3 no se da margen para el desvanecimiento, ya que usualmente se supone que el receptor se encuentra a bajos ángulos de elevación de radiación y que generalmente carece de nulos significativos para las distancias que figuran en la tabla (mayores que 50 NM). En la práctica, las instalaciones experimentarán un margen de desvanecimiento que dependerá de muchos parámetros, incluida la altitud de la aeronave, la distancia respecto de la antena de transmisión, tipo/diseño de la antena y reflectores de tierra.

. . .

7.2.1.4 *Ejemplo de criterios de separación geográfica GBAS/GBAS*

7.2.1.4.1 Para transmisiones cocanal VDB GBAS asignadas al mismo intervalo de tiempo, los parámetros de polarización horizontal son:

D/U = 26 dB (Apéndice B, 3.6.8.2.2.5.1);

$P_{D,min}$ = –72 dBm (Capítulo 3, 3.7.3.5.4.4, equivalente a 215 microvoltios por metro); y

Tx_U = 47 dBm (ejemplo de balance de enlace en la Tabla D-3);

de forma que

$$L \geq (47 + 26 - (-72)) = 145 \text{ dB}.$$

7.2.1.4.2 La separación geográfica para cocanal, en asignaciones VDB GBAS al mismo intervalo se obtiene determinando la distancia a la que la pérdida de transmisión es igual a 145 dB a una altitud de receptor de 3 000 m (10 000 ft) por encima de la antena del transmisor VDB GBAS. Esta distancia es de 318 km (172 NM) si se utiliza la aproximación de atenuación en espacio libre y suponiendo una altura de antena de transmisor despreciable. La separación mínima geográfica requerida puede entonces determinarse añadiendo esta distancia a la distancia nominal entre el borde de cobertura de VDB y el transmisor GBAS, 43 km (23 NM). Esto lleva en una situación cocanal, a una distancia de reutilización en intervalo común de 361 km (195 NM).

7.2.1.5 *Orientación sobre criterios de separación geográfica GBAS/GBAS.* Aplicando la metodología descrita en lo que precede, pueden definirse los criterios ordinarios de separación geográfica para GBAS a GBAS y GBAS a VOR. En la Tabla D-4 se resumen los criterios de separación geográfica mínima requerida GBAS a GBAS resultantes.

Nota.— Los criterios de separación geográfica entre los transmisores GBAS que proporcionan el servicio de determinación de la posición GBAS se encuentran en elaboración. Un valor prudente que corresponde al horizonte de radio puede utilizarse como un valor provisional para la separación entre los transmisores con frecuencias comunes a intervalos de tiempo adyacentes, para asegurar que los intervalos no se superponen.

7.2.1.6 *Orientación sobre criterios de separación geográfica GBAS/VOR.* En la Tabla D-5 se resumen los criterios de separación geográfica mínima GBAS/VOR basados en la misma metodología y en los volúmenes de cobertura nominal del VOR que figuran en el Adjunto C.

Tabla D-3. Balance nominal de enlace VDB

Elementos de enlace VDB		
Para servicios de aproximación	Componente vertical en el borde de la cobertura	Componente horizontal en el borde de la cobertura
Sensibilidad requerida del receptor (dBm)	–87	–87
Pérdida máxima de implantación de aeronave (dB)	11	15
Nivel de potencia después de la antena de aeronave (dBm)	–76	–72
Margen operativo (dB)	3	3
Margen de desvanecimiento (dB)	10	10
Pérdida por trayecto libre en el espacio (dB) a 43 km (23 NM)	106	106
Potencia ~~efectiva~~ isótropa radiada equivalente ~~nominal~~ (~~ERP~~PIRE) nominal (dBm)	43	47

Para un alcance mayor y un ángulo de radiación bajo asociado al servicio de determinación de la posición	Componente vertical	Componente horizontal
Sensibilidad requerida del receptor (dBm)	–87	–87
Pérdida máxima de implantación de aeronave (dB)	11	15
Nivel de potencia después de la antena de aeronave (dBm)	–76	–72
Margen operativo (dB)	3	3
Margen de desvanecimiento (dB)	0	0
~~Potencia efectiva radiada nominal (ERP)~~ PIRE nominal (dBm)		

Alcance (km (NM))	Pérdida por trayecto libre en el espacio (dB)	~~ERP~~ PIRE (dBm)	~~ERP~~PIRE (W)	~~ERP~~ PIRE (dBm)	~~ERP~~ PIRE (W)
93 (50)	113	39,9	10	43,9	25
185 (100)	119	45,9	39	49,9	98
278 (150)	122	49,4	87	53,4	219
390 (200)	125	51,9	155	55,9	389

Notas.—

~~1. En esta tabla, se hace referencia a la ERP en relación con un modelo de antena isotrópica.~~

~~2~~1. Con una antena transmisora VDB limitadora por trayectos múltiples colocada en forma apropiada con una ~~ERP~~ potencia radiada equivalente suficiente que cumpla los requisitos de intensidad de campo para el servicio de aproximación y teniendo en cuenta las limitaciones topográficas locales, también es posible cubrir los requisitos de intensidad de campo de forma que se tenga el servicio de determinación de la posición con los alcances de esta tabla.

~~3~~2. La pérdida real de implantación de aeronave (incluida la ganancia de antena, la pérdida por desacuerdo, la pérdida de cable, etc.) y la sensibilidad efectiva del receptor pueden equilibrarse para lograr el balance de enlace esperado. Por ejemplo, si la pérdida de implantación de aeronave para la componente horizontal es 19 dB, la sensibilidad del receptor debe superar el requisito mínimo y alcanzar -91 dBm para cubrir el balance nominal de enlace.

3. Las estimaciones de la actuación para el alcance largo pueden ser, por lo general, optimistas bajo el supuesto de que no haya un margen de desvanecimiento, es decir, la actuación del balance de enlace no será, por lo general, tan buena como lo indican estas estimaciones.

Nota 1.— Al determinar la separación geográfica entre VOR y GBAS, siendo la señal del VOR la deseada se tiene generalmente el caso limitador de una altitud mayor protegida de la región de cobertura VOR.

Nota 2.— Pueden obtenerse los requisitos de separación geográfica reducida utilizando los modelos estándar de propagación definidos en la Recomendación P.528-2 de la UIT-R.

7.2.2 Están en preparación los criterios de separación geográfica para comunicaciones GBAS/ILS y GBAS/VHF.

7.2.3 *Compatibilidad con el ILS.* ~~Hasta que se elaboren nuevos criterios de compatibilidad para VDB GBAS e ILS, la VDB no debe ser asignada a canales por debajo de 112,025 MHz. Si hay un ILS con una frecuencia alta asignada en el mismo aeropuerto en el que una VDB tenga una frecuencia cerca de 112 MHz, es necesario considerar la compatibilidad entre ILS y VDB.~~ Entre los aspectos por considerar para la asignación de canales VDB se incluye la separación de frecuencias entre el ILS y VDB, la distancia de separación entre el área de cobertura ILS y VDB, las intensidades de campo de VDB e ILS y la sensibilidad del receptor del localizador de VDB e ILS. Hasta que se elaboren criterios de compatibilidad para VDB GBAS e ILS, la VDB no debe ser asignada a canales por debajo de112,025 MHz (es decir, una separación de frecuencias mínima de 75 MHz respecto de la frecuencia más alta del localizador ILS que se pueda asignar).

7.2.3.1 *Compatibilidad entre aeropuertos*. La separación geográfica mínima basada en una separación de frecuencias mínima de 75 kHz entre el localizador ILS y la estación terrestre GBAS instalados en aeropuertos diferentes es de 3 NM entre el emplazamiento no deseado de la antena del transmisor y los bordes de la cobertura del servicio deseado que se supone estén a potencia de señal mínima. Pueden obtenerse valores de distancia de separación necesaria menores teniendo en cuenta información adicional como la intensidad real del campo del servicio deseado y los diagramas reales de radiación de antena de transmisión del servicio no deseado.

Nota.— La cobertura del localizador ILS está normalizada en el Capítulo 3, sección 3.1.3.3, y el volumen de servicio GBAS lo está en el Capítulo 3, sección 3.7.3.5.3, respectivamente.

7.2.3.2 *Compatibilidad en el mismo aeropuerto*. Para analizar las limitaciones para la instalación de una estación terrestre GBAS en el mismo aeropuerto que el ILS, es necesario considerar detalladamente la compatibilidad entre ILS y VDB teniendo en cuenta información como la intensidad real del campo de servicio deseado y los diagramas reales de radiación de antena de transmisión del servicio no deseado. En el caso del equipo GBAS con potencia de transmisión tal que la intensidad de campo máxima de 0,879 voltios por metro (-27 dBW/m^2) para el componente de señal polarizada horizontalmente no se excede en el volumen de cobertura ILS ~~hasta de 150 W (GBAS/E, 100 W para componente horizontal y 50 W para componente vertical) o 100 W (GBAS/H)~~, el canal 16ª (y más allá) estará por debajo de -100,5~~106~~ dBm en una anchura de banda de 25 kHz a una distancia de ~~200~~80 m del transmisor de VDB, incluido un margen para ~~una reflexión positiva~~ un aumento de +5 dB debido a un multitrayecto constructivo. Esta cifra de -100,5~~106~~ dBm en una anchura de banda de 25 kHz arroja una relación señal-ruido de 21,5 dB (por encima de la relación señal ruido mínima supuesta de 20 dB) ~~supone~~para una señal de localizador de -79~~86~~ dBm que corresponde a una intensidad de campo del localizador ILS de 90 microvoltios por metro (menos 107 dBW/m^2) ~~a la entrada del receptor ILS y una relación señal-ruido mínima de 20 dB~~.

Nota.— Al instalar GBAS e ILS en el mismo aeropuerto, se recomienda analizar también las consecuencias de la transmisión GBAS VDB en el monitor del localizador ILS. Puede evitarse la interferencia instalando un filtro apropiado.

7.2.4 *Compatibilidad con comunicaciones VHF.* En el caso de asignaciones VDB GBAS por encima de 116,400 MHz, es necesario considerar la compatibilidad entre comunicaciones VHF y VDB GBAS. Entre los aspectos por considerar para la asignación de estos canales VDB se incluye la separación de frecuencia entre la comunicación VHF y VDB, la distancia de separación entre los transmisores y las áreas de cobertura, las intensidades de campo, la polarización de la señal VDB y la sensibilidad del receptor de comunicación de VDB y VHF. Deben considerarse tanto el equipo de aeronave como el equipo de comunicaciones VHF de tierra. Para equipo GBAS/E con una potencia máxima de transmisor de hasta 150 W (100 W para componente horizontal y 50 W para componente vertical), el canal 64º (y más allá) estará por debajo de −112~~0~~ dBm en una anchura de banda de 25 kHz a una distancia de ~~200~~80 m del transmisor VDB incluido un margen para ~~una reflexión positiva~~ un aumento de +5 dB debido a un multitrayecto constructivo. En el caso de equipo GBAS/H con una potencia máxima de transmisor de 100 W, el canal 32º (y más allá) estará por debajo de −112~~0~~ dBm en una anchura de banda de 25 kHz a una distancia de ~~200~~80 m del transmisor VDB incluido un margen para ~~una reflexión positiva~~ un aumento de +5 dB debido a un multitrayecto constructivo, y un aislamiento de polarización de 10 dB. Debe observarse que por las diferencias en las máscaras de transmisor GBAS VDB y VDL, debe realizarse un análisis por separado para asegurarse de que el VDL no interfiere con el GBAS VDB.

Tabla D-4. Criterios de asignación ordinaria de frecuencias GBAS/GBAS

Canal de VDB no deseada en los mismos intervalos de tiempo	Pérdida de trayectoria (dB)	Separación mínima geográfica requerida para Tx_U = 47 dBm y P_{Dmin} = −72 dBm en km (NM)
Cocanal	145	361 (195)
1er canal adyacente (±25 kHz)	101	67 (36)
2º canal adyacente (±50 kHz)	76	44 (24)
3er canal adyacente (±75 kHz)	73	Sin restricción
4º canal adyacente (±100 kHz)	73	Sin restricción

Nota 1.— No se prevé ninguna restricción geográfica a los transmisores con frecuencias comunes, a intervalos de tiempo adyacentes, a condición de que la antena transmisora de VDB no deseada esté situada por lo menos a ~~200~~ 80 metros de las áreas en las que la señal deseada tiene una intensidad de campo mínima.

Nota 2 .— El $P_{D,min}$ de -72 dBm es la salida de una antena isotrópica ideal.

Tabla D-5. Mínima separación geográfica requerida para una de cobertura VOR [(nivel de 12 000 m (40 000 ft)]

Canal de VDB GBAS no deseada	Pérdida de trayectoria (dB)	Radio de cobertura VOR		
		342 km (185 NM)	300 km (162 NM)	167 km (90 NM)
Cocanal	152	892 km (481 NM)	850 km (458 NM)	717 km (386 NM)
$\lvert f_{Deseada} - f_{No\ deseada} \rvert$ = 25 kHz	126	774 km (418 NM)	732 km (395 NM)	599 km (323 NM)
$\lvert f_{Deseada} - f_{No\ deseada} \rvert$ = 50 kHz	92	351 km (189 NM)	309 km (166 NM)	176 km (94 NM)
$\lvert f_{Deseada} - f_{No\ deseada} \rvert$ = 75 kHz	80	344 km (186 NM)	302 km (163 NM)	169 km (91 NM)
$\lvert f_{Deseada} - f_{No\ deseada} \rvert$ = 100 kHz	61	Sin restricción	Sin restricción	Sin restricción

Nota.— Los cálculos se basan en la frecuencia de referencia de 112 MHz y suponen GBAS Tx_U = 47 dBm y VOR $P_{D,min}$ = −79 dBm.

7.2.5 En el caso de un subsistema de tierra GBAS que solamente transmite una señal horizontalmente polarizada, el requisito de lograr la potencia asociada a la sensibilidad mínima se satisface directamente mediante el requisito de intensidad de campo. En el caso de un subsistema de tierra GBAS que transmite un componente elípticamente polarizado, el desplazamiento ideal de fase entre los componentes HPOL y VPOL es de 90º. Para asegurar que se mantiene en todo el volumen de ~~cobertura~~ servicio GBAS una potencia recibida adecuada, durante maniobras normales de la aeronave, debe diseñarse el equipo transmisor para radiar los componentes de señal HPOL y VPOL con un desplazamiento de fase RF de 90º. Este desplazamiento de fase debe ser uniforme en el tiempo y en consonancia con las condiciones ambientales. Deben tenerse en cuenta las desviaciones de los 90º nominales en el diseño del sistema y en el balance de enlace de forma que cualquier desvanecimiento debido a pérdida de polarización no ponga en peligro la sensibilidad mínima del receptor. En los procedimientos para calificación del sistema y de inspección en vuelo se tendrá en cuenta una variación admisible de desplazamiento de fase en consonancia con mantener el nivel apropiado de la señal en todo el volumen de ~~cobertura~~ servicio GBAS. Un método para asegurar la intensidad de campo tanto horizontal como vertical es emplear una sola antena VDB que transmite una señal elípticamente polarizada e inspeccionar en vuelo la intensidad efectiva de campo de las señales vertical y horizontal en el volumen de ~~cobertura~~ servicio.

7.3 C~~obertura~~ Volumen de servicio

7.3.1 ~~La cobertura~~ El volumen de servicio GBAS mínimo para prestar apoyo a los servicios de aproximación se ilustra en la Figura D-4. De ser posible, es ventajoso para las operaciones proporcionar guía válida a lo largo del tramo visual de una aproximación. El volumen de servicio de aproximación lateral puede ser diferente (mayor) que el volumen de servicio de aproximación vertical. Cuando se radiodifunden parámetros de límite de la posición del error de efemérides adicionales, las correcciones diferenciales pueden utilizarse únicamente dentro de la distancia de uso máxima ($D_{máx}$) definida en el mensaje de tipo 2. ~~De ser posible, es ventajoso para las operaciones proporcionar guía válida a lo largo del tramo visual de una aproximación.~~ También es aceptable que la $D_{máx}$ se extienda más allá del volumen de servicio de aproximación. Entre los motivos por los cuales esto es conveniente cabe destacar que así se proporciona a los pilotos conciencia de la situación e información sobre el estado del GBAS antes de interceptar el procedimiento de aproximación y se mejora la captura del curso GBAS en los límites del volumen de servicio. En esos casos, debería considerarse la posibilidad de un menor nivel de protección, límite de efemérides y continuidad de VDB fuera del volumen de servicio de aproximación, en especial cuando se radiodifundan valores de $D_{máx}$ grandes o ilimitados.

7.3.1.1 Si la instalación GBAS presta servicio a múltiples volúmenes de servicio de aproximación, debería considerarse el uso, si fuera geográficamente factible, de una única radiodifusión de datos omnidireccional que cubra todos los volúmenes de servicio afectados a fin de limitar la complejidad.

7.3.1.2 Asimismo, el aterrizaje automático o el despegue con guía pueden utilizarse en instalaciones o pistas que no están previstas para permitir, o que actualmente no permiten, operaciones de Categoría II o III con GBAS. Incluso en condiciones visuales de Categoría I o mejores, el uso de un sistema aprobado de aterrizaje automático con GAST C puede ayudar a los pilotos a lograr aproximaciones estabilizadas y una actuación fiable de punto de toma de contacto, para la instrucción de la Categoría II o III, para utilizar el sistema de a bordo a fin de garantizar una actuación adecuada y para las verificaciones de mantenimiento. El uso de esta capacidad funcional también puede aligerar la carga de trabajo del piloto. De manera similar, el uso de un sistema aprobado de despegue con guía también redundará en beneficios operacionales. El Capítulo 3, 3.7.3.5.3.2, contiene los requisitos de volumen de servicio para aterrizajes automáticos y despegues con guía. La recepción VDB sobre la superficie de la pista se ve afectada significativamente por el diseño de la antena de transmisión y su altura instalada, así

como por la geografía del aeropuerto. Puede dificultarse el servicio a lo largo de todas las pistas de un aeropuerto que utiliza un único emplazamiento de antena/transmisor VDB. Sin embargo, cuando resulte práctico, debería proporcionarse servicio para apoyar los aterrizajes automáticos y las operaciones de despegue con guía en pistas idóneas que permitan cualquier aproximación de precisión. El elemento de volumen de servicio de aproximación de la designación de la instalación de aproximación permite que esta información esté contenida en la AIP (véase la sección 7.1.4.2.1). Puede conseguirse una capacidad útil de aterrizaje automático para algunas aeronaves incluso cuando no se satisfagan completamente los requisitos del Capítulo 3, 3.7.3.5.3.2. De modo análogo, es posible que algunas aeronaves no puedan realizar aterrizajes automáticos sólo con el volumen de servicio mínimo proporcionado. Para aproximaciones con una trayectoria de datos FAS que no está alineada con el eje de la pista, no se requiere el volumen de servicio para aterrizajes automáticos.

7.3.2 Por encima de la superficie de la pista se requiere una mayor potencia de señal (-62,5 dBm) desde 36 ft y más, en comparación con el requisito mínimo establecido para el volumen de servicio del GBAS a 12 ft por encima del terreno (-72 dBm), para admitir diversas implantaciones de antena VDB de a bordo. En efecto, es posible que la altura de la antena VDB y la pérdida de implantación de aeronave no resulten idóneas para lograr una continuidad adecuada para los aterrizajes automáticos en condiciones de la Categoría III y para los despegues con guía si:

a) la altura de la antena VDB de la aeronave localizada por encima de 12 ft puede inducir una pérdida de implantación de aeronave superior al valor esperado de 15 dB; y

b) la altura de la antena VDB de la aeronave localizada por debajo de 12 ft puede recibir una potencia de señal que esté por debajo del valor mínimo requerido de -72 dBm.

Para mitigar la falta de balance de enlace VDB adecuado, la pérdida real de implantación de aeronave (incluido el tipo de antena y emplazamiento de antena en el fuselaje, la ganancia de antena, la pérdida por desacuerdo, la pérdida de cable, etc.) y la sensibilidad efectiva del receptor pueden equilibrarse para lograr el balance de enlace esperado. Es posible identificar la necesidad de medidas adicionales de mitigación operacional e implantarlas durante el proceso de aprobación de la aeronave, en caso de posible pérdida de VDB a lo largo de la trayectoria de vuelo. Es práctica común que el explotador proponente realice una prueba de vuelo de verificación para realizar el aterrizaje automático en condiciones de la Categoría III en una pista determinada.

No resulta práctico medir la intensidad de la señal a 36 ft. Por lo tanto, se ofrecen los dos ejemplos de medios de verificación que siguen:

- Método simplificado de análisis: Mide la señal a 12 ft y estima la intensidad de la señal a 36 ft utilizando herramientas matemáticas.

- Método complejo de análisis: Modela la configuración del aeropuerto y simula, usando una herramienta matemática, la intensidad de la señal a 12 ft y 36 ft.

Nota 1.— Existe un límite superior en el volumen de servicio de aterrizaje automático por encima de la superficie de la pista que se fija en 100 ft.

Nota 2.— La verificación de la intensidad mínima de la señal a 36 ft es suficiente para garantizar que se cumplan los requisitos por encima de 36 ft.

7.3.2.1 Método simplificado de análisis

A fin de aplicar este método, se supone lo siguiente:

- Los transmisores VDB están instalados por encima de un terreno plano con línea de alcance óptico hacia las pistas en el volumen de servicio GBAS deseado, como se menciona en el Adjunto D, párrafo 7.12.3.

- La metodología de análisis comprende lo siguiente:

  - Un análisis genérico (que no sea específico de un aeropuerto) realizado por los fabricantes de subsistemas de tierra y/o proveedores de servicios para demostrar que es posible cumplir los requisitos relativos a la intensidad de la señal a 12 ft y 36 ft con base en la distancia desde la antena VDM y la altura de la misma en su emplazamiento específico. Los estudios han demostrado que la intensidad de la señal aumentará a partir de la intensidad de la señal medida a 12 ft en diversas configuraciones aeroportuarias. Al verificar el cumplimiento para una instalación específica, un medio aceptable es medir la intensidad de la señal a 12 ft y estimar la intensidad de la señal utilizando la fórmula siguiente:

Para estimar la potencia $P_{h\mathrm{dBm}}$ (en dBm) a una altura h (en metros) desde la potencia $P_{h_0\mathrm{dBm}}$ a una altura h_0 (en metros), puede utilizarse la expresión siguiente:

$$P_{h\mathrm{dBm}} = P_{h_0\mathrm{dBm}} + 20\log\left(\mathrm{sen}\left(\frac{2\pi h h_a}{\lambda d}\right)\right) - 20\log\left(\mathrm{sen}\left(\frac{2\pi h_0 h_a}{\lambda d}\right)\right)$$

donde

- d es la distancia a la antena del transmisor en metros
- h_a es la altura del centro de fase de la antena del transmisor en metros
- $\lambda = c / f$ es la longitud de onda en metros
- f es la frecuencia en Hertzios
- c es la velocidad de la luz

Para $h < \frac{\lambda d}{8 h_a}$, la fórmula previa puede aproximarse con un error menor a 1 dB como sigue:

$$P_{h\mathrm{dBm}} = P_{h_0\mathrm{dBm}} + 20\log\left(\frac{h}{h_0}\right)$$

En forma alternativa, al convertir las alturas a pies y considerando $h_0^{\mathrm{ft}} = 12\ \mathrm{ft}$, las expresiones anteriores se transforman en:

$$P_{h\mathrm{dBm}} = P_{h_0\mathrm{dBm}} + 20\log\left(\mathrm{sen}\left(\frac{0{,}584\, h^{\mathrm{ft}} h_a^{\mathrm{ft}}}{\lambda d}\right)\right) - 20\log\left(\mathrm{sen}\left(\frac{7 h_a^{\mathrm{ft}}}{\lambda d}\right)\right)$$

y

$$P_{h\mathrm{dBm}} = P_{h_0\mathrm{dBm}} + 20\log\left(h^{\mathrm{ft}}\right) - 21{,}58\mathrm{dB}$$

La aplicación de esta fórmula a diferentes alturas por encima de la superficie de la pista puede variar con la distancia entre el transmisor VDB y la trayectoria prevista en la superficie de la pista y con la altura de la antena del transmisor VDB. Es posible que se requieran algunas restricciones relativas al emplazamiento para verificar que se satisfaga la intensidad mínima de la señal en el volumen de servicio por encima de la superficie de la pista.

7.3.2.2 Método complejo de análisis

En la aplicación de este método se supone que:

- La configuración del aeropuerto es tan compleja que no es posible tener en cuenta fácilmente los "trayectos múltiples de tipo ruido" (reflejos de trayectos múltiples procedentes de edificios o aeronaves paradas o en movimiento) y deben ser considerados en el análisis;

  y/o

- No puede mantenerse la línea de alcance óptico entre la antena VDB y la pista.

En la metodología de análisis:

- La configuración del aeropuerto incluye las superficies pertinentes como edificios y vallas metálicas y la topología de la superficie del terreno se modela con sus características electromagnéticas. También se modela el patrón de radiación de la antena del transmisor VDB.

- Las potencias de la señal a 12 ft y 36 ft se calculan simulando la propagación de radio. Uno de los medios aceptables de simulación es el método de trazado de rayos que se basa en la óptica geométrica. Dicha simulación puede hacerse utilizando software en venta en los comercios con una interfaz intuitiva hombre-máquina al modelado del aeropuerto.

- Los efectos de las estructuras de pequeña escala (menos de 5-10 longitudes de onda) limitan la precisión de la simulación por el método de trazado de rayos. Por lo tanto, es posible que sea necesario agregar un margen adicional a los resultados de la simulación a fin de representar dichos efectos.

- La potencia de la señal a 12 ft se mide y compara con la simulada. Si las potencias medida y simulada de la señal a 12 ft concuerdan bien, puede considerarse que la simulación es capaz de modelar las potencias de la señal a diferentes alturas sobre la pista.

- La potencia de la señal simulada y el requisito mínimo a 36 ft se comparan para verificar la conformidad de la cobertura VDB sobre la pista.

7.3.~~2~~3 ~~La cobertura~~El volumen de servicio requerid~~a~~o para prestar apoyo al servicio de determinación de la posición GBAS depende de las operaciones concretas que se prevén. Para este servicio, se prevé que ~~la cobertura~~el volumen de servicio óptim~~a~~o sea omnidireccional para servir de apoyo a las operaciones en que usa el servicio de determinación de la posición GBAS y que se realizan fuera del volumen de ~~cobertura~~servicio de la aproximación~~ de precisión~~. Cada Estado es responsable de determinar un ~~área~~volumen de servicio para el servicio de determinación de la posición GBAS y de asegurar que se satisfacen los requisitos del Capítulo 3, 3.7.2.4. Cuando se efectúa esa determinación, deberían considerarse las características del receptor GNSS libre de fallas, incluida la reversión a la integridad basada en ABAS en el caso de pérdida del servicio de determinación de la posición GBAS.

7.3.~~3~~4 El límite para la utilización de la información del servicio de determinación de la posición GBAS se obtiene mediante la distancia de uso máxima ($D_{máx}$)~~ que define la gama dentro de la cual la integridad requerida está asegurada y las correcciones diferenciales pueden utilizarse tanto para el servicio de determinación de la posición como para las aproximaciones de precisión~~. No obstante, $D_{máx}$ no delinea el área de cobertura en que se cumplen necesariamente los requisitos de intensidad de campo que figuran en el Capítulo 3, 3.7.3.5.4.4, ni coincide con esta área. En consecuencia, las operaciones basadas en el servicio de determinación de la posición GBAS pueden fundarse únicamente en ~~las áreas de cobertura~~el volumen de servicio (en que se satisfacen los requisitos de ~~intensidad de campo~~actuación) dentro de la gama de la $D_{máx}$.

7.3.~~4~~5 Puesto que el ~~área~~volumen de servicio deseada~~o~~ ~~de cobertura~~ de un servicio de determinación de la posición GBAS puede ser mayor que ~~la~~ el que puede proporcionar una sola estación de radiodifusión GBAS, es posible utilizar una red de estaciones de radiodifusión GBAS para proporcionar ~~la cobertura~~el servicio. Estas estaciones pueden radiodifundir por una sola frecuencia y utilizar distintos intervalos de tiempo (8 disponibles) en estaciones vecinas para evitar interferencia o bien pueden radiodifundir por distintas frecuencias. En la Figura D-4A se expone en detalle la forma en que el uso de distintos intervalos de tiempo permite que se utilice una sola frecuencia sin interferencia, siempre que se cumplan las condiciones de tiempo de guarda indicadas en el Apéndice B, Tabla B-59. Para una red basada en distintas frecuencias VHF, deben considerarse los textos de orientación que figuran en 7.17.

7.4 Estructura de datos

En la Figura D-5 se muestra un codificador/decodificador secreto de bits.

Nota.— En el documento RTCA/DO-246~~B~~E, Sistema de aumentación de área local (LAAS) — Documento de control de interfaz de la señal en el espacio (ICD) para aproximaciones de precisión basadas en el GNSS *figura información adicional sobre la estructura de datos de la radiodifusión VHF de datos.*

7.5 Integridad

7.5.1 Para las operaciones de aproximación de precisión y las operaciones basadas en el servicio de determinación de la posición GBAS se especifican niveles de integridad diferentes. El riesgo de integridad de la señal en el espacio para ~~la Categoría I~~ los servicios de aproximación es 2×10^{-7} por aproximación. Los subsistemas de tierra GBAS que también están destinados a prestar apoyo a otras operaciones usando el servicio de determinación de la posición GBAS también tienen que satisfacer el requisito de riesgo de integridad de la señal en el espacio especificado para las operaciones de área terminal, que es de 1×10^{-7}/hora (Capítulo 3, Tabla 3.7.2.4-1). Por lo tanto se necesitan ~~mediciones~~ medidas adicionales para cumplir con estos requisitos más rigurosos del servicio de determinación de la posición. Se asigna al riesgo de integridad de la señal en el espacio un valor entre el riesgo de la integridad del subsistema de tierra y el riesgo de la integridad del nivel de protección. La asignación de riesgo de integridad del subsistema de tierra cubre las fallas del subsistema de tierra y las fallas de la constelación principal y del SBAS, tales como las fallas de calidad de la señal y las fallas de efemérides. ~~La~~ Para los GAST A, B y C, la asignación de riesgo de integridad de nivel de protección cubre los riesgos raros de actuación sin fallas en el dominio de la posición y el caso de fallas en una de las mediciones del receptor de referencia. En ambos casos las ecuaciones para nivel de protección ~~aseguran~~ garantizan que se tienen en cuenta los efectos de la geometría de los satélites utilizados por el receptor sin fallas de aeronave. Esto se describe con más detalles en los párrafos siguientes. Para el GAST D, la integridad del dominio de la posición se delega a la aeronave y un subsistema de tierra FAST D proporciona datos adicionales y monitorización de la fuente telemétrica para las aeronaves que utilizan este tipo de servicio.

7.5.1.1 Se aplican requisitos de integridad adicionales para el GAST D, cuyo objeto es apoyar las aproximaciones de precisión y el aterrizaje automático en condiciones de escasa visibilidad con mínimas menores que las de la Categoría I. Se aplican los mismos requisitos de limitar la solución de la posición dentro de un nivel de protección que se compara con un límite de alerta, para todas las fuentes de error salvo las fallas de un solo receptor terrestre de referencia y los errores inducidos por anomalías ionosféricas. Las fallas de un solo receptor terrestre de referencia se mitigan como se describe en 7.5.11. Se ha atribuido al equipo de a bordo la responsabilidad por algunos errores inducidos por condiciones ionosféricas anómalas. La mitigación de errores debidos a anomalías ionosféricas se describe en 7.5.6.1.6. Se necesitan requisitos adicionales de monitorización y de aseguramiento de diseño para permitir a los subsistemas de tierra FAST D GBAS proporcionar un servicio que pueda ofrecer una seguridad operacional equivalente a las operaciones ILS de Categoría III. Algunos requisitos adicionales de monitorización se asignan al subsistema de tierra (véase 7.5.6.1 a 7.5.6.1.7) y algunos al equipo de a bordo. En el Apéndice B, 3.6.7.3.3, figuran los requisitos adicionales de actuación en materia de monitorización para el subsistema de tierra.

7.5.1.2 El requisito relativo al riesgo de integridad del subsistema de tierra para el GAST D (Apéndice B, 3.6.7.1.2.1.1.3) limita la probabilidad de que una falla de los subsistemas de tierra provoque la transmisión de datos erróneos durante un tiempo mínimo de exposición de “un aterrizaje cualquiera”. Comúnmente, se considera que el período crítico de exposición a fallas para la guía vertical en operaciones de Categoría III es el período entre la altura de decisión de Categoría I (200 ft) y el umbral (altura de 50 ft). Esto es, 15 segundos en términos nominales, dependiendo de la velocidad de aproximación de la aeronave. Se considera que el período crítico de exposición a fallas para guía lateral en operaciones de Categoría III es el período entre la altura de decisión de Categoría I y la finalización del recorrido en tierra, que tiene lugar cuando la aeronave desacelera hasta alcanzar una velocidad de rodaje segura (comúnmente de menos de 30 nudos). Esto es, 30 segundos en términos nominales, dependiendo, una vez más, de la velocidad de aproximación de la aeronave y de la tasa de desaceleración. Se utiliza el concepto de “un aterrizaje cualquiera” para poner énfasis en que el período de tiempo en el que pueden ocurrir fallas se extiende hasta antes del período crítico de exposición. El motivo de esto es que la falla puede evolucionar lentamente en el tiempo, producirse más temprano en la fase de aterrizaje y convertirse en un peligro durante el período crítico de exposición.

7.5.1.3 El período crítico de exposición a fallas para guía lateral durante un despegue con guía en condiciones de escasa visibilidad es de 60 segundos en términos nominales. Ya que una guía errónea o la pérdida de guía durante un despegue con guía es menos crítica que en el caso de los aterrizajes de Categoría III, dicha guía no introduce ningún cambio en los requisitos de integridad del subsistema de tierra.

7.5.2 El subsistema de tierra GBAS define una incertidumbre de error de seudodistancia corregido respecto al error relativo al punto de referencia GBAS (σ_{pr_gnd}) y a los errores consiguientes a la descorrelación espacial en sentido vertical (σ_{tropo}) y horizontal (σ_{iono}). El modelo de estas incertidumbres sigue las varianzas de distribuciones normales de promedio cero que describen estos errores para cada fuente telemétrica.

7.5.3 Cada una de las incertidumbres de error descritas anteriormente son utilizadas por el receptor para calcular un modelo de error en la solución de navegación. Esto se efectúa proyectando los modelos de error de seudodistancia al dominio de la posición. Los métodos generales para determinar que la varianza modelo es adecuada para garantizar el riesgo de integridad del nivel de protección se describen en la Sección 14. El nivel de protección lateral (LPL) proporciona un límite del error de posición lateral con una probabilidad obtenida a partir del requisito de integridad. De modo análogo, el nivel de protección vertical (VPL) proporciona un límite a la posición vertical. Para ~~aproximaciones de precisión de Categoría I y APV~~ los servicios de aproximación, si el LPL calculado excede del límite de alerta

lateral (LAL) o el VPL excede del límite de alerta vertical (VAL), la integridad no es adecuada para prestar apoyo ~~a la operación~~ al tipo de servicio seleccionado. Para el servicio de determinación de la posición, los límites de alerta no se definen en las normas y sólo se requiere calcular y aplicar el nivel de protección horizontal y los límites de posición del error de efemérides. Los límites de alerta se determinarán basándose en la operación que se realiza. La aeronave aplicará el nivel de protección horizontal y los límites de la posición del error de efemérides calculados verificando que sean inferiores a los límites de alerta. Se definen dos niveles de protección, uno para atender a la condición de que todos los receptores de referencia estén libres de falla (H_0 — Condiciones de medición normales), y uno para atender a la condición de que uno de los receptores de referencia incluya mediciones que han fallado (H_1 — Condiciones de medición con falla). Adicionalmente, el límite de la posición del error de efemérides proporciona un límite respecto del error de la posición debido a fallas en la efemérides de la fuente telemétrica. Para ~~las aproximaciones de precisión de Categoría I y APV~~ los servicios de aproximación, se definen un límite de error lateral de efemérides (LEB) y un límite de error vertical de efemérides (VEB). Para el servicio de determinación de la posición, se define un límite de error de efemérides horizontal (HEB).

7.5.3.1 El riesgo de integridad de la señal en el espacio GBAS (Apéndice B, 3.6.7.1.2.1.1) se define como la probabilidad de que el subsistema de tierra proporcione información que, al ser procesada por un receptor libre de fallas, usando cualquier combinación de datos GBAS permitidos por los protocolos para la aplicación de datos (Apéndice B, 3.6.5), lleve a un error de la posición relativa lateral o vertical fuera de los límites de tolerancia sin ningún anuncio por un período mayor que el tiempo hasta alerta máximo. Un error de la posición relativa lateral o vertical fuera de los límites de tolerancia se define como un error que excede el nivel de protección de los servicios de aproximación GBAS y, si se radiodifunde un bloque de datos adicional 1, el límite de la posición del error de efemérides. Por lo tanto, es responsabilidad del subsistema de tierra proporcionar un conjunto congruente de datos, incluidas las correcciones diferenciales, y todos los parámetros que utilizan los protocolos para la aplicación de datos (p.ej., σ_{pr_gnd} y los valores B que se definen en el mensaje de tipo 1), de manera que los niveles de protección limiten el error de posición con el riesgo de integridad requerido. Este proceso de limitación de errores debe ser válido para cualquier conjunto de satélites que pueda estar utilizando el usuario. A fin de garantizar que los niveles de protección calculados limiten efectivamente el error con la probabilidad requerida, en algunos casos puede ser necesario inflar o manipular uno o más de los parámetros que emplean los protocolos para la aplicación de datos. Por ejemplo, para resolver el problema de los impactos de los efectos ionosféricos anómalos, una de las estrategias que se han empleado es inflar σ_{pr_gnd} y $\sigma_{vert\ iono\ gradiente}$ para garantizar que el equipo de a bordo que cumple los protocolos para la aplicación de datos se encuentre protegido adecuadamente.

7.5.4 *Contribución del sistema de tierra al error de seudodistancia corregido (σ_{pr_gnd}).* Entre las fuentes de error que contribuyen a este error se incluyen el ruido del receptor, multitrayectos, y errores de calibración del centro de fase de la antena. El ruido del receptor tiene un error de distribución normal de promedio cero, mientras que los multitrayectos y la calibración del centro de fase de la antena pueden llevar a un menor error medio.

7.5.5 *Errores troposféricos residuales.* Los parámetros troposféricos se radiodifunden en mensajes de tipo 2 para modelar los efectos de la troposfera cuando la aeronave está a una altura distinta del punto de referencia GBAS. Este error puede ser bien caracterizado por una distribución normal de promedio cero.

7.5.6 *Errores ionosféricos residuales.* Un parámetro ionosférico se radiodifunde en mensajes de tipo 2 para modelar los efectos de la ionosfera entre el punto de referencia GBAS y la aeronave. Este error puede estar bien caracterizado mediante una distribución normal de promedio cero durante condiciones nominales.

7.5.6.1 *Anomalías ionosféricas.* Estructuras de pequeña escala en la ionosfera pueden originar errores sin corrección diferencial en la posición GBAS. Esos fenómenos se asocian, comúnmente, a la actividad de las tormentas solares y pueden caracterizarse por gradientes pronunciados en el retardo ionosférico a lo largo de una distancia relativamente corta (p.ej., algunas decenas de kilómetros). Los errores que estos fenómenos pueden inducir se generan cuando el receptor de a bordo y el subsistema de tierra reciben señales satelitales que tienen diferentes retardos de propagación. También, ya que el GBAS utiliza la adaptación a código-portadora con una constante de tiempo relativamente grande, se forman sesgos en estos filtros que son una función de la tasa de cambio del retardo ionosférico. Si el subsistema de tierra y los receptores de a bordo experimentan retardos y tasas de cambio de los retardos ionosféricos significativamente diferentes, los sesgos que se forman en estos filtros no coincidirán ni se cancelarán por medio del procesamiento diferencial.

7.5.6.1.1 *Mitigación de anomalías ionosféricas.* Las anomalías ionosféricas pueden producir errores de posición significativos (es decir, de decenas de metros) en el contexto de las operaciones de aproximación. Para mitigar estos errores se emplean diferentes estrategias, dependiendo del tipo de servicio de aproximación GBAS.

7.5.6.1.2 *Mitigación de anomalías ionosféricas para los GAST A, B y C.* Para los GAST A, B o C, el subsistema de tierra es responsable de mitigar el posible impacto de las anomalías ionosféricas. Esto puede manejarse por medio de varios esquemas de monitorización (p.ej., monitores de campo lejano o integración con una red de tierra de área amplia de apoyo al SBAS) que detecten la presencia de anomalías ionosféricas y nieguen el servicio si son inaceptables los errores resultantes en la posición del usuario. Una manera de negar el servicio es inflar alguna combinación de los parámetros de integridad de radiodifusión: $\sigma_{pr\ gnd,}$, $\sigma_{vert\ iono\ gradiente,}$ el parámetro de descorrelación de efemérides (P), los parámetros de detección frustrada de efemérides $K_{md\ e,GPS,}$ y $K_{md\ e.\ GLONASS}$, de manera que cualquier geometría que pueda utilizar un usuario de a bordo no esté sujeta a errores intolerablemente grandes (dado el uso operacional previsto). Este esquema de inflación también podría emplearse sin la complejidad de monitorizar la ionosfera durante las operaciones suponiendo que hay anomalías ionosféricas presentes. En este caso, se utiliza un modelo de las posibles condiciones ionosféricas que podrían ocurrir a fin de determinar los valores apropiados de los parámetros de integridad de radiodifusión. Ya que los extremos de las condiciones ionosféricas varían significativamente en todo el mundo, el modelo depende del emplazamiento. Ese esquema de inflación genera una reducción de la disponibilidad porque infla los valores incluso cuando no hay anomalías.

7.5.6.1.3 *Mitigación de anomalías ionosféricas para el GAST D.* Para el equipo de a bordo se introdujeron requisitos de monitorización y de cribado de la geometría para el GAST D, a fin de mitigar el posible impacto de las anomalías ionosféricas. La monitorización de a bordo consiste en monitorizar continuamente la divergencia código-portadora a fin de detectar gradientes grandes en la ionosfera. Asimismo, el equipo de a bordo cribará las geometrías para asegurarse de que no ocurra una amplificación grande inaceptable de los errores residuales de seudodistancia (es decir, errores que pueden existir después de que se ha aplicado la monitorización de a bordo). Otro factor que resulta de utilidad para mitigar los errores inducidos por las anomalías ionosféricas es el uso de seudodistancias adaptadas a portadora de 30 segundos en una solución de la posición. (La adaptación con constante de tiempo más corta es inherentemente menos susceptible a los errores de desacuerdo de sesgos del filtro). Por último, el GAST D incluye los parámetros $K_{md\ e\ D,GLONASS}$, $K_{md\ e\ D,GPS}$, P_D y $\sigma_{vert\ iono\ gradiente\ D}$, que tienen por objeto ser utilizados en lugar de los parámetros $K_{md\ e\ ,GLONASS}$, $K_{md\ e,GPS,}$, P y $\sigma_{vert\ iono\ gradiente}$, respectivamente, cuando el tipo de servicio activo es el GAST D. Esto se lleva a cabo de manera que, si el subsistema de tierra emplea la inflación de los parámetros $K_{md\ e\ ,GLONASS}$, $K_{md\ e,GPS,}$, P y $\sigma_{vert\ iono\ gradiente}$ para mitigar los efectos de las anomalías ionosféricas para los GAST A, B o C, sea posible proporcionar al usuario del GAST D parámetros no inflados para uso en el GAST D al emplear la monitorización de a bordo para resolver el problema de los errores por anomalías ionosféricas. Esto permite mejorar la disponibilidad del servicio GAST D.

7.5.6.1.4 *Limitación de errores por anomalías ionosféricas.* Como se expuso anteriormente, la cuestión de las anomalías ionosféricas puede abordarse inflando uno o más de los parámetros $\sigma_{pr\ gnd.}$, $\sigma_{vert\ iono\ gradiente,}$ el parámetro de descorrelación de efemérides (P), los parámetros de detección frustrada de efemérides $K_{md\ e,GPS}$ y $K_{md\ e,GLONASS}$. El subsistema de tierra es responsable de proporcionar los valores en estos parámetros que permitan limitar el error de manera apropiada mediante los cálculos del VPL y el HPL a la salida de un receptor libre de fallas. En el GAST D, la responsabilidad de mitigar los errores debidos a condiciones ionosféricas anómalas se dividió entre el sistema de a bordo y el subsistema de tierra. Aunque el GAST D sigue requiriendo que los niveles de protección limiten los errores (como se describió en 7.5.3.1), no requiere que limiten los errores que resulten de un suceso ionosférico anómalo, como en el caso del GAST C. Por lo tanto, los niveles de protección calculados con P_D, $K_{md\ e\ D,GLONASS}$, $K_{md\ e\ D,GPS}$, y $\sigma_{vert\ iono\ gradiente\ D}$ deben limitar el error para todas las fuentes de errores, como se expuso en 3.6.7.1.2.1.1.2, salvo los errores debidos a las condiciones ionosféricas anómalas. Los cálculos de los niveles de protección deben limitar los errores ionosféricos nominales.

7.5.6.1.5 *Monitorización del gradiente ionosférico de solución dual.* Otro componente del proceso de mitigación a bordo de errores inducidos por anomalías ionosféricas es el uso de soluciones duales de la posición calculadas simultáneamente con dos constantes diferentes de tiempo con adaptación a portadora (véase 7.19.3). Este cálculo de la solución dual tiene dos finalidades. Primero, tomar la diferencia de las dos mediciones de la seudodistancia corregida como estadísticas de detección hace directamente observables los errores que se forman en los filtros en cada satélite en virtud de las grandes diferencias en los gradientes ionosféricos entre las mediciones de tierra y las mediciones de a bordo. Por lo tanto, se puede aplicar un umbral a estas estadísticas de detección a fin de detectar una porción grande de las anomalías ionosféricas. La segunda aplicación de las soluciones duales consiste en calcular un límite para la posición con adaptación de 30 segundos (excluido el impacto de las anomalías ionosféricas). Los datos proporcionados por el segmento de tierra permiten calcular un límite de nivel de protección para la solución de 100 segundos. Al sumar la observación directa de la magnitud de la diferencia entre la posición con adaptación de 30 segundos y la de 100 segundos al cálculo del nivel de protección se obtiene un nivel de protección que garantiza limitar la solución de posición de 30 segundos cumpliendo el requisito de 1×10^{-7}/aproximación. Esto permite al equipo de a bordo con un tipo de servicio activo D tener una actuación equivalente en la fijación de límites, como se requiere para aproximaciones con mínimas de la Categoría I, aunque se utiliza la solución de 30 segundos para crear la guía.

7.5.6.1.6 *Requisitos de que los subsistemas de tierra del FAST D ayuden a mitigar los errores ocasionados por anomalías ionosféricas*. Aunque gran parte de la responsabilidad de mitigar los errores ionosféricos se atribuyó al segmento de a bordo, existe un requisito impuesto a los subsistemas de tierra del FAST D que es necesario para ayudar a mitigar dichos efectos. En el Apéndice B, 3.6.7.3.4, se especifica que el subsistema de tierra es responsable de garantizar la mitigación de los gradientes de retardo espacial ionosférico. El subsistema de tierra garantiza que el valor del error de seudodistancia corregido máximo (E_{IG}) calculado a partir de los datos de tipo 2 no exceda de 2,75 metros en todos los LTP relacionados con pistas que apoyen procedimientos GAST D. Una opción disponible al fabricante consiste en restringir la distancia entre el punto de referencia GBAS y el LTP.

7.5.6.1.7 *Modelos de amenazas de anomalías ionosféricas empleados para la validación del GAST D*. Como se expuso anteriormente, la mitigación de los errores que pueden provocar las anomalías ionosféricas se logra mediante la monitorización combinada a cargo de los sistemas de a bordo y de tierra. La eficacia de la monitorización requerida se ha demostrado por medio de la simulación y el análisis, y se ha demostrado que los errores máximos en la salida de la monitorización se ajustan a los criterios de certificación de la aeronavegabilidad para la gama de anomalías que figura a continuación. Esta gama de anomalías se describe en términos de un "espacio de amenazas estándares" que consiste en un modelo de anomalías ionosféricas que define los atributos físicos de la anomalía ionosférica. El modelo que se describe en 7.5.6.1.7.1 es una versión conservadora del modelo elaborado para la parte continental de los

Estados Unidos. Este modelo ha demostrado limitar la amenaza ionosférica evaluada en varias otras regiones de latitud media con respecto al ecuador magnético. Datos recientes recogidos en algunas regiones de latitud baja con respecto al ecuador magnético han mostrado condiciones ionosféricas relacionadas con el agotamiento de la densidad ionosférica local ("burbujas de plasma") que superan este modelo de amenazas. Por ejemplo, la investigación del Equipo Especial de Estudios Ionosféricos de la Región Asia/Pacífico (APAC ISTF) ha dado como resultado la creación de un modelo de referencia de amenazas a latitudes bajas. Los modelos de amenazas definen un ambiente ionosférico respecto del cual se sabe que la monitorización normalizada produce una actuación aceptable por cada seudodistancia. Cada proveedor de servicios debería evaluar si el modelo de espacio de amenazas estándares que se describe a continuación es apropiado para las características ionosféricas de la región donde el GBAS deba prestar apoyo al servicio GAST D. Esta evaluación debería efectuarse siempre, independientemente de cuáles sean las latitudes. Si un proveedor de servicios determina que el comportamiento ionosférico no está adecuadamente caracterizado en este modelo de amenazas (p.ej., para una región de comportamiento ionosférico excepcionalmente severo), ese proveedor de servicios debe tomar las medidas que correspondan para asegurarse de que los usuarios no estén expuestos a anomalías ionosféricas con características que se salgan de la gama definida en el espacio de amenazas estándares, pudiendo optar por:

1. alterar las características de su subsistema de tierra; y/o

2. introducir monitorización adicional (interna o externa al GBAS); y/o

3. introducir otras medidas operacionales de mitigación que limiten la exposición de los usuarios a condiciones ionosféricas extremas.

Entre los posibles cambios en el subsistema de tierra que pueden reducir estos riesgos figuran restricciones más severas relativas al emplazamiento (véase 7.5.6.1.6) y una mejor actuación de monitorización por parte del subsistema de tierra (Apéndice B, 3.6.7.3.4). Otra estrategia de mitigación es la monitorización del clima espacial (externa al sistema GBAS) en conjunto con las limitaciones operacionales impuestas al uso del sistema durante periodos en que se prevé actividad ionosférica gravemente anómala. Pueden aplicarse combinaciones de estas estrategias para garantizar que el usuario del GAST D no esté expuesto a anomalías ionosféricas que se salgan del espacio de amenazas estándares.

7.5.6.1.7.1 *Modelo de anomalías ionosféricas: cuña móvil*. Representa un gradiente espacial ionosférico severo bajo la forma de una cuña móvil con cambio constante y lineal del retardo ionosférico oblicuo, como se ilustra en la Figura D-X1. Los parámetros clave de este modelo son la pendiente del gradiente (g) en mm/km, la anchura (w) de la cuña en km, la amplitud del cambio de retardo (D) en m, y la velocidad (v) a la cual se mueve la cuña respecto a un punto fijo sobre el terreno. Se supone que estos valores permanecen (aproximadamente) constantes durante el período en el que esta cuña afecta a los satélites rastreados por una sola aeronave que completa una aproximación GAST D. Si bien la anchura de la cuña es pequeña, no se ve restringida su "longitud" en el cuadro de coordenadas Este-Norte (es decir, qué tan lejos se extiende el "frente ionosférico" donde está contenida la cuña).

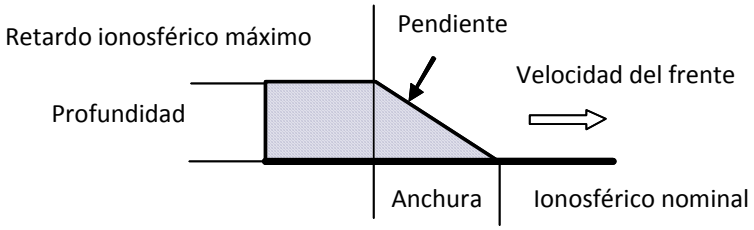


Figura D-X1: Modelo de anomalía ionosférica de tipo cuña móvil

En este modelo, el límite superior de *g* depende de la velocidad de la cuña, como se especifica en la Tabla D-X1. Este valor no depende del ángulo de elevación del satélite. Ya que *g* se expresa en términos del retardo oblicuo, no es necesario hacer una corrección de la "oblicuidad" respecto del retardo cenital. La anchura *w* puede variar de 25 a 200 km. El valor máximo de *D* es 50 m. Adviértase que, para hacer que el modelo sea coherente, *D* debe ser igual al producto de la pendiente *g* y la anchura *w*. En los casos en los que la pendiente y la anchura caigan dentro de sus intervalos permitidos pero su producto *D* sea mayor que el límite de 50 metros, esa combinación de pendiente y anchura no constituirá un punto válido dentro del modelo de amenazas. Por ejemplo, tanto $g = 400$ mm/km como $w = 200$ km son valores permitidos individualmente, pero su producto es igual a 80 metros. Ya que esto viola la restricción impuesta a *D*, en este modelo de amenazas no se incluye una cuña con $g = 400$ mm/km y $w = 200$ km.

Nota.— En la validación de GAST D, se supuso que cada modelo de cuña simulada se aplica a las dos fuentes telemétricas que produjeron los errores de posición más extremos. Sin embargo, los números de cuñas y de fuentes telemétricas afectadas dependen de las características ionosféricas de la región donde el GBAS deba prestar apoyo al servicio GAST D.

Tabla D-X1. Límite superior de la pendiente del gradiente

Velocidad de propagación (*v*)	**Límite superior de la pendiente del gradiente (*g*)**
$v < 750$ m/s	500 mm/km
$750 \leq v < 1500$ m/s	100 mm/km

7.5.6.1.8 *Validación de la mitigación de los gradientes ionosféricos*

Como la responsabilidad por la mitigación de los gradientes ionosféricos espaciales se comparte entre los subsistemas de a bordo y de tierra, esta sección incluye orientación para modelar los componentes críticos de a bordo (p. ej., el movimiento y la monitorización de la aeronave) que permitirá a los fabricantes de equipo de tierra validar la mitigación de los gradientes ionosféricos espaciales desde la perspectiva del sistema total. La validación puede tener en cuenta la combinación de monitores terrestres y de a bordo para la detección de gradientes. Al dar cuenta de la combinación de monitores debe considerarse la correlación o independencia entre ellos. La actuación del monitor también debería considerar el tiempo efectivo entre muestras independientes de las estadísticas de ensayo de cada monitor. El modelado de la monitorización ionosférica debería incluir criterios para volver a admitir un satélite excluido, según se considere apropiado de acuerdo con el diseño del subsistema terrestre y DO-253D.

En esta sección también se incluye orientación sobre escenarios de pruebas para ayudar a garantizar que se tengan en cuenta durante la validación todas las posibles orientaciones de la posición de a bordo, del punto de referencia en tierra, de la dirección de la aproximación y de la dirección del gradiente.

7.5.6.1.8.1 *Implantación del monitor de a bordo*

En la validación pueden tenerse en cuenta los monitores de a bordo siguientes:

a) filtrado de a bordo de la divergencia código-portadora, como se describe en 2.3.6.11 del documento DO-253D;

b) la RAIM diferencial utilizada para la adición de satélites, como se describe en 2.3.9.6.1 del documento DO-253D; y

c) monitorización de doble solución del gradiente ionosférico de seudodistancia, como se describe en 2.3.9.7 del documento DO-253D.

Al evaluar la probabilidad de detección frustrada, puede suponerse que la contribución de todas las fuentes de ruido a la estadística de ensayo utilizada para el monitor de divergencia de código portadora de a bordo, excluyendo los efectos de la ionosfera, tiene una distribución normal con una media cero y una desviación estándar de 0,002412 m/s.

Al evaluar la probabilidad de detección frustrada, puede suponerse que la contribución de todas las fuentes de ruido a la estadística de ensayo utilizada para el monitor de gradiente ionosférico de seudodistancia de solución doble tiene una distribución normal con una media cero y una desviación estándar de 0,1741 m.

Adviértase que la probabilidad previa del gradiente que puede emplearse durante la validación de 3.6.7.3.4 también se aplica a estos monitores de a bordo.

7.5.6.1.8.2 *Modelado de la determinación de la posición y la velocidad de a bordo*

La velocidad y posición de a bordo pueden modelarse trabajando hacia atrás a partir del tiempo de cruce del umbral, utilizando los cuatro valores siguientes:

a) velocidad en el aterrizaje;

b) cantidad de tiempo a la velocidad de aterrizaje;

c) tasa de desaceleración; y

d) velocidad al iniciar la desaceleración.

En la Figura D-X2 se ilustra la manera en que estos cuatro valores se utilizan para definir un perfil de velocidades, y la Tabla D-X2 contiene los valores que definen la familia de curvas que se utilizará para determinar los parámetros de difusión de GAST D para un diseño de IGM específico.

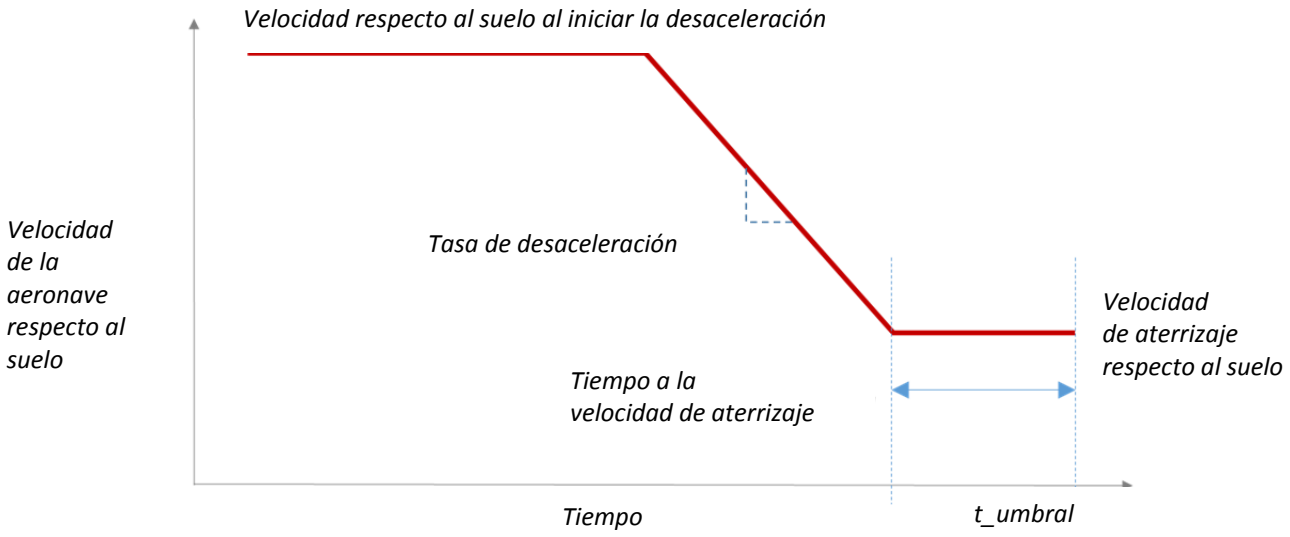


Figura D-X2. Modelo de perfil de velocidades de una aeronave

Tabla D-X2. Perfil de velocidades de a bordo desde la posición inicial hasta el LTP

Velocidad de aterrizaje respecto al suelo (nudos)	Tiempo a la velocidad de aterrizaje (segundos)	Tasa de desaceleración (nudos/s)	Velocidad respecto al suelo al iniciar la desaceleración (nudos)
161	50	1,1	290
148	50	1,1	277
135	50	1,1	264

Nota.— No es necesario modelar la altitud de la aeronave.

En la Figura D-X3 se ilustran los perfiles de velocidades de aproximación con base en los valores de la Tabla D-X2 en términos de la velocidad respecto al suelo contra el tiempo hasta que la aeronave alcanza el punto del umbral de aterrizaje.

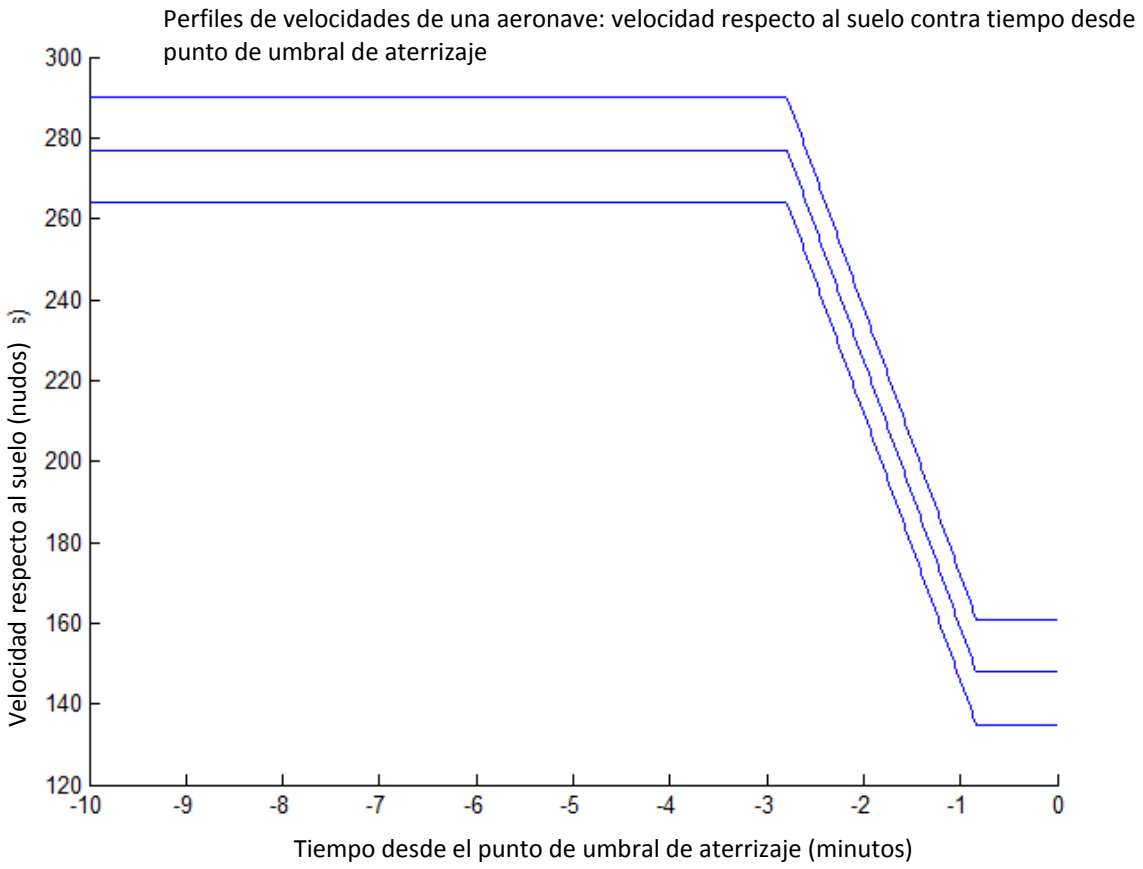


Figura D-X3. Familia de perfiles de velocidades de una aeronave

7.5.6.1.8.3 *Consideraciones sobre gradiente, posición de a bordo, punto de referencia en tierra y dirección de la aproximación*

En la Figura D-X4 se ilustran los escenarios ionosféricos anómalos (A-D) básicos que constituyen una amenaza. Para una determinada instalación de estación terrestre, el fabricante del equipo de tierra debería demostrar que existe una mitigación válida para cualquier orientación del gradiente ionosférico/de a bordo/de la aproximación que corresponda a esa instalación en particular.

Los escenarios de pruebas de validación también deberían tener en cuenta la componente de coordinación del tiempo para cada orientación. Por ejemplo, para un escenario determinado, debería llevarse a cabo una aproximación como mínimo a intervalos de un minuto.

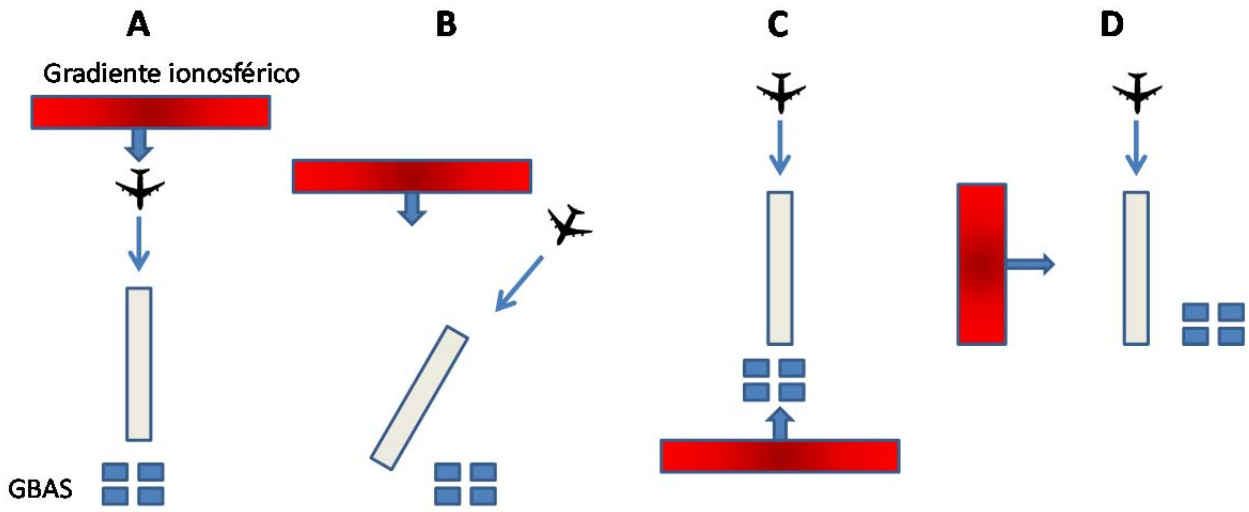


Figura D-X4. Orientaciones aire/tierra/aproximación del gradiente ionosférico

7.5.7 *Contribución del receptor de aeronave al error de seudodistancia corregido.* La contribución del receptor está limitada según lo descrito en la Sección 14. La contribución máxima utilizada para el análisis por el proveedor de GBAS, puede tomarse del requisito de exactitud por el que se supone que $\sigma_{receptor}$ es igual a RMS_{pr_air} para el equipo A de designador de exactitud a bordo del GBAS.

7.5.8 *Error de multitrayectos causado por la célula.* En el Apéndice B, 3.6.5.5.1 se define la contribución del error por multitrayectos de la célula. No se incluyen los errores por multitrayectos provenientes de reflexiones de otros objetos. Si la experiencia demuestra que estos errores no son despreciables, entonces deben tenerse en cuenta en las operaciones, o mediante la inflación de la radiodifusión de parámetros por tierra (p. ej., σ_{pr_gnd}).

7.5.9 *Incertidumbre de error de efemérides.* Los errores de seudodistancia que resultan de errores de efemérides (definidos como una discrepancia entre la posición de satélite verdadera y la posición de satélite determinada a partir de los datos de radiodifusión) están espacialmente descorrelacionados y, en consecuencia, serán diferentes para receptores emplazados en distintos lugares. Cuando los usuarios están relativamente cerca del punto de referencia GBAS, el error diferencial residual debido a los errores de efemérides será pequeño y tanto las correcciones como los parámetros de incertidumbre s_{pr_gnd} enviados

por el subsistema terrestre serán válidos para corregir mediciones en bruto y calcular los niveles de protección. Para los usuarios que están más lejos del punto de referencia GBAS, la protección contra fallas de efemérides puede asegurarse de dos maneras diferentes:

a) el subsistema de tierra no transmite parámetros de límite de la posición del error de efemérides adicionales. En este caso, el subsistema de tierra es responsable de asegurar la integridad en caso de fallas de efemérides de satélite sin depender del cálculo ni de la aplicación del límite de efemérides por la aeronave. Esto puede imponer una restricción respecto de la distancia entre el punto de referencia GBAS y la altitud/altura de decisión dependiendo de los medios del subsistema de tierra para detectar las fallas de efemérides de la fuente telemétrica. Uno de los medios de detección consiste en utilizar la radiodifusión de información de integridad de satélite mediante el SBAS; ~~y~~o

b) el subsistema de tierra transmite los parámetros de límite de la posición del error de efemérides adicionales que permiten al receptor de a bordo calcular un límite de error de efemérides. Estos parámetros son: los coeficientes que se emplean en las ecuaciones del límite de la posición del error de efemérides ($K_{md\_e\_()}$, en que el subíndice () significa "GPS", "GLONASS", "POS", GPS" o "POS", GLONASS")~~, la distancia de uso máxima para las correcciones diferenciales ($D_{máx}$)~~ y los parámetros de descorrelación de efemérides (P). El parámetro de descorrelación de efemérides (P) en el mensaje de tipo 1 o de tipo 101 caracteriza el error–residual como una función de distancia entre el punto de referencia GBAS y la aeronave. El valor de P se expresa en m/m. El subsistema de tierra determina los valores de P para cada satélite. Uno de los principales factores que influye en los valores P es el diseño del monitor del subsistema de tierra. La calidad del monitor de tierra estará definida por el error de efemérides más pequeño ~~(o error mínimo detectable (MDE))~~ que puede detectar. La relación entre el parámetro P y el ~~MDE~~ error mínimo detectable ε_{ephdet} para un satélite en particular i puede aproximarse aplicando P_i = ~~MDE_i~~ ε_{ephdet}/R_i, siendo R_i la más pequeña de las gamas previstas desde las antenas del receptor de referencia del subsistema de tierra para el período de validez de P_i. ~~Como dependen de la geometría del satélite,~~ Ya que R_i varía con el tiempo, los valores de los parámetros P ~~varían lentamente~~ también son función del tiempo. No obstante, no es necesario que el subsistema de tierra haga que P varíe dinámicamente. Pueden enviarse parámetros P estáticos si aseguran adecuadamente la integridad. En este caso, la disponibilidad se degradaría levemente. En general, a medida que el ~~MDE_i~~ ε_{ephdet} se reduce, la disponibilidad general del GBAS aumenta.

7.5.10 ~~*Vigilancia*~~ *Monitorización del error/falla de efemérides.* Hay varios tipos de ~~vigilancia~~ monitorización para detectar los errores/fallas de efemérides. Entre ellos están los siguientes:

a) *Base larga.* Este tipo de ~~vigilancia~~monitorización requiere que el subsistema de tierra use receptores separados por grandes distancias para detectar errores de efemérides que no son observables con un sólo receptor. Con bases más largas mejora la actuación en términos de ~~MDE~~ error mínimo detectable;

b) *SBAS.* Como la aumentación SBAS ~~vigila~~monitoriza la actuación de los satélites, comprendidos los datos de efemérides, la radiodifusión de información de integridad por el SBAS puede utilizarse como indicación de la validez de efemérides. El SBAS usa los receptores del subsistema de tierra instalados en bases muy largas; en consecuencia, se obtiene la actuación óptima para la ~~vigilancia~~ monitorización de efemérides y, por ende, ~~los MDE son pequeños~~ los errores pequeños se hacen detectables; y

c) ~~*Vigilancia*~~*Monitorización de datos de efemérides.* Este enfoque requiere comparar las efemérides de radiodifusión durante órbitas de satélite consecutivas. ~~Se supone~~ Para esta monitorización se parte del supuesto de que la única amenaza de falla se debe a una falla en la carga de efemérides desde la red de control de tierra de la constelación que haga que la efemérides sea incongruente con la efemérides de radiodifusión previa; y

d) ~~Las fallas debidas a maniobras de satélite que no han sido ordenadas deben ser suficientemente improbables como para asegurar que este método proporciona la integridad requerida.~~ *Monitorización Delta-V (cambio de velocidad).* Esta monitorización cubre los casos de maniobras de satélite que no han sido ordenadas fuera del campo de visión con efemérides sin cambios.

7.5.10.1 El diseño del monitor (por ejemplo, su ~~el MDE~~ error mínimo detectable ~~que se logra~~) debe basarse en los requisitos de riesgo de integridad y el modelo de falla contra el cual dicho monitor, según lo previsto, protege. Un límite en el régimen de falla de efemérides GPS puede determinarse conforme a los requisitos de fiabilidad definidos en el Capítulo 3, 3.7.3.1.3, ya que este tipo de error de efemérides podría traducirse en una falla de servicio importante.

7.5.10.2 El segmento de control GLONASS ~~vigila~~ monitoriza los parámetros de efemérides y de hora y, ante una situación anormal, inicia la entrada del nuevo mensaje de navegación correcto. Las fallas de los parámetros de efemérides y de hora no sobrepasan 70 metros de errores de telemetría. El régimen de falla de satélite GLONASS, incluyendo las fallas de parámetro de efemérides y de hora, no excede de 4×10^{-5} por satélite por hora.

7.5.11 *Fallas del receptor de referencia de tierra.* Los subsistemas de tierra GBAS ordinarios procesan mediciones desde 2 hasta 4 receptores de referencia instalados en la vecindad inmediata del punto de referencia. ~~El~~ Para los GAST A, B, C y D, el receptor de aeronave está protegido contra una condición de error o falla grande en un solo receptor de referencia mediante el cálculo ~~y la aplicación~~ de un nivel de protección basado en los parámetros B de los mensajes de tipo 1 o de tipo 101 ~~para comparar los datos procedentes de diversos receptores de referencia~~ y la comparación de ese nivel de protección con el límite de alerta. La conformidad del subsistema de tierra con el riesgo de integridad de los GAST A, B, C y D (Apéndice B, 3.6.7.1.2.2.1) se demuestra teniendo en cuenta los protocolos requeridos del subsistema de a bordo (Apéndice B, 3.6.5.5.1.2) y la monitorización explícita requerida en el subsistema de a bordo. Por otro lado, las arquitecturas del sistema con redundancia suficientemente elevada en las mediciones del receptor de referencia pueden emplear algoritmos de procesamiento capaces de identificar un error o falla grande en uno de los receptores. Esto puede aplicarse a una red GRAS con receptores distribuidos en un área amplia y con suficiente densidad de puntos de penetración ionosférica para distinguir los errores del receptor de los efectos ionosféricos. Entonces la integridad puede alcanzarse utilizando solamente los niveles de protección para condiciones de medición normales (VPL_{H0} y LPL_{H0}), con valores apropiados para K_{ffmd} y σ_{pr_gnd}. Esto puede lograrse utilizando el mensaje de tipo 101 con exclusión de los parámetros B.

Nota editorial.— Añádanse los párrafos, figuras y tablas nuevos como sigue:

7.5.11.1 *Fallas del receptor de referencia de tierra para el GAST D.* En el caso del GAST D, se implanta un monitor normalizado adicional en el receptor de a bordo que se utiliza para mantener la integridad de las condiciones de medición con falla de un solo receptor de referencia, sin importar cuál sea la geometría del satélite que se usa en la aeronave. El receptor de la aeronave calcula una estimación del error de posición con base en los parámetros B y compara esa estimación del error directamente con un umbral que se fija a un nivel lo más bajo posible de conformidad con el riesgo de continuidad

aceptable. Aunque el monitor está mecanizado en el subsistema de a bordo, el subsistema de tierra debe satisfacer requisitos específicos para que el monitor proporcione la protección que se requiere. La actuación en cuanto a la integridad depende de la tasa de fallas que se supuso a priori (Apéndice B, 3.6.7.1.2.2.1.2) y de la probabilidad de detección frustrada del monitor. Se requiere que la tasa de fallas determinada a priori de un solo receptor de referencia que proporciona mediciones con falla sea menor que 1×10^{-5} por cada 150 segundos. La tasa de fallas por cada receptor depende del número de receptores de referencia en el subsistema de tierra. Por ejemplo, con cuatro receptores de referencia, sería necesario que la tasa por receptor fuera menor que $2{,}5 \times 10^{-6}$ por cada 150 segundos. Esta tasa determinada a priori se logra por medio de una combinación de requisitos de diseño de los receptores y restricciones adecuadas a nivel operacional y en relación con el emplazamiento del receptor de referencia. Como las condiciones durante la operación del sistema varían, los subsistemas de tierra pueden monitorizar las salidas del receptor para verificar que se cumpla continuamente el requisito. La actuación en cuanto a la integridad también depende de la actuación relativa a la probabilidad de detección frustrada (P_{md}) del monitor implantado en el equipo de a bordo. La actuación de P_{md} de este monitor depende, a su vez, de las características de los errores que frustran la observabilidad de una falla de referencia. Esto también es cierto respecto de las ecuaciones del riesgo de integridad del nivel de protección existente asociadas a condiciones de medición con falla. Se requiere que el subsistema de tierra radiodifunda los parámetros de integridad que limitan los errores, de manera que una distribución normal pueda caracterizar suficientemente los errores y pueda estimarse la P_{md} (Apéndice B, 3.6.7.1.2.2.1.1 y 3.6.7.2.2.4.1).

7.5.11.2 *Limitación de la magnitud de las fallas del receptor de referencia de tierra para el GAST D.* Como el subsistema de a bordo pone en marcha el monitor como se define en los MOPS, es posible calcular el tamaño del error más grande que puede resultar de la falla de un solo receptor de referencia con una probabilidad mayor que 1×10^{-9}. El tamaño máximo calculado del error dependerá de la tasa de falla que se supuso a priori (Apéndice B, 3.6.7.1.2.2.1.1) y de la probabilidad de detección frustrada del monitor. La P_{md} del monitor depende del umbral del monitor que calcula el equipo de a bordo en función de la geometría y la distribución de errores asociada a la hipótesis H_1.

7.5.12 *Requisitos de monitorización del dominio de distancia para el GAST D.* A fin de lograr una seguridad operacional equivalente de las operaciones de Categoría II/III, se necesitan requisitos que vayan más allá de los requisitos básicos de "señal en el espacio" definidos para los GAST A, B y C. Estos requisitos comprenden los de actuación de los monitores implantados para detectar errores de seudodistancia. Se imponen dos requisitos al error posterior a la monitorización en la seudodistancia corregida a causa de las fallas específicas de la fuente telemétrica (Apéndice B, 3.6.7.3.3.2 y 3.6.7.3.3.3). En los dos casos, el requisito se aplica a la probabilidad de detección frustrada en función del tamaño de un error debido a la falla en la seudodistancia adaptada de 30 segundos después de haber aplicado la corrección.

El primer requisito restringe la actuación de P_{md} de las fallas de la fuente telemétrica especificada sin tener en cuenta la probabilidad a priori de la falla de la fuente telemétrica. En la Figura D-1B se ilustra el límite para la actuación del monitor del subsistema de tierra definido en el Apéndice B, 3.6.7.3.3.2. El equipo GAEC-D utilizará correcciones diferenciales de 30 segundos para formar la solución de posición empleada para la guía de desviación. Los límites de la región de restricciones definen la P_{md} mínima que el subsistema de tierra debe garantizar para cualquier condición de falla de una sola fuente telemétrica.

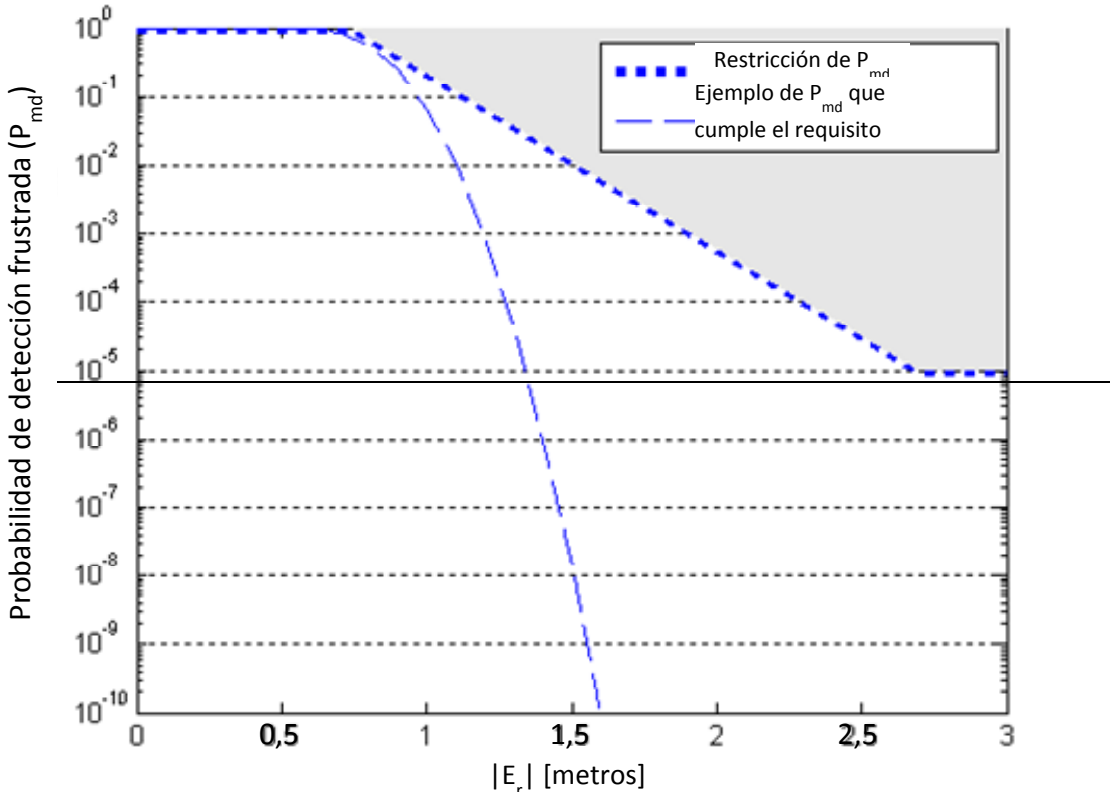


Figura D-1B. Ejemplo de una región de restricciones de $P_{md\_límit}$

Nota.— El ejemplo de la Figura D-1B, con una P_{md} que cumple el requisito, se basa en un monitor hipotético con un umbral que se fijó en 0,8 m y un ruido del monitor de 0,123 m. La curva se trazó con fines ilustrativos únicamente y no representa la actuación de ningún diseño de monitor específico.

El segundo requisito restringe la probabilidad condicional de la actuación de P_{md} de la fuente telemétrica especificada, dada la probabilidad de falla determinada a priori para la falla específica de la fuente telemétrica. En la Figura D-1C se ilustra el límite de probabilidad condicional, $P_{md} \times P_{apriori}$, para la actuación del monitor del subsistema de tierra definido en el Apéndice B, 3.6.7.3.3.3. La probabilidad previa de cada falla de fuente telemétrica ($P_{apriori}$) que se use para evaluar el cumplimiento debería tener el mismo valor que se utilizó en el análisis para demostrar el cumplimiento de los requisitos correspondientes a los límites para los FAST C y D (véase 7.5.3.1).

7.5.12.1 *Verificación del cumplimiento del subsistema de tierra de los requisitos de monitorización del dominio de distancia*

La verificación de que un diseño de sistema de tierra cumple los requisitos relativos a los monitores establecidos en el Apéndice B, 3.6.7.3.3.2 y 3.6.7.3.3.3 se logra por medio de una combinación de pruebas y análisis. Los requisitos adoptan la forma de una restricción impuesta a la probabilidad de detección frustrada en función del tamaño de un error en la seudodistancia corregida. El proceso general que puede utilizarse para verificar que un monitor específico incluido como parte del diseño de un subsistema de tierra se ajusta a la actuación especificada es el siguiente:

Se identifica el espacio de amenazas para cada modo de falla que debe considerarse. (Los requisitos del Apéndice B, 3.6.7.3.3, se aplican a cuatro modos de falla específicos). Estos modos de falla (es decir, el espacio de amenazas) que pueden utilizarse para evaluar el cumplimiento respecto del diseño del subsistema de tierra se proporcionan en 7.5.12.1.3.1 a 7.5.12.1.3.4. Estos modos de falla y combinaciones de fallas constituyen el espacio de amenazas. Estas definiciones de espacio de amenazas representan lo que por lo menos un Estado ha encontrado aceptable como un supuesto espacio de amenazas para cada modo de falla.

- Se identifica el espacio de configuración de a bordo. Con los requisitos del sistema de a bordo se introducen restricciones relativas al diseño y a la actuación del equipo de a bordo. Estas restricciones definen la gama de parámetros críticos de a bordo del espacio de configuración para cada modo de falla y/o monitor que debe ser protegido por el subsistema de tierra. Por ejemplo, la anchura de banda y el espaciado de correlacionadores de un receptor de a bordo conforme se ajustarán a los requisitos de las secciones 8.11.4 a 8.11.7.1. Éstos son dos de los parámetros críticos del espacio de configuración de a bordo para el modo de falla de deformación de la señal satelital. Un parámetro crítico de a bordo tiene una influencia directa en cómo cada punto del espacio de amenazas se traduce en un error en la seudodistancia corregida en forma diferencial.

- Se realiza un análisis de errores teniendo en cuenta el diseño del monitor específico de que se trate, dada la gama completa de características de fallas que conforman el espacio de amenazas. Para cada falla caracterizada, se calcula el error que se induciría en la seudodistancia corregida (usando las seudodistancias adaptadas de 30 segundos y las correcciones de las seudodistancias) dada la gama completa de parámetros críticos de a bordo que conforman el espacio de configuración de a bordo.

Al evaluar la conformidad de un diseño de subsistema de tierra, la actuación se caracteriza por las medidas estadísticas pertinentes. Cualquier monitor está sujeto a ruido y, por lo tanto, la actuación puede caracterizarse por la tasa de detección falsa y la probabilidad de detección frustrada. Estas dos maneras de medir la actuación se especifican en los requisitos de tierra del Apéndice B por medio de un límite que no puede excederse. La actuación relativa a la probabilidad de detección frustrada se restringe por medio de los requisitos del Apéndice B, 3.6.7.3.3.2 y 3.6.7.3.3.3. La actuación relativa a la tasa de detección falsa se restringe por medio de los requisitos de continuidad del Apéndice B, 3.6.7.1.3.2. Debería entenderse que el subsistema de tierra debe satisfacer todos los requisitos especificados en las normas. Es posible que la actuación de cada monitor se restrinja más mediante otros requisitos, como el que se aplica al riesgo de integridad del subsistema de tierra en el Apéndice B, 3.6.7.1.2.1.1.1. La actuación relativa a la precisión de la estación terrestre puede tener un impacto en la actuación de los monitores de a bordo y de tierra. En la validación de la viabilidad de los requisitos, se supuso que una actuación GAD C4 cubriría, por ejemplo, fallas de un solo receptor de referencia. El uso de categorías de actuación de menor nivel puede tener un impacto en la disponibilidad o en la continuidad y debería investigarse en el proceso de diseño.

7.5.12.1.1 *Cumplimiento de los requisitos de continuidad de la monitorización del subsistema de tierra.* Puede determinarse el cumplimiento de la tasa de detección falsa (continuidad) con base en los datos reales recopilados en combinación con el análisis y/o la simulación. El número requerido de muestras verdaderamente independientes debería ser suficiente como para caracterizar adecuadamente la función de distribución acumulativa (CDF) del discriminador del monitor, el cual se compara con el umbral que se fijó para el monitor. La CDF del ruido sin fallas debe ser tal que, para el umbral que se fijó en el monitor, la probabilidad de detección falsa sea menor que la requerida para sostener la continuidad. La asignación de la continuidad a cada monitor debe realizarse teniendo en cuenta la probabilidad total especificada de detección falsa (Apéndice B, 3.6.7.1.3.2). La probabilidad lograda de detección falsa se determina por extrapolación de las tendencias observadas en la CDF medida. Asimismo, los sucesos de detección del sistema de tierra pueden registrarse y si, con el tiempo, las tasas de detección falsa no se

mantienen a los niveles requeridos, pueden ajustarse los umbrales como resultado de una medida de mantenimiento tendente a corregir el problema.

7.5.12.1.2 *Cumplimiento de los requisitos de integridad de la monitorización del subsistema de tierra*. El cumplimiento relativo a la probabilidad de detección frustrada (riesgo de integridad) se determina comúnmente por medio de la simulación y el análisis. (Dada la baja probabilidad permitida de observación de fallas reales, es imposible recopilar datos reales suficientes para determinar que esa probabilidad se cumple con valor estadístico significativo.) El espacio de amenazas para el modo de falla se divide en intervalos discretos entre los parámetros pertinentes que definen el comportamiento de las fallas. El espacio total de posibles fallas se representa mediante un gráfico multidimensional de puntos discretos que abarcan todo el espacio de amenazas. El espacio de configuración de a bordo también se discretiza, es decir, se representa por medio de un gráfico multidimensional de puntos discretos (parámetros críticos). Se utiliza una simulación para calcular el comportamiento esperado del error de seudodistancia para cada punto del espacio de amenazas, cada posible configuración de a bordo y la función del receptor de tierra con los monitores. El error del caso más desfavorable en la seudodistancia corregida se calcula en función del valor del discriminador para el monitor que se ocupa de la amenaza (suponiendo que, hasta aquí, no hay ruido). Esto también posibilita la determinación del valor del discriminador en función del error del caso más desfavorable en la seudodistancia corregida (correspondencia inversa). La probabilidad de detección frustrada se obtiene superponiendo el ruido que surge de un modelo conservador de ruido (que usa un límite excesivo de la CDF que se generó con los datos reales) sobre el discriminador determinado a partir de la distancia diferencial del caso más desfavorable. Esto puede hacerse en forma analítica o por simulación. La correspondencia del discriminador respecto del caso más desfavorable en la seudodistancia corregida y los niveles de ruido aplicados puede depender de otros factores (por ejemplo, de la elevación del satélite) y, por lo tanto, la probabilidad de detección frustrada determinada también es función de un conjunto de parámetros que constituyen el espacio de parámetros de detección, que también se divide en intervalos discretos, es decir, se representa por medio de un gráfico multidimensional de puntos discretos (de parámetros de detección). La probabilidad de detección frustrada final se obtiene buscando el caso más desfavorable al evaluar todos los puntos del gráfico del espacio de parámetros de detección.

7.5.12.1.3 *Espacio de amenazas y espacio de configuración de a bordo pertinente para cada modo de falla*

7.5.12.1.3.1 *Amenaza de divergencia código-portadora*

La amenaza de divergencia código-portadora (CCD) es una condición de falla en un satélite GPS que ocasiona que diverjan excesivamente el código y la portadora de la señal de radiodifusión.

Una falla por divergencia código-portadora puede ocasionar un error telemétrico diferencial en uno o los dos casos siguientes: 1) los diseños del filtro de aeronave y de tierra no son idénticos y 2) los filtros de aeronave y de tierra inician a tiempos diferentes. Ambos casos pueden originar una diferencia entre las respuestas transitorias de los filtros en presencia de un suceso CCD. Los parámetros críticos de a bordo son:

- El tiempo de inicialización del filtro de adaptación de a bordo con respecto al inicio de la falla.
- El tipo de filtro de adaptación (constante de tiempo fija de 30 segundos o constante de tiempo ajustable igual al tiempo transcurrido desde la inicialización hasta 30 segundos y, después, fijo).
- La monitorización de la tasa de divergencia código-portadora que se requiere en el sistema de a bordo para el GAST D y la reacción correspondiente ante la falla.

- El período de tiempo transcurrido desde la inicialización del filtro de adaptación de a bordo hasta la incorporación de la medición en la solución de posición.

7.5.12.1.3.2 *Amenaza de aceleración excesiva*

La amenaza de aceleración excesiva es una condición de falla en un satélite GPS que ocasiona que se acelere excesivamente la portadora (y el código al unísono) de la señal de radiodifusión. El espacio de amenazas es unidimensional y corresponde a todas las aceleraciones posibles, incluidas rampas y escalones.

7.5.12.1.3.3 *Amenaza de error de efemérides*

La amenaza de error de efemérides es una condición de falla que ocasiona que los parámetros de efemérides de radiodifusión den errores excesivos en la posición del satélite perpendicular a la línea de alcance óptico del subsistema de tierra hacia el satélite.

El error de distancia diferencial que resulta es el error de posición del satélite (verdadero comparado con la efemérides de radiodifusión) multiplicado por la distancia entre el subsistema de tierra y el de a bordo y por el factor de escala de la distancia invertida al satélite. Se encuentra limitado por el producto del parámetro P (véase 7.5.9) y la distancia entre el usuario y el subsistema de tierra. Por lo tanto, el parámetro crítico de a bordo para la amenaza de error de efemérides es la distancia entre el usuario y el subsistema de tierra.

Las fallas de efemérides de satélites se categorizan en dos tipos, A y B, dependiendo de si la falla se asocia o no a una maniobra de satélite. Existen dos subclases de la falla de tipo A: A1 y A2.

7.5.12.1.3.3.1 *Amenaza de error de efemérides de tipo B*

La amenaza de tipo B sucede cuando los datos de efemérides de la radiodifusión son anómalos, pero sin que haya habido maniobras de satélite.

El subsistema de tierra GBAS puede monitorizar para verificar que no se produzcan dichas fallas comparando las efemérides actuales y las anteriores. Ejemplo de falla de tipo B: no tiene lugar ninguna maniobra, una carga incorrecta se envía a un satélite y éste radiodifunde después una efemérides errónea.

7.5.12.1.3.3.2 *Amenaza de error de efemérides de tipo A1*

La amenaza de tipo A1 sucede cuando los datos de efemérides de la radiodifusión son anómalos luego de una maniobra de satélite anunciada e intencional.

Las efemérides previas son de poca utilidad en la detección de fallas de tipo A1 a causa de la maniobra que interviene. El subsistema de tierra GBAS necesitará monitorizar directamente los datos telemétricos como parte de la validación de la efemérides. Ejemplo de falla de tipo A1: un satélite se designa como disfuncional, se ejecuta una maniobra, se envía al satélite una carga incorrecta, el satélite se restablece al estado funcional y posteriormente radiodifunde una efemérides errónea.

7.5.12.1.3.3.3 *Amenaza de error de efemérides de tipo A2*

La amenaza de tipo A2 sucede cuando los datos de efemérides de la radiodifusión son anómalos luego de una maniobra de satélite no anunciada o no intencional.

Las efemérides previas son de poca utilidad en la detección de fallas de tipo A2 a causa de la maniobra que interviene. El subsistema de tierra GBAS necesitará monitorizar directamente los datos telemétricos como parte de la validación de la efemérides. Ejemplo de falla de tipo A2: un satélite se designa como funcional, ocurre una maniobra intencional o se pone en funcionamiento un impulsor de manera no intencional, el satélite sigue radiodifundiendo la efemérides (ahora errónea) previa a la maniobra.

7.5.12.1.3.4 *Amenaza de deformación de la señal*

La amenaza de deformación de la señal es una condición de falla del satélite GPS que ocasiona que el código C/A de radiodifusión se distorsione y haga que se deformen las crestas de correlación que se usan para el seguimiento en el sistema de a bordo y en el sistema de tierra. La magnitud de la deformación depende de la anchura de banda del receptor, y el error de rastreo resultante depende de dónde se encuentren (a lo largo de la cresta del correlacionador) los puntos del correlacionador que se usan para el seguimiento de códigos.

El espacio de amenazas de monitorización de la deformación de la señal se define en la sección 8. Existen tres tipos de fallas: A, B y C.

La mayor parte de los satélites exhiben de manera natural cierto grado de deformación de la cresta del correlacionador y a esto se le conoce con el nombre de sesgos naturales (de la medición del correlacionador). Estos sesgos naturales pueden variar con el tiempo.

Una condición de falla (inicio) aparecerá como un escalón en la medición del código no procesado (no filtrado) tanto en el sistema de a bordo como en el de tierra. Si los dos sistemas tuvieran etapas de entrada (filtrado de RF e IF, método de muestreo), tipo de correlacionadores y espaciado de correlacionadores exactamente iguales, el error sería el mismo en tierra y en el aire y no se produciría ningún error diferencial. Sin embargo, normalmente éste no es el caso.

El escalón se filtra por medio del algoritmo de adaptación en los sistemas de tierra y de a bordo y el error diferencial en estado permanente se manifestará gradualmente en un lapso de 60 a 90 segundos al utilizar las correcciones de un mensaje de tipo 11 (o 200 a 300 segundos con un mensaje de tipo 1).

Si se produce una falla (A, B o C) en un satélite, transcurrirán alrededor de 60 a 90 segundos antes de alcanzar el estado permanente para el error y el discriminador del monitor. En esencia, el inicio de la falla desencadena una carrera entre el error diferencial en aumento y el discriminador del monitor que va moviéndose hacia el umbral. A esto se le conoce como estado transitorio. Si el error de distancia llega al límite que debe ser protegido mientras que el discriminador aún no ha pasado el umbral con suficiente margen como para garantizar la probabilidad de detección requerida, entonces no se satisface el requisito. Debe evaluarse tanto la actuación correspondiente al estado permanente como la del estado transitorio.

Los parámetros críticos de a bordo para la amenaza de deformación de la señal son:

- El lapso de tiempo desde la inicialización del filtro de adaptación de a bordo hasta la incorporación de la medición en la solución de posición.

- Los parámetros cuyas restricciones se definen en la norma GAST D (Adjunto B), que incluyen:
    - El correlacionador de tipo temprano-tarde (EL: Early-Late) o delta doble (DD)
    - El espaciado de correlacionadores
    - La anchura de banda de la señal GPS (desde la recepción en la antena hasta la conversión RF, IF y A/D)

- Retardo de grupo (desde la recepción en la antena hasta la conversión RF, IF y A/D).

Aparte de la elección discreta de EL en oposición al DD, el espacio de configuración es bidimensional (espaciado de correlacionadores y anchura de banda). Los filtros implantados en el sistema de a bordo pueden ser de distintos tipos (Butterworth, Chebychev, elíptico, etc.). Las restricciones de retardo de grupo excluirán algunos de estos filtros. Sin embargo, la posible variación del diseño del receptor introduce dimensiones adicionales que el fabricante del subsistema de tierra debe considerar. Los tipos de filtros son parte del espacio de configuración que debe considerarse.

7.5.12.2 *Requisitos del subsistema de tierra y evaluación de la actuación en materia de aeronavegabilidad.* La certificación de la aeronavegabilidad de los sistemas de aterrizaje automático para uso en operaciones de Categoría II/III requiere una evaluación de la actuación de aterrizaje en condiciones sin y con fallas. En el documento RTCA DO-253D "*Minimum Operational Performance Requirements for Airborne Equipment using the Local Area Augmentation System*", Apéndice J, figura más información que describe cómo pueden utilizarse las normas técnicas en apoyo de la evaluación.

7.5.12.3 *Tiempo hasta alerta de la señal en el espacio GBAS.* A continuación se define, en el contexto del GBAS, el tiempo hasta alerta de la señal en el espacio GBAS (GBAS SIS TTA) tomando como base la definición de tiempo hasta alerta (TTA) del Capítulo 3, sección 3.7.1. El GBAS SIS TTA es el tiempo máximo permitido transcurrido desde el inicio de una condición fuera de tolerancia en la salida del receptor GBAS sin falla de aeronave hasta que el receptor GBAS de la aeronave anuncia la alerta. Este tiempo es un límite que nunca debe sobrepasarse y tiene por objeto proteger la aeronave contra períodos prolongados de guía fuera de los límites de alerta lateral o vertical.

En las normas existen dos asignaciones que se hacen para apoyar el GBAS SIS TTA.

La primera asignación, los requisitos del TTA del subsistema de tierra para la señal en el espacio, limita el tiempo que tarda el subsistema de tierra en proporcionar una indicación de que ha detectado una situación fuera de tolerancia considerando la salida de un receptor GBAS sin falla. La indicación al elemento de la aeronave es: a) radiodifundir mensajes de tipo 1 (y tipo 11 si se radiodifunden) o tipo 101 indicando la condición (de acuerdo con el Apéndice B, 3.6.7.3.2.1) o b) terminar todas las transmisiones VDB. Se asignan 3 segundos al subsistema de tierra para realizar una de las dos acciones.

Para los receptores de a bordo que utilizan el GAST C, por lo menos un mensaje de tipo 1 que indique la condición fuera de tolerancia debe ser recibido por un receptor de a bordo sin falla dentro del tiempo de expiración del mensaje para satisfacer el SIS TTA. Para los receptores de a bordo que utilizan el GAST D, por lo menos uno de cada mensaje (tipo 1 y tipo 11) con la misma cuenta Z modificada pertinente (y el mismo conjunto de satélites) debe ser recibido por un receptor de a bordo sin falla dentro del tiempo de expiración del mensaje para satisfacer el SIS TTA. Como interrumpir la VDB puede dar como resultado un tiempo de exposición mayor que el SIS TTA para fallas de satélite, se recomienda esta opción sólo en condiciones en las que la transmisión VDB no satisface los requisitos conexos de actuación (véase el Apéndice B, 3.6.7.3.1.1).

Además, a los subsistemas de tierra que satisfacen los requisitos de actuación en materia de monitorización del GAST D sólo se le asignan 1,5 segundos para detectar una condición que produce errores fuera de tolerancia en seudodistancias corregidas de 30 segundos y para excluir de la radiodifusión las mediciones de la fuente telemétrica o marcarlas como inválidas. El tiempo disponible para la detección y la radiodifusión en cuestión es similar en su definición pero no equivalente en su función al TTA del subsistema de tierra, ya que una condición fuera de tolerancia en una sola fuente telemétrica no conduce necesariamente a una información de guía fuera de tolerancia.

La segunda asignación para el tiempo hasta alerta de la señal en el espacio GBAS cubre la posible pérdida temporal de recepción de mensajes. El equipo de a bordo que funciona con el GAST C activo generará una alerta si no se recibe un mensaje de tipo 1 en 3,5 segundos durante las etapas finales de la aproximación. Cuando el equipo de a bordo está por debajo de una altura de 200 ft por encima del umbral de la pista (HAT), el equipo de a bordo que opera con el GAST D activo generará una alerta o cambiará el tipo de servicio activo si no se recibe en 1,5 segundos un conjunto de mensajes de tipo 1 y tipo 11 con la misma cuenta Z modificada. Cabe destacar que estos tiempos de expiración también dictarán el tiempo hasta alerta de la señal en el espacio logrado cuando el subsistema de tierra cesa las transmisiones VDB en lugar de difundir los mensajes como una alerta al equipo de a bordo.

En el documento RTCA DO-253D figuran los requisitos sobre cuán rápido deben invalidarse las salidas del receptor (anunciando así una alerta), así como las condiciones adicionales que exigen que las salidas se indiquen como inválidas. Por ejemplo, existe el requisito de que la función de determinación de la posición del receptor de aeronave GBAS utilice el contenido del mensaje recibido más recientemente y refleje el contenido del mensaje en sus salidas dentro de 400 ms. El SIS TTA se define por medio de los sucesos de arranque y parada en el mismo punto en la aeronave. Cualquier procesamiento que resulte común para generar salidas en condiciones tanto normales como de alerta no cambiará el SIS TTA logrado. Esto es, dicho período común actúa como un retardo tanto para el suceso inicial como para el suceso final y no afecta al tiempo total de exposición a la aeronave. Dentro del receptor GBAS, las salidas en estas dos condiciones deben satisfacer el mismo requisito de latencia, de manera que no se esperan grandes diferencias. El SIS TTA diferirá del TTA del subsistema de tierra en un valor igual a la diferencia entre el tiempo de procesamiento del receptor y el tiempo del receptor para invalidar las salidas.

En la Tabla D-5B se resumen los períodos que contribuyen al GBAS SIS TTA y el intervalo de TTA logrados que puede esperarse.

Tabla D-5B. Contribuciones al tiempo hasta alerta de la señal en el espacio

Requisitos relativos al riesgo de integridad y tipos de servicio	TTA del subsistema de tierra *[Nota 1]*	Tiempo de expiración del mensaje en la aeronave *[Nota 5]*	TTA de la señal en el espacio (nominal) *[Nota 6]*	TTA de la señal en el espacio (máximo) *[Nota 7]*
Ap B, 3.6.7.1.2.1.1.1 y 3.6.7.1.2.2.1 (GAST A, B, C)	3,0 s *[Nota 2]*	3,5 s	3,0 s	6,0 s
Ap B, 3.6.7.1.2.1.1.2 y 3.6.7.1.2.2.1 (GAST D)	3,0 s *[Notas 2 y 8]*	3,5 s (por encima de 200 ft HAT) 1,5 s (por debajo de 200 ft HAT)	3,0 s 3,0 s	6,0 s 4,0 s
Ap B, 3.6.7.1.2.1.1.3 (GAST D)	1,5 s	3,5 s (por encima de 200 ft HAT) 1,5 s (por debajo de 200 ft HAT)	1,5 s 1,5 s	4,5 s *[Nota 3]* 2,5 s *[Nota 3]*
Ap B, 3.6.7.3.3 (GAST D)	1,5 s *[Nota 9]*	3,5 s (por encima de 200 ft HAT) 1,5 s (por debajo de 200 ft HAT)	1,5 s 1,5 s	4,5 s *[Nota 4]* 2,5 s *[Nota 4]*

Nota 1.— Estos requisitos relativos al TTA del subsistema de tierra se aplican a un subsistema de tierra que transmite mensajes de tipo 1. Los subsistemas de tierra que transmiten mensajes de tipo 101 tienen un TTA de 5,5 s de forma normalizada como figura en el Apéndice B, 3.6.7.1.2.1.2.1.2.

Nota 2.— Estos tiempos se aplican a la exclusión de todas las fuentes telemétricas, la marcación de todas las fuentes telemétricas como inválidas en el mensaje de tipo 1 o el cese de la transmisión VDB.

Cuando una sola fuente telemétrica se marca como inválida o se excluye, puede o no ocasionar que el receptor de la aeronave genere una alerta, dependiendo de la función de esa fuente telemétrica en la solución de posición de la aeronave.

Nota 3.— Este requisito de diseño se aplica a la integridad de las funciones internas del subsistema de tierra (excluidas las fallas de un solo receptor de referencia). Esto comprende la capacidad de monitorización de la fuente telemétrica del subsistema de tierra. En la tabla se ilustra el tiempo de exposición para las fallas del equipo de tierra que originan una transmisión de información que no cumple los requisitos y que se enuncian a la aeronave utilizando la transmisión VDB.

Nota 4.— Estos requisitos se aplican a la monitorización de la integridad de las fuentes telemétricas GNSS. Cuando una sola fuente telemétrica se marca como inválida o se excluye, puede o no ocasionar que el receptor de la aeronave genere una alerta, dependiendo de la función que desempeñe esa fuente telemétrica en la solución de posición de la aeronave. Los tiempos enumerados en la tabla se basan en el supuesto de que la fuente telemétrica sea crítica para determinar la solución de posición.

Nota 5.— La asignación del tiempo de expiración del mensaje frustrado se inicia con el último mensaje recibido y no con el primer mensaje frustrado, de manera que es 0,5 s mayor que el tiempo que se añade al tiempo hasta alerta de la SIS.

Nota 6.— Si las transmisiones prosiguen y no hay mensajes frustrados, resulta pertinente la columna "nominal". Este valor incluye la contribución máxima del subsistema de tierra.

Nota 7.— El SIS TTA máximo incluye la contribución máxima del subsistema de tierra y la posible pérdida temporal de recepción del mensaje. Cuando las transmisiones VDB cesan, resulta pertinente el SIS TTA máximo. Este tiempo se calcula sumando el TTA del subsistema de tierra y el tiempo de expiración del mensaje de a bordo menos 0,5 s (véase la Nota 5).

Nota 8.— Aunque estas secciones se relacionan con el FAST D y los valores máximos de TTA son mayores que los que históricamente se han asociado a las operaciones de Categoría II/III, los valores de TTA en esta línea no son pertinentes para la integridad en apoyo de la Categoría II/III. Estos valores de TTA se aplican a las condiciones relativas a los límites (véase 7.5.3.1) y, por lo tanto, se relacionan con el riesgo total de fuentes de errores sin fallas y con fallas que sobrepasan los niveles de protección. Para el GAST D, los efectos de un mal funcionamiento se cubren por medio de los requisitos adicionales del Apéndice B, 3.6.7.1.2.1.1.3, Apéndice B, 3.6.7.3.3, y los requisitos adicionales de a bordo estipulados en el documento RTCA DO-253D, por ejemplo para el monitor de fallas del receptor de referencia. Estos requisitos adicionales son más restrictivos y exigen que se cumpla un TTA más corto que es apropiado para operaciones de Categoría II/III. No debería interpretarse que la existencia de valores TTA mayores en esta línea implica que pueden producirse errores próximos o superiores al límite de alerta hasta estos tiempos de exposición mayores con una probabilidad mayor que 1×10^{-9} en cualquier aterrizaje.

Nota 9.— Este es el "tiempo de detección y radiodifusión"; los otros requisitos del sistema de tierra se aplican por añadidura.

En la Figura D-1D se ilustra el caso nominal sin mensajes frustrados y en la Figura D-1E se ilustra el efecto de los mensajes frustrados para el GAST D por debajo de 200 ft. Por encima de 200 ft, la situación es similar, pero la aeronave tiene una asignación de mensajes frustrados más prolongada, como se describió antes.

En la figura se ilustra el efecto en el SIS TTA debido a mensajes frustrados (la mitad superior) y la terminación de la VDB (mitad inferior) utilizando el ejemplo de los requisitos del GAST D por debajo de 200 ft. La línea de tiempo superior ilustra sólo dos mensajes que se frustran pero el tercero se recibe, de manera que las operaciones pueden continuar, a menos que el tercer mensaje indique una condición de

falla que genere una alerta del receptor. La línea de tiempo inferior ilustra el efecto de terminar la VDB. El receptor de la aeronave invalida sus salidas después de tres mensajes frustrados. El SIS TTA combina el TTA de tierra y la asignación de mensajes frustrados (véase la Tabla D-5B), pero ahora queda desplazado por el tiempo de procesamiento del receptor de la aeronave. Por encima de 200 ft la situación es análoga pero la aeronave tiene una asignación mayor, como se describe en RTCA DO-253D.

Para la integridad de la SIS, en el diagrama se indica que el punto de inicio del tiempo hasta alerta de la SIS es donde el receptor de a bordo sin falla emite datos fuera de tolerancia. El suceso final del tiempo hasta alerta de la SIS también se encuentra en la salida del receptor de a bordo.

El suceso de inicio del tiempo hasta alerta o tiempo de detección y radiodifusión del subsistema de tierra es el último bit del primer mensaje (par de mensajes de tipo 1 y tipo 11 para el GAST D) que incluye los datos fuera de tolerancia. Para fallas del equipo de tierra o la terminación de la señal VDB, es el primer mensaje que difunde el subsistema de tierra con la información de corrección, integridad o trayecto que no se ajusta al requisito de integridad aplicable (p.ej., integridad de la SIS, integridad del subsistema de tierra). Para fallas de satélite, los requisitos están fuera de tolerancia una vez que los errores diferenciales de seudodistancia superan la medida de actuación detallada dentro de un cierto requisito (p.ej., monitorización de la fuente telemétrica). Su suceso final es el último bit del primer mensaje (par de mensajes para el GAST D) que elimina los datos fuera de tolerancia o lo marca como inválido.

Cabe destacar que, si bien en la Figura D-1D se indica que los TTA de la SIS y del subsistema de tierra se refieren a distintos puntos inicial y final en el tiempo, un ANSP puede suponer que son los mismos. Los subsistemas de tierra deberían evaluarse y certificarse sin crédito o sanción por las variaciones del receptor de a bordo debidas a una implantación específica y aprobada de aeronave. Desde la perspectiva del subsistema de tierra, se supone que el receptor de a bordo aplica instantáneamente todos los mensajes recibidos o actúa de acuerdo con ellos. Esto en la práctica da como resultado puntos de referencia de TTA equivalentes para la SIS y el subsistema de tierra desde la perspectiva del subsistema de tierra.

7.5.12.4 *Riesgo de integridad del subsistema de tierra para el GAST D*. En el Apéndice B, 3.6.7.1.2.1.1.3, se especifica un nuevo requisito de integridad del subsistema de tierra en relación con los criterios de diseño a prueba de fallas. Este método de integridad garantizará que las fallas dentro del subsistema de tierra que puedan afectar a las funciones de las estaciones y generar información errónea sean extremadamente improbables. La intención de este requisito es especificar el riesgo admisible de que el subsistema de tierra genere internamente y ocasione que se radiodifunda información errónea. Mediante otros requisitos se especifica la actuación requerida del subsistema de tierra con respecto a la detección y mitigación de fallas que se originan fuera del subsistema de tierra (fallas en la fuente telemétrica, etc.). Este requisito se relaciona con la probabilidad de que el subsistema de tierra no cumpla la función prevista. La función prevista para el GBAS se define en el Capítulo 3, 3.7.3.5.2. Las funciones enumeradas en esa sección y sus correspondientes requisitos de actuación caracterizan la función prevista del sistema.

7.5.12.4.1 *Verificación de conformidad del riesgo de integridad del subsistema de tierra para el GAST D*. La verificación de que un subsistema de tierra satisface los requisitos de riesgo de integridad del Apéndice B, 3.6.7.1.2.1.1.3, comúnmente se logra combinando el análisis y prácticas/procesos apropiados de diseño relacionados con la seguridad operacional. Los procesos, en su conjunto, deben garantizar que las fallas dentro del subsistema de tierra que puedan afectar a las funciones previstas de las estaciones y generar información errónea sean extremadamente improbables. Debe demostrarse que todas las condiciones de falla de los componentes del subsistema de tierra están suficientemente mitigadas por medio de una monitorización directa o el uso de un proceso para lograr el aseguramiento de un diseño aceptable (como en RTCA/DO-178 y RTCA/DO-254). La metodología debería ofrecer la garantía de que las fallas de los componentes (HW, SW) se mitiguen. El método de integridad del aseguramiento del

diseño, que se aplica en conjunto con los conceptos de diseño a prueba de fallas y otras medidas de aseguramiento (como las que figuran en SAE ARP 4754) para detectar y eliminar errores sistemáticos en el diseño, garantiza la seguridad operacional del sistema de tierra GAST D. Algunos Estados han utilizado la orientación relativa al aseguramiento de la seguridad operacional que figura en el *Manual de gestión de la seguridad operacional (SMM)* (Doc 9859) de la OACI.

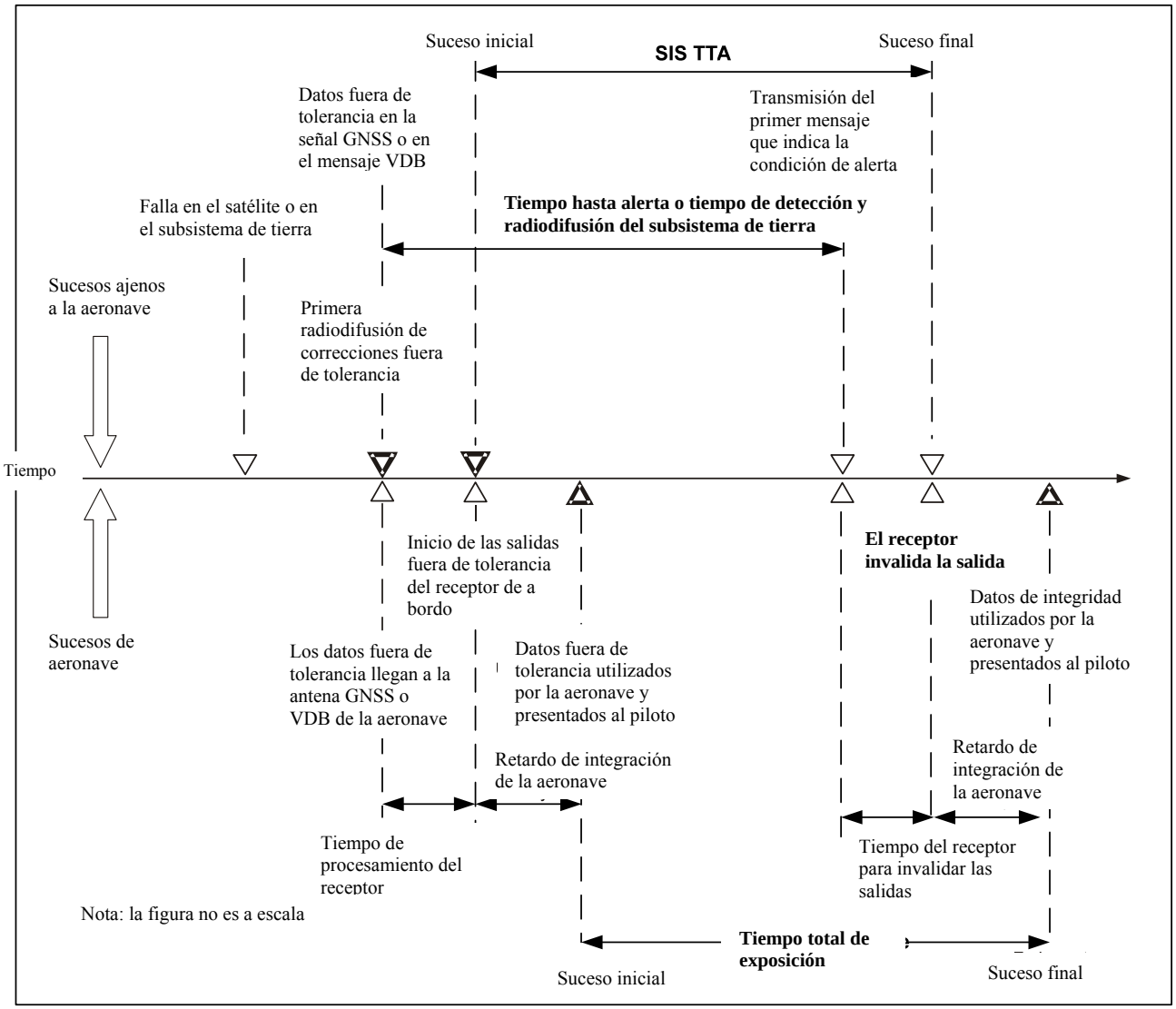


Figura D-1D. Ilustración del tiempo hasta alerta nominal GBAS

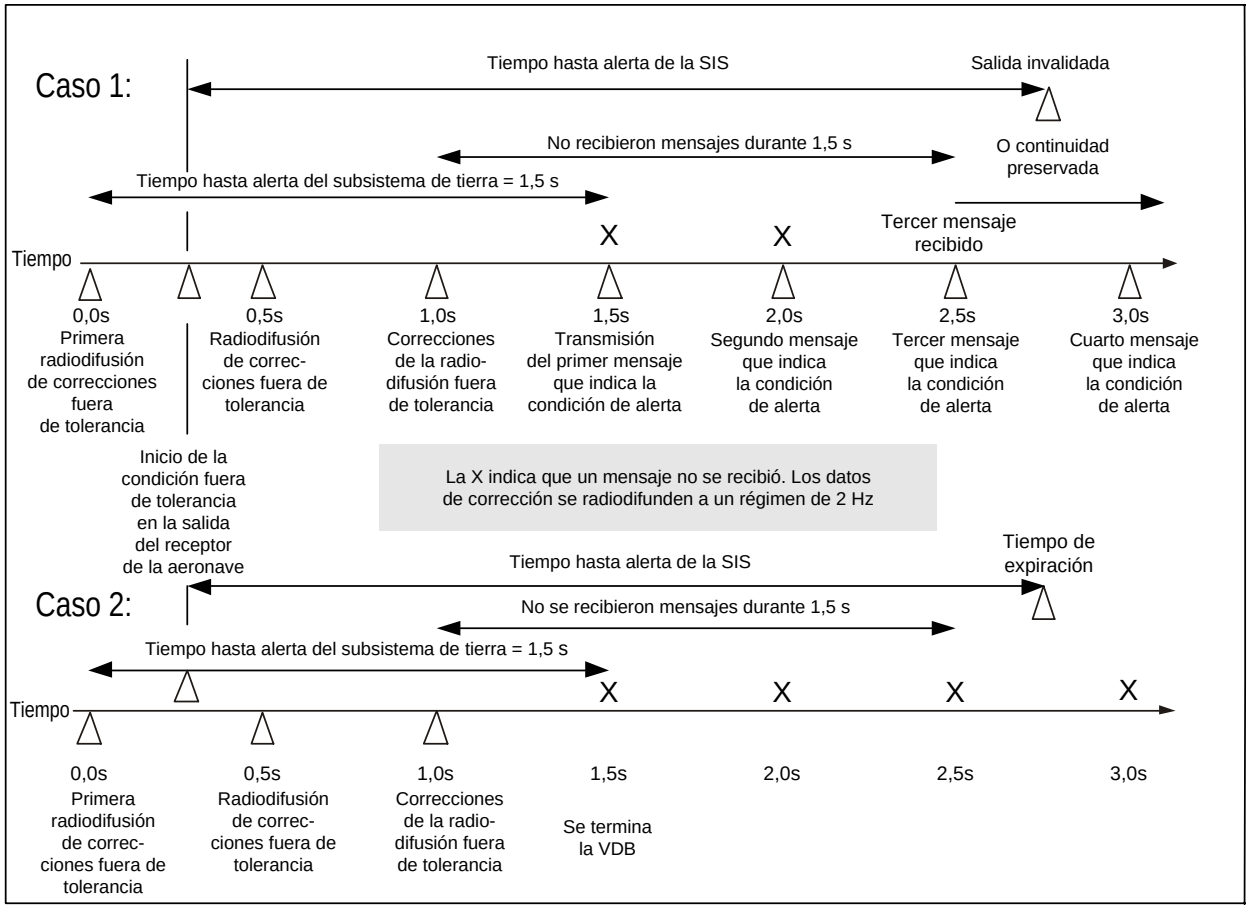


Figura D-1E. Efecto de los mensajes frustrados en el tiempo hasta alerta del GAST D GBAS por debajo de 200 ft. En el Caso 1 se describe la situación de los mensajes frustrados y en el Caso 2 la de la terminación de la VDB.

Fin de texto nuevo.

7.6 Continuidad de servicio

7.6.1 *Designador de continuidad ~~-e~~/integridad ~~-de tierra~~del GBAS*. El designador de continuidad ~~-e~~ /integridad ~~de tierra~~ del GBAS (GCID) proporciona una ~~clasificación~~indicación de la capacidad actual de los subsistemas de tierra GBAS. El subsistema de tierra satisface los requisitos ~~para aproximaciones de precisión de Categoría I o APV~~de actuación y funcionales del GAST A, B o C cuando el GCID se ~~pone a~~ fija en 1. ~~Los valores 2, 3 y 4~~El subsistema de tierra satisface los requisitos de actuación y funcionales de los GAST A, B, C y D cuando el GCID se fija en 2. Los GCID de 3 y 4 están previstos ~~en apoyo de~~para apoyar operaciones del futuro con un tipo de servicio conexo con requisitos que sean más estrictos que para ~~operaciones de Categoría I~~el GAST D. El objetivo del GCID es dar una indicación de la condición del subsistema de tierra por utilizar cuando una aeronave selecciona una aproximación. No ~~se~~ tiene el objetivo de substituir o suplir una indicación instantánea de integridad comunicada en un mensaje de tipo 1 o de tipo 101. El GCID no proporciona ninguna indicación acerca de la capacidad del subsistema de tierra para prestar apoyo al servicio de determinación de la posición.

7.6.2 *Continuidad de servicio del subsistema de tierra.* Los subsistemas de tierra GBAS deben satisfacer la continuidad de servicio prescrita en el Apéndice B del Capítulo 3, 3.6.7.1.3, para prestar apoyo a ~~las aproximaciones de precisión de Categoría I y APV~~ los GAST A, B y C. Los subsistemas de tierra GBAS destinados a prestar apoyo también a otras operaciones mediante el servicio de determinación de la posición GBAS deberían satisfacer la continuidad mínima requerida para las operaciones de área terminal, que es $1-10^{-4}$/hora (Capítulo 3, Tabla 3.7.2.4-1). Cuando la continuidad requerida ~~de aproximación de precisión de Categoría I o APV~~del GAST A, B o C ($1-8 \times 10^{-6}$/15 segundos) se convierte en un valor por hora, no cumple con el requisito de continuidad mínima de $1-10^{-4}$/hora. En consecuencia, se necesitan medidas adicionales para satisfacer la continuidad requerida para otras operaciones. Una manera de demostrar conformidad con este requisito consiste en suponer una aplicación a bordo que usa tanto el GBAS como el ABAS para proporcionar redundancia y~~,~~ que el ABAS ofrece precisión suficiente para la operación prevista.

7.6.2.1 *Continuidad de servicio del subsistema de tierra para el GAST D.* Un segmento de tierra que apoya el GAST D debe satisfacer el requisito de continuidad de la SIS ($1-8{,}0 \times 10^{-6}$/15 segundos) para un sistema GAST A, B y C, pero también debe satisfacer los requisitos de continuidad específicos del GAST D, como se definen en el Apéndice B, 3.6.7.1.3.2. La continuidad del subsistema de tierra se define por medio de dos requisitos. Uno es la continuidad del subsistema de tierra que incluye fallas de todos los componentes necesarios para la radiodifusión VDB, incluidos los receptores de referencia. También incluye la pérdida de servicio debido a fallas de integridad del subsistema de tierra que originan alertas y alertas falsas del monitor. El otro es la continuidad asociada a las detecciones sin falla del monitor. La razón de definir las detecciones del monitor de la fuente telemétrica como un requisito por separado es que la porción de radiodifusión VDB incluye todas las fallas que originan la pérdida de la SIS, en tanto que la contribución del monitor se relaciona sólo con la exclusión de satélites individuales de las correcciones difundidas. Esto no ocasiona necesariamente la pérdida de la SIS en el receptor de a bordo. El requisito se define para cada fuente telemétrica, de manera que en el diseño de tierra no se necesita tener en cuenta el número real de satélites que están a la vista o el número que se considera crítico para el usuario en una aproximación específica. Es responsabilidad del usuario de a bordo demostrar la continuidad general lograda al considerar la contribución de los satélites y de los monitores de a bordo.

7.7 Selección de canal GBAS

7.7.1 Se utilizan los números de canal en GBAS para facilitar una interfaz entre el equipo de aeronave y la señal en el espacio que esté en armonía con interfaces para el ILS y el MLS. La integración del puesto de pilotaje y de la interfaz de la tripulación para el GBAS puede~~n~~ o no basarse en la entrada del número de canal de cinco dígitos. También es posible una interfaz basada en la selección de la aproximación mediante una función de gestión de vuelo similar a lo que actualmente se practica con el ILS. El número de canal GBAS puede almacenarse en una base de datos de navegación de a bordo como parte de una aproximación con nombre. Puede seleccionarse la aproximación por su nombre y el número de canal puede proporcionarse automáticamente al equipo que debe seleccionar los datos de aproximación GBAS adecuados a partir de los datos de radiodifusión. De manera similar, el uso del servicio de determinación de la posición GBAS puede basarse en la selección de un número de canal de 5 dígitos. Esto facilita la realización de operaciones que no sean las aproximaciones definidas por los datos FAS. Para facilitar la sintonización de frecuencia, pueden proporcionarse en el bloque de datos adicional 2 del mensaje de tipo 2 los números de canal GBAS para subsistemas de tierra GBAS vecinos que presten apoyo al servicio de determinación de la posición.

7.7.2 Se asigna un número de canal en la gama de 20 001 a 39 999 cuando se radiodifunden datos FAS en el mensaje de tipo 4. Se asigna un número de canal en la gama de 40 000 a 99 999 cuando los datos FAS asociados a ~~una APV~~ un tipo de servicio GAST A se obtienen a partir de la base de datos de a bordo.

7.7.3 Cada bloque de datos FAS transmitido en un mensaje de tipo 4 se asociará a un solo número de canal de cinco dígitos sin importar que la aproximación esté o no apoyada por múltiples tipos de servicios de aproximación. Para aproximaciones apoyadas por múltiples tipos de servicios de aproximación, se utiliza el campo de designador de actuación de aproximación en el mensaje de tipo 4 para indicar el tipo de servicio de aproximación más exigente apoyado por el subsistema de tierra para cualquier aproximación específica.

. . .

7.10 Identificación de GBAS

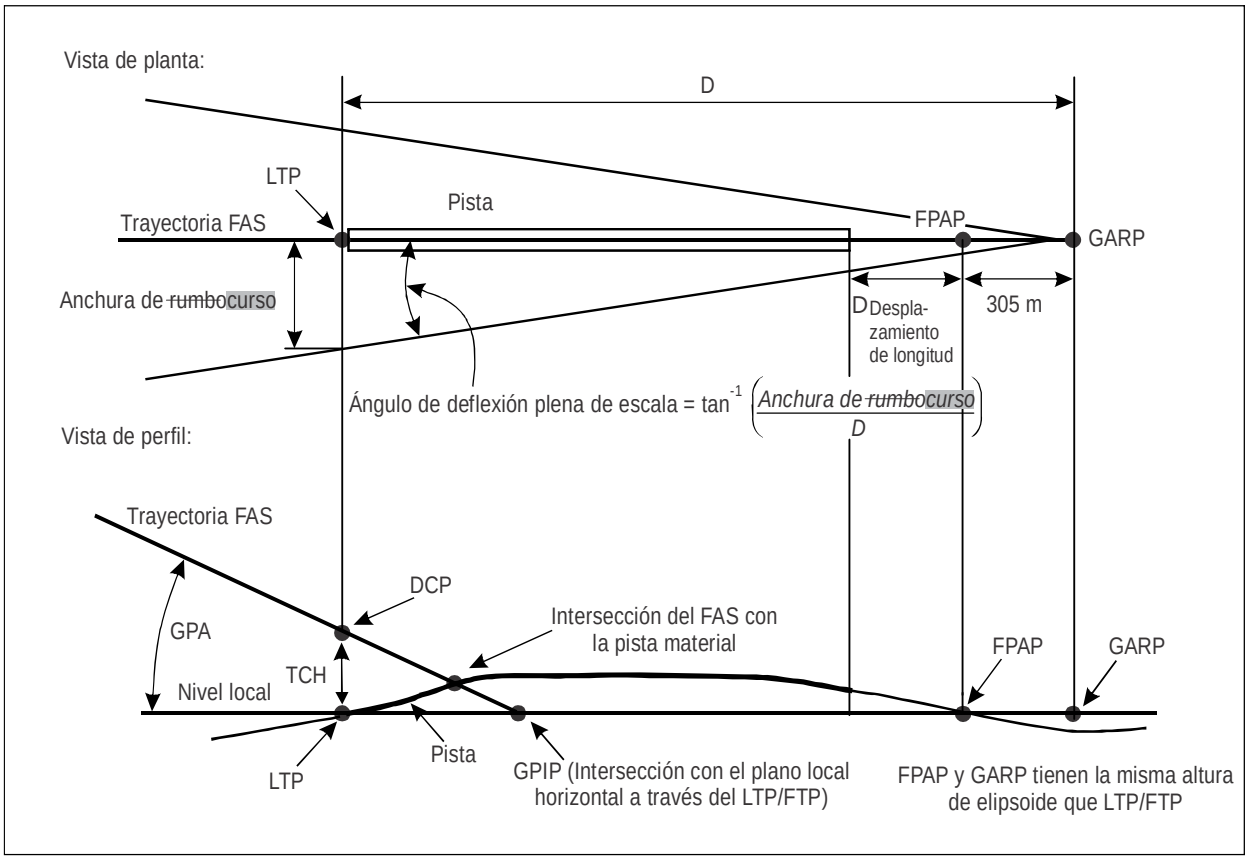
Se utiliza la identificación (ID) del GBAS para identificar inequívocamente un subsistema de tierra GBAS que radiodifunde por una determinada frecuencia dentro de la región de cobertura VDB del GBAS. La aeronave navegará utilizando la radiodifusión de datos de una o más estaciones de radiodifusión GBAS de un solo subsistema de tierra GBAS (según lo identificado por una identificación GBAS común).

7.11 Trayectoria del tramo de aproximación final (FAS)

. . .

7.11.3.1.1 *Referencia de desviación lateral.* El plano de referencia para desviación lateral es el plano en el que se incluyen el LTP/FTP, el FPAP y un vector normal a la elipsoide WGS-84 en el LTP/FTP. La desviación lateral rectilínea es la distancia de la posición calculada de la aeronave a partir del plano de referencia de desviación lateral. La desviación lateral angular es un desplazamiento angular correspondiente por referencia al punto de referencia de azimut ~~GBAS~~GNSS (GARP). Se define el GARP como un punto más allá del FPAP a lo largo del eje reglamentario a un valor de distancia de separación fija de 305 m (1 000 ft).

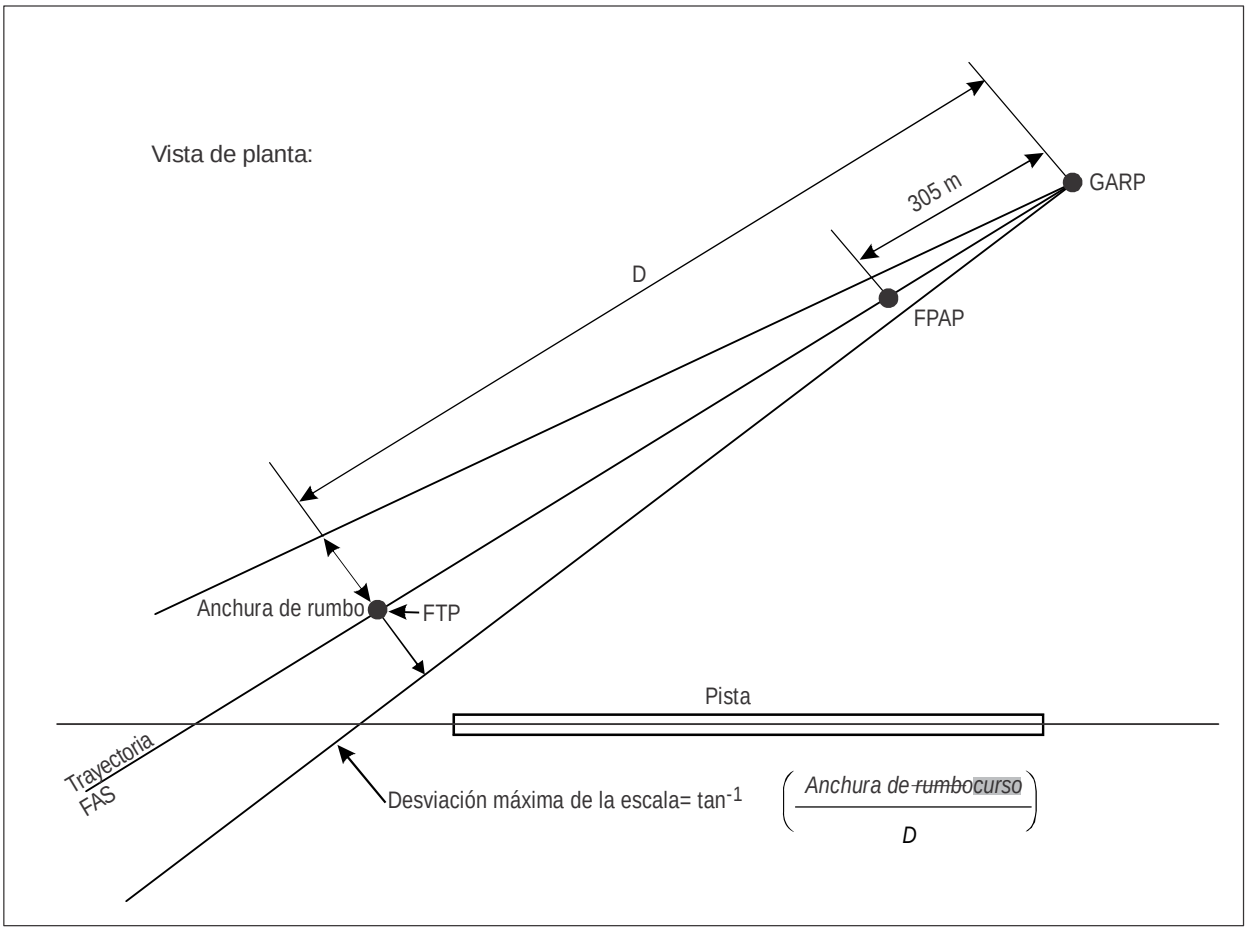
. . .



DCP — punto de cruce de referencia
FAS — tramo de aproximación final
FPAP — punto de alineación de la trayectoria de vuelo
FTP — punto de umbral ficticio (véase la Figura D-7)
GARP — punto de referencia de azimut ~~GBAS~~ GNSS
GPA — ángulo de trayectoria de planeo promulgado
GPIP — punto de intersección de la trayectoria de planeo
LTP — punto del umbral de aterrizaje
TCH — altura de franqueamiento del umbral

Figura D-6. Definición de trayectoria de tramo de aproximación final (FAS)

. . .



FAS — tramo de aproximación final
FPAP — punto de alineación de la trayectoria de vuelo
FTP — punto de umbral ficticio
GARP — punto de referencia de azimut ~~GBAS~~GNSS

Figura D-7. Definición de trayectoria FAS para aproximaciones no alineadas con la pista

Nota editorial.— En la Figura D-7 anterior, *sustitúyase* el texto *"Anchura de rumbo"* por *"Anchura de curso"*.

. . .

7.12 Consideraciones en cuanto al emplazamiento de aeropuerto

. . .

7.12.3 *Emplazamiento de la antena VDB.* La antena VDB debe estar situada de forma que satisfaga los requisitos de intensidad mínima y máxima de campo dentro del volumen o los volúmenes de servicio, como se define en el Capítulo 3, 3.7.3.5.4.4. Por lo general, es posible satisfacer el requisito de intensidad mínima de campo para los servicios de aproximación si la antena VDB se encuentra situada de forma que exista una línea de alcance óptico sin obstáculos desde la antena hasta cualquier punto dentro del volumen de ~~cobertura~~servicio de cada FAS al que se preste apoyo. Debe prestarse atención también a asegurar la separación mínima entre transmisor y receptor de forma que no exceda de la intensidad máxima de campo. Para el balance nominal de enlace, comúnmente se requiere una separación de 80 m para evitar

sobrepasar el requisito de intensidad máxima de campo. Aunque resulta conveniente aplicar los criterios de separación a cualquier emplazamiento en el que pueda operar una aeronave (incluidas calles de rodaje, áreas de plataformas y puertas de embarque), sólo es necesario satisfacer el requisito de intensidad máxima de campo en el volumen o los volúmenes de servicio (véase 3.7.3.5.3 para las definiciones de volumen de servicio). Si no puede lograrse la separación mínima para todas las aeronaves que están operando (incluidas calles de rodaje, áreas de plataformas y puertas de embarque), debe garantizarse que el receptor de a bordo esté protegido contra destrucción por sobrecalentamiento, de conformidad con los MOPS RTCA/DO-253C. Esto exige comúnmente una separación mínima de 20 m de la antena VDB a la antena de la aeronave. Para proporcionar la cobertura requerida de múltiples FAS en un determinado aeropuerto, y para que haya flexibilidad en el emplazamiento de la antena VDB, podría ser necesario que ~~el volumen actual de~~la cobertura en torno a la antena del transmisor sea de dimensiones considerablemente superiores a las requeridas para un solo FAS. La capacidad de proporcionar esta cobertura depende del emplazamiento de la antena VDB respecto a la pista y de la altura de la antena VDB. En general, una mayor altura de la antena puede ser necesaria para proporcionar una intensidad adecuada de la señal a los usuarios a bajas altitudes, pero también puede llevar a unos nulos por multitrayectos inaceptables dentro ~~del volumen deseado~~ de la cobertura deseada. Debe llegarse a un compromiso con respecto a la altura conveniente de la antena, basándose en los análisis para ~~asegurar~~garantizar que se satisfacen dentro ~~del volumen~~ de toda la cobertura~~,~~ los requisitos de intensidad de la señal. Debe también prestarse atención al efecto de las características del terreno y de los edificios en el entorno de multitrayectos.

7.12.3.1 Para asegurar que no se transgredan los requisitos de intensidad de campo máxima definidos en el Capítulo 3, 3.7.3.5.4.4, los transmisores VDB no deberían emplazarse a menos de 80 m del lugar donde las aeronaves están aprobadas para operar sobre la base de los procedimientos publicados utilizando información de orientación de GBAS o ILS. Esto se aplica a las aeronaves en la aproximación final, salida y en las pistas. La separación de 80 m se aplica a la distancia oblicua entre las antenas de transmisión VDB y la posición de la antena de la aeronave. Para las aeronaves en la pista, la desviación máxima respecto del eje puede suponerse en 19 m. En regiones anteriores a los umbrales de las pistas, la máxima desviación angular de curso lateral a partir de la prolongación del eje en aproximación final es de más/menos un sexto de la anchura de curso completa, que es nominalmente de 210 m [±105 m (±350 pies)] en el umbral. El origen del curso lateral debería suponerse en el GARP del GBAS o en el localizador del ILS, según corresponda. La máxima desviación vertical es la mitad de la deflexión de escala completa respecto de la trayectoria de planeo, donde la deflexión de escala completa se calcula como de ±0,25 veces el ángulo de trayectoria de planeo. El origen de la trayectoria de planeo debería suponerse en el GPIP. En 7.11.3 figura más orientación sobre la sensibilidad de la desviación de la anchura de curso lateral y vertical.

7.12.4 *Uso de antenas de transmisión múltiples para mejorar la cobertura VDB.* En algunas instalaciones GBAS, las limitaciones relacionadas con el emplazamiento de la antena, la topografía local u obstáculos pueden llevar a multitrayectos de tierra o a bloqueo de la señal que dificulta el suministro de la intensidad de campo especificada en todos los puntos dentro del ~~área de cobertura~~volumen de servicio. En algunas instalaciones de tierra GBAS puede utilizarse uno o más sistemas adicionales de antenas, emplazados para proporcionar diversidad de trayecto de la señal de forma tal que colectivamente satisfagan los requisitos de ~~cobertura~~volumen de servicio.

7.12.4.1 Siempre que se utilicen sistemas de antenas múltiples, debe disponerse la secuencia de las antenas y la programación de los mensajes a fin de proporcionar radiodifusiones en todos los puntos dentro del ~~área de cobertura~~volumen de servicio que se adhieran a los regímenes de radiodifusión de datos ~~y a las intensidades de campo~~ mínimos y máximos especificados, ~~sin que se exceda de~~considerando ~~-~~la capacidad del receptor de adaptarse a variaciones de la intensidad de la señal en un determinado intervalo desde transmisión hasta transmisión. Resulta aceptable superar el requisito de variación de potencia de

señal que figura en el Apéndice B, 3.6.8.2.2.3 en áreas limitadas dentro del volumen de servicio, siempre que pueda demostrarse que la actuación resultante es aceptable sobre la base del comportamiento del receptor según se describe, por ejemplo, en RTCA DO-253D y en las hipótesis indicadas a continuación.

Los requisitos de régimen de transmisión y recepción de mensajes y los requisitos de tiempo hasta la alerta impiden que los mensajes de tipo 1 y de tipo 11 se alternen entre antenas en el mismo intervalo de trama a trama. Solo los mensajes de tipo 2 y 4 (y los mensajes de tipo 3 como mensaje de relleno) pueden alternarse. La continuidad se mantiene siempre que se reciba un mensaje de tipo 2 por lo menos una vez por minuto. El receptor no verifica la recepción repetida de mensajes de tipo 4 durante las etapas finales de una aproximación.

Si bien el requisito de variación de potencia de señal que figura en el Apéndice B, 3.6.8.2.2.3 se aplica en el puerto de entrada del receptor, la situación para un lugar específico debe evaluarse en el dominio de la intensidad de campo. Por consiguiente, debe tenerse en cuenta la posible variación en la ganancia de la antena de la aeronave. Si el área donde puede excederse el requisito de variación de potencia de señal es tan grande que pueda llevar a una aeronave en aproximación un minuto o más en atravesarla, puede ser necesario tratar la posible pérdida de mensaje desde un punto de vista probabilístico. En estos casos, debería limitarse la configuración de antena VDB múltiple de modo que, en caso de que se aplique la alternación de mensajes en el mismo intervalo de trama a trama, la configuración de alternación solo entrañe dos antenas transmisoras, con una ráfaga programada en cada trama, y que la transmisión alterne entre las antenas con cada trama, a efectos de simular la situación para la cual se ha ensayado el receptor. Esto resulta necesario para poder formular hipótesis sobre tasas de falla de mensajes (MFR) del receptor.

Al analizar la probabilidad de que se pierdan mensajes, se aplican las siguientes hipótesis básicas:

1. Si todos los niveles de las señales recibidas se encuentran entre la potencia mínima de entrada de diseño (S_{min}) y la potencia máxima de entrada de diseño ($S_{máx}$) del receptor, y están dentro de 40 dB entre sí, entonces el análisis puede suponer una tasa de falla de mensaje (MFR) de 10^{-3}.

2. Si todas las señales recibidas se encuentran por debajo de la S_{min}, entonces el análisis debe suponer una MFR de 100%.

3. Si alguna señal está por encima de la $S_{máx}$ debe suponerse que la recepción en todos los intervalos de esa trama y en cualquier número de tramas subsiguientes se ve afectada adversamente (no solo aquellas donde se exceda la $S_{máx}$), dado que para estas condiciones no se especifica ningún tiempo de recuperación de receptor.

Además, en el caso de una configuración de antena doble con mensajes que alternan en cada trama, pueden formularse las hipótesis siguientes:

4. Si una señal está por debajo de la S_{min} ($S_{min} - \Delta$) y la segunda señal está dentro de 40 dB (es decir, $S_{min} - \Delta + 40$ dB o menos), entonces el análisis debe suponer que la MFR para la señal por debajo de S_{min} es de 100% y la MFR para la señal más fuerte es de 10^{-3}.

5. Si ambas señales se encuentran entre S_{min} y $S_{máx}$, pero la variación entre ambas es superior a 40 dB, entonces el análisis debe suponer una MFR de 60%.

6. Si una señal está por debajo de la S_{min} ($S_{min} - \Delta$) y la segunda por encima de la S_{min} y supera una variación de 40 dB ($S_{min} - \Delta + 40$ dB $+ \varepsilon$ o más), entonces el análisis debe suponer que la MFR de la señal por debajo de la S_{min} es de 100% y la MFR de la señal más fuerte es de 60%.

La probabilidad resultante de que no se reciban mensajes de tipo 2 por una duración de un minuto debería evaluarse por referencia al requisito de continuidad aplicable.

Nota.— El análisis puede tener que considerar una variación de hasta 15 dB para la variación de ganancia de la antena VDB de la aeronave dependiendo del escenario, de modo que la variación de potencia de 40 dB ≤ variación de potencia de la SIS + hasta 15 dB de variación de ganancia de la antena de la aeronave.

Para evitar ~~asuntos~~ problemas de procesamiento del receptor relativos a la pérdida o duplicación de mensajes, todas las transmisiones de los mensajes de tipo 1, de tipo 11 o de tipo 101 o de ~~un~~ pares enlazados de mensajes de tipo 1, de tipo 11 o de tipo 101 para un determinado tipo de medición dentro de una sola trama~~,~~ proporcionarán un contenido de datos idéntico.

7.12.4.2 Un ejemplo del uso de antenas múltiples es una instalación con dos antenas instaladas en el mismo emplazamiento pero a alturas distintas por encima del plano del terreno. Se seleccionan las alturas de las antenas de forma que la configuración de una antena llena los nulos de la configuración de la otra antena que son consecuencia de reflexiones del plano del terreno. El subsistema de tierra GBAS alterna las radiodifusiones entre las dos antenas utilizando uno ~~o~~, dos o tres intervalos asignados de cada trama para cada antena. Los mensajes de tipo 1, de tipo 11 o de tipo 101, según corresponda al tipo de servicio que se está apoyando, se radiodifunden una vez por trama por antena. Esto permite la recepción de uno o dos mensajes de tipo 1, de tipo 11 o de tipo 101 por trama dependiendo de que el usuario esté emplazado dentro del nulo de una de las configuraciones de antena. Los mensajes de tipo 2 y de tipo 4 se radiodifunden desde la primera antena en una trama, seguidamente desde la segunda antena en la siguiente trama. Esto permite la recepción de cada uno de los mensajes de tipos 2 y 4 por una o dos tramas, dependiendo del emplazamiento del usuario.

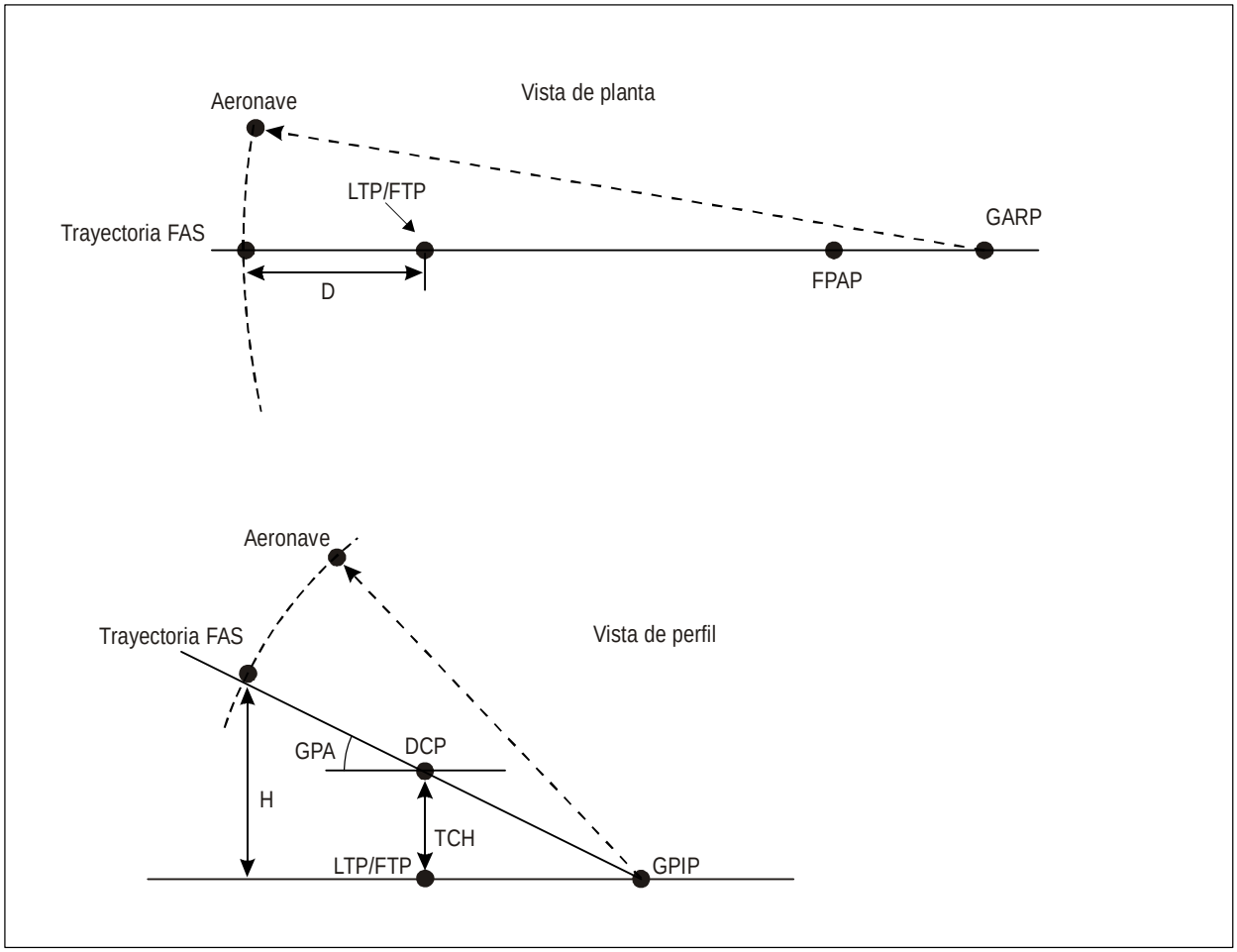
7.13 Definición de límites de alerta lateral y vertical

7.13.1 Los límites de alerta lateral y vertical ~~para la aproximación de precisión de Categoría I~~ cuando el tipo de servicio activo es C o D se calculan según lo definido en el Apéndice B, Tablas B-68 y B-69. En esos cálculos los parámetros D y H tienen el significado indicado en la Figura D-8.

7.13.2 El límite de alerta vertical ~~para la aproximación de precisión de Categoría I~~ cuando el tipo de servicio activo es C o D se indica a escala desde una altura de 60 m (200 ft) por encima del LTP/FTP. Para un procedimiento diseñado con una altura de decisión superior a 60 m (200 ft), el VAL a esa altura de decisión será mayor que el FASVAL de radiodifusión.

7.13.3 Los límites de alerta lateral y vertical para procedimientos ~~APV~~ apoyados por el tipo de servicio GAST A asociados a los números de canal 40 001 a 99 999 se calculan del mismo modo que para ~~los procedimientos APV que utilizan~~ SBAS según lo indicado en el Adjunto D, ~~3.2.8~~6.6.

. . .



DCP — punto de cruce de referencia
FAS — tramo de aproximación final
FPAP — punto de alineación de la trayectoria de vuelo
FTP — punto de umbral ficticio (véase la Figura D-7)
GARP — punto de referencia de azimut ~~GBAS~~GNSS
GPA — ángulo de trayectoria de planeo promulgado
GPIP — punto de intersección de la trayectoria de planeo
LTP — punto del umbral de aterrizaje
TCH — altura de franqueamiento del umbral

Figura D-8. Definición de los parámetros D y H en el cálculo del límite de alerta

7.14 Medidas de ~~supervisión~~monitorización y de mantenimiento

7.14.1 Determinados requisitos del dispositivo monitor o comprobador incorporado pueden ser necesarios además de los monitores definidos en el Apéndice B, 3.6.7.3, y así ha de determinarlo cada uno de los Estados. Puesto que la señal VDB es crítica para el funcionamiento de la estación de radiodifusión GBAS, cualquier falla de la VDB para transmitir con éxito una señal útil dentro de los intervalos asignados y en tod~~a~~o el ~~área de cobertura~~ volumen de servicio debería corregirse lo antes posible. Por consiguiente, se recomienda utilizar como guía para implantar un dispositivo monitor VDB las siguientes condiciones:

a) *Potencia.* Debe detectarse en un ~~plazo de 3 segundos~~período apropiado de tiempo cualquier caída significativa de potencia.

b) *Pérdida de tipo de mensaje.* El fallo en transmitir cualquier tipo de mensaje programado. Esto podría basarse en el fallo en cuanto a transmitir un tipo exclusivo de mensajes sucesivamente o una combinación de distintos tipos de mensajes.

c) *Pérdida de todos los tipos de mensajes.* Será detectado el fallo en transmitir cualquier tipo de mensaje por un período ~~igual o superior a 3 segundos~~apropiado de tiempo.

Los períodos apropiados de tiempo para estos monitores dependen del FAST y de si se proporciona un transmisor de reserva. Cuando se proporciona un transmisor de reserva, el objetivo es conmutar al transmisor de reserva con la suficiente rapidez para evitar que se genere una alerta en el equipo de a bordo. Esto significa que los períodos apropiados de tiempo son, como máximo, de 3 segundos para los sistemas de tierra del FAST C y de 1,5 segundos para los del FAST D, a fin de que haya congruencia con los requisitos de pérdida de mensajes del equipo de aeronave. Si se aplican períodos mayores que éstos, el traspaso al transmisor de reserva originará una alerta y, por lo tanto, debe considerarse como una falla de continuidad. Si no se proporciona un transmisor de reserva, los períodos de tiempo de estos monitores no son críticos.

7.14.2 Una vez detectada una falla y no existiendo ningún transmisor de reserva, debe considerarse dar por terminado el servicio VDB si la señal no puede utilizarse con confianza dentro del ~~área~~volumen de ~~cobertura~~servicio, en la medida en que ello repercute de modo significativo en las operaciones de las aeronaves. Deben considerarse medidas apropiadas en los procedimientos operacionales para mitigar la posibilidad de que la señal se retire del servicio. Entre estas medidas se incluiría el envío de especialistas de mantenimiento para prestar servicio a la VDB GBAS o procedimientos ATC especiales. Además, deben adoptarse medidas de mantenimiento siempre que sea posible respecto a todas las fallas de comprobador incorporado a fin de impedir la pérdida del servicio GBAS.

7.14.3 El uso del transmisor de reserva también se aplica a los requisitos de monitorización de la VDB definidos en el Apéndice B, 3.6.7.3.1. Es necesario tener en cuenta el tiempo de conmutación a la reserva sin dejar de cumplir el tiempo para detectar y terminar las transmisiones definido en el Apéndice B, 3.6.7.3.1.1 y 3.6.7.3.1.2.

7.15 Ejemplos de mensajes VDB

7.15.1 En las Tablas D-7 a D-10A se presentan ejemplos de codificación de mensajes VDB. En los ejemplos se ilustra la codificación de los diversos parámetros de aplicación, incluidos los parámetros de verificación por redundancia cíclica (CRC) y corrección de errores sin canal de retorno (FEC) y los resultados de la codificación secreta de bits y de la codificación de símbolos D8PSK. Los valores técnicos de los parámetros de los mensajes en estas tablas ilustran el proceso de codificación de los mensajes pero no son necesariamente representativos de valores realistas.

7.15.2 En la Tabla D-7 se proporciona un ejemplo de mensaje VDB de tipo 1. Se codifica el campo de bandera adicional de mensaje para indicar que este es el primero de dos mensajes de tipo 1 por radiodifundir dentro de la misma trama. Esto se hace para fines de ilustración. Ordinariamente no se requiere un segundo mensaje de tipo 1 excepto para permitir la radiodifusión de más correcciones de la fuente telemétrica que las que puedan ser incluidas en un solo mensaje.

7.15.3 En la Tabla D-7A se proporciona un ejemplo de un mensaje VDB de tipo 101. El campo adicional de bandera de mensaje se codifica para indicar que este es el primero entre dos mensajes de

tipo 101 por radiodifundir dentro de la misma trama. Esto se hace para fines de ilustración. Generalmente no se requiere un segundo mensaje de tipo 101, salvo para facilitar la radiodifusión de más correcciones de fuente telemétrica ~~a~~ que las que puedan incluirse ~~darse cabida~~ en un solo mensaje.

7.15.4 En la Tabla D-8 se proporcionan ejemplos de un mensaje en VDB de tipo 1 y de un mensaje VDB de tipo 2 codificados dentro de una sola ráfaga (es decir, dos mensajes por radiodifundir dentro de un solo intervalo de transmisión). Se codifica el campo de bandera adicional del mensaje de tipo 1 para indicar que es el segundo de los dos mensajes de tipo 1 por radiodifundir dentro de la misma trama. El mensaje de tipo 2 incluye el bloque de datos adicional 1. En la Tabla D-8A se proporciona un ejemplo de mensajes de tipo 1 y de tipo 2 con bloques de datos adicionales 1 y 2.

7.15.4.1 En la Tabla D-8B se proporcionan ejemplos de un mensaje de tipo 2 con bloques de datos adicionales 1, 3 y 4 codificados dentro de una sola ráfaga con un mensaje de tipo 3 que se usa para rellenar el resto del intervalo de tiempo.

7.15.5 En la Tabla D-9 se proporciona un ejemplo de mensaje de tipo 4 que incluye dos bloques de datos FAS.

7.15.6 En la Tabla D-10 se proporciona un ejemplo de mensaje de tipo 5. En este ejemplo se proporcionan para dos fuentes telemétricas~~,~~ las duraciones de disponibilidad de la fuente comunes a todas las aproximaciones. Además, se proporcionan las duraciones de disponibilidad de la fuente para dos aproximaciones particulares: la primera aproximación tiene dos fuentes telemétricas afectadas y la segunda, una fuente telemétrica afectada. ~~El mensaje de tipo 2 incluye el bloque de datos adicional 1.~~

7.15.7 En la Tabla D-10A figura un ejemplo de un mensaje de tipo 11.

. . .

7.17 Bloques de datos adicionales de mensaje de tipo 2

. . .

7.17.4 El bloque de datos adicional 3 del mensaje de tipo 2 ~~está reservado para uso futura~~contiene la información necesaria para apoyar el GAST D. Se requiere que todos los subsistemas de tierra del FAST D transmitan un mensaje de tipo 2 con bloque de datos adicional 3 correctamente poblado de manera que se satisfagan los requisitos relativos a los límites.

7.17.5 El bloque de datos adicional 4 del mensaje de tipo 2 contiene información necesaria para una estación terrestre que admite protocolos de autenticación. Incluye un solo parámetro que indica qué intervalos están asignados a la estación terrestre para transmisiones VDB. El equipo de a bordo que admite protocolos de autenticación no empleará datos a menos que se transmitan en los intervalos indicados por el campo de definición de grupos de intervalos en el bloque de datos adicional 4 del mensaje de tipo 2 (MT 2 ADB 4).

. . .

Tabla D-8B. Ejemplo de mensaje de tipo 2 que contiene bloques de datos 1, 3 y 4 y un mensaje de tipo 3 para rellenar el resto del intervalo

DESCRIPCION DEL CONTENIDO DE DATOS	BITS UTILIZADOS	GAMA DE VALORES	RESOLUCIÓN	VALORES	REPRESENTACION BINARIA (NOTA 1)
CONTENIDO DE DATOS EN RÁFAGA					
Aumento y estabilización de potencia	15	-	-	-	000 0000 0000 0000
Sincronización y resolución de ambigüedad	48	-	-	-	0100 0111 1101 1111 1000 1100 0111 0110 0000 0111 1001 0000
DATOS CODIFICADOS EN SECRETO					
Identificador de intervalo de estación	3	-	-	E	100
Longitud de transmisión	17	0 a 1824 bits	1 bit	1704	0 0000 0110 1010 1000
FEC de secuencia de entrenamiento	5	-	-	-	01000
DATOS DE APLICACIÓN					
Bloque de mensaje 1 (mensaje de tipo 2)					
Encabezador de bloque de mensaje					
Identificador de bloque de mensaje	8	-	-	Normal	1010 1010
ID GBAS	24	-	-	BELL	000010 000101 001100 001100
Identificador de tipo de mensaje	8	1 a 101	1	2	0000 0010
Longitud de mensaje	8	10 a 222 bytes	1 byte	~~3~~743	~~0010 0101~~0010 1011
Mensaje (ejemplo de tipo 2)					
Receptores de referencia GBAS	2	2 a 4	1	~~3~~4	~~01~~10
Letra de designador de exactitud de tierra	2	-	-	~~B~~C	~~01~~10
Extra	1	-	-	-	0
Designador de continuidad/integridad GBAS	3	0 a 7	1	2	010
Variación magnética local	11	± 180°	0,25°	E58,0°	000 1110 1000
~~Extra~~Reservado	5	-	~~-~~cero	-	0000 0
$\sigma_{vert\_iono\_gradiente}$	8	0 a 25,5 x 10^{-6} m/m	0,1 x10^{-6} m/m	4x10^{-6}	0010 1000
Índice de refracción	8	16 a 781	3	379	1111 1001
Altura de escala	8	0 a 25 500 m	100 m	100 m	0000 0001
Incertidumbre de refracción	8	0 a 255	1	20	0001 0100
Latitud	32	± 90,0°	0,0005 arcsec	N45° 40' 32" (+164432")	0001 0011 1001 1010 0001 0001 0000 0000

DESCRIPCION DEL CONTENIDO DE DATOS	BITS UTILIZADOS	GAMA DE VALORES	RESOLUCIÓN	VALORES	REPRESENTACION BINARIA (NOTA 1)
Longitud	32	± 180,0°	0,0005 arcsec	W93° 25’ 13” (-336313”)	1101 0111 1110 1000 1000 1010 1011 0000
Altura del elipsoide	24	± 83 886,07 m	0,01 m	892.55 m	0000 0001 0101 1100 1010 0111
Bloque de datos adicional 1					
Selector de datos de estación de referencia	8	0 a 48	1	5	0000 0101
Distancia de uso máxima ($D_{máx}$)	8	2 a 510 km	2 km	50 km	0001 1001
$K_{md\_e\_POS,GPS}$	8	0 a 12,75	0,05	6	0111 1000
$K_{md\_e\cancel{\_C},GPS}$	8	0 a 12,75	0,05	5	0110 0100
$K_{md\_e\_POS,GLONASS}$	8	0 a 12,75	0,05	0	0000 0000
$K_{md\_e\cancel{\_C},GLONASS}$	8	0 a 12,75	0,05	0	0000 0000
Bloque de datos adicional 4					
Longitud del bloque de datos adicional	8	3	1 byte	3	0000 0011
Número del bloque de datos adicional	8	4	1	4	0000 0100
Definición de grupo de intervalos	8	-	-	E+F	0011 0000
Bloque de datos adicional 3					
Longitud del bloque de datos adicional	8	6	1 byte	6	0000 0110
Número del bloque de datos adicional	8	3	1	3	0000 0011
$K_{md\_e\_D,GPS}$	8	0 a 12,75	0,05	5,55	0110 1111
$K_{md\_e\_D,GLONASS}$	8	0 a 12,75	0,05	0	0000 0000
$\sigma_{vert\_iono\_gradiente\_D}$	8	0 – 25,5 x 10^{-6} m/m	0,1 x 10^{-6} m/m	4 x 10-6	0010 1000
~~Extra~~	~~8~~	-	-	-	~~0000 0000~~
Y_{EIG}	5	0 a 3,0 m	0,1	1	0 1010
M_{EIG}	3	0 a 0,7 m/km	0,1	0,3	011
CRC de bloque de mensaje 1	32	—	—	—	~~1100 0101 1110 0000 0010 0110 1100 1011 0000 0010 0111 0000 1111 1111 1111 0011~~ 0011 1100 1110 0001 1000 0100 1011 1011
Bloque de mensaje 2 (mensaje de tipo 3)					
Encabezador de bloque de mensaje					
Identificador de bloque de mensaje	8	-	-	Normal	1010 1010
ID GBAS	24	-	-	BELL	000010 000101 001100 001100
Identificador de tipo de mensaje	8	1 a 101	1	3	0000 0011
Longitud de mensaje	8	N/A	1 byte	~~170~~164	~~1010 1010~~1010 0100

DESCRIPCION DEL CONTENIDO DE DATOS	BITS UTILIZADOS	GAMA DE VALORES	RESOLUCIÓN	VALORES	REPRESENTACION BINARIA (NOTA 1)
Mensaje (ejemplo de tipo 3)					
Relleno	~~1280~~ 1232	-	-	-	1010 1010 …... 1010 1010
CRC de bloque de mensaje 2	32	-	-	-	~~1001 0000 1110 1100 1101 1001 1011 1010~~ 0110 1101 1011 1001 1110 0100 1110 0100
FEC de aplicación	48	—	—	—	~~0000 1000 0010 0011 1100 1011 1101 0000 1101 0110 1011 0101~~ ~~1101 0010 1001 0000 1111 0000 1011 1010 1000 1111 0110 0010~~ 1111 0110 0011 0100 1101 1001 1110 0010 1110 0011 1111 1101
Entrada a codificación secreta de bits (Nota 2)	~~0 45 58 02 55 30 CA 10 40 A4 A2 17 00 14 9F 80 28 00 88 59 C8 0D 51 17 EB E5 3A 80 A0 98 1E 26 00 00 C0 20 0C D3 64 07 A3 55 30 CA 10 C0 55 5D 9B 37 09 AD 6B 0B D3 C4 100 45 58 02 55 30 CA 10 40 D4 A2 17 00 14 9F 80 28 00 88 59 C8 0D 51 17 EB E5 3A 80 A0 98 1E 26 00 00 C0 20 0C 60 C0 F6 00 14 00 CF FF 0E 40 55 30 CA 10 C0 25 55 27 27 9D B6 46 F1 5D 0F 09 4B~~ 0 45 58 02 55 30 CA 10 40 D4 52 17 00 14 9F 80 28 00 88 59 C8 0D 51 17 EB E5 3A 80 A0 98 1E 26 00 00 C0 20 0C 60 C0 F6 00 14 56 DD 21 87 3C 55 30 CA 10 C0 25 55 27 27 9D B6 BF C7 47 9B 2C 6F				
Salida de codificación secreta de bits (Nota 3)	~~0 63 6F 8A 1F 2F D2 3B 9F 3E 77 CE 32 C8 D9 50 DE C1 C1 5A D4 09 7E E7 81 5A 5C D4 28 56 00 CE 29 60 A3 5F 77 87 C0 C9 D2 42 73 01 15 DB A6 8F EF 8C F3 88 DC 78 B6 C7 D0 93 58 5D 46 B5 6F D5 0C AA 77 FE D3 30 A2 27 E1 EC E4 F7 17 2D AD F4 0B 29 82 04 61 96 E4 50 E9 58 FA B8 C0 38 99 C7 BB 6C 3D 09 CA 7B 7E C2 CF 60 8D 18 75 B9 2B C5 FC 94 C8 57 79 52 C5 5F 6A B2 FF DF 33 4D DD 74 B5 28 2A 06 01 91 9B A4 43 E9 63 05 1D 95 B4 54 29 56 05 51 95 5B AA BC 00 36 66 2E EE 0F 0E 72 71 21 25 E5 EB 14 FD A8 CB F8 83 38 62 39 1E 3A 4E 3E 8E 30 71 D9 24 BA 17 C1 AC 9B F7 BC D3 C8 A3 78 1D 39 B5 C4 2B 69 FD 04 CA 68 81 07 9A 64 8F 6B 39 7D 2A 34 D0 6F EA0 63 6F 8A 1F 2F D2 3B 9F 4E 77 CE 32 C8 D9 50 DE C1 C1 5A D4 09 7E E7 81 5A 5C D4 28 56 00 CE 29 60 A3 5F 77 34 64 38 71 03 43 04 FA 15 B3 8F 8A 13 B6 1D AC 78 B6 C7 D0 93 58 5D 46 B5 6F D5 0C AA 77 FE D3 30 A2 27 E1 EC E4 F7 17 2D AD F4 0B 29 82 04 61 96 E4 50 E9 58 FA B8 C0 38 99 C7 BB 6C 3D 09 CA 7B 7E C2 CF 60 8D 18 75 B9 2B C5 FC 94 C8 57 79 52 C5 5F 6A B2 FF DF 33 4D DD 74 B5 28 2A 06 01 91 9B A4 43 E9 63 05 1D 95 B4 54 29 56 05 51 95 5B AA BC 00 36 66 2E EE 0F 0E 72 71 21 25 E5 EB 14 FD A8 CB F8 83 38 62 39 1E 3A 4E 3E 8E 30 71 D9 24 BA 17 C1 AC 9B F7 BC D3 C8 A3 78 1D 39 B5 C4 2B 69 FD 04 CA 68 81 07 9A 1E 33 C1 86 96 B0 62 0C A2 B1~~ 0 63 6F 8A 1F 2F D2 3B 9F 4E 87 CE 32 C8 D9 50 DE C1 C1 5A D4 09 7E E7 81 5A 5C D4 28 56 00 CE 29 60 A3 5F 77 34 64 38 71 03 15 16 24 9C CF 8F 8A 13 B6 1D AC 78 B6 C7 D0 93 58 5D 46 B5 6F D5 0C AA 77 FE D3 30 A2 27 E1 EC E4 F7 17				

DESCRIPCION DEL CONTENIDO DE DATOS	BITS UTILIZADOS	GAMA DE VALORES	RESOLUCIÓN	VALORES	REPRESENTACION BINARIA (NOTA 1)
	2D AD F4 0B 29 82 04 61 96 E4 50 E9 58 FA B8 C0 38 99 C7 BB 6C 3D 09 CA 7B 7E C2 CF 60 8D 18 75 B9 2B C5 FC 94 C8 57 79 52 C5 5F 6A B2 FF DF 33 4D DD 74 B5 28 2A 06 01 91 9B A4 43 E9 63 05 1D 95 B4 54 29 56 05 51 95 5B AA BC 00 36 66 2E EE 0F 0E 72 71 21 25 E5 EB 14 FD A8 CB F8 83 38 62 39 1E 3A 4E 3E 8E 30 71 D9 24 BA 17 C1 AC 9B F7 BC D3 C8 A3 78 1D 39 B5 C4 2B 69 FD 04 CA 68 81 07 9A 1E 33 C1 86 6F 86 78 98 87 95				
Bits de relleno	0 a 2	-	-	~~212~~	00
Descenso de potencia	9	-	-	-	000 000 000
Símbolos D8PSK (Nota 4)	~~00000035 11204546 31650102 46331130 13067746 52605627 35467122 62533573 77100603 75554273 01666461 41203311 42111340 14733657 27302663 77076361 44301001 17175104 35263707 43007132 40135774 07012022 52546153 57425454 25413051 54022547 01622754 12302141 24615265 50476225 56622615 23311312 51275055 11132570 45242065 63665236 04052447 35155017 73303745 61650521 06765616 04756006 16264736 30530735 02426407 53610061 12111501 04147002 72512117 74672621 42254251 12533720 37475054 44460104 57516674 46523401 22503075 25125742 03431633 22607072 37230050 35463673 43300570 12353363 77140357 42715724 03470633 30354042 67720645 27225703 50111005 40736127 14021742 36572477 13042222 216750066 17666015 61400324 74057621 34465623 33767665 26561513 24117724 20704065 73460227 32345355 05071406 02750707 50746304 07355072 34155207 45635474 57140510 03721550 01155140 56644645 04520300 44465023 70575310 16110561 37305772 60400342 26636270 14103054 31210141 37201331 41517261 63063260 35751732 06143314 45444034 37472335 25045442 27125154 75507504 45066253 62720307 77713437 02041127 71056734 55036320 50450275 36764166 55132325 62563303 60716126 76633023 45606616 22473602 75240257 36723166 63607375 12253170 52550236 03444330 73230046 22446140 65512232 00600777 7 00000035 11204546 31650102 46331130 13067746 52652552 60712455 15066026 22433136 20007526 34111714 74536644 75444673 47266102 52635407 12243401 11561037 01237127 60553360 64340421 37024663 76701711 41435042 46314343 14302740 43711436 70511643 01271030 13504154 47365114 45511504 12200201 40164744 00021467 34131754 52554125 73741336 24044706 62272634 50547410 75654505 73645775 05153625 27427624 71315376 42507750 01000470 73036771 61401006 63561510 31143140 01422617 26364743 33357073 46405563 35412370 11472764 14014631 72320522 11576761 26127747 24352562 32277467 01242252 66037246 31604613 72367522 27243731 56617534 16114672 47000774 37674402 66002316 56521466 56347666 6				

Notas.—

1. *El bit más a la derecha es el LSB del valor de parámetro binario y es el primer bit transmitido o enviado al codificador secreto de bits. Todos los campos de datos se envían en el orden especificado en la tabla.*
2. *Este campo se codifica en hexadecimal con el primer bit por enviar al codificador secreto de bit como su MSB. El primer carácter representa un bit aislado.*
3. *En el ejemplo presente no se codifican en secreto los bits de relleno.*
4. *Este campo representa la fase, en unidades de π/4 (p. ej., un valor de 5 representa una fase de 5π/4 radianes), relativo a la fase del primer símbolo.*

. . .

Tabla D-10A. Ejemplos de mensajes VDB de tipo 11

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO DE DATOS	BITS UTILIZADOS	GAMA DE VALORES	RESOLUCIÓN	VALORES	REPRESENTACIÓN BINARIA (NOTA 1)
CONTENIDO DE DATOS EN RÁFAGA					
Aumento y estabilización de potencia	15				000 0000 0000 0000
Sincronización y resolución de ambigüedad	48				0100 0111 1101 1111 1000 1100 0111 0110 0000 0111 1001 0000
DATOS CODIFICADOS EN SECRETO					
Identificador de intervalo de estación (SSID)	3	—	—	E	100
Longitud de transmisión (bits)	17	0 a 1 824 bits	1 bit	440	0 0000 0001 1011 1000
FEC de secuencia de entrenamiento	5	—	—	-	0 1011
BLOQUE DE MENSAJE DE DATOS DE APLICACIÓN					
Bloque de mensaje 1 (mensaje de tipo 11)					
Encabezado de bloque de mensaje					
Identificador de bloque de mensaje	8	—	—	Normal	1010 1010
ID GBAS	24	—	—	BELL	0000 1000 0101 0011 0000 1100
Identificador de tipo de mensaje	8	1 a 101	1	11	0000 1011
Longitud de mensaje	8	10 a 222 bytes	1 byte	49	0011 0001
Mensaje (ejemplo de tipo 11)					
Cuenta Z modificada	14	0 a 1 199,9 s	0,1 s	100 s	00 0011 1110 1000
Bandera de mensaje adicional	2	0 a 3	1	0	00
Número de mediciones	5	0 a 18	1	5	0 0101
Tipo de medición	3	0 a 7	1	C/A L1	000
Parámetro de descorrelación de efemérides (P_D)	8	0 a 1,275 $\times 10^{-3}$m/m	5×10^{-6}m/m	1×10^{-4}	0001 0100
Bloque de medición 1					
ID fuente telemétrica	8	1 a 255	1	12	0000 1100
Corrección de seudodistancia (PRC_{30})	16	±327,67 m	0,01 m	+1,04 m	0000 0000 0110 1000
Corrección de cambio de	16	±32,767 m	0,001 m/s	–0,18 m/s	1111 1111 0100 1100

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO DE DATOS	BITS UTILIZADOS	GAMA DE VALORES	RESOLUCIÓN	VALORES	REPRESENTACIÓN BINARIA (NOTA 1)
distancia (RRC_{30})					
$\sigma_{pr\_gnd,D}$	8	0 a 5,08 m	0,02 m	0,96 m	0011 0000
$\sigma_{pr\_gnd,30}$	8	0 a 5,08 m	0,02 m	1,00 m	0011 0010
Bloque de medición 2					
ID fuente telemétrica	8	1 a 255	1	4	0000 0100
Corrección de seudodistancia (PRC_{30})	16	±327,67 m	0,01 m	–1,08 m	1111 1111 1001 0100
Corrección de cambio de distancia (RRC_{30})	16	±32,767 m	0,001 m/s	+0,18 m/s	0000 0000 1011 0100
$\sigma_{pr\_gnd,D}$	8	0 a 5,08 m	0,02 m	0,24 m	0000 1100
$\sigma_{pr\_gnd,30}$	8	0 a 5,08 m	0,02 m	0,6 m	0001 1110
Bloque de medición 3					
ID fuente telemétrica	8	1 a 255	1	2	0000 0010
Corrección de seudodistancia (PRC_{30})	16	±327,67 m	0,01 m	+1,2 m	0000 0000 0111 1000
Corrección de cambio de distancia (RRC_{30})	16	±32,767 m	0,001 m/s	0,3 m/s	0000 0001 0010 1100
$\sigma_{pr\_gnd,D}$	8	0 a 5,08 m	0,02 m	0,64 m	0010 0000
$\sigma_{pr\_gnd,30}$	8	0 a 5,08 m	0,02 m	0,74 m	0010 0101
Bloque de medición 4					
ID fuente telemétrica	8	1 a 255	1	23	0001 0111
Corrección de seudodistancia (PRC_{30})	16	±327,67 m	0,01 m	–2,64 m	1111 1110 1111 1000
Corrección de cambio de distancia (RRC_{30})	16	±32,767 m	0,001 m/s	–0,51 m/s	1111 1110 0000 0010
$\sigma_{pr\_gnd,D}$	8	0 a 5,08 m	0,02 m	0,08 m	0000 0100
$\sigma_{pr\_gnd,30}$	8	0 a 5,08 m	0,02 m	0,14 m	0000 0111
Bloque de medición 5					
ID fuente telemétrica	8	1 a 255	1	122	0111 1010
Corrección de seudodistancia (PRC_{30})	16	±327,67 m	0,01 m	+0,8 m	0000 0000 0101 0000
Corrección de cambio de distancia (RRC_{30})	16	±32,767 m	0,001 m/s	–0,25 m/s	1111 1111 0000 0110
$\sigma_{pr\_gnd,D}$	8	0 a 5,08 m	0,02 m	0,92 m	0010 1110
$\sigma_{pr\_gnd,30}$	8	0 a 5,08 m	0,02 m	1,08 m	0011 0110
CRC bloque de mensaje	32	—	—	—	0010 1111 0000 0101 1101 1001 0000 1100
FEC DE APLICACIÓN	48	—	—	—	1001 0011 1110 0111 1101 1100 0100 0001 0100 0101 1011 1110

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO DE DATOS	BITS UTILIZADOS	GAMA DE VALORES	RESOLUCIÓN	VALORES	REPRESENTACIÓN BINARIA (NOTA 1)
Entrada a codificación secreta de bits (Nota 2)	0 47 60 1A 55 30 CA 10 D0 8C 17 C0 A0 28 30 16 00 32 FF 0C 4C 20 29 FF 2D 00 30 78 40 1E 00 34 80 04 A4 E8 1F 7F 40 7F 20 E0 5E 0A 00 60 FF 74 6C 30 9B A0 F4 7D A2 82 3B E7 C9				
Salida de codificación secreta de bits (Nota 3)	0 61 57 92 1F 2F D2 3B 0F 16 C2 19 92 F4 76 C6 F6 F3 B6 0F 50 24 06 0F 47 BF 56 2C C8 D0 1E DC A9 64 C7 97 64 2B E4 B1 51 F7 1D C1 05 7B 0C AE D6 E9 3D 7D 7D 50 41 10 BE 21 C4				
Bits de relleno	0 a 2	—	—	0	
Descenso de potencia	9	—	—	—	000 000 000
Símbolos D8PSK (Nota 4)	00000035 11204546 31650101 42701130 13067746 60457114 40234621 31760262 76357705 07725551 13760416 17615700 43341354 25047116 53736646 34577501 64015223 34742121 71757170 16162053 65544366 41033007 777				

Notas.—
1. *El bit más a la derecha es el LSB del valor de parámetro binario y es el primer bit transmitido o enviado al codificador secreto de bits. Todos los campos de datos se envían en el orden especificado en la tabla.*
2. *Este campo se codifica en hexadecimal con el primer bit por enviar al codificador secreto de bit como su MSB. El primer carácter representa un bit aislado.*
3. *En el ejemplo presente no se codifican en secreto los bits de relleno.*
4. *Este campo representa la fase, en unidades de π/4 (p. ej., un valor de 5 representa una fase de 5π/4 radianes), relativo a la fase del primer símbolo.*

7.18 Mensaje de tipo 101

El mensaje de tipo 101 es una alternativa del mensaje de tipo 1 preparado para satisfacer las necesidades específicas de los sistemas GRAS. La diferencia primaria en el contenido ~~de~~ y aplicación de estos dos tipos de mensajes es doble: a) el mensaje de tipo 101 tiene disponible una gama de valores σ_{pr_gnd} más amplia y b) el tiempo hasta alerta del subsistema de tierra es más prolongado para un sistema que radiodifunde mensajes de tipo 101. La primera condición ocurriría ordinariamente en un sistema cuando una estación de radiodifusión cubre un área grande tal que los errores de descorrelación aumentan el límite superior de los errores de corrección de seudodistancia. La segunda condición puede ser ordinaria para los sistemas en los que una estación principal central procesa datos de múltiples receptores dispersos en un área extensa.

7.19 Procesamiento de a bordo para tipos de servicio de aproximación GBAS

Nota.— Para garantizar el logro de los objetivos de actuación y funcionales requeridos para el GAST D, es necesario que el equipo de a bordo se ajuste a las normas de actuación y funcionales definidas. Las normas de actuación operacional mínima (MOPS) pertinentes figuran en RTCA DO-253D.

7.19.1 *Solución de posición diferencial para el servicio de determinación de la posición GBAS*. La solución de posición que se emplea para proporcionar los datos sobre la posición, la velocidad y el tiempo se basa en seudodistancias adaptadas de 100 segundos corregidas con correcciones que se obtienen del mensaje de tipo 1 o 101.

7.19.2 *Solución de posición diferencial para el servicio de aproximación GAST A, B y C.* Cuando el tipo de servicio activo de aproximación es A, B o C, la solución de posición que se utiliza para generar las desviaciones se basa en seudodistancias adaptadas de 100 segundos corregidas con correcciones que se

obtienen del mensaje de tipo 1 o tipo 101. La matriz de proyección S, utilizada para calcular la solución de posición (Apéndice B, 3.6.5.5.1.1.2), se calcula con base en σ_i utilizando $\sigma_{pr\_gnd}[i]$ del mensaje de tipo 1 o tipo 101 y $\sigma_{iono,i}$ con base en $\sigma_{vert\_iono\_gradiente}$ del mensaje de tipo 2.

7.19.3 *Soluciones de posición diferencial para el servicio de aproximación GAST D*. Cuando el tipo de servicio activo de aproximación es el GAST D, el equipo de a bordo calculará dos soluciones distintas de la posición, una con base en seudodistancias adaptadas de 30 segundos y la otra con base en seudodistancias adaptadas de 100 segundos. Lo siguiente caracteriza el procesamiento normal que se exige en las MOPS:

a) la solución de posición que se utiliza para desarrollar las desviaciones se basa en seudodistancias adaptadas de 30 segundos corregidas con correcciones que se obtienen del mensaje de tipo 11;

b) la matriz de proyección S, utilizada para calcular las dos soluciones de la posición, se calcula con base en $\sigma_{w\,i}$ calculada utilizando $\sigma_{pr\_gnd\_30s}$ del mensaje de tipo 11 y $\sigma_{iono,i}$ con base en $\sigma_{vert\_iono\_gradiente\_D}$ del bloque de datos adicional 3 del mensaje de tipo 2;

c) se calcula una segunda solución de posición utilizando la matriz de proyección de b) y las seudodistancias adaptadas de 100 segundos corregidas con correcciones que se obtienen del mensaje de tipo 1; y

d) las dos soluciones de posición se basan en el mismo conjunto de satélites que se utiliza para la solución de la posición definida en el inciso a) precedente.

En 7.5.6.1 de este adjunto figura información adicional sobre el uso previsto de estas soluciones duales de posición.

7.20 Mensaje de tipo 11

Se requiere un mensaje de tipo 11 para los subsistemas de tierra del FAST D. El mensaje de tipo 11 contiene correcciones diferenciales que se derivan de los datos de las seudodistancias que se han adaptado a la portadora con constante de tiempo de 30 segundos. El mensaje de tipo 11 también incluye parámetros alternativos para limitar la integridad y para ponderar en forma óptima las mediciones. En 7.19 figura información adicional sobre el procesamiento normal de parámetros en el mensaje de tipo 11.

7.21 Nivel de ocupación de intervalos

El requisito relativo al nivel de ocupación de intervalos del Apéndice B, 3.6.7.4.1.3, está destinado a los subsistemas de tierra que apoyan la autenticación. El nivel de ocupación de intervalos es la longitud de una ráfaga dividida por la longitud de un solo intervalo de tiempo. En forma detallada y expresado en número de bits:

Nivel de ocupación del intervalo = (88 bits + hasta 1 776 bits en datos de aplicación + 57 a 59 bits para el FEC de aplicación, los bits de relleno y el descenso de potencia) / 1 968,75 bits

El numerador de la fórmula suma todos los bits que se incluyen en una sola ráfaga del subsistema de tierra. Éstos son los primeros 88 bits del ascenso al FEC de secuencia de entrenamiento, hasta 1 776 bits en datos de aplicación, 48 bits de FEC de aplicación, 0 a 2 bits de relleno y 9 bits para el descenso. Para el denominador, los 1 968,75 bits son el número calculado de bits que pueden transmitirse en 62,5 ms (Apéndice B, 3.6.3.1) utilizando el régimen de datos de 31 500 bits/s (Apéndice B, 3.6.2.5).

8. Diseño del dispositivo monitor de calidad de la señal (SQM)

8.1 El objetivo del dispositivo monitor de calidad de la señal (SQM) es detectar anomalías en las señales de los satélites para impedir que los receptores de aeronave utilicen información engañosa (MI). MI es un error diferencial no detectado de seudodistancia de la aeronave, superior al error máximo (MERR) admisible. Para el equipo de GAST D, se cuenta con requisitos adicionales a fin de garantizar la detección antes de que el error de seudodistancia diferencial llegue a un valor especificado (véase el Apéndice B, 3.6.7.3.3). Estos grandes errores de seudodistancia se deben a una distorsión del máximo de correlación de código C/A causado por fallas de la carga ~~de pago~~ útil de los satélites. Si el receptor de referencia utilizado para crear las correcciones diferenciales y el receptor de aeronave tienen distintas mecanizaciones para la medición (o sea, anchura de banda del receptor y espaciado de correlator de bucle de seguimiento), la distorsión de la señal influye de modo distinto en ambos. El SQM debe proteger al receptor de aeronave en casos en los que las mecanizaciones no son similares. La actuación del SQM está definida más a fondo mediante la probabilidad de detectar una falla del satélite y la probabilidad de anunciar incorrectamente una falla del satélite.

. . .

8.11.4 Para receptores de aeronave en los que se utilicen correlacionadores pronto-tarde y satélites de seguimiento de GPS, la anchura de la banda de precorrelación de la instalación, el espaciado de correlacionadores y el retardo de grupo diferencial están dentro de la gama de valores definidos en la Tabla D-11, salvo lo indicado más abajo.

8.11.4.1 Para el equipo GBAS de a bordo que utilice correlacionadores pronto-tarde y satélites GPS de seguimiento, la anchura de banda de precorrelación de la instalación, el espaciado de correlacionadores y la demora de grupo diferencial (incluida la contribución de la antena) se sitúan dentro de las gamas definidas en la Tabla D-11, salvo que la anchura de banda mínima de la región 1 aumentará pasando a 4 MHz y el espaciado medio de correlacionadores se reduce a un promedio de 0,21 elementos o un espaciado instantáneo de 0,235 elementos.

8.11.4.2 Para los receptores del equipo de a bordo GBAS clase D (GAEC D) que utilizan correlacionadores temprano-tarde y satélites de seguimiento de GPS, la anchura de la banda de precorrelación de la instalación, el espaciado de correlacionadores y el retardo de grupo diferencial están dentro de la gama de valores definidos en la Tabla D-11, regiones 2, 3 o 4 únicamente. Además, en la región 2 la gama de espaciado medio de correlacionadores es 0,045 – 0,12 elementos y el espaciado de correlacionadores instantáneo es 0,04 – 0,15 elementos.

8.11.4.~~2~~3 Para equipo de a bordo SBAS en el que se utilicen correlacionadores pronto-tarde y satélites de seguimiento de GPS, la anchura de banda de precorrelación de la instalación, el espaciado de correlacionadores y el retardo de grupo diferencial (incluida la contribución de la antena) están dentro de la gama de valores definidos en la Tabla D-11 para las tres primeras regiones.

8.11.5 Para receptores de aeronave en los que se utilizan correlacionadores pronto tarde y satélites de seguimiento de GLONASS, la anchura de banda precorrelación de la instalación, el espaciado de correlacionadores y el retardo de grupo diferencial están dentro de la gama de valores definidos en la Tabla D-12.

8.11.5.1 Para los receptores del equipo de a bordo GBAS clase D (GAEC D) que utilizan correlacionadores temprano-tarde y satélites de seguimiento de GLONASS, la anchura de la banda de precorrelación de la instalación, el espaciado de correlacionadores y el retardo de grupo diferencial están dentro de la gama de valores de la Tabla D-12, regiones 2 y 3 únicamente. Además, en la región 2 la gama de espaciado medio de correlacionadores es 0,05 – 0,1 elementos y el espaciado de correlacionadores instantáneos es 0,045 – 0,11 elementos.

8.11.6 En el caso de receptores de aeronave en los que se utilicen correlacionadores de doble delta y satélites de seguimiento GPS, la anchura de banda precorrelación de la instalación, el espaciado de correlacionadores y el retardo de grupo diferencial están dentro de la gama de valores definidos en las Tablas D-13A y D13B.

8.11.6.1 Para los receptores del equipo de a bordo GBAS clase D (GAEC D) que utilizan correlacionadores de doble delta y satélites de seguimiento de GPS, la anchura de la banda de precorrelación de la instalación, el espaciado de correlacionadores y el retardo de grupo diferencial están dentro de la gama de valores definidos en la Tabla D-13, regiones 2 y 3 únicamente.

8.11.7 En el caso de receptores de aeronave en los que se utilicen correlacionadores pronto tarde o de doble delta y satélites de seguimiento SBAS, la anchura de banda precorrelación de la instalación, el espaciado de correlacionadores y el retardo de grupo diferencial están dentro de las gamas de valores definidas en la Tabla D-14.

8.11.7.1 Para los receptores del equipo de a bordo GBAS clase D (GAEC D) que utilizan correlacionadores temprano-tarde o de doble delta y satélites de seguimiento de SBAS, la anchura de la banda de precorrelación de la instalación, el espaciado de correlacionadores y el retardo de grupo diferencial están dentro de la gama de valores definidos en la Tabla D-14, región 2 únicamente. Además, para los receptores GAEC D que utilizan correlacionadores temprano-tarde y satélites de seguimiento de SBAS, el espaciado medio de correlacionadores es 0,045 - 0,12 elementos y el espaciado de correlacionadores instantáneo es 0,04 - 0,15 elementos.

. . .

12. EVALUACIÓN DE LA ACTUACIÓN GNSS

12.1 La evaluación de la actuación GNSS constituye una actividad regular que pueden llevar a cabo los Estados o la entidad responsable, cuyo objeto es verificar que los parámetros de actuación del GNSS se ajusten a las normas pertinentes del Anexo 10. Esta actividad puede realizarse para la constelación principal, el sistema de aumentación o los dos en combinación.

Nota.— En el Manual sobre el sistema mundial de navegación por satélite (GNSS) *(Doc 9849) figura orientación adicional sobre la evaluación de la actuación del GNSS.*

12.2 La información de la Sección 11 se puede utilizar también para prestar apoyo ~~a la confirmación periódica~~ en la evaluación de la actuación del GNSS ~~en el área de servicio~~.

. . .

14. MODELO DE ERRORES RESIDUALES

14.1 La aplicación de los requisitos de integridad para el SBAS y GBAS exige que se utilice una distribución modelo para caracterizar las características de error de seudodistancia. Se construyen los modelos HPL/LPL y VPL (véase 7.5.3) basándose en modelos de los componentes de error particulares (en el dominio de seudodistancia) que son ~~independientes,~~ distribuciones normales independientes de promedio cero. Debe definirse la relación entre este modelo y la distribución de error verdadero.

14.2 Un método de asegurar que se satisfacen los requisitos de riesgo de nivel de protección es definir la varianza modelo (σ^2), tal que la distribución de error acumulado satisface las condiciones:

$$\int_{y}^{\infty} f(x)dx \leq Q\left(\frac{y}{\sigma}\right) \text{ por todos } \left(\frac{y}{\sigma}\right) \geq 0 \text{ y}$$

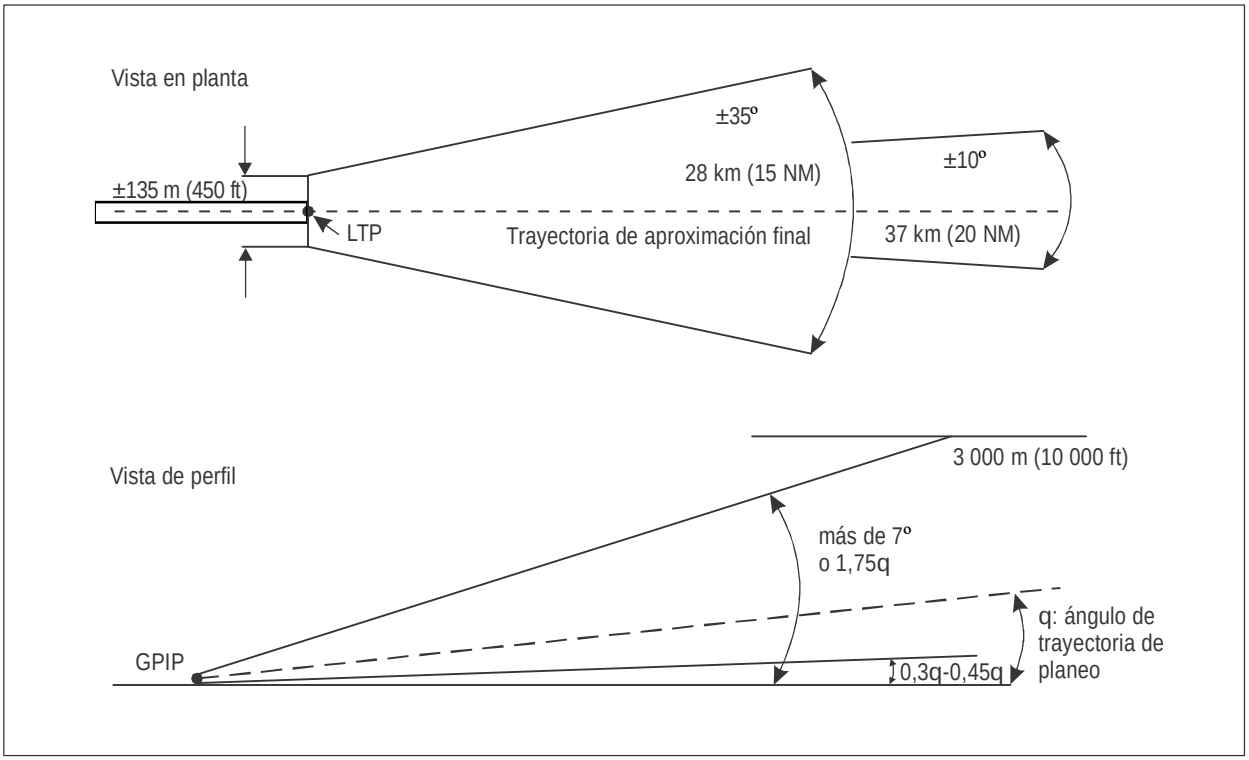
$$\int_{-\infty}^{-y} f(x)dx \leq Q\left(\frac{y}{\sigma}\right) \text{ por todos } \left(\frac{y}{\sigma}\right) \geq 0 \text{ y}$$

siendo

f(x) = función de densidad de probabilidad del componente de error residual de seudodistancia de aeronave, y

$$Q(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{x}^{\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} dt.$$

. . .



GPIP — punto de intersección de la trayectoria de planeo
LTP — punto del umbral de aterrizaje

Figura D-4. ~~Cobertura~~Volumen de servicio GBAS mínimo~~ mínima~~

— — — — — — — —

— FIN —