



Dirección General de Aeronáutica Civil

Reglamentación Aeronáutica Boliviana

RAB 69

PARTE I “Radioayudas para la Navegación”

**Reglamento sobre Telecomunicaciones
Aeronáuticas**

**SEGUNDA EDICIÓN
JULIO 2018**

2.1.2 Cualquier diferencia que exista entre las radioayudas para la navegación y las normas estipuladas en la SUBPARTE 3, se incluirá en una publicación de información aeronáutica (AIP).

2.1.3 En los casos en que esté instalado un sistema de radioayudas para la navegación que no sea un ILS ni un MLS, pero que pueda ser utilizado total o parcialmente con el equipo de aeronave proyectado para emplearlo con el ILS o con el MLS, se publicarán detalles completos respecto a las partes que puedan emplearse en una publicación de información aeronáutica (AIP).

Nota.- Esta disposición está destinada a formular un requisito para promulgar información relevante y no para autorizar las instalaciones en cuestión.

2.1.4 Disposiciones específicas para el GNSS

2.1.4.1 Se permitirá dar por terminado un servicio de satélite GNSS proporcionado por uno de sus elementos (Subparte 3, 3.7.2), con un aviso previo mínimo de seis años del proveedor de ese servicio.

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

Nota 1.- Estos datos grabados pueden apoyar la investigación de accidentes e incidentes. También pueden utilizarse para análisis periódicos a fin de verificar los parámetros de actuación del GNSS detallados en las normas pertinentes de la presente Reglamentación.

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.

2.1.4.3 Deben conservarse las grabaciones por lo menos por un período de 14 días. Cuando las grabaciones son pertinentes para investigación de accidentes e incidentes, deben conservarse por períodos más prolongados hasta que sea evidente que ya no serán necesarias.

2.1.5 Radar de aproximación de precisión

2.1.5.1 El sistema radar de aproximación de precisión (PAR), cuando se instale y opere como radioayuda para la navegación junto con equipo para comunicarse en ambos sentidos con las aeronaves y las instalaciones para la coordinación eficaz de estos elementos con control de tránsito aéreo, se ajustará a las normas de la SUBPARTE 3, 3.2.

Nota 1.- El elemento radar de aproximación de precisión (PAR) del sistema radar de aproximación de precisión puede instalarse y operarse sin el elemento radar de vigilancia (SRE), cuando se determina que el SRE no es necesario para satisfacer los requisitos de control de tránsito aéreo para dirigir las aeronaves.

Nota 2.- Aunque el SRE no se considera, en ninguna circunstancia, como una alternativa satisfactoria del sistema radar de aproximación de precisión, el SRE puede instalarse y operarse sin el PAR para ayudar al control de tránsito aéreo a dirigir las aeronaves que traten de emplear radioayudas para la navegación, o para aproximaciones y salidas con el radar de vigilancia.

2.1.6 Cuando se proporcionen para apoyar aproximaciones y aterrizajes de precisión, las radioayudas para la navegación deben complementarse, cuando sea necesario, con una fuente o fuentes de información de guía para la orientación, que cuando se use con los procedimientos apropiados proporcionará guía efectiva hacia la trayectoria de referencia deseada, así como acoplamiento eficaz (manual o automático) con dicha trayectoria.

guía lateral y longitudinal adicional durante el recorrido de aterrizaje y el rodaje y para garantizar mejor integridad y fiabilidad del sistema.

3.1.2.2 El ILS se construirá y ajustará de tal manera que a una distancia especificada del umbral, indicaciones idénticas de los instrumentos que lleven las aeronaves representen desplazamientos similares respecto al eje de rumbo o trayectoria de planeo ILS, según sea el caso, y cualquiera que sea la instalación terrestre que se use.

3.1.2.3 Los componentes de localizador y de trayectoria de planeo especificados en 3.1.2.1 a) y b) que forman parte del ILS - Categoría de actuación I, se ajustarán por lo menos a las normas de 3.1.3 y 3.1.5 respectivamente, excepto aquéllas en que se prescribe la aplicación al ILS - Categoría de actuación II.

3.1.2.4 Los componentes de localizador y trayectoria de planeo especificados en 3.1.2.1 a) y b) que forman parte de un ILS - Categoría de actuación II se ajustarán a las normas aplicables a estos componentes en un ILS - Categoría de actuación I, complementadas o enmendadas por las normas de 3.1.3 y 3.1.5 en que se prescribe aplicación al ILS - Categoría de actuación II.

3.1.2.5 Los componentes de localizador y de trayectoria de planeo, así como todo otro equipo auxiliar especificado en 3.1.2.1.1, que forman parte de una instalación ILS de Categoría de actuación III se ajustarán, fuera de eso, a las normas aplicables a estos componentes en instalaciones ILS de Categorías de actuación I y II, excepto en lo que resulten complementadas por las normas de 3.1.3 y 3.1.5, en que se prescribe la aplicación a instalaciones ILS de la Categoría de actuación III.

3.1.2.6 Para garantizar un nivel de seguridad adecuado, el ILS debería proyectarse y mantenerse de modo que la probabilidad de funcionamiento dentro de los requisitos de actuación especificados sea elevada, compatible con la categoría de actuación operacional, interesada.

Nota.- Las especificaciones relativas a instalaciones ILS de las Categorías de actuación II y III tienen por objeto lograr el más elevado grado de integridad, confiabilidad y estabilidad de funcionamiento del sistema, en las condiciones ambientales más adversas que se encuentren. En 2.8 del Adjunto C figura texto de orientación de este objetivo en las operaciones de las Categorías II y III.

3.1.2.7 En aquellos lugares en los que haya dos instalaciones ILS separadas que sirvan a los extremos opuestos de una pista única, un acoplamiento apropiado garantizará que sólo radie el localizador que se utiliza para la dirección de aproximación, excepto cuando el localizador utilizado para las operaciones es una instalación ILS de Categoría de actuación I y no se produzca ninguna interferencia perjudicial para las operaciones.

3.1.2.7.1 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, 2.1.8, 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 la Parte V, Subparte 4.

3.1.3 Localizador VHF y monitor correspondiente

Introducción. Las especificaciones en esta sección se refieren a los localizadores ILS que proporcionan información positiva de guía en los 360° de azimut, o que proporcionan dicha guía solamente dentro de una parte especificada de la cobertura frontal (véase 3.1.3.7.4). Cuando se instalan localizadores ILS que proporcionan información positiva de guía en un sector limitado, se necesitará, por regla general, información de alguna radioayuda para la navegación, adecuadamente emplazada, junto con los procedimientos apropiados, a fin de garantizar que toda información de guía equívoca dada por el sistema fuera del sector, no sea importante desde el punto de vista de las operaciones.

3.1.3.1 Generalidades

3.1.3.1.1 La radiación del sistema de antenas del localizador producirá un diagrama de campo compuesto, modulado en amplitud por un tono de 90 Hz y otro de 150 Hz. El diagrama de campo de radiación producirá un sector de rumbo con un tono predominando en un lado del rumbo y el otro tono predominando en el lado opuesto.

3.1.3.1.2 Cuando un observador mire hacia el localizador desde el extremo de aproximación de la pista, predominará, a su derecha, la profundidad de modulación de la radiofrecuencia portadora debida al tono de 150 Hz, y la debida al tono de 90 Hz predominará a su izquierda.

3.1.3.1.3 Todos los ángulos horizontales que se empleen para determinar los diagramas de campo del localizador tendrán su origen en el centro del sistema de antenas del localizador que proporciona las señales utilizadas en el sector de rumbo frontal.

3.1.3.2 Radiofrecuencia

3.1.3.2.1 El localizador trabajará en la banda de 108 a 111,975 MHz. Cuando se use una sola radiofrecuencia portadora, la tolerancia de frecuencia no excederá de $\pm 0,005\%$. Cuando se usen dos radiofrecuencias portadoras la tolerancia de frecuencia no excederá de 0,002% y la banda nominal ocupada por las portadoras será simétrica respecto a la frecuencia asignada. Con todas las tolerancias aplicadas, la separación de frecuencia no será menor de 5 kHz ni mayor de 14 kHz.

3.1.3.2.2 La emisión del localizador se polarizará horizontalmente. La componente de la radiación polarizada verticalmente no excederá de la que corresponde a un error de DDM de 0,016, cuando una aeronave esté en el eje de rumbo y su actitud en cuanto a inclinación lateral sea de 20° respecto a la horizontal.

3.1.3.2.2.1 Respecto a los localizadores de las instalaciones de Categoría de actuación II, la componente de la radiación polarizada verticalmente no excederá de la que corresponde a un error de DDM de 0,008, cuando una aeronave esté en el eje de rumbo y su actitud en cuanto a inclinación lateral sea de 20° respecto a la horizontal.

3.1.3.2.2.2 Para los localizadores de las instalaciones de la Categoría de actuación III, la componente verticalmente polarizada de la radiación dentro de un sector limitado por una DDM de 0,02 a cada lado del eje de rumbo, no excederá de la que corresponde a un error de DDM de 0,005 cuando la aeronave se encuentra en una actitud de 20° de inclinación lateral respecto a la horizontal.

3.1.3.2.3 Para localizadores de las instalaciones de la Categoría de actuación III las señales producidas por el transmisor no contendrán ninguna componente que resulte en una aparente fluctuación del eje de rumbo de más de una DDM de 0,005, de cresta a cresta, en la banda de frecuencia de 0,01 a 10 Hz.

una altura de 4 m (12 ft) a lo largo de la pista en la dirección del localizador, la intensidad de campo no deberá ser inferior a 100 $\mu\text{V/m}$ (-106 dBW/ m^2).

Nota.- Las intensidades de campo indicadas en 3.1.3.3.2.2, y 3.1.3.3.2.3, son necesarias para asegurar la relación señal/ruido exigida para obtener una mejor integridad.

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

Nota 1.- Los requisitos de 3.1.3.3.1, 3.1.3.3.2.1, 3.1.3.3.2.2 y 3.1.3.3.2.3 se basan en la suposición de que la aeronave se dirige directamente hacia la instalación.

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

3.1.3.3.4 Cuando la cobertura se logre mediante un localizador que usa dos portadoras, proporcionando una portadora un diagrama de radiación en el sector de rumbo frontal y la otra un diagrama de radiación fuera de dicho sector, la relación de las intensidades de señal de las dos portadoras en el espacio dentro del sector de rumbo frontal hasta los límites de cobertura especificados en 3.1.3.3.1, no será menor de 10 dB.

Nota.- En la Nota que sigue a 3.1.3.11.2 y en 2.7 del Adjunto C figuran sendos textos de orientación sobre localizadores que consiguen cobertura con dos portadoras. 3.1.3.3.5 Para los localizadores de instalaciones de Categoría de actuación III, la relación de las intensidades de señal de las dos portadoras en el espacio dentro del sector de rumbo frontal, no debería ser inferior a 16 dB.

3.1.3.4 Estructura del curso

3.1.3.4.1 Respecto a los localizadores de las instalaciones de Categoría de actuación I, la amplitud de los codos del eje del rumbo no excederá de los valores siguientes:

<i>Zona</i>	<i>Amplitud (DDM) (probabilidad del 95%)</i>
Desde el límite exterior de cobertura hasta el punto "A" del ILS	0,031
Desde el punto "A" del ILS hasta el punto "B"	0,031 en el punto "A" del ILS para disminuir linealmente hasta 0,015 en el punto "B" del ILS
Desde el punto "B" del ILS hasta el punto "C"	0,015

3.1.3.4.2 Respecto a los localizadores de las instalaciones de las Categorías de actuación II y III, la amplitud de los codos del eje de rumbo no excederá de los valores siguientes:

<i>Zona</i>	<i>Amplitud (DDM) (probabilidad del 95%)</i>
Desde el límite exterior de cobertura hasta el punto "A" del ILS	0,031
Desde el punto "A" del ILS hasta el punto "B"	0,031 en el punto "A" del ILS disminuyendo linealmente hasta 0,005 en el punto "B" del ILS
Desde el punto "B" del ILS hasta la referencia ILS	0,005

y únicamente en lo que respecta a la Categoría III:

Desde la referencia ILS hasta el punto "D"	0,005
Desde el punto "D" del ILS hasta el punto "E"	0,005 en el punto "D" del ILS aumentando linealmente hasta 0,010 en el punto "E" del ILS

Nota 1.- Las amplitudes indicadas en 3.1.3.4.1 y 3.1.3.4.2, son las DDM debidas a los codos, observadas en el eje de rumbo nominal cuando éste está debidamente ajustado.

Nota 2.- En el Adjunto 2.1.3, 2.1.5, 2.1.6 y 2.1.9, figuran textos de orientación sobre la estructura del curso del localizador.

3.1.3.5 Modulación de la portadora

3.1.3.5.1 La profundidad nominal de modulación de la portadora debida a cada uno de los tonos de 90 y 150 Hz será del 20% a lo largo del eje de rumbo.

3.1.3.5.2 La profundidad de modulación de la portadora debida a cada uno de los tonos de 90 y 150 Hz estará comprendida entre los límites del 18 y 22%.

3.1.3.5.3 Las siguientes tolerancias se aplicarán a las frecuencias de los tonos de modulación:

- los tonos de modulación serán de 90 y 150 Hz \pm 2,5%;
- los tonos de modulación serán de 90 y 150 Hz \pm 1,5% para instalaciones de la Categoría de actuación II;
- los tonos de modulación serán de 90 y 150 Hz \pm 1% para instalaciones de la Categoría de actuación III;
- el contenido total de armónicos del tono de 90 Hz no excederá del 10%; además, respecto a los localizadores de las instalaciones de Categoría de actuación III, el segundo armónico del tono de 90 Hz no excederá del 5%;
- el contenido total de armónicos del tono de 150 Hz no excederá del 10%.

3.1.3.5.3.1 Respecto a las instalaciones ILS de la Categoría de actuación I, los tonos de modulación deben ser de 90 y de 150 Hz \pm 1,5%, cuando sea posible.

3.1.3.5.3.2 Respecto a los localizadores de las instalaciones de la Categoría de actuación III, la profundidad de modulación de amplitud de la portadora en la frecuencia o armónicos de la fuente de

energía, o en otros componentes no deseados, no excederá del 0,05%. Los armónicos de la fuente de energía u otros componentes de ruido no deseados que puedan producir una intermodulación de rumbo y autorización son iguales en amplitud (es decir, a azimuts en los que ambos sistemas transmisores realizan una contribución significativa a la profundidad de modulación total).

Nota 3.- La norma para la suma mínima de profundidades de modulación se basa en que se fije el nivel de alarma de desperfecto hasta en un 30%, como se indica en el Adjunto C, 2.3.3.

3.1.3.5.3.7 Cuando se utilice un localizador para comunicaciones radiotelefónicas, la suma de las profundidades de modulación de la portadora debidas a los tonos de 90 Hz y 150 Hz no excederá del 65% dentro de 10° del eje de rumbo, y del 78% en cualquier otro punto alrededor del localizador.

3.1.3.5.4 La modulación interferente de frecuencia y de fase en las portadoras de radiofrecuencia del localizador ILS que pueden afectar a los valores DDM que aparecen en los receptores del localizador, debería reducirse al mínimo, en la medida de lo posible.

Nota.- En el Adjunto C, 2.15, se ofrece el texto de orientación pertinente.

3.1.3.6 Precisión de la alineación de curso

3.1.3.6.1 El eje medio del rumbo se ajustará y mantendrá dentro de los límites equivalentes a los siguientes desplazamientos desde el eje de la pista, en la referencia del ILS:

- a) respecto a los localizadores de las instalaciones de Categoría de actuación I: $\pm 10,5$ m (35 ft), o el equivalente lineal de 0,015 DDM, tomándose de ambos valores el menor;
- b) respecto a los localizadores de las instalaciones de Categoría de actuación II: $\pm 7,5$ m (25 ft);
- c) respecto a los localizadores de las instalaciones de Categoría de actuación III: ± 3 m (10 ft).

3.1.3.6.2 Para los localizadores de las instalaciones de Categoría de actuación II, el eje medio de rumbo debería ajustarse y mantenerse dentro de los límites equivalentes a $\pm 4,5$ m (15 ft) de desplazamiento con relación al eje de la pista en la referencia ILS.

Nota 1.- Se tiene la intención de que las instalaciones de las Categorías de actuación II y III se ajusten y se mantengan de forma que se alcancen en ocasiones muy raras los límites indicados en 3.1.3.6.1 y 3.1.3.6.2; el proyecto y el funcionamiento del sistema terrestre ILS total debe ser de una integridad suficiente para satisfacer este objetivo.

Nota 2.- Se pretende que las nuevas instalaciones de Categoría II satisfagan las exigencias de 3.1.3.6.2.

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

3.1.3.7 Sensibilidad de desplazamiento

3.1.3.7.1 La sensibilidad de desplazamiento nominal en el semisector de rumbo será el equivalente de 0,00145 DDM/m (0,00044 DDM/ft) en la referencia ILS, pero para los localizadores de Categoría I, en los que no pueda alcanzarse la sensibilidad de desplazamiento nominal, la sensibilidad de desplazamiento se ajustará lo más posible a dicho valor. Respecto a los localizadores de las instalaciones de Categoría de actuación I en pistas con números de clave 1 y 2, la sensibilidad de desplazamiento nominal se logrará en el punto "B" del ILS. El ángulo de sector de rumbo máximo no pasará de 6°.

Nota.- En el Anexo 14 se definen los números de clave 1 y 2 de pista.

de una raya será tres veces superior a la duración de un punto. El espaciado entre puntos o rayas será equivalente al de un punto más o menos un 10%. El espaciado entre letras no será inferior a la duración de tres puntos.

3.1.3.10 Emplazamiento

Nota.- En el adjunto C, 2.1.1.9, 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, el sistema de antena del localizador se situará en la prolongación del eje de la pista, en el extremo de parada, y se ajustará el equipo de forma que los ejes de rumbo queden en un plano vertical que contenga el eje de la pista servida. La altura y el emplazamiento de la antena serán compatibles con los métodos para proporcionar márgenes verticales de seguridad sobre los obstáculos.

3.1.3.10.2 Para instalaciones de Categorías de actuación I, el sistema de antena del localizador se situará y ajustará de acuerdo con 3.1.3.10.1, a menos que por restricciones del sitio la antena tenga que separarse del eje de la pista.

3.1.3.10.2.1 El sistema de localizador desplazado se situará y ajustará de acuerdo con las disposiciones relativas al ILS desplazado de los Procedimientos para los servicios de navegación aérea - Operación de aeronaves (PANS-OPS) (Doc 8168), Parte II, y las normas para el localizador serán con referencia al punto de umbral ficticio conexo.

3.1.3.11 Equipo monitor

3.1.3.11.1 El sistema automático de supervisión producirá una advertencia para los puntos de control designados y realizará una de las acciones siguientes, dentro del período especificado en 3.1.3.11.3.1, cuando persista alguna de las condiciones expresadas en 3.1.3.11.2:

- a) suspenderá la radiación; y
- b) suprimirá de la portadora las componentes de navegación e identificación.

3.1.3.11.2 Las condiciones que exijan iniciación de la acción del monitor serán las siguientes:

a) para los localizadores de las instalaciones de Categoría de actuación I un desplazamiento del eje medio de rumbo respecto al eje de la pista equivalente a más de 10,5 m (35 ft), o el equivalente lineal de 0,015 DDM, tomándose de ambos valores el menor, en el punto de referencia ILS;

b) para los localizadores de instalaciones de la Categoría de actuación II un desplazamiento del eje medio de rumbo respecto al eje de la pista equivalente a más de 7,5 m (25 ft) en la referencia ILS;

c) para localizadores de las instalaciones de Categoría de actuación III un desplazamiento del eje medio de rumbo con respecto al eje de la pista equivalente a más de 6 m (20 ft) en la referencia ILS;

d) en el caso de localizadores en que las funciones básicas se proporcionan mediante el uso de un sistema de frecuencia única, una reducción de la potencia de salida a un nivel tal que ya no se satisfice alguno de los requisitos de 3.1.3.3, 3.1.3.4 ó 3.1.3.5, o a un nivel que es inferior al 50% del nivel normal (lo que ocurra primero);

e) en el caso de localizadores en que las funciones básicas se proporcionan mediante el uso de un sistema de dos frecuencias, una reducción de la potencia de salida respecto a cada portadora a menos del 80% de lo normal, si bien puede permitirse una reducción mayor entre el 80 y el 50% con tal que el localizador continúe satisfaciendo los requisitos de 3.1.3.3, 3.1.3.4 y 3.1.3.5;

Nota.- Es importante reconocer que un cambio de frecuencia que dé lugar a una pérdida de la diferencia de frecuencia que se especifica en 3.1.3.2.1, puede crear una situación peligrosa. Este problema es de mayor importancia operacional para las instalaciones de Categorías II y III. Puede

tono de 90 Hz predominando por encima de la trayectoria por lo menos hasta un ángulo igual a $1,75 \theta$.

3.1.5.1.2 El ángulo de trayectoria de planeo ILS debería ser de 3° . Sólo deben usarse ángulos de trayectoria de planeo ILS de más de 3° cuando no sea posible satisfacer por otros medios los requisitos de franqueamiento de obstáculos.

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

- a) $0,075 \theta$ respecto a θ para trayectorias de planeo de las instalaciones ILS de Categorías de actuación I y II;
- b) $0,04 \theta$ respecto a θ para trayectoria de planeo de las instalaciones ILS de Categoría de actuación III.

Nota 1.- En el Adjunto C, 2.4, se proporciona el texto de orientación relativo al ajuste y mantenimiento de los ángulos de trayectoria de planeo.

Nota 2.- En el Adjunto C, 2.4 y Figura C-5, figura un texto de orientación sobre curvatura, alineación y emplazamiento de la trayectoria de planeo ILS, en lo que respecta a la selección de la altura de la referencia del ILS.

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.

3.1.5.1.3 La prolongación rectilínea, hacia abajo, de la trayectoria de planeo pasará por la referencia ILS a una altura que garantice guía sin peligro sobre los obstáculos, así como la utilización segura y eficiente de la pista en servicio.

3.1.5.1.4 La altura de la referencia ILS, para las instalaciones ILS de las Categorías de actuación II y III, será de 15 m (50 ft). Se permite una tolerancia de + 3 m (10 ft).

3.1.5.1.5 La altura de la referencia ILS, para la instalación ILS de la Categoría de actuación I, debería ser de 15 m (50 ft). Se permite una tolerancia de + 3 m (10 ft).

Nota 1.- Para obtener los valores anteriores de la altura de la referencia ILS se supuso una distancia vertical máxima de 5,8 m (19 ft) entre la trayectoria seguida por la antena de trayectoria de planeo de la aeronave y la trayectoria de la parte inferior de las ruedas en el umbral. En el caso de aeronaves que excedan este criterio, tal vez podría ser necesario tomar las medidas apropiadas, bien sea para mantener el margen vertical adecuado sobre el umbral o para ajustar las mínimas de operación permitidas.

Nota 2.- En el Adjunto C, 2.4, figura texto de orientación apropiado.

3.1.5.1.6 La altura de la referencia ILS para las instalaciones ILS de Categoría de actuación I utilizada en pistas cortas para aproximaciones de precisión con números de clave 1 y 2, debería ser de 12 m (40 ft). Se permite una tolerancia de +6 m (20 ft).

3.1.5.2 Radiofrecuencia

3.1.5.2.1 El equipo de trayectoria de planeo funcionará en la banda de 328,6 a 335,4 MHz. Cuando se utilice una sola portadora, la tolerancia de frecuencia no excederá del 0,005%. Cuando se empleen sistemas de trayectoria de planeo con dos portadoras, la tolerancia de frecuencia no excederá del 0,02%, y la banda nominal ocupada por las portadoras será simétrica respecto a la frecuencia asignada. Con todas las tolerancias aplicadas, la separación de frecuencia entre las portadoras no será inferior a 4 kHz ni superior a 32 kHz.

<i>Zona</i>	<i>Amplitud (DDM) (probabilidad del 95%)</i>
Desde el límite exterior de cobertura hasta el punto "A" del ILS	0,035
Desde el punto "A" hasta el punto "B" del ILS	0,035 en el punto "A" del ILS disminuyendo linealmente hasta 0,023 en el punto "B" del ILS
Desde el punto "B" hasta la referencia del ILS	0,023

Nota 1.- Las amplitudes mencionadas en 3.1.5.4.1 y 3.1.5.4.2 son las DDM debidas a los codos, obtenidas en la trayectoria media de planeo cuando esté correctamente ajustada.

Nota 2.- En las zonas de la aproximación en que sea importante la curvatura de la trayectoria de planeo, la amplitud de los codos se calcula partiendo de la trayectoria curva media, y no de la prolongación rectilínea hacia abajo.

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, 2.1.4, figura texto de orientación relativo a la protección de la estructura del curso de la trayectoria de planeo ILS.

3.1.5.5 Modulación de la portadora

3.1.5.5.1 La profundidad nominal de modulación de la portadora, debida a cada uno de los tonos de 90 y 150 Hz será del 40% a lo largo de la trayectoria de planeo ILS. La profundidad de modulación no excederá los límites del 37,5 al 42,5%.

3.1.5.5.2 Se aplicarán a los tonos de modulación de frecuencias las tolerancias siguientes:

- los tonos de modulación serán de 90 y 150 Hz con una tolerancia del 2,5% para las instalaciones ILS de la Categoría de actuación I;
- los tonos de modulación serán de 90 y 150 Hz, con una tolerancia del 1,5% para las instalaciones ILS de la Categoría de actuación II;
- los tonos de modulación serán de 90 y 150 Hz, con una tolerancia del 1% para las instalaciones ILS de la Categoría de actuación III;
- el contenido total de armónicos del tono de 90 Hz no excederá del 10%; además, para el equipo de las instalaciones ILS de la Categoría de actuación III, el segundo armónico del tono de 90 Hz no excederá del 5%;
- el contenido total de armónicos del tono de 150 Hz no excederá del 10%.

3.1.5.5.2.1 Respecto a las instalaciones ILS de la Categoría de actuación I, los tonos de modulación deben ser de 90 y 150 Hz dentro de $\pm 1,5\%$, cuando resulte posible.

3.1.5.5.2.2 Respecto al equipo de trayectoria de planeo de las instalaciones de Categoría de actuación III, la profundidad de modulación en amplitud de la portadora, en la frecuencia de la fuente de energía o sus armónicos, o en otras frecuencias de ruido, no excederá del 1%.

instalaciones de Categorías II y III. Puede resolverse este problema, de ser necesario, por medio de disposiciones especiales de vigilancia o circuitos altamente confiables.

- a) para las trayectorias de planeo ILS de la Categoría de actuación I, un cambio del ángulo entre la trayectoria de planeo y la línea por debajo de ésta (predominando 150 Hz) en la que se observe una DDM de 0,0875, de más de (lo que sea mayor):
 - i) $\pm 0,0375 \theta$; o
 - ii) un ángulo equivalente a un cambio de sensibilidad de desplazamiento a un valor que difiera 25% respecto del valor nominal;
- b) para las trayectorias de planeo ILS de las Categorías de actuación II y III, un cambio de sensibilidad de desplazamiento hasta un valor que difiera en más del 25% del valor nominal;
- c) descenso de la línea por debajo de la trayectoria de planeo ILS en la que se observa una DDM de 0,0875, hasta menos de 0,7475 respecto a la horizontal;
- d) reducción de la DDM hasta menos de 0,175 dentro de la cobertura indicada, por debajo del sector de la trayectoria de planeo.

Nota 1.- El valor de 0,7475 respecto a la horizontal, tiene por objeto asegurar un margen vertical adecuado sobre los obstáculos. Este valor se ha derivado de otros parámetros referentes a las especificaciones de la trayectoria de planeo y del monitor. Como no se trata de obtener en la medición una precisión de cuatro cifras decimales, se puede utilizar el valor de 0,75 como límite del monitor para este fin. En los Procedimientos para los servicios de navegación aérea - Operación de aeronaves (PANS-OPS) (Doc 8168) figura indicaciones sobre los criterios de franqueamiento de obstáculos.

Nota 2.- Con los incisos f) y g) no se trata de establecer un requisito referente a un monitor separado para proteger contra desviaciones del límite inferior del semisector por debajo de 0,7475 respecto a la horizontal.

Nota 3.- En las instalaciones de trayectoria de planeo en que la sensibilidad nominal de desplazamiento angular elegida corresponda a un ángulo por debajo de la trayectoria de planeo ILS que esté próximo a los límites especificados en 3.1.5.6, o en los propios límites, puede ser que resulte necesario ajustar los límites de funcionamiento del monitor como protección contra desviaciones de semisector por debajo de 0,7475 respecto a la horizontal.

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

3.1.5.7.2 Debería disponerse de supervisión de características de la trayectoria de planeo ILS con tolerancias más pequeñas, en los casos en que, de no hacerlo, habría dificultades para las operaciones.

3.1.5.7.3 El período total de radiación, incluidos los períodos de radiación nula, fuera de los límites de actuación prescritos en 3.1.5.7.1, será lo más corto posible compatible con la necesidad de evitar la interrupción del servicio de navegación suministrado por la trayectoria de planeo ILS.

3.1.5.7.3.1 El período total de radiación mencionado en 3.1.5.7.3 no sobrepasará en ningún caso:
6 s, respecto a las trayectorias de planeo ILS de la Categoría I;
2 s, respecto a las trayectorias de planeo ILS de las Categorías II y III.

Nota 1.- Los períodos totales especificados son límites que no deben excederse nunca y tienen por objeto proteger a la aeronave en las fases finales de aproximación contra prolongados o repetidos períodos de guía de trayectoria de planeo ILS fuera de los límites del monitor. Por esta razón incluyen no sólo el período inicial de funcionamiento fuera de las tolerancias sino también todo período o períodos de radiación fuera de los límites de tolerancia, incluyendo los períodos de radiación nula, que pueden ocurrir cuando se están tomando medidas para restablecer el servicio, por ejemplo en el curso de funcionamiento consecutivo del monitor y consiguientes cambios del equipo o equipos localizadores o de sus elementos.

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; y el Anexo 15, Capítulo 3.

Nota 2.- Si se emplean elementos del GNSS que no utilizan coordenadas WGS-84, habrán de aplicarse parámetros adecuados de conversión.

3.7.2.3.2 *Referencia horaria.* Se expresarán los datos de la hora proporcionados al usuario mediante el GNSS en una escala de tiempo en la que se tome como referencia el tiempo universal coordinado (UTC).

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 Especificaciones de los elementos del GNSS

3.7.3.1 Servicio de determinación de la posición normalizado GPS (SPS) (L1)

3.7.3.1.1 Exactitud de los segmentos espacial y de control

Nota.- En las normas de exactitud que siguen no se incluyen los errores atmosféricos o del receptor según se describen en el Adjunto D, 4.1.2. Se aplican según las condiciones especificadas en el Apéndice B, 3.1.3.1.1.

3.7.3.1.1.1 *Exactitud de la posición.* Los errores de posición del SPS del GPS no excederán de los límites siguientes:

	Promedio mundial 95% del tiempo	Peor emplazamiento 95% del tiempo
Error de posición horizontal	9 m (30 ft)	17 m (56 ft)
Error de posición vertical	15 m (49 ft)	37 m (121 ft)

3.7.3.1.1.2 *Exactitud en cuanto a transferencia de tiempo.* Los errores de transferencia de tiempo SPS del GPS no excederán de 40 nanosegundos el 95% del tiempo.

función ABAS satisfarán los requisitos de exactitud, integridad, continuidad y disponibilidad indicados en 3.7.2.4.

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.

3.7.3.4.2 *Funciones.* El SBAS desempeñará una o más de las siguientes funciones:

- a) telemetría: proporcionar una señal adicional de pseudodistancia con un indicador de exactitud a partir de un satélite SBAS (3.7.3.4.2.1 y Apéndice B, 3.5.7.2);
- b) estado de los satélites GNSS: determinar y transmitir el estado de funcionalidad de los satélites GNSS (Apéndice B, 3.5.7.3);
- c) correcciones diferenciales básicas: proporcionar correcciones de efemérides y de reloj de los satélites GNSS (rápidas y a largo plazo) que han de aplicarse a las mediciones de pseudodistancia de los satélites (Apéndice B, 3.5.7.4); y
- d) correcciones diferenciales precisas: determinar y transmitir las correcciones ionosféricas (Apéndice B, 3.5.7.5).

Nota.- Si se proporcionan todas las funciones, el SBAS en combinación con las constelaciones principales de satélites puede prestar apoyo a operaciones de salida, en ruta, de terminal y de aproximación, incluidas las aproximaciones de precisión de Categoría I. El nivel de actuación que pueda lograrse depende de la infraestructura incorporada al SBAS y de las condiciones ionosféricas en el área geográfica de interés.

3.7.3.4.2.1 Telemetría

3.7.3.4.2.1.1 Excluyéndose los efectos atmosféricos, el error de distancia para la señal telemétrica procedente de satélites SBAS no excederá de 25 m (82 ft) (95%).

3.7.3.4.2.1.2 La probabilidad de que el error de distancia exceda de 150 m (490 ft) en cualquier hora no excederá de 10^{-5} .

3.7.3.4.2.1.3 La probabilidad de interrupciones no programadas de la función telemétrica a partir de un satélite SBAS en cualquier hora no excederá de 10^{-3} .

3.7.3.4.2.1.4 El error de cambio de distancia no excederá de 2 m (6,6 ft) por segundo.

3.7.3.4.2.1.5 El error de aceleración en distancia no excederá de 0,019 m (0,06 ft) por segundo al cuadrado.

3.7.3.4.3 *Área de servicio.* Un área de servicio del SBAS para cualquier tipo aprobado de operación, será un área declarada dentro del área de cobertura del SBAS en la que el SBAS satisfaga los requisitos indicados en 3.7.2.4 que correspondan

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

Nota 2.- El área de cobertura es aquella dentro de la cual puedan recibirse las radiodifusiones del SBAS es decir, las proyecciones de satélites geoestacionarios).

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

3.7.3.4.4 *Características RF*

Nota.- En el Apéndice B, 3.5.2, se especifican las características RF detalladas.

3.7.3.4.4.1 *Frecuencia portadora.* La frecuencia portadora será de 1 575,42 MHz.

Nota.- Después de 2005, cuando queden libres las frecuencias superiores del GLONASS, podrá introducirse otro tipo de SBAS utilizando algunas de estas frecuencias.

3.7.3.4.4.2 *Espectro de señal.* Por lo menos el 95% de la potencia de radiodifusión estará comprendido dentro de una banda de ± 12 MHz con centro en la frecuencia L1. La anchura de banda de la señal transmitida por un satélite SBAS será por lo menos de 2,2 MHz.

3.7.3.4.4.3 *Nivel de potencia de señal.*

3.7.3.4.4.3.1 Cada satélite SBAS radiodifundirá señales de navegación con suficiente potencia para que, en todos los lugares sin obstáculos cerca del suelo desde los cuales se observa el satélite a un ángulo de elevación de 5° o superior, el nivel de la señal RF recibida a la salida de una antena de polarización lineal de 3 dBi esté en la gama de -161 dBW a -153 dBW para cualquier orientación de la antena en sentido perpendicular a la dirección de propagación.

3.7.3.4.4.3.2 Cada satélite SBAS puesto en órbita después del 31 de diciembre de 2013 radiodifundirá señales de navegación con suficiente potencia para que, en todos los lugares sin obstáculos cerca del suelo desde los cuales se observa el satélite a un ángulo mínimo de elevación, o por encima del mismo, para el cual debe proporcionarse una señal GEO susceptible de rastreo, el nivel de la señal RF recibida a la salida de la antena especificada en el Apéndice B, Tabla B-88 sea como mínimo de $-164,0$ dBW.

3.7.3.4.4.3.2.1 *Ángulo mínimo de elevación.* El ángulo mínimo de elevación utilizado para determinar la cobertura GEO no será inferior a 5° para los usuarios cerca del suelo.

3.7.3.4.4.3.2.2 El nivel de una señal RF SBAS recibida a la salida de una antena 0 dBic emplazada cerca del suelo no será superior a $-152,5$ dBW.

3.7.3.4.4.4 *Polarización.* La señal de radiodifusión será de polarización circular dextrógira.

3.7.3.4.4.5 *Modulación.* La secuencia transmitida será la adición Módulo 2 del mensaje de navegación a una velocidad de transmisión de 500 símbolos por segundo y el código de ruido pseudoaleatorio de 1 023 bits. Seguidamente se modulará en la BPSK a una velocidad de transmisión de 1 023 megaelementos por segundo.

3.7.3.4.5 *Hora de red SBAS (SNT).* La diferencia entre la hora SNT y GPS no excederá de 50 nanosegundos.

3.7.3.4.6 *Información para la navegación.* Entre los datos de navegación transmitidos por satélite se incluirá la información necesaria para determinar:

- a) la hora de transmisión del satélite SBAS;
- b) la posición del satélite SBAS;
- c) la hora corregida del satélite para todos los satélites;
- d) la posición corregida del satélite para todos los satélites;
- e) los efectos de retardo de propagación ionosférica;
- f) la integridad de la posición del usuario;
- g) la transferencia de tiempo a UTC; y
- h) la condición del nivel de servicio.

Nota.- La estructura y el contenido de los datos se especifican en el Apéndice B, 3.5.3 y 3.5.4, respectivamente.

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

Nota 4.- Excepto cuando se especifique de otro modo, las normas y métodos recomendados para el GBAS se aplican tanto al GBAS como al GRAS.

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, aproximación con guía vertical y servicio de determinación de la posición GBAS.

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

- a) proporcionar correcciones localmente pertinentes de pseudodistancia;
- 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) monitorizar la integridad de las fuentes telemétricas GNSS.

3.7.3.5.3 *Volumen de servicio*

3.7.3.5.3.1 *Requisito general para servicios de aproximación* El volumen de servicio de aproximaciones 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 $\pm 35^\circ$ a ambos lados de la trayectoria de aproximación final hasta 28 km (15 NM) y $\pm 10^\circ$ 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 7° 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. 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 GPIIP.

Nota 2.- En el Adjunto D, 7.3, se presentan textos de orientación relativos

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 poya 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

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

Nota.- En el Adjunto D, 7.3, se presentan textos de orientación relativos al volumen de servicio de determinación de la posición.

3.7.3.5.4 *Características de la radiodifusión de datos*

Nota.- En el Apéndice B, 3.6.2, se especifican las características RF.

3.7.3.5.4.1 *Frecuencia portadora.* Se seleccionarán las frecuencias de radiodifusión de datos dentro de la banda de frecuencias de 108 a 117,975 MHz. La frecuencia mínima asignable será de 108,025 MHz y la frecuencia máxima asignable será de 117,950 MHz. La separación entre frecuencias asignables (separación entre canales) será de 25 kHz.

Nota 1.- En el Adjunto D, 7.2.1, se presentan textos de orientación sobre asignaciones de frecuencias VOR/GBAS y criterios de separación geográfica.

Nota 2.- Están en preparación los criterios de separación geográfica para ILS/GBAS, así como para servicios de comunicaciones que funcionan en la banda 118-137 MHz. Hasta que se definan estos criterios y se incluyan en los SARPS, se prevé que se utilicen frecuencias en la banda 112,050-117,900 MHz.

3.7.3.5.4.2 *Técnica de acceso.* Se empleará una técnica de acceso múltiple por división en el tiempo (TDMA) con una estructura de trama fija. Se asignarán a la radiodifusión de datos de uno u ocho intervalos.

Nota.- Dos intervalos es la asignación nominal. En algunas instalaciones GBAS en las que se utilizan antenas múltiples de transmisión para radiodifusión de datos VHF (VDB), la mejora de la

cobertura VDB puede requerir asignar más de dos intervalos de tiempo. En el Adjunto D, 7.12.4, se presenta orientación sobre el uso de antenas múltiples. Es posible que algunas estaciones de radiodifusión GBAS en un sistema GRAS utilicen un solo intervalo de tiempo.

3.7.3.5.4.3 *Modulación.* Se transmitirán datos del GBAS como símbolos de 3 bits, modulándose la portadora de radiodifusión de datos por D8PSK, a una velocidad de transmisión de 10 500 símbolos por segundo.

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 mínimo 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 isotrópica radiada equivalente nominal de 47 dBm (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 isotrópica radiada 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 0,879 voltios por metro (dBW/ m^2) dentro de todo el volumen de 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. Dentro del volumen de servicio GBAS adicional que se especifica en 3.7.3.5.3.2, la potencia isotrópica 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 1 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 *Debe 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 isotrópica radiada 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 0,555 voltios por metro (31 dBW/ m^2) dentro del volumen de 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.

3.7.3.5.4.5 *Potencia transmitida en canales adyacentes.* La magnitud de la potencia durante la transmisión en todas las condiciones de funcionamiento, medida en una anchura de banda de 25 kHz con centro en el *i*-ésimo canal adyacente, no excederá de los valores indicados en la Tabla 3.7.3.5-1 (al final de la sección 3.7).

3.7.3.5.4.6 *Emisiones no deseadas.* Las emisiones no deseadas, incluidas las emisiones no esenciales y fuera de banda, cumplirán con los niveles indicados en la Tabla 3.7.3.5-2 (al final de la sección 3.7). La potencia total en cualquier señal VDB armónica o discreta no será superior a -53 dBm.

3.7.3.5.5 *Información para la navegación.* Entre los datos de navegación transmitidos por el GBAS se incluirá la siguiente información:

- a) correcciones de pseudodistancia, hora de referencia y datos de integridad;
- b) datos relacionados con el GBAS;
- c) datos sobre el tramo de aproximación final cuando se presta apoyo a aproximaciones de precisión; y
- d) datos sobre disponibilidad pronosticada de fuente telemétrica.

Nota.- La estructura y el contenido de los datos se especifican en el Apéndice B, 3.6.3.

3.7.3.6 Receptor GNSS de aeronave

3.7.3.6.1 El receptor GNSS de aeronave procesará las señales de aquellos elementos GNSS que desee utilizar según lo especificado en el Apéndice B, 3.1 (para GPS), Apéndice B, 3.2 (para GLONASS), Apéndice B, 3.3 (para GPS y GLONASS combinados), Apéndice B, 3.5 (para SBAS) y Apéndice B, 3.6 (para GBAS y GRAS).

3.7.4 Resistencia a interferencias

3.7.4.1 El GNSS satisfará los requisitos de actuación definidos en 3.7.2.4 y en Apéndice B, 3.7 en presencia del entorno de interferencias definido en el Apéndice B, 3.7.

1. Los requisitos de exactitud y de tiempo hasta alerta comprenden la actuación nominal de un receptor sin falla.
2. Se proporcionan las gamas de valores relativos 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).
3. 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).
4. 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).
 5. 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).
 6. 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.

Tabla 3.7.3.5-1. Potencia de la radiodifusión GBAS transmitida en canales adyacentes

Canal	Potencia relativa	Potencia máxima
1° adyacente	-40 dBc	12 dBm
2° adyacente	-65 dBc	-13 dBm
4° adyacente	-74 dBc	-22 dBm
8° adyacente	-88,5 dBc	-36,5 dBm
16° adyacente	-101,5 dBc	-49,5 dBm
32° adyacente	-105 dBc	-53 dBm
64° adyacente	-113 dBc	-61 dBm
76° adyacente	-115 dBc	-63 dBm

Notas.-

- 1- *Se aplica la máxima potencia si la potencia autorizada del transmisor excede de 150 W.*
- 2- *La relación es lineal entre puntos aislados adyacentes, designados mediante los canales adyacentes anteriormente señalados.*

Tabla B-23. Códigos PRN del 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
151	484	1110011101
152	289	0001011110
153	811	0010111011
154	202	1000010110
155	1 021	0000000011
156	463	1110111000
157	568	0110010100
158	904	0010011101

Tabla B-25. Asignaciones de número de código PRN

Numero de código PRN	Asignación
1 – 37	GPS
38 – 61	Num. de intervalo GLONASS + 37
62 – 119	Extra
120 – -158	SBAS
159 – 210	Extra

Tabla B-26. Exactitud telemétrica de usuario

URA	Exactitud (rms)
0	2 m
1	2,8 m
2	4 m
3	5,7 m
4	8 m
5	11,3 m
6	16 m
7	32 m
8	64 m
9	128 m
10	256 m
11	512 m
12	1 024 m
13	2 048 m
14	4 096 m
15	“No utilizar”

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

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 servicios 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 indiquen 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

3.6.2.1 *Estabilidad de la frecuencia portadora.* Se mantendrá la frecuencia portadora de la radiodifusión de datos en un entorno de $\pm 0,0002\%$ de la frecuencia asignada.

3.6.2.2 *Codificación de bits a cambio fase.* Se ensamblarán los mensajes GBAS en símbolos, cada uno de los cuales constará de 3 bits de mensaje consecutivos. El fin del mensaje se rellenará con uno o dos bits de relleno puestos a cero, si fuera necesario para formar el último símbolo de 3 bits del mensaje. Los símbolos se convertirán a desplazamiento de fase de portadora D8PSK ($\Delta\phi_k$), de conformidad con lo indicado en la Tabla B-58.

Nota.- La fase de portadora para el k-ésimo símbolo (ϕ_k) está dada por: $\phi_k = \phi_{k-1} + \Delta\phi_k$. La señal D8PSK puede producirse, como se ilustra en la Figura B-19, al combinar dos señales RF de cuadratura cuya modulación de amplitud y cuya supresión de portadora se realicen en forma independiente y por medio de impulsos filtrados por la banda de base. Un aumento positivo en $\Delta\phi_k$ representa una rotación en sentido contrario al de las manecillas del reloj en el plano complejo I-Q de la Figura B-19

$$h(t) = \frac{\sin\left(\frac{\pi t}{T}\right) \cos\left(\frac{\pi \alpha t}{T}\right)}{\frac{\pi t}{T} \left[1 - \left(\frac{2\alpha t}{T}\right)^2\right]}$$

$$H(f) = \begin{cases} 1 & \text{para } 0 \leq f < f \frac{1-\alpha}{2T} \\ \frac{1 - \sin\left(\frac{\pi}{2\alpha}(2fT - 1)\right)}{2} & \text{para } \frac{1-\alpha}{2T} \leq f \leq \frac{1+\alpha}{2T} \\ 0 & \text{para } f > \frac{1+\alpha}{2T} \end{cases}$$

La salida $s(t)$ del filtro de forma de impulsos modulará la portadora.

3.6.2.4 *Magnitud del vector de error.* La magnitud del vector de error de la señal transmitida será inferior a 6,5% de la media cuadrática.

3.6.2.5 *Velocidad de transmisión de datos RF.* La velocidad de transmisión de símbolos será de 10 500 símbolos por segundo $\pm 0,005\%$, lo que lleva a una velocidad nominal de transmisión de bits de 31 500 bits por segundo.

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.- 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 80 metros de distancia de la antena transmisora no deseada.

3.6.3 Estructura de datos

3.6.3.1 Temporización del transmisor

3.6.3.1.1 *Estructura de temporización para radiodifusión de datos.* La estructura de temporización del acceso múltiple por división en el tiempo (TDMA) se basará en tramas e intervalos de tiempo. Cada trama tendrá una duración de 500 milisegundos. Habrá 2 de tales tramas incluidas en cada época UTC de 1 segundo. La primera de estas tramas se iniciará al principio de la época UTC y la segunda trama se iniciará 0,5 segundos después del principio de la época UTC. La trama estará multiplexada por subdivisión en el tiempo de forma tal que conste de 8 intervalos de tiempo particulares (A a H) de una duración de 62,5 milisegundos.

3.6.3.1.2 *Ráfagas.* Cada intervalo de tiempo asignado constará como máximo de 1 ráfaga. Para iniciar el uso de un intervalo de tiempo, el GBAS radiodifundirá una ráfaga en ese intervalo de tiempo en cada una de las 5 tramas consecutivas. Para cada intervalo de tiempo que se esté utilizando, el subsistema de tierra difundirá una ráfaga por lo menos en una trama de cada 5 tramas consecutivas.

3.6.3.4.2.1 La longitud del código CRC será $k = 32$ bits.

3.6.3.4.2.2 El polinomio generador de CRC será:

$$G(x) = x^{32} + x^{31} + x^{24} + x^{22} + x^{16} + x^{14} + x^8 + x^7 + x^5 + x^3 + x + 1$$

3.6.3.4.2.3 El campo de información CRC, $M(x)$, será:

$$M(x) = \sum_{i=1}^n m_i x^{n-i} = m_1 x^{n-1} + m_{12} x^{n-2} + \dots + m_0 x^0$$

3.6.3.4.2.4 Se formará $M(x)$ a partir del encabezador de bloque de mensaje GBAS de 48 bits y todos los bits del mensaje de longitud variable, excluida la CRC. Se dispondrán los bits en el orden transmitido de forma que m_1 corresponda al primer bit del encabezador de bloque de mensaje transmitido, y m_n corresponda al último bit transmitido de los $(n - 48)$ bits de mensaje.

3.6.3.2.2.5 La CRC se pondrá en tal orden que r_1 sea el primer bit transmitido y r_{32} sea el último bit transmitido.

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	Datos relacionados con el GBAS
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 10	Extra
11	Correcciones de seudodistancia
	Seudodistancias con adaptación de
12 a 100	30 segundos
	Extra
101	Correcciones de seudodistancia GRAS
102 a 255	Extra

Nota.— Véanse en 3.6.6 los formatos de mensaje

3.6.4 Contenido de datos

3.6.4.1 *Tipos de mensaje.* Los tipos de mensajes que pueden ser transmitidos por 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 pseudodistancias con adaptación a portadora de 100 segundos.

3.6.4.2.2 Cada mensaje de tipo 1 comprenderá parámetro de descorrelación de efemérides, CRC de efemérides y parámetros de duración de disponibilidad de la fuente para una fuente telemétrica de satélite. El parámetro de descorrelación de efemérides, la CRC de efemérides y la duración de disponibilidad de la fuente se aplicarán a la primera fuente telemétrica en el mensaje.

3.6.4.2.3 Los parámetros de corrección de pseudodistancia serán los siguientes:

Cuenta Z modificada: indica la hora de aplicación para todos los parámetros del mensaje.

Codificación: la cuenta Z modificada se vuelve a poner a la hora (xx:00), 20 minutos después de la hora (xx:20) y 40 minutos después de la hora (xx:40) con respecto a la hora GPS.

Bandera adicional de mensaje: una identificación de 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 1 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 1.
 1 = Este es el primer mensaje transmitido de un par enlazado de mensajes de tipo 1 que conjuntamente 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 1 que incluyen el conjunto de todos los bloques de medición para un tipo particular de medición.

Nota.- Cuando se utiliza un par enlazado de mensajes de tipo 1 para un tipo particular de medición, el número de mediciones y la información de baja frecuencia se calculan por separado para cada uno de los dos mensajes particulares.

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

Tipo de medición: el tipo de señal telemétrica a partir del cual se han calculado las correcciones:

Codificación: 0 = Código L1 C/A o CSA
 1 = reservado
 2 = reservado
 3 = reservado
 4 a 7 = extra

Parámetro de descorrelación de efemérides (P): parámetro que caracteriza el efecto de los errores residuales de efemérides debidos a la des correlación para el primer bloque de mediciones en el mensaje.

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

Tabla B-65. Máscara de efemérides del satélite GLONASS

<p>Cadena 1: 0 0000 0000 0000 0000 0000 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 0000 0000</p> <p>Cadena 2: 0 0000 0000 0000 0000 0000 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 0000 0000</p> <p>Cadena 3: 0 0000 0111 1111 1111 0000 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 0000 0000</p> <p>Cadena 4: 0 0000 1111 1111 1111 1111 1111 1100 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000</p>

Para un satélite geostacionario SBAS, la CRC de efemérides, si se transmite, se codificará como todos ceros.

El orden de la CRC se transmitirá en el orden $r^9, r^{10}, r^{11}, \dots, r^{16}, r^1, r^2, r^3, \dots, r^8$, donde r_i es el i ésimo coeficiente del resto, $R(x)$, como se define en 3.9.

Duración de disponibilidad de la fuente: la duración prevista a la que se espera que las correcciones para la fuente telemétrica continúen disponibles, por relación a la cuenta Z modificada para el primer bloque de medición.

Codificación:	1111 1110	= La duración es superior o igual a 2 540 segundos.
	1111 1111	= Este subsistema de tierra no proporciona la duración prevista de disponibilidad de la fuente.

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 158	= ID de satélite SBAS (PRN)
	159 a 255	= extra

Expedición de datos (IOD): la expedición de datos asociados a los datos de efemérides utilizados para determinar las correcciones de pseudodistancia y de cambio de distancia.

Codificación:	para GPS, IOD	= parámetro IODE GPS (3.1.1.3.2.2)
	para GLONASS, IOD	= parámetro "t _b " GLONASS (3.2.1.3.1)
	para SBAS, IOD	= 1111 1111

Nota.- Para GLONASS, debe insertarse 0 en el MSB de la IOD.

Corrección de seudodistancia (PRC): la corrección para la seudodistancia de la fuente telemétrica.
Corrección de cambio de distancia (RRC): el régimen de cambio de la corrección de seudodistancia.

σ_{pr_gnd} : la desviación normal de una distribución normal asociada a la contribución de la señal en el espacio del error de seudodistancia en el punto de referencia GBAS (3.6.5.5.1, 3.6.5.5.2 y 3.6.7.2.2.4).

Codificación: 1111 1111 = Corrección de fuente telemétrica inválida.

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). Durante la operación continua, los índices "1-4" corresponden al mismo receptor de referencia físico para cada época transmitida desde un subsistema de tierra determinado 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.- Algunas integraciones inerciales de a bordo pueden esperar una correspondencia bastante estática de los receptores de referencia respecto de los índices Véase RTCA DO-253D, Apéndice L.

3.6.4.3 Mensaje de tipo 2 — Datos relativos al GBAS. El mensaje de tipo 2 identificará el emplazamiento del punto de referencia GBAS al que se aplican las correcciones proporcionadas por el GBAS y proporcionará otros datos relacionados con el GBAS (Tabla B-71). Los parámetros de datos relacionados con el GBAS serán los siguientes:

Nota.- En el mensaje de tipo 2 podrán incluirse bloques de datos adicionales. El bloque de datos adicional 1 y el bloque de datos adicional 2 están definidos. En el futuro, otros bloques de datos adicionales podrán definirse. Los bloques de datos desde 2 hasta 255 son de longitud variable y pueden añadirse al mensaje después del bloque de datos adicional 1 en cualquier orden.

Receptores de referencia GBAS: el número de los receptores de referencia GNSS instalados en este subsistema de tierra GBAS.

Codificación: 0 = GBAS instalado con 2 receptores de referencia
 1 = GBAS instalado con 3 receptores de referencia
 2 = GBAS instalado con 4 receptores de referencia
 3 = No tiene aplicación el número de receptores de referencia GNSS instalados en este subsistema de tierra GBAS.

Letra de designador de exactitud de tierra: el designador de letra indicando la actuación mínima en cuanto a exactitud de la señal en el espacio, proporcionada por el GBAS (3.6.7.1.1).

Codificación: 0 = designación de exactitud A
 1 = designación de exactitud B
 2 = designación de exactitud C
 3 = extra

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 ninguno de los servicios de aproximación a los que presta apoyo la instalación de tierra está disponible.

Declinación magnética local: la declinación magnética publicada en el punto de referencia GBAS.

Codificación: Valor positivo denota declinación este (sentido de las agujas del reloj desde el norte verdadero), valor negativo denota declinación oeste (sentido contrario a las agujas del reloj desde el norte verdadero) 100 0000 0000 = Procedimientos de aproximación de precisión con apoyo del GBAS se publican en base a marcación verdadera.

Nota.- La declinación magnética local se selecciona en consonancia con el diseño del procedimiento y se actualiza durante los años de época magnética.

$\sigma_{\text{vert_iono_gradiente}}$: la desviación normal de una distribución normal asociada a la incertidumbre ionosférica residual debida a la descorrelación espacial (3.6.5.4).

Índice de refractividad (Nr): el índice nominal de refractividad troposférica utilizado para calibrar la corrección troposférica asociada al subsistema de tierra GBAS (3.6.5.3).

Codificación: Este campo se codifica como número complemento de dos con un desplazamiento de + 400. Un valor de cero en este campo indica un índice de refractividad de 400.

Altura de escala (h_0): un factor de escala utilizado para calibrar la corrección troposférica y la incertidumbre troposférica residual asociada al subsistema de tierra GBAS (3.6.5.3).

Incertidumbre de refractividad (σ_n): la desviación normal de una distribución normal asociada a la incertidumbre troposférica residual (3.6.5.3)

Latitud: la latitud del punto de referencia GBAS definida en segundos de arco.

Codificación: Valor positivo denota latitud norte.
Valor negativo denota latitud sur

Longitud: la longitud del punto de referencia GBAS definida en segundos de arco.

Codificación: Valor positivo denota longitud este.
Valor negativo denota longitud oeste.

Altura del punto de referencia: la altura del punto de referencia por encima del elipsoide WGS-84.

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

SELECTOR DE DATOS DE ESTACIÓN DE REFERENCIA (RSDS): identificador numérico que se utiliza para seleccionar el subsistema de tierra GBAS.

Nota .- El RSDS es distinto de cualquier otro RSDS y de cualquier selector de datos de trayectoria de referencia (RPDS) que radiodifunda cualquier subsistema de tierra GBAS en la misma frecuencia dentro de la región de radiodifusión.

Codificación: 1111 1111 = no se proporciona servicio de determinación de la posición GBAS.

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

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, 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 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 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, 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 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.

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 = 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.

3.6.4.3.2.1 Estaciones de radiodifusión GRAS

En los parámetros para el bloque de datos adicional 2 se incluirán los datos para una o más estaciones de radiodifusión según lo indicado a continuación (Tabla B-65A):

NÚMERO DE CANAL: el número de canal, definido en 3.6.5.7, asociado a la estación de radiodifusión GBAS.

Nota.- El número de canal en este campo se refiere a una frecuencia y a un RSDS.

DLATITUD: la diferencia de latitud de una estación de radiodifusión GBAS medida a partir de la latitud proporcionada en el parámetro de latitud del mensaje de tipo 2.

Codificación: un valor positivo denota que la estación de radiodifusión GBAS está al norte del punto de referencia GBAS. Un valor negativo denota que la estación de radiodifusión GBAS está al sur del punto de referencia GBAS.

DLONGITUD: la diferencia de longitud de una estación de radiodifusión GBAS, medida a partir de la longitud proporcionada en el parámetro de longitud del mensaje de tipo 2.

Codificación: Un valor positivo denota que la estación de radiodifusión GBAS está al este del punto de referencia GBAS. Un valor negativo denota que la estación de radiodifusión GBAS está al oeste del punto de referencia GBAS.

Nota.- En el Adjunto D, 7.17 figuran textos de orientación relativos al bloque de datos adicional 2.

Tabla B-65A. Datos de las estaciones de radiodifusión GRAS

Contenido de datos	Bits usados	Gama de valores	Resolución
Número de canal	16	20001 a 39999	1
Δ Latitud	8	$\pm 25,4^\circ$	0,2°
Δ Longitud	8	$\pm 25,4^\circ$	0,2°

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:

$K_{md_e_D}$, 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 GLONAS, este parámetro se codificará como todos ceros.

Nota.- este parámetro $K_{md_e_D}$ GLONASS, puede ser diferente del parámetros de descorrelación de efemérides $K_{md_e_D}$ 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.

$\sigma_{vert_iono_gradiente_D}$ ($\sigma_{vert_iono_gradiente_D}$): 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 referencias 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
$K_{md_e_D}$ GLON ASS	8	0 a 12,75	0,05
$\sigma_{vert_iono_gradiente_D}$	8	0 – 25,5 x 10 ⁻⁵ 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

3.6.4.3.2.3 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 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 asignó el intervalo a la estación terrestre.

Tabla B-65–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 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 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 a la 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
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 DFPAP	24	±1,0°	0,0005 segarc
Longitud de DFPAP	24	±1,0°	0,0005 segarc
Aproximación TCH (Nota)	15	0 a 1 638,35 m o 0 a 3 267,7 f	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	0,5 m
Desplazamiento de Longitud	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 pseudodistancia 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_1 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	= GAST A o B
1	= GAST C
2	= 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 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.

Indicador de ruta: un identificador de una letra utilizado para distinguir entre aproximaciones múltiples al mismo extremo de la pista.

Codificación: La letra se codifica utilizando los bits b_1 a b_5 de su representación en IA-5. El bit b_1 se transmite en primer lugar.

Solamente se utilizan mayúsculas, excluidas "I" y "O" o "espacio" IA-5.

Selector de datos de trayectoria de referencia (RPDS): identificador numérico que se utiliza para seleccionar el bloque de datos FAS (aproximación deseada).

Sentido de disponibilidad de la fuente: indica si la fuente telemétrica estará disponible o cesará de estar disponible.

Codificación: 0 = las correcciones diferenciales cesarán pronto de proporcionarse respecto a la fuente telemétrica asociada.
1 = las correcciones diferenciales empezarán pronto a ser proporcionadas para la fuente telemétrica asociada.

Duración de disponibilidad de la fuente: la duración mínima prevista de disponibilidad de la fuente telemétrica por relación a la cuenta Z modificada.

Codificación: 111 1111 = la duración es superior o igual a 1 270 segundos.

Número de aproximaciones con obstáculos: el número de aproximaciones respecto a las cuales pueden reducirse las correcciones debido al enmascaramiento de una constelación única de aproximación.

Selector de datos de trayectoria de referencia: indicación del bloque de datos FAS respecto al cual tienen una aplicación los datos de disponibilidad de la fuente (3.6.4.5.1).

Número de fuentes afectadas para esta aproximación: el número de fuentes respecto a las cuales se proporciona información sobre duración que es solamente aplicable a esta aproximación.

3.6.4.7 MENSAJE DE TIPO 6

Nota.- Se reserva el mensaje de tipo 6 para uso futuro a fin de proporcionar la información requerida para aproximaciones de precisión de Categorías II/III.

3.6.4.8 MENSAJE DE TIPO 7

Nota.- Se reserva el mensaje de tipo 7 para aplicaciones nacionales.

3.6.4.9 MENSAJE DE TIPO 8

Nota.- Se reserva el mensaje de tipo 8 para aplicaciones de pruebas locales y regionales.

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 pseudodistancias con adaptación a portadora de 100 segundos

3.6.4.10.2 Cada mensaje de tipo 101 incluirá el parámetro de descorrelación de efemérides, la CRC

de efemérides y los parámetros de duración de disponibilidad de la fuente para una fuente telemétrica de satélite. El parámetro de descorrelación de efemérides, la CRC de efemérides y la duración de la disponibilidad de la fuente se aplicarán a la primera fuente telemétrica en el mensaje.

3.6.4.10.3 Los parámetros de corrección de pseudodistancia serán los siguientes:

Cuenta Z modificada: definido en 3.6.4.2.3.

Bandera de mensaje adicional: definido en 3.6.4.2.3 salvo que sea aplicable a los mensajes de tipo 101.

Número de mediciones: definido en 3.6.4.2.3.

Tipo de medición: definido en 3.6.4.2.3.

Parámetro de descorrelación de efemérides (P): definido en 3.6.4.2.3.

CRC de efemérides: definido en 3.6.4.2.3.

Duración de disponibilidad de la fuente: definido en 3.6.4.2.3.

Número de parámetros B: una indicación de si los parámetros B se incluyen en el bloque de medición para cada fuente telemétrica.

Codificación: 0 = no se incluyen los parámetros B

1 = 4 parámetros B por bloque de medición

3.6.4.10.4 Los parámetros de bloque de medición serán los siguientes:

ID de fuente telemétrica: definido en 3.6.4.2.4.

Expedición de datos (IOD): definido en 3.6.4.2.4.

Corrección de pseudodistancia (PRC): definido en 3.6.4.2.4.

Corrección de cambio de distancia (RRC): definido en 3.6.4.2.4.

σ_{pr_gnd} : definido en 3.6.4.2.4, a excepción de la gama de valores y su resolución.

B1 a B4: definido en 3.6.4.2.4.

Nota.- La inclusión de los parámetros B en el bloque de medición es facultativa para los mensajes de tipo 101.

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 los 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 mediciones 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 debido 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 el 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 frente 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 de 30 segundos.

Sigma_{PR_gnd_D} ($\sigma_{pr_gnd_D}$): la desviación normal de una distribución normal asociada a la contribución de las señales 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 $\sigma_{pr\ gnd}$ 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 pseudodistancia 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 objetivo describir apropiadamente los errores que han de utilizarse para optimizar la ponderación de una solución de posición 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 Pseudodistancia medida y adaptada a portadora. La corrección de radiodifusión es aplicable a las mediciones de pseudodistancia 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:

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

siendo:

- P_{CSCn} = pseudodistancia adaptada;
- P_{CSCn-1} = pseudodistancia de adaptación previa;
- P = medición de pseudodistancia en bruto obteniéndose estas mediciones de pseudodistancia 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 pseudodistancia 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 pseudodistancia GBAS en el mensaje de tipo 11, la constante de tiempo con adaptación es de 30 segundos.

3.6.5.2 Pseudodistancia corregida. La pseudodistancia corregida para determinado satélite a la hora t es:

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

siendo:

- P_{CSC} = pseudodistancia adaptada (definida en 3.6.5.1);
 P_{RC} = corrección de pseudodistancia del mensaje apropiado
 a) Para pseudodistancias con adaptación de 100 segundos, la PRC se toma del mensaje de tipo 1 o de tipo 101 definido en 3.6.4.2);
 b) Para pseudodistancias con adaptación de 30 segundos, la PRC es la PRC_{30} tomada del mensaje de tipo 11 definido en 3.6.4.11);
 R_{RC} = cambio de corrección de pseudodistancia del mensaje apropiado;
 a) Para pseudodistancias con adaptación de 100 segundos, el RRC se toma del mensaje de tipo 1 o de tipo 101 definido en 3.6.4.2,
 b) Para pseudodistancias 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;
 TC = corrección troposférica (definida en 3.6.5.3); y
 c y $(\Delta t_{\text{sv}})_{L1}$ = 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:

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

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;
 EI_i = ángulo de elevación del i-ésimo satélite; y
 h_0 = altura de escala troposférica del mensaje de tipo 2.

3.6.5.3.2 La incertidumbre troposférica residual es:

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

•

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:

$$\sigma_{\text{iono}} = F_{pp} \times \sigma_{\text{vert_iono_gradiente}} \times (x_{\text{air}} + 2 \times \tau \times v_{\text{air}})$$

siendo:

- F_{pp} = factor de oblicuidad de vertical a inclinado de un determinado satélite (3.5.5.5.2);
 $\sigma_{\text{vert_iono_gradiente}}$ = (según se define en 3.6.4.3);

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;
t	= 100 segundos (constante de tiempo utilizada en 3.6.5.1); y
V_{air}	= velocidad de aproximación horizontal de la aeronave (metros por segundo).

3.6.5.5 Niveles de protección

3.6.5.5.1 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:

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

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

3.6.5.5.1.1 Condiciones de medición normales

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

$$VPL = K_{ffmd} \sigma_{vert} + D_V$$

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

siendo:

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

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

$$\sigma_i^2 = \sigma_{pr\ gnd,i}^2 + \sigma_{pr\ gnd,i}^2 + \sigma_{iono,i}^2$$

y

$\sigma_{pr\ gnd,i}$ depende del GAST activo

Para GAST A, B o C, $\sigma_{pr\ gnd,,i} = \sigma_{pr\ gnd\ D}$ para la i -ésima fuente telemétrica (como se define en 3.6.4.2);

Para GAST D, $\sigma_{pr\ gnd,,i} = \sigma_{pr\ gnd,Di}$ o para la i -ésima fuente telemétrica (3.6.4.11);

$\sigma_{trop,i}^2$, $\sigma_{pr\ air,i}^2$ y $\sigma_{iono,i}^2$ son los que se definen en 3.6.5.5.1.1.2;

K_{ffmd} = multiplicador derivado de la probabilidad de detección frustrada sin falla;

$s_{vert_i} = s_{v,i} + s_{x,i} \times \tan(\text{GPA})$;

$s_{lat_i} = s_{y,i}$;

- $s_{x,i}$ = derivada parcial del error de posición en la dirección x respecto al error de pseudodistancia en el i-ésimo satélite;
 $s_{y,i}$ = derivada parcial del error de posición en la dirección y respecto al error de pseudodistancia en el i-ésimo satélite;
 sv,i = derivada parcial del error de posición en la dirección vertical respecto al error de pseudodistancia 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 GASR activo
 Para GAS 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

Nota 1.- Las soluciones de posición de 30 y 100 s, D_v y D_t están definidos 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:

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

siendo:

$G_i = [-\cos E_{li} \cos A_{zi} \quad -\cos E_{li} \sin A_{zi} \quad -\sin E_{li} \quad 1] = i$ -ésima hilera de G; y

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

siendo $\sigma_{W,i}^2 = \sigma_{pr_gnd,i}^2 + \sigma_{tropo,i}^2 + \sigma_{pr_air,i}^2 + \sigma_{iono,i}^2$;

siendo:

$\sigma_{pr_gnd,i}$ = depende del GAS activo
 Para GAST A, B o C 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);

- $\sigma_{\text{tropo},i}$ = la incertidumbre troposférica residual para la i-ésima fuente telemétrica (3.6.5.3);
- $\sigma_{\text{iono},i}$ = incertidumbre de retardo ionosférico residual (debido a descorrelación espacial) para la i-ésima fuente telemétrica (3.6.5.4); y

$$\sigma_{\text{pr air},i} = \sqrt{\sigma_{\text{receptor}}^2(E_i) + \sigma_{\text{multitrayecto}}^2(E_i)}$$

desviación normal de la contribución de la aeronave al error de pseudodistancia 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:

$\sigma_{\text{multitrayecto},i}(E_i) = 0,13 + 0,5 e^{-E_i/10 \text{ grad}}$, el modelo normalizado para la contribución de multitrayectos para la célula (en metros);

E_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:

$$VPL_{H1} = \max [VPL_j]$$

$$LPL_{H1} = \max [LPL_j]$$

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

$$VPL_j = |B_{\text{vert}_j}| + K_{\text{md}}, \sigma_{\text{vert},H1} \text{ y}$$

$$LPL_j = |B_{\text{lat}_j}| + K_{\text{md}}, \sigma_{\text{lat},H1}$$

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

$$B_{\text{vert}_j} = \sum_{i=1}^N (s_{\text{vert}_i} \times B_{i,j})$$

$$B_{\text{lat}_j} = \sum_{i=1}^N (s_{\text{lat}_i} \times B_{i,j})$$

$B_{i,j}$ = diferencias de radiodifusión entre las correcciones de pseudodistancia de radiodifusión y las correcciones obtenidas excluyendo la j -ésima medición del receptor de referencia respecto a la i -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;

$$\sigma^2_{\text{vert, H1}} = \sum_{i=1}^N (s_{\text{vert}_i}^2 \times \sigma_{H1_i}^2)$$

$$\sigma^2_{\text{lat, H1}} = \sum_{i=1}^N (s_{\text{lat}_i}^2 \times \sigma_{H1_i}^2)$$

$$\sigma_{H1_i}^2 = \left(\frac{M_i}{U_i}\right) \sigma_{pr_gnd,i}^2 + \sigma_{pr_air,i}^2 + \sigma_{tropo,i}^2 + \sigma_{iono,i}^2$$

$\sigma_{pr_gnd,i}^2$ depende del GAST activo

Para GAST A, B o C: $\sigma_{pr_gnd,i} = \sigma_{pr_gnd}$ para la i -ésima fuente telemétrica (según se define en 3.6.4.2);

Para GAST D: $\sigma_{pr_gnd,i} = \sigma_{pr_gnd_D}$ para la i -ésima fuente telemétrica (según se define en (3.6.4.11));

$\sigma_{tropo,i}^2$, $\sigma_{pr_air,i}^2$ y $\sigma_{iono,i}^2$ como se definen en 3.6.5.5.1.1.2;

M_i = número de receptores de referencia utilizados para calcular las correcciones de pseudodistancia de la i -ésima fuente telemétrica (indicados por los valores B); y

U_i = número de receptores de referencia utilizados para calcular las correcciones de pseudodistancia de la i -ésima fuente telemétrica, excluido el j -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 servicios de aproximación GBAS.* Los multiplicadores se presentan en la Tabla B-67.

Tabla B-67. Multiplicadores K para 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	2,935	2,878

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

Nota.- Para aproximaciones APV I 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:

$$\text{HPL} = \text{MAX} \{ \text{HPL}_{\text{H0}}, \text{HPL}_{\text{H1}}, \text{HEB} \}$$

Nota.- Para el servicio de determinación de la posición GBAS, el eje de x y el eje de y definen una base ortogonal arbitraria en el plano horizontal.

3.6.5.5.2.2 *Condiciones de medición con falla.* Cuando se radiodifunde el mensaje de tipo 101 sin bloques de parámetro B, el valor de HPLH1 se define como igual a cero. De lo contrario, el nivel de protección horizontal (HPLH1), suponiendo que existe una falla latente en un receptor de referencia, y solamente en uno, es:

$$\text{HPL}_{\text{H1}} = \max [\text{HP}_{\text{Lj}}]$$

siendo HPLj para j = 1 a 4 lo siguiente:

$$\text{HPL}_j = |\text{B_horz}_j| + K_{\text{md_POS}} d_{\text{mayor, H1}}$$

y

$$B_{\text{horz}_j} = \sqrt{\left(\sum_{i=1}^N S_{x,i} B_{i,j}\right)^2 + \left(\sum_{i=1}^N S_{y,i} B_{i,j}\right)^2}$$

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

$K_{\text{md_POS}}$ = multiplicador obtenido a partir de la probabilidad de una detección frustrada, a condición de que el subsistema de tierra esté en falla.

$$d_{\text{mayor}} = \sqrt{\frac{d_x^2 + d_y^2}{2}} + \sqrt{\left(\frac{d_x^2 - d_y^2}{2}\right)^2 + d_{xy}^2}$$

$$d_x^2 = \sum_{i=1}^N S_{x,i}^2 \sigma_i^2$$

$$d_y^2 = \sum_{i=1}^N S_{y,i}^2 \sigma_i^2$$

$$d_{xy} = \sum_{i=1}^N S_{x,i} S_{y,i} \sigma_i^2$$

Nota.- Para el servicio de determinación de la posición GBAS, el eje de x y el eje de y definen una base ortogonal arbitraria en el plano horizontal.

3.6.5.5.2.1 *Condiciones de medición normales.* El nivel de protección horizontal (HPLH0), suponiendo que existen condiciones de medición normales (es decir, sin errores) en todos los receptores de referencia y en todas las fuentes telemétricas, se calcula de la forma siguiente:

$$\text{HPLH0} = K_{\text{ffmd}}, \text{POS}^{d_{\text{mayor}}}$$

siendo:

$$d_{\text{mayor}} = \sqrt{\frac{d_x^2 + d_y^2}{2} + \sqrt{\left(\frac{d_x^2 - d_y^2}{2}\right)^2 + d_{xy}^2}}$$

$$d_x^2 = \sum_{i=1}^N S_{x,i}^2 \sigma_i^2$$

$$d_y^2 = \sum_{i=1}^N S_{y,i}^2 \sigma_i^2$$

$$d_{xy} = \sum_{i=1}^N S_{x,i} S_{y,i} \sigma_i^2$$

$S_{x,i}$	= derivada parcial del error de posición en la dirección x respecto al error de pseudodistancia en el i-ésimo satélite
$S_{y,i}$	= derivada parcial del error de posición en la dirección y respecto al error de pseudodistancia en el i-ésimo satélite
$K_{\text{ffmd},\text{POS}}$	= multiplicador derivado de la probabilidad de detección frustrada sin falla
N	= número de fuentes telemétricas utilizadas en la solución de la posición
i	= índice de la fuente telemétrica para las fuentes telemétricas utilizadas en la solución de la posición
σ_i	= el término error de pseudodistancia según se define en 3.6.5.5.1.1

$$\sigma_{H1_i}^2 = \left(\frac{M_i}{U_i}\right) \sigma_{pr_gnd,i}^2 + \sigma_{pr_air,i}^2 + \sigma_{tropo,i}^2 + \sigma_{iono,i}^2$$

M_i	= número de receptores de referencia utilizados para calcular las correcciones de pseudodistancia de la i-ésima fuente telemétrica (indicados por los valores B).
U_i	= número de receptores de referencia utilizados para calcular las correcciones de pseudodistancia de la i-ésima fuente telemétrica, excluido el j-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 afectados y que haya un error de posición inducido en el subsistema de aeronave.

3.6.5.5.2.3 *Definición de multiplicadores K para el servicio de determinación de la posición GBAS.* El multiplicador $K_{\text{ffmd_POS}}$ es igual a 10,0 y el multiplicador $K_{\text{md_POS}}$, es igual a 5.3.

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 alarma depende del tipo de servicio activo

3.6.5.6.1 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 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)

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 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.

Tabla B-68. Límite lateral de alerta de 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)
$D \leq 873$	FASLAL
$873 < D \leq 7\,500$	$0,0044D \text{ (m)} + \text{FASLAL} - 3,85$
$D > 7\,500$	$\text{FASLAL} + 29,15$

Tabla B-69. Límite vertical de alerta de 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)
$H \leq 200$	FASVAL
$200 < H \leq 1\ 340$	$0,02925H$ (ft) + FASVAL – 5,85
$H > 1\ 340$	FASVAL + 33,35

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 pseudólites 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 GBAS.* Los límites de la posición del error de efemérides vertical y lateral se definen de la manera siguiente:

$$VEB = \max_j \{VEB_j\} + D_V$$

$$LEB = \max_j \{LEB_j\} + D_L$$

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:

$$VEB_j = |s_{vert_j}| X_{air} P_{ej} + K_{md_{e.j}} \sqrt{\sum_{i=1}^N (s_{vert_i}^2 \times \sigma_i^2)}$$

$$LEB_j = |s_{lat_j}| X_{air} P_{ej} + K_{md_{e.j}} \sqrt{\sum_{i=1}^N (s_{lat_i}^2 \times \sigma_i^2)}$$

siendo:

D_V	=	parámetro a bordo dependiendo del GAST activo (3.6.5.5.1.1.1)
D_L	=	parámetro 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 : $P_{ej} = P$ 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 GAST A-C asociado a la constelación de satélites 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: $K_{md_e,j} = K_{md_e_D, GPS}$ o $K_{md_e_D, GLONASS}$ 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:

$$HEB = \max_j \{HEB_j\}$$

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:

$$HEB_j = |Shorz_j| X_{air} P_j + K_{md_e_POS}^{d_{mayor}}$$

siendo:

$Shorz_j^2$	=	$S_{xj}^2 + S_{yj}^2$
$S_{x,j}$		se define en 3.6.5.5.2.1
$S_{y,j}$		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 telemétrica 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 correspondientes 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 inosferico*

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

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

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

Contenido de datos	Bits utilizados	Gama de valores	Resolución
Cuenta Z modificada	14	0 – 1199,9 s	
Bandera de mensaje adicional	2	0 – 3	
Número de mediciones	5	0 – 18	
Tipo de medición	3	0 – 7	
Parámetro de descorrelación de efemérides D (P_D) (Notas 1, 3) Para N bloques de medición	8	0 – $1,275 \times 10^{-3}$ m/m	5×10^{-6} m/m
ID de fuente telemétrica	8	1 – 255	1
Corrección de pseudodistancia (PRC_{30})	16	$\pm 327,67$ m	0,01m
Corrección de cambio distancia (RRC_{30})	16	$\pm 327,767$ m	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 ($\sigma_{pr_gnd_30s}$) (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 transmitida.

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	$\pm 180^\circ$	0,25°
Reservado y puesto a cero (00000)	5	—	—
$\sigma_{vert_iono_gradiente}$	8	0 a $25,5 \times 10^{-6}$ m/m	$0,1 \times 10^{-4}$ 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	$\pm 90,0^\circ$	0,0005 arcseg
Longitud	32	$\pm 180,0^\circ$	0,0005 arcseg
Altura del punto de referencia GBAS	24	$\pm 83\ 886,07$ 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 ($D_{m\acute{a}x}$)	8	2 a 510 km	2 km

Kmd_e_POS,GPS	8	0 a 12,75	0,05
Kmd_e,GPS	8	0 a 12,75	0,05
Kmd_e_POS,GLONASS	8	0 a 12,75	0,05
Kmd_e,GLONASS	8	0 a 12,75	0,05
Bloque de datos adicionales (se repite para todos los proporcionados)			
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 (APD) está codificado como 0}		0 a 50,8 m	0,2 m
(2) cuando el designador de actuación de aproximación asociado (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 datos FAS 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 afectada (N)	8	0 a 31	1
Para N fuentes afectadas			
ID de fuentes telemétrica	8	1 a 255	1
Sentido de la disponibilidad de la fuente	1	—	—
Duración de disponibilidad de la fuente	7	0 a 1 2770 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	—

Numero 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 pseudodistancia corregida para satélites GPS y GLONASS será:

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

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
- $a_0, a_1, a_2, \text{ y } \Theta_0$ = 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

Nota 2.- En la contribución del subsistema de tierra al error de pseudodistancia 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_n (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_n (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 pseudodistancia 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. 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 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 monitorización de las señales de satélite requerido en 3.6.7.3.3

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 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 la 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 GAS, 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 procesado 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 periodo más largo que el tiempo hasta alerta máxima 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 de 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.

3.6.7.1.2.1.3 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 las 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 un solo uno, en cualquiera 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 servicio de aproximación GBAS

3.6.7.1.2.1.2.1 Tiempo hasta alerta máximo para servicios de aproximación

3.6.7.1.2.1.2.1.1 Para un segmento de tierra clasificado como FAST A, B, C o D, 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 pseudodistancias fuera de los límites de tolerancias y de la alerta al receptor de a bordo.

3.6.7.1.2.1.2.1.2 Para un segmento de tierra clasificado como FAST A, 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 subsistema de tierra

3.6.7.1.2.1.3.1 Para 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.

3.6.7.1.2.1.3.2 4 Para 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 la RAB 69, Parte 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 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 monitorización de las señales de satélite requerido en 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.

3.6.7.1.2.1.1 *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 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 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 D_L puestos a cero; y*
- b) *condiciones de medición con falla definidas en 3.6.5.5.1.2 con D_V 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 e limitación adicionales para subsistemas de tierra FAST D, σ_{vert} (utilizado en el cálculo de nivel de protección VPL_{H0}) y σ_{lat} (utilizado en el cálculo de 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 abordaje 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:

$$\int_y^{\infty} f_n(x) dx \leq Q\left(\frac{y}{\sigma}\right) \text{ para cualquier } \frac{y}{\sigma} \geq 0 \text{ y}$$

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

siendo:

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

$$Q_x = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_x^{\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} dt$$

$\sigma_{\text{ver}, H1}$ (utilizado en el cálculo del nivel de protección VPL_{H1}) y $\sigma_{\text{lat}, H1}$ (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 limitarían 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 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 los servicios de aproximación.* La continuidad de servicio del subsistema de tierra GBAS será superior o igual a $1 - 8,0 \times 10^{-6}$ 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 la Subparte 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 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 Requisitos de radiodifusión de datos

3.6.7.2.1.1.1 Los subsistemas de tierra GBAS radiodifundirán los tipos de mensajes que se definen en la Tabla B-75^a conforme a los tipos de servicio apoyados por el subsistema de tierra.

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 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 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 5° 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 del volumen de servicio mensajes que satisfagan los requisitos de intensidad de campo de la Subparte 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 GASTA 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 II.

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 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

3.6.7.2.1.3.1 *Todos los subsistemas de tierra GBAS deberían apoyar la autenticación de la VDB (sección 3.6.7.4)* 3.6.7.2.2 Correcciones de seudodistancia

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 *El parámetro de descorrelación de efemérides y la CRC de efemérides para cada fuente telemétrica de la constelación principal de satélites deben 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 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 pseudodistancia 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 pseudodistancia 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 pseudodistancia 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 pseudodistancia 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 σ_{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 *Deben monitorizar las mediciones del receptor de referencia. No debe utilizarse mediciones erróneas o receptores de referencia con falla para calcular las correcciones de pseudodistancia.*

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 pseudodistancia.

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

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 pseudodistancia 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;
- 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 *Los mensajes enlazados deberían utilizarse únicamente cuando haya que transmitir más correcciones de pseudodistancia 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 *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, 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 *Exactitud del levantamiento del punto de referencia GBAS.* El error de levantamiento del punto de referencia GBAS, relativo a WGS-84, debe 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 *Todos los subsistemas de tierra deben 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 ($D_{\text{máx}}$) 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 $D_{\text{máx}}$. 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 *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 serán inferior a 0,25 metros, en sentido vertical y a 0,40 metros en sentido horizontal.

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

3.6.7.2.4.3 *El GBAS debe 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 longitud 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 los subsistemas de tierra FASTA, B o C y pueden ser requeridos para posibles operaciones del futuro.

3.6.7.2.6 *Requisitos funcionales generales relativos a aumentación*

3.6.7.2.6.1 *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 *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 *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 5° 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 MONITORIZACIÓN

3.6.7.3.1 Monitorización de RF

3.6.7.3.1.1 *Monitorización de radiodifusión de datos VHF.* Se 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 *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 monitoriza solamente para equipo GBAS/E.

3.6.7.3.2 Supervisión de datos

3.6.7.3.2.1 *Dispositivo monitor de calidad de radiodifusión.* En la monitorización del subsistema de tierra se satisfarán los requisitos de tiempo hasta alerta indicados en 3.6.7.1.2.1. La medida de 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 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 cr,,d a la configuración de bits "1 1 1 1 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 pseudodistancia. 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, 1E11, en la pseudodistancia 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 pseudodistancia 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 GAECD 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 opLand_D (sección 3.6.4.11.4)

Nota 3.— La probabilidad aceptable de región de detección frustrada se define con respecto al error de pseudodistancia corregido diferencialmente. El error de pseudodistancia corregido diferencialmente, $|E_r|$, 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 pseudodistancia 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 $|E_r|$ 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 pseudodistancia (metros)
$P_{md_limit} \leq 1$	$0 \leq E_r < 0,75$
$P_{md_limit} \leq 10^{(-2,56 \times E_r + 1,92)}$	$0,75 \leq E_r < 2,7$
$P_{md_limit} \leq 10^{-5}$	$2,7 \leq E_r < \infty$

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, $|E_r|$, superior a 1,6 m en la pseudodistancia 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 1×10^{-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:

- deformación de la señal (Nota 1);
- divergencia entre código y portadora;
- aceleración de pseudodistancia excesiva, como en el caso de un escalón u otro cambio rápido; y
- 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.

- 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 (IER) en la pseudodistancia 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^{-6} 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 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, 11). El grupo de intervalos aprobados MT 2 para SSID = 7 incluye solamente el intervalo (H).

3.6.7.4.1.3 *Nivel de ocupación del intervalo asignado.* El subsistema de tierra transmitirá mensajes de forma que el

3.6.7.4.1.4 89% o más de cada intervalo asignado se encuentre ocupado. De ser necesario, 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 por medio de mensajes de tipo 4 tendrá la primera letra que se seleccione para indicar el SSID de la estación terrestre 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 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 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:

$$\text{RMS}_{\text{pr_air}}(\Theta_n) \leq a_0 + a_1 \times e^{-(\Theta_n/\Theta_0)}$$

siendo:

n	=	enésima fuente telemétrica;
Θ_n	=	ángulo de elevación para la enésima fuente telemétrica; y
a_0, a_1 y 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.

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 *Régimen de fallas de mensaje en la radiodifusión de datos VHF.* El receptor de radiodifusión de datos VHF tendrá un régimen de fallas de mensaje inferior o igual a un mensaje fallado por cada 1 000 mensajes de datos de aplicación de longitud completa (222 bytes), 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 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.- La antena receptora 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 en las antenas receptoras de polarización horizontal 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.

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

<i>B</i>	≥ 5	<i>0.105</i>	<i>0.25</i>	<i>5.5</i>
----------	----------	--------------	-------------	------------

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 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) otros tipos de mensaje con la misma SSID, y b) mensajes con SSID distinta.

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:

- 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
- la asignada a intervalos de tiempo distintos y 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:

- 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
- 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:

- 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
- 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.

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:

$$2N_1 + N_2 + 3 [23 - S_{m\acute{a}x}] \leq 0$$

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

$$2N_1 + N_2 + 3 \left(23 - S_{m\acute{a}x} - 20 \log \frac{\Delta f}{0,4} \right) \leq 0$$

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.

$S_{m\acute{a}x}$ 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”.

Tabla B-79. Niveles máximos de señales no deseadas

Frecuencia	Nivel máximo de señales no deseadas Frecuencia a la entrada del receptor (dB por encima de $S_{m\acute{a}x}$)
50 kHz hasta 88 MHz	-12
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
118,025 MHz	-40
118,050 MHz hasta 1 660,5 MHz	-12

Frecuencia	Nivel máximo de señales no deseadas Frecuencia a la entrada del receptor (dB por encima de $S_{m\acute{a}x}$)
50 kHz hasta 88 MHz	-12
88 MHz - 107,900 MHz	(véase 3.6.8.2.2.8.2)
108,000 MHz - 117,975 MHz	Excluido
118,000 MHz	-43
118,025 MHz	-40
118,050 MHz hasta 1 660,5 MHz	-12

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 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 extremo 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. $S_{m\acute{a}x}$ 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 Frecuencia a la entrada del receptor (dB por encima de $S_{m\acute{a}x}$)
$88 \text{ MHz} \leq f \leq 102 \text{ MHz}$	-16
104 MHz	-11
106 MHz	6
107,9 MHz	-9

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. $S_{m\acute{a}x}$ 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 Frecuencia a la entrada del receptor (dB por encima de $S_{m\acute{a}x}$)
$88 \text{ MHz} \leq f \leq 102 \text{ MHz}$	-16
104 MHz	-11
106 MHz	6
107,9 MHz	1

Notas.-

1. La relación entre puntos únicos adyacentes designados mediante las frecuencias mencionadas es lineal.
2. $S_{m\acute{a}x}$ 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:

$$2N_1 + N_2 + 3 [23 - S_{m\acute{a}x}] \leq 0$$

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

$$2N_1 + N_2 + 3 \left(23 - S_{m\acute{a}x} - 20 \log \frac{\Delta f}{0,4} \right) \leq 0$$

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.

$S_{m\acute{a}x}$ 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".

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

Clasificación de equipo de a bordo GBAS (GAEC)	Tipos mínimos de mensajes procesados
GAEC A	MT 1 ó 101, MT 2 (que incluyen bloques de datos adicionales ADB 1 y 2 si se proporcionan)
GAEC B	MT 1, MT 2 (que incluyen ADB 1 y 2 si se proporcionan), MT 4
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

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

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 definen 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 $D_{\text{máx}}$ el receptor sólo aplicará correcciones de pseudodistancia cuando la distancia al punto de referencia GBAS sea menor que la $D_{\text{máx}}$.

3.6.8.3.1.5 El receptor solamente aplicará correcciones de pseudodistancia del conjunto más recientemente recibido de correcciones para un determinado tipo de medición. Si el número de campos de medición en 404 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) más recientemente recibido 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 pseudodistancia*

3.6.8.3.1.6 Cuando el tipo de servicio activo es A, B, o C, el receptor excluirá de la solución de navegación diferencial todas las fuentes telemétricas respecto a las cuales $\sigma_{\text{pr_gnd}}$ 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 $\sigma_{\text{pr_gni D}}$ en el mensaje de tipo 11 o $\sigma_{\text{pr_gnd}}$ 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 servicios de aproximación.*

3.6.8.3.1.8.1 Durante las etapas finales de una aproximación, 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 receptor utilizará datos de mensaje procedentes de un subsistema de tierra GBAS para guía 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 aproximaciones que reciben apoyo del tipo de servicio de aproximación GBAS (GAST) A o B 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 aproximaciones que reciben apoyo del tipo de servicio de aproximación GBAS (GAST) A 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 σ_{receptor} tal que una distribución normal de media a cero y una desviación normal igual a σ_{receptor} limita la contribución del receptor al error de pseudodistancia corregido de la forma siguiente:

$$\int_y^{\infty} f(x) dx \leq Q\left(\frac{y}{\sigma}\right) \text{ para cualquier } \frac{y}{\sigma} \geq 0 \text{ y}$$

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

siendo:

$f(x)$ = función de densidad de probabilidad del error residual de pseudodistancia 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 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 todo tipo de servicio activo, el elemento de aeronave verificará que los niveles de protección vertical y lateral calculados son 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 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.

3.6.8.3.3.3 Límites de la posición del error de efemérides

3.6.8.3.3.1 *Límites de la posición del error de efemérides para servicios de aproximación 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 verificará que los límites vertical y lateral calculados de la posición del error de efemérides (VEB_j o LEB_j) no son mayores que los límites de la alerta vertical y la lateral correspondientes que se definen en 3.6.5.6.

3.6.8.3.3.2 *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 (HEB_j) 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 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 durante los últimos 3,5 segundos.

3.6.8.3.4.2 Para 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.

3.6.8.3.4.4 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.

3.6.8.3.4.5 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 pseudodistancia 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.

69.3.7 Resistencia a interferencia

3.7.1 Objetivos de actuación

Nota 1.-Para receptores GPS y GLONASS sin aumentación la resistencia a interferencias se mide respecto a los siguientes parámetros de actuación:

	GPS	GLONASS
<i>Error de seguimiento (1 sigma)</i>	<i>0,4 m</i>	<i>0,8 m</i>

Nota 2.-En este error de seguimiento no se incluyen las contribuciones debidas a la propagación de la señal como multitrayecto, ni los efectos troposféricos e ionosféricos ni tampoco los errores de efemérides y de reloj de satélite GPS y GLONASS.

**DJUNTO B. ESTRATEGIA PARA LA INTRODUCCIÓN
Y APLICACIÓN DE AYUDAS NO VISUALES
EN LA APROXIMACIÓN Y EL ATERRIZAJE**
(Véase la Subparte2, 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;
- d) mantener el interfuncionamiento a escala mundial;
- e) permitir flexibilidad regional en base a una planificación regional coordinada;
- f) apoyar los ciclos de planificación de la inversión en infraestructura; y
- g) ser objeto de revisiones periódicas; y
- 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 un riesgo limitado de que las operaciones ILS de Categorías II o III no puedan mantenerse en forma segura en determinados

- b) para los receptores ILS se han implantado las normas de inmunidad a la interferencia que figuran en la RAB 69, Parte I, Subparte 3, 3.1.4,
- c) en algunas regiones la expansión de los servicios ILS se ve limitada por la disponibilidad de canales (40 canales ILS/DME apareados);
- 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.

3.2 Consideraciones relativas al MLS

- a) El MLS de Categoría I y III se encuentra en servicio;
- b) se 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) 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;
- c) el GNSS con el sistema de aumentación basado en tierra (GBAS), para operaciones de aproximación de precisión de Categoría I ya se encuentra en servicio;
- d) se prevé que un GBAS- aceptado internacionalmente esté disponible para las operaciones de Categorías II y III; 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 atenderse oportunamente; y
- g) los problemas relacionados con el GNSS DFMC deben 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 en apoyo de las operaciones todo tiempo. La utilización de colimadores de pilotaje conjuntamente con sistemas de visión ampliada 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 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) los posibles beneficios operacionales derivados de la introducción de nuevos sistemas de aterrizaje podrían verse limitados por las restricciones del equipo de aeronave con sistemas mixtos;
- 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 con ABAS;
- 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 ;
- b) 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 aproximaciones de precisión cuando se requiera desde el punto de vista operacional y sea económicamente ventajoso,
- 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 la que utilizan guía vertical GNSS, para fortalecer la seguridad y el acceso;
- f) permitir que cada región desarrolle una estrategia de implantación para estos sistemas acorde con esta estrategia mundial.

localizador la interferencia es producida por la modulación cruzada debida a las señales emitidas por el localizador de la aproximación opuesta. Tratándose de operaciones a bajo nivel, dicha interferencia puede afectar gravemente a la aproximación o al aterrizaje y puede perjudicar la seguridad. En la Subparte 3, 3.1.2.7, 3.1.2.7.1 y 3.1.2.7.2 se especifican las condiciones en que puede permitirse la radiación de los localizadores que no se utilicen para las operaciones.

2.1.9 Interferencia en el ILS de trayectos múltiples

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 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 conexas 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 en la cual se controla el 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.-. En algunos Estados se utiliza la expresión “área crítica” para describir 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.— Suprimanse 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 rodaje 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 $\pm 5\mu A$ para la estructura del curso del localizador se respetaría con $\pm 3\mu A$ de perturbación debida a objetos estáticos y un margen de $\pm 411A$ para los objetos dinámicos:

$$\sqrt{(3\mu A)^2 + (4\mu A)^2} = 5\mu A$$

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 Arcas" 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 $3,0^\circ$, 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.

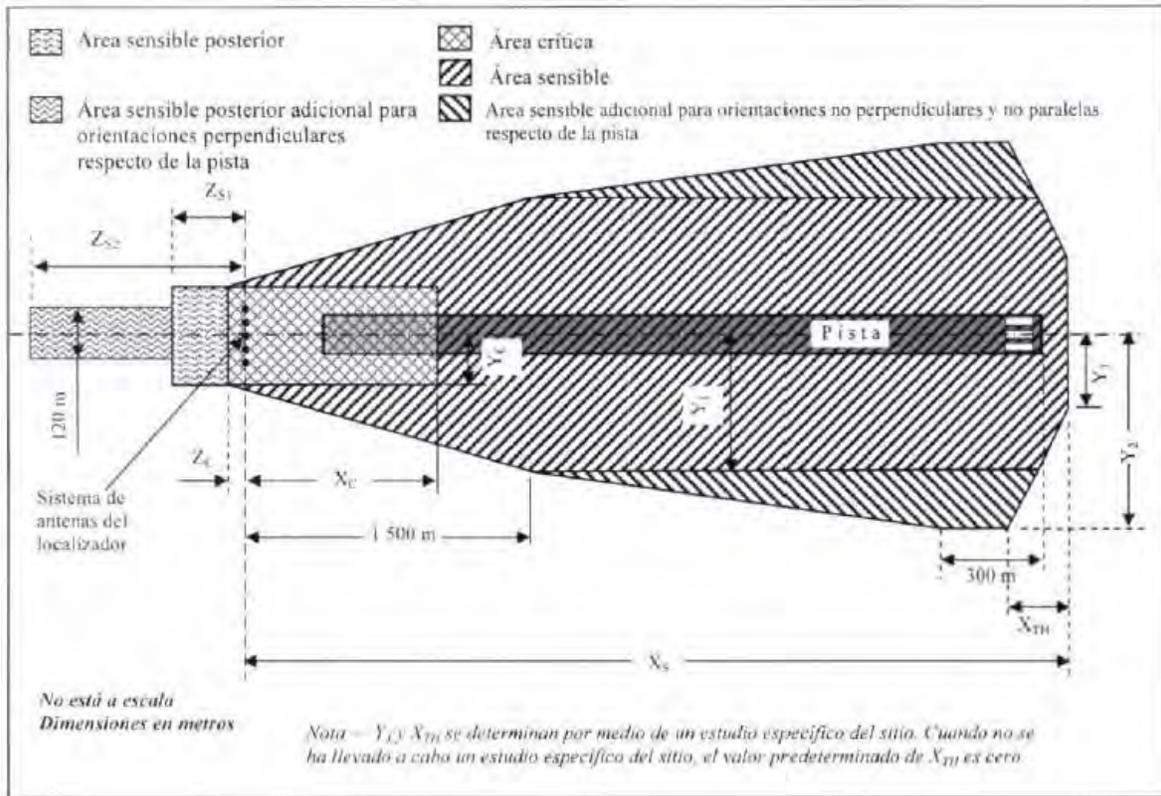


Figura C-3. Ejemplo de dimensiones de las áreas críticas y sensibles del localizador (los valores figuran a continuación en la Tabla C-1 conexas)

Tabla C-I. 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 < U ≤ 20 m Aeronave grande		20 m < H ≤ 25 m Aeronave muy grande	
	Pequeño	Mediano	Grande	Pequeño	Mediana	Grande	Mediana	Grande	Mediana	Grande
Apertura de antena (véase la Nota 3)										
Área crítica CAT I Xc	180 m	65 m	45 m	360 m	200 m	150 m	500 m	410 m	660 m	580 m
Zc	10 m	10 m	10 m	35 m	35 m	50 m	50 m	50	60 m	60 m
(Véase la Nota 10) Yc	50 m	20 m	20 m	110 m	25 m	50 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					35 m	60 m
(Véase la Nota 7) Zs	15 m			35 m					35 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 < U ≤ 20 m Aeronave grande		20 m < H ≤ 25 m Aeronave muy grande			
	Mediano	Grande	Mediana	Grande	Mediana	Grande	Mediana	Grande		
Apertura de antena (véase la Nota 3)										
Área crítica CAT II	75 m	55 m	200 m	200 m	500 m	475 m	750 m	675 m		
Xc										
Zc	10 m	10 m	35 m	35 m	50 m	50 m	60 m	60 m		
(Véase la Nota 10) Yc	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	Distanci del localizador al umbral	Distancia del localizador
Y ₁	15 m			50 m			125 m x K	60 m x K	180 m x K	100 m x K
Y ₂	15 m			50 m			125 m x K	60 m x K	180 m x K	125 m x K
Z _{S1}	15 m			15 m			35 m	35 m	60 m	60 m
(Véase la Nota 7) Zs	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 < U ≤ 20 m Aeronave grande		20 m < H ≤ 25 m Aeronave muy grande	
	Mediano	Grande	Mediana	Grande	Mediana	Grande	Mediana	Grande
Apertura de antena (véase Nota 3)								
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 100m	Distancia del localizador al umbral	Distancia del localizador al umbral
Y_1	15 m		50 m		140 m x K	120 m x K	180 m x K	150 m x K
Y_2	15 m		50 m		160 m x K	120 m x K	260 m x K	180 m x K
Z_{s1}	15 m	15 m	35 m	35 m	60 m	60 m	70 m	70 m
(Véase la Nota 7) Z_s	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 como 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 13 elementos. Apertura grande: 16 elementos o más. Las simulaciones se realizaron utilizando un sistema de 12 elementos, instalados normalmente para casos de apertura media y menos 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 de localizador que tienen una altura muy baja, se necesitará un área crítica adicional en virtud de la mayor atenuación de la señal directa a bajas ángulos verticales.
5. Con un estudio específico para un aeropuerto en particular, que considere orientaciones realistas, e entorno de mutitrayectos estáticos. La topografía del aeropuerto y el tipo de antenas ILS, pueden definirse diferentes áreas críticas.
6.
$$K = \sqrt{\frac{\text{Distancia del localizador al umbral}}{3330 \text{ m}}}$$
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 a o la espera de una sola aeronave paralela da 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, Y_c , debería exceder lateralmente (a ambos lados) la dimensión física real del sistema de antenas del localizador n por lo menos 1 sistema de antenas del localizador en por lo menos 10 m en su posición entre el sisea de antenas del localizador y el extremo de parada de la pista.

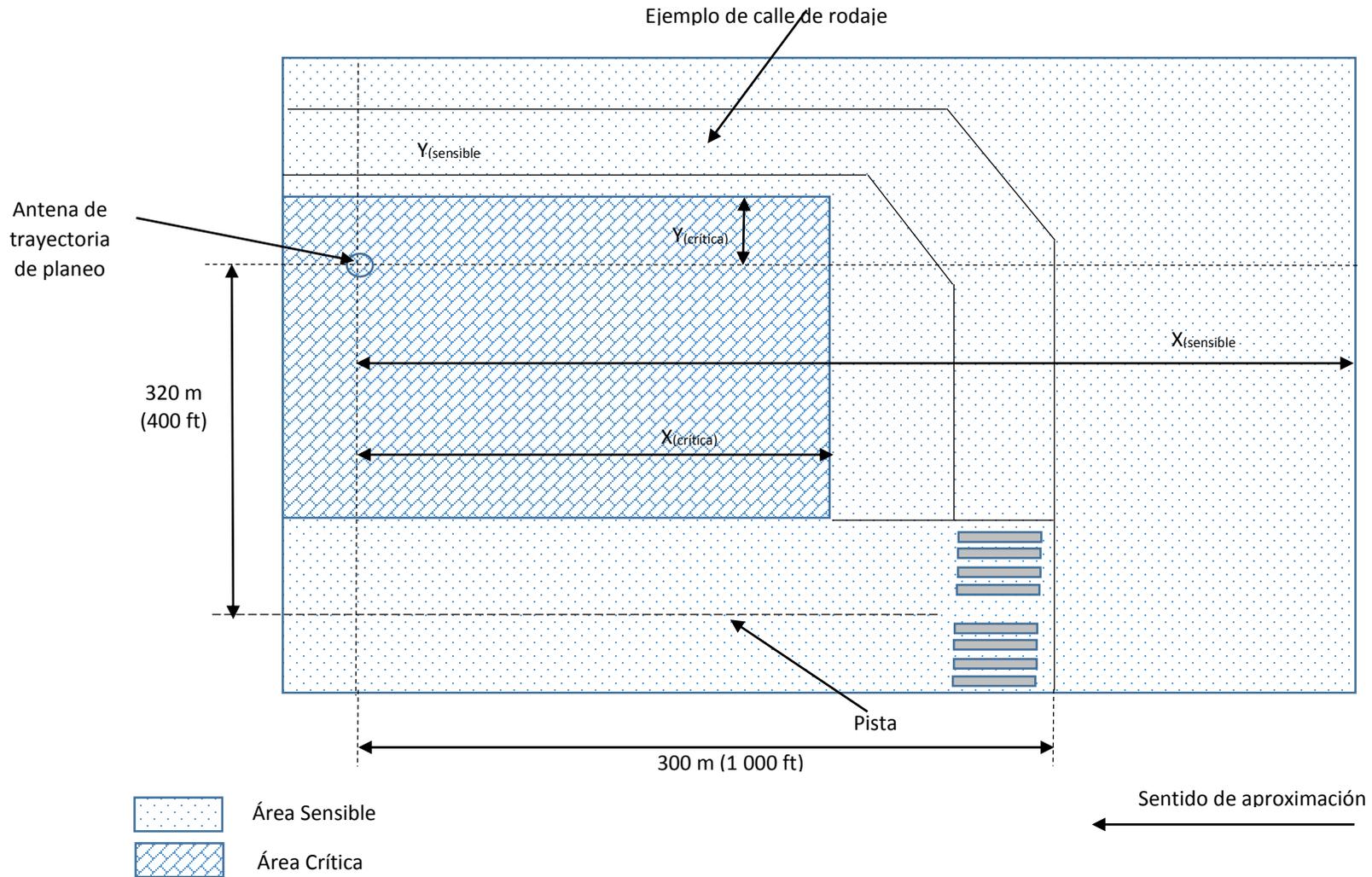


Figura C-4 Ejemplo de dimensiones de las áreas críticas y sensibles de la trayectoria de planeo (los valores figuran a continuación en la Tabla C-2ª conexas)

Tabla C-2A Ejemplo de dimensiones de las áreas críticas y sensibles de la trayectoria de planeo para orientaciones paralelas y perpendiculares

<i>Altura de la aeronave/vehículo</i>	Vehículo terrestre H < 6 m		Aeronave mediana 6 m < H < 14 m		Aeronave grande 14 m < H < 20 m		Aeronave muy grande 20 m < H < 25 m		
<i>Tipo de trayectoria de planeo</i>	Arreglo M	Referencia cero	Arreglo M	Referencia cero	Arreglo M	Referencia cero	Arreglo M	Referencia cero	
<i>Área crítica CAT I</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
<i>Área sensible CAT I</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	22m	16 m	15 m	15 m
<i>Área crítica CAT II/III</i>	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
<i>Área sensible CAT II/III</i>	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 orientaciones paralelas y perpendiculares

<i>Altura de la aeronave/vehículo</i>	Vehículo terrestre H < 6 m		Aeronave mediana 6 m < H < 14 m		Aeronave grande 14 m < H < 20 m		Aeronave muy grande 20 m < H < 25 m		
	<i>Tipo de trayectoria de planeo</i>	Arreglo M	Referencia cero	Arreglo M	Referencia cero	Arreglo M	Referencia cero	Arreglo M	Referencia cero
<i>Área crítica CAT I</i>	X	298 m	191 m	297 m	829 m	444 m	1 167 m	591 m	1 360 m
	Y	24 m	29 m	39 m	39 m	35 m	55 m	34 m	55 m
<i>Área sensible CAT I</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
<i>Área crítica CAT II/III</i>	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
<i>Área sensible CAT II/III</i>	X	298 m	445 m	297 m	829 m	528 m	817 m	610 m	1 010 m
	Y	24m	24 m	39 m	39 m	25 m	25 m	24 m	24 m

7.2.3 DME-DME RNAV

7.2.3.1 El DME se usa cada vez más para apoyar operaciones de navegación de área (RNAV). Aunque el uso del DEM para apoyar dichas operaciones no impone ningún requisito adicional en el sistema DME, si plantea algunas cuestiones adicionales, en comparación con el uso tradicional del DME con el VOR para dar apoyo a operaciones convencionales. Dichas cuestiones se analizan en forma sucinta a continuación.

7.2.3.2 El posicionamiento DME/DME se basa en la posición de triangulación del sistema RNAV de la aeronave a partir de los alcances de varios DME desde los emplazamientos de las instalaciones DME que se registran en la base de datos de la aeronave. La precisión resultante de la solución de posición depende del alcance de los DME y de su geometría relativa. Por consiguiente, se necesitan algunas mediciones adicionales para garantizar que la infraestructura DME y de su geometría relativa. Por consiguiente, se necesitan algunas mediciones adicionales DME y que sus emplazamientos proporcionen la geometría adecuada que satisfaga los requisitos de precisión. Para procedimientos de aproximación y salida también es necesario confirmar que la intensidad de la señal sea adecuada y que no haya bloqueos o desbloqueos falsos debido a múltiples trayectos. Al asegurarse de que se cuente con DME suficientes, también es importante identificar cualquier DME crítico (es decir, los DME que deben funcionar para que se garantice la actuación necesaria).

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 (100ft).

Nota.- En los PANS-AIM (Doc 10066), Apéndice 1, figuran las especificaciones relativas a la calidad de los datos y publicación de la información sobre emplazamiento del DME.

7.2.3.4 Al usar el DME para RNAV, los receptores de aeronave del DME de barrido no verifican, por lo común, la identificación del DME. Por lo tanto, eliminar la identificación de un DME durante operaciones de prueba y mantenimiento no garantiza que las señales no se usaran para fines operacionales. Deben reducirse al mínimo las medidas de mantenimiento que puedan proporcionar información falsa.

Nota 1 En el Doc 8071 se proporciona orientación adicional sobre la inspección de vuelo de los procedimientos DME-DME RNAV.

Nota En el documento de EUROCONTROL-GUID-0114 (disponible en http://www.eurocontrol.int/eatm/public/standard_page/gr_lib.html) y en la página correspondiente a la PBN del sitio web de la OACI <http://www.icao.int/pbn> figura orientación adicional sobre la evaluación de la infraestructura de navegación para apoyar los procedimientos RNAV.

7.2 Texto de orientación relativo únicamente al DME/P

7.3.1 Descripción del sistema DME/P

7.3.1.1 El DME/P es un elemento integrante del sistema de aterrizaje por microondas que se describe en la Subparte 3, 3.11. El formato de señal del DME/P define dos modos de funcionamiento inicial (IA) y aproximación final (FA).

El modo IA es compatible y puede ser puesto en interfuncionamiento con el DME/N y esta diseñado para proporcionar precisiones mejoradas durante las etapas iniciales de aproximacion y aterrizaje.

ADJUNTO D. INFORMACIÓN Y TEXTOS DE ORIENTACIÓN PARA LA APLICACIÓN DE LAS NORMAS Y MÉTODOS RECOMENDADOS DEL GNSS

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 1. Además, se aplican requisitos de exactitud de pseudodistancia específicos que se utilizan para evaluar si la actuación es adecuada durante la certificación de aeronaves. Los requisitos adicionales de exactitud de pseudodistancia 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.

3.2.8 El error de posición del SPS del GPS (Subparte 3, 3.7.3.1.1.1) solamente incluye la contribución a los errores de posición (errores del reloj de satélite y de efemérides) en el segmento espacial y de control; no se incluyen las contribuciones de los errores del modelo de retardo ionosférico y troposférico, ni aquéllas de los errores debidos a efectos de multitrajectos, ni las de los errores de ruido de medición del receptor (Adjunto D, 4.1.2). Estos errores se analizan en las normas del receptor. El error de determinación de la posición del usuario a la salida del equipo con capacidad ABAS depende principalmente del receptor GNSS utilizado.

3.2.8.1 Para los receptores GNSS básicos, las normas para calificar al receptor exigen demostrar que la exactitud en la determinación de la posición del usuario en presencia de interferencia y un modelo de disponibilidad selectiva (SA) es inferior a 100 m (95% del tiempo) en sentido horizontal e inferior a 156 m (95% del tiempo) en sentido vertical. Las normas sobre receptores no requieren que el receptor GNSS básico aplique la corrección ionosférica descrita en el Apéndice B, 3.1.2.4.

Nota.- La expresión "receptor GNSS básico" designa el equipo de aviónica GNSS que satisface como mínimo los requisitos para receptores GPS descritos en la RAB 69, Parte I y las especificaciones de RTCA/DO-208, enmendadas por TSO-C129A de la Administración Federal de Aviación (FAA) de los Estados Unidos, o de EUROCAE ED-72A (o equivalentes).

3.2.8.2 Después de que cesara la disponibilidad SA, se ha estimado prudentemente que la exactitud de determinación de la posición de un usuario representativo del GPS es la indicada en la Tabla D-0. En los números proporcionados se supone que los dos satélites en peores condiciones de una constelación nominal de satélites GPS de 24 están fuera de servicio. Además, se supone un error del modelo de retardo ionosférico de 7 m (1σ), un error de retardo troposférico residual de 0,25 m (1σ), y un error de ruido del receptor de 0,80 m (1σ). Después de cesar la disponibilidad SA (Adjunto D, 1.) el error predominante de pseudodistancia para usuarios del servicio normal de determinación de la posición GPS es el error ionosférico que continúa después de aplicarse las correcciones ionosféricas. Este error es extremadamente variable y depende de condiciones tales como la latitud

geomagnética del usuario, el nivel de actividad solar (es decir, el punto del ciclo solar que se aplique), el nivel de actividad ionosférica (es decir, si hay una tormenta magnética o no), el ángulo de elevación de la medición de pseudodistancia, la estación del año y la hora del día. La hipótesis de error del modelo de retardo ionosférico a la que se atiende en la Tabla D-0 es en general prudente, aunque pueden ocurrir condiciones en virtud de las cuales sería inadecuado el error supuesto de 7 m (1σ) durante el período de máxima actividad solar.

Tabla D- Exactitud de determinación de la posición del usuario del GPS

	Exactitud de determinación de la posición del usuario del GPS el 95% de tiempo, promedio mundial
Error de posición horizontal	33 m (108 ft)
Error de posición vertical	73 m (240 ft)

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 la Subparte3, 3.5, para SBAS y en la Subparte3, 3.6, para GBAS.

Nota 1.- La expresión "receptor SBAS" designa el equipo de aviónica GNSS que satisface como mínimo los requisitos para un receptor SBAS descritos en la RAB 69, Parte I y las especificaciones de RTCA/DO-229C, enmendadas por TSO-C145A/TSO-C146A de la FAA de los Estados Unidos (o equivalentes).

Nota 2.- La expresión "receptor GBAS" designa el equipo de aviónica GNSS que satisface como mínimo los requisitos para un receptor GBAS descritos en la RAB 69, Parte I y las especificaciones de, los documentos de RTCA que abarcan los tipos de actuación aplicables, enmendadas por las TSO de la FAA de los Estados Unidos (o equivalentes).

3.3 Integridad

3.3.1 La integridad es una medición de la confianza que puede tenerse en que la información proporcionada por el sistema total es correcta. En la integridad se incluye la capacidad del sistema de proporcionar avisos oportunos y válidos al usuario (alerta) cuando el sistema no deba ser utilizado para la operación prevista (o para la fase del vuelo).

3.3.2 Para asegurar que el error de posición es aceptable, se define un límite de alerta que representa el error máximo de posición que permite una operación segura. El error de posición no puede exceder de este límite de alerta sin ser anunciado. Esto es análogo al ILS en cuanto que el sistema puede degradarse de forma que el error sea superior a percentil 95 pero dentro del límite de dispositivo monitor.

3.3.3 El requisito de integridad para el sistema de navegación de una sola aeronave en apoyo de operaciones en ruta, de terminal, aproximación inicial, aproximación que no es de precisión y salida se supone ser de $1 - 1 \times 10^{-5}$ por hora.

3.3.4 Para sistemas de navegación por satélite, la señal en el espacio en el entorno en ruta presta servicio simultáneamente a un número elevado de aeronaves en una amplia área, y el impacto de un fallo de la integridad del sistema en el sistema de gestión de tránsito aéreo será superior al de las ayudas tradicionales para la navegación. Por consiguiente, los requisitos de actuación en la Subparte 3, Tabla 3.7.2.4-1, son más exigentes.

3.3.5 Para operaciones de aproximación APV y de precisión, se seleccionaron los requisitos de integridad para la señal en el espacio del GNSS según lo indicado en los requisitos de la Subparte3, Tabla 3.7.2.4-1, que están en armonía con los requisitos ILS.

- a) la exactitud sin fallas es equivalente a la del ILS. Esto incluye un error del sistema de navegación (NSE) vertical de 95% inferior a 4 m (13 ft) y un NSE vertical del sistema sin fallas superior a 10 m (33 ft) con una probabilidad de menos de 10^{-7} para cada emplazamiento en que ha de aprobarse la operación. Esta evaluación se lleva a cabo en todas las condiciones ambientales y operacionales en las cuales el servicio se declara disponible;
- b) en condiciones con falla del sistema, el diseño del sistema es tal que la probabilidad de un error superior a 15 m (50 ft) es menor que 10^{-5} , de modo que la probabilidad de que se produzca un suceso es remota. Las condiciones de falla que deben tenerse en cuenta son las que afectan a las constelaciones principales o a la aumentación GNSS que se está considerando.

Esta probabilidad debe entenderse como la combinación de la probabilidad de que ocurra una falla determinada con la probabilidad de detección de los monitores pertinentes. Típicamente, la probabilidad de que ocurra una sola falla es lo suficientemente importante como para que se requiera un monitor para cumplir esta condición.

3.3.10 Para el GBAS, se ha elaborado una disposición técnica para difundir el límite de alerta a la aeronave. 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.

3.3.11 Los requisitos de integridad de la aproximación se aplican a cualquier aterrizaje y necesitan un diseño contra fallas. Si se sabe que el riesgo específico en una aproximación dada excede el especificado en este requisito, la operación no debe realizarse.

Uno de los objetivos del proceso de diseño es identificar riesgos específicos que puedan dar origen a información errónea y reducir esos riesgos mediante redundancia o vigilancia para lograr un diseño contra fallas. Por ejemplo, el sistema terrestre puede requerir procesadores de corrección redundantes y ser capaz de apagarse automáticamente si no está disponible dicha redundancia debido a una falla en el procesador.

3.3.12 Un aspecto único del GNSS es que su eficiencia varía con el tiempo a causa de cambios en la geometría del satélite principal. Para tener en cuenta esta variación, se incluyen ecuaciones de nivel de protección en los protocolos SBAS y GBAS, lo que proporciona un medio de inhibir el uso del sistema si es demasiado alto el riesgo específico que amenaza su integridad.

3.3.13 La eficiencia del GNSS también puede variar respecto del volumen de servicio a causa de la geometría de satélites visibles de la constelación principal. Las variaciones espaciales en la eficiencia del sistema pueden acentuarse aún más cuando el sistema terrestre opera en un modo degradado luego de una falla de los componentes del sistema, como estaciones de vigilancia o enlaces de comunicaciones. El riesgo debido a variaciones espaciales en la eficiencia del sistema también debe reflejarse en las ecuaciones de nivel de protección, es decir, con las correcciones de radiodifusión.

3.3.14 Las aumentaciones GNSS también están sujetas a diversos efectos atmosféricos, en particular debido a la ionosfera. Las variaciones espaciales y temporales en la ionosfera pueden producir errores de demora ionosférica a escalas local y regional que no pueden corregirse con las arquitecturas SBAS o GBAS debido a la definición de los protocolos de mensajes. Dichos sucesos son raros y su probabilidad varía de una región a otra, pero no se espera que sean despreciables. Los errores resultantes pueden ser de suficiente magnitud como para producir información errónea y deben reducirse en el diseño del sistema al tener en cuenta sus efectos en los parámetros de

radiodifusión (p. ej., $\sigma_{\text{iono_vert}}$ en el GBAS) y vigilando las condiciones excesivas en las que dichos parámetros no sean apropiados. Debe considerarse la probabilidad de que se produzcan esos sucesos al desarrollar cualquier monitor del sistema.

3.3.15 Otro efecto ambiental que debe 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 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.

3.4 Continuidad de servicio

3.4.1 La continuidad de servicio del sistema es la capacidad de que el sistema realice su función sin interrupciones no programadas durante la operación prevista.

3.4.2 *En ruta*

3.4.2.1 Para operaciones en ruta, la continuidad de servicio está relacionada con la capacidad del sistema de navegación de proporcionar datos de salida para la navegación con una precisión e integridad especificadas en toda la operación prevista, suponiéndose que se dispone del sistema al principio de la operación. La incidencia de alertas del sistema de navegación, ya sea debida a una actuación libre de fallas raras o de averías, constituye un fallo de la continuidad. Puesto que la duración de estas operaciones es variable, se especifica el requisito de continuidad como probabilidad por hora de vuelo.

3.4.2.2 El requisito de continuidad del sistema de navegación para una sola aeronave es de $1 - 1 \times 10^{-4}$ por hora. Sin embargo, para sistemas por satélite, la señal en el espacio puede prestar servicio a un número grande de aeronaves en un área extensa. Los requisitos de continuidad presentados en la Subparte3, Tabla 3.7.2.4-1, representan los requisitos de fiabilidad de la señal en el espacio GNSS, es decir, llevan, para los elementos del GNSS, a requisitos de tiempo medio entre interrupciones (MTBO).

3.4.2.3 En la Subparte3, Tabla 3.7.2.4-1, se presenta una serie de valores para el requisito de continuidad de la señal en el espacio relativo a las operaciones en ruta. El valor inferior es la continuidad mínima según la cual se considera que el sistema puede aplicarse en la práctica. Es adecuado para zonas de escasa densidad de tránsito y de escasa complejidad del espacio aéreo. En tales zonas, el impacto de una falla del sistema de navegación se limita a un número pequeño de aeronaves y, por consiguiente, no es necesario aumentar significativamente el requisito de continuidad más allá del correspondiente a una sola aeronave ($1 - 1 \times 10^{-4}$ por hora). El valor máximo presentado (o sea $1 - 1 \times 10^{-8}$ por hora) se adapta a zonas de elevada densidad de tránsito y de elevada complejidad del espacio aéreo, en las que una falla influirá en un número grande de aeronaves. Este valor es adecuado para sistemas de navegación en los cuales se tiene un grado elevado de fiabilidad en el sistema para la navegación y posiblemente para la vigilancia dependiente. El valor es suficientemente elevado para la situación basada en una escasa probabilidad de falla del sistema durante la vida útil del mismo. Se considera que los valores intermedios de continuidad (p.

6.1.2 La red de tierra SBAS mide la pseudodistancia entre la fuente telemétrica y un receptor SBAS en lugares conocidos y proporciona correcciones independientes para los errores de efemérides de la fuente telemétrica, los errores de reloj y los errores ionosféricos. El usuario aplica un modelo de retardo troposférico.

6.1.3 El error de efemérides de la fuente telemétrica y el error de reloj que se mueve lentamente son las bases primarias para la corrección a largo plazo. Se ajusta el reloj de la fuente telemétrica para la corrección a largo plazo y para el error troposférico, y ello constituye la base primaria para la corrección rápida. Se combinan los errores ionosféricos entre muchas fuentes telemétricas para formar los errores ionosféricos en sentido vertical en puntos predeterminados de la retícula ionosférica. Estos errores constituyen las bases primarias para las correcciones ionosféricas.

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 la Subparte 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 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) la navegación asistida por GPS aumentada por satélites en órbita geoestacionaria (GEO) (GAGAN) (India). 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. 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 conceder la aprobación a operaciones basadas en SBAS dentro de su espacio aéreo. En algunos casos, los Estados establecerán la infraestructura SBAS de tierra enlazada a un SBAS. 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 la Subparte 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.

6.2.5 Antes de conceder la aprobación a operaciones basadas en SBAS, el Estado debe determinar que se da un apoyo adecuado a las operaciones propuestas por uno o más SBAS. Esta determinación debe concentrarse en la posibilidad práctica de utilizar las señales del SBAS, teniendo en cuenta el emplazamiento relativo de la red de tierra para SBAS. Esto podría implicar colaborar con Estados u organizaciones responsables del funcionamiento del SBAS. Para un espacio aéreo situado a una distancia relativamente alejada de una red de tierra SBAS, sería reducido el número de satélites visibles para los cuales el SBAS proporciona el estado y las correcciones básicas. Puesto que los receptores SBAS tienen la capacidad de utilizar los datos desde dos SBAS simultáneamente, y de utilizar la detección autónoma de fallas y la exclusión de ser necesaria, es posible que la disponibilidad resulte todavía suficiente para la aprobación de operaciones.

6.2.6 Antes de publicar procedimientos basados en señales SBAS, se confía en que el Estado proporcione una supervisión del estado de los satélites y un sistema NOTAM. Para determinar el efecto de una falla de un elemento del sistema en el servicio, se utilizará un modelo matemático de volumen de servicio. El Estado puede obtener el modelo ya sea del SBAS o preparar su propio modelo. Utilizando los datos del estado actual y pronosticado de los elementos básicos del sistema y los lugares en los que el Estado ha aprobado las operaciones, en el modelo se identificaría el espacio aéreo y los aeropuertos en los que se prevé que haya interrupciones de servicio y pudiera ser utilizado para producir NOTAM. Los datos de la condición de los elementos del sistema (actuales y pronosticados) requeridos para el modelo podrían obtenerse mediante arreglos bilaterales con el proveedor del servicio SBAS o mediante una conexión de "radiodifusión" en tiempo real de los datos, si el proveedor del servicio SBAS opta por proporcionar de este modo los datos.

6.2.7 Los Estados o regiones que participen se coordinarán por mediación de la OACI para asegurar que el SBAS proporciona una cobertura mundial sin interrupciones, teniendo en cuenta que las aeronaves equipadas para utilizar la señal podrían sufrir restricciones operacionales en el caso de que un Estado o región no apruebe la utilización de una o más de las señales SBAS en su espacio aéreo. En tales casos el piloto tendría que excluir por completo la selección del GNSS puesto que el equipo de aeronave podría no permitir excluir la selección de todos los SBAS o de uno en particular.

6.2.8 Puesto que las coberturas del SBAS (proyección) de satélites GEO se superponen, surgirán asuntos de interfaz entre los SBAS. Como mínimo, los receptores SBAS de a bordo deben ser capaces de funcionar dentro de la cobertura de cualquier SBAS. Es posible que un proveedor de servicios SBAS supervise y envíe datos de integridad y de corrección para el satélite de órbita geostacionaria que pertenece a otro proveedor de SBAS. Esto mejora la disponibilidad añadiendo fuentes telemétricas. Esta mejora no exige ninguna interconexión entre los sistemas SBAS y deben proporcionarla todos los proveedores del servicio SBAS.

6.4.3 *Codificación convolucional SBAS*. En el documento RTCA/DO-229C, Apéndice A, puede consultarse información sobre la codificación y decodificación convolucional de los mensajes SBAS.

6.4.4 *Temporización de mensajes*. Los decodificadores convolucionales de los usuarios introducirán un retardo fijo que depende de sus respectivos algoritmos (habitualmente 5 longitudes de limitación o 35 bits), los cuales deben compensarse para determinar el SNT del SBAS de la señal recibida.

6.4.5 *Características de la señal del SBAS*. Las diferencias entre la fase relativa y las características del retardo de grupo de las señales del SBAS, en comparación con las del GPS, puede crear un error de sesgo del intervalo relativo de los algoritmos de rastreo del receptor. Se espera que el proveedor de servicios SBAS tenga en cuenta este error, puesto que afecta a los receptores con características de rastreo dentro de las restricciones de rastreo que figuran en el Adjunto D, 8.11. En el caso de los GEO para los cuales han sido publicadas en el RTCA/DO-229D, Apéndice T, las características del filtro de RF a bordo, es de esperar que los proveedores de servicios SBAS garanticen que los UDRE limiten los errores residuales, incluidos los errores de sesgo del intervalo máximo que se especifica en el RTCA/DO-229D. Para otros GEO, se espera que los proveedores de servicios SBAS trabajen con los fabricantes de equipo a fin de determinar, a través de un análisis, los errores de sesgo del intervalo máximo que puedan preverse en los receptores existentes al procesar estos GEO específicos. Este efecto puede reducirse al mínimo al garantizar que los GEO tengan una anchura de banda amplia y un retardo de grupo pequeño a través de la banda de paso.

6.4.6 *Códigos de ruido pseudoaleatorio (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.

6.5 Características de datos SBAS

6.5.1 *Mensajes SBAS*. Debido a la anchura de banda limitada, se codifican los datos SBAS en mensajes que están diseñados para minimizar el caudal requerido de datos. En el documento RTCA/DO-229D, Apéndice A, se proporcionan las especificaciones detalladas para mensajes SBAS.

6.5.2 *Intervalos de radiodifusión de datos*. En el Apéndice B, Tabla B-54 se especifican los intervalos máximos entre radiodifusiones. Estos intervalos son tales que un usuario que entre en el área de radiodifusión de servicio SBAS sea capaz de obtener datos de salida para una posición corregida junto con información de integridad proporcionada por el SBAS en un plazo razonable. Para las operaciones en ruta, de terminal y NPA, se recibirán todos los datos necesarios en un plazo de dos minutos, mientras que para operaciones de aproximación de precisión será necesario un máximo de cinco minutos. Los intervalos máximos entre radiodifusiones no justifican un nivel particular de actuación en cuanto a exactitud según lo definido en la Subparte 3, Tabla 3.7.2.4-1. Para garantizar determinada actuación de exactitud, cada proveedor del servicio adoptará un conjunto de intervalos de radiodifusión teniendo en cuenta los distintos parámetros tales como el tipo de constelaciones (p. ej., GPS con SA, GPS sin SA), o la actividad ionosférica.

6.5.3 *Tiempo hasta alerta*. En la Figura D-2 se proporcionan textos explicativos para la asignación del tiempo total hasta alerta definido en la Subparte 3, Tabla 3.7.2.4-1. Los requisitos de tiempo hasta alerta del Apéndice B, 3.5.7.3.1, 3.5.7.4.1 y 3.5.7.5.1 (que corresponden respectivamente a la condición de los satélites GNSS, a las funciones de corrección diferencial básica y a las de corrección diferencial precisa) comprenden las asignaciones de tierra y del espacio indicadas en la Figura D-2.

6.5.4 *Función troposférica*. Puesto que la refracción troposférica es un fenómeno local, todos los usuarios calcularán sus propias correcciones de retardo troposférico. Una estimación del retardo

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 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).

7.1.2 Los sistemas GBAS pueden proporcionar dos tipos de servicios: servicios de aproximación y el servicio de determinación de la posición GBAS. El servicio de aproximación suministra guía de desviación para FAS dentro del 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 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 1, APV II y de Categoría 1 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 1 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 II. 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 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 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) configuración que da apoyo a al GAST C solamente;
- b) configuración que da apoyo a GAST A, GAST B, GAST C, y además radiodifunde parámetros de límite de la posición del error de efemérides adicionales;
- c) configuración que presta apoyo a GAST C, 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 únicamente 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:

- G 1 - 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 O 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 $D_{\text{máx}}$ 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/GI/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.

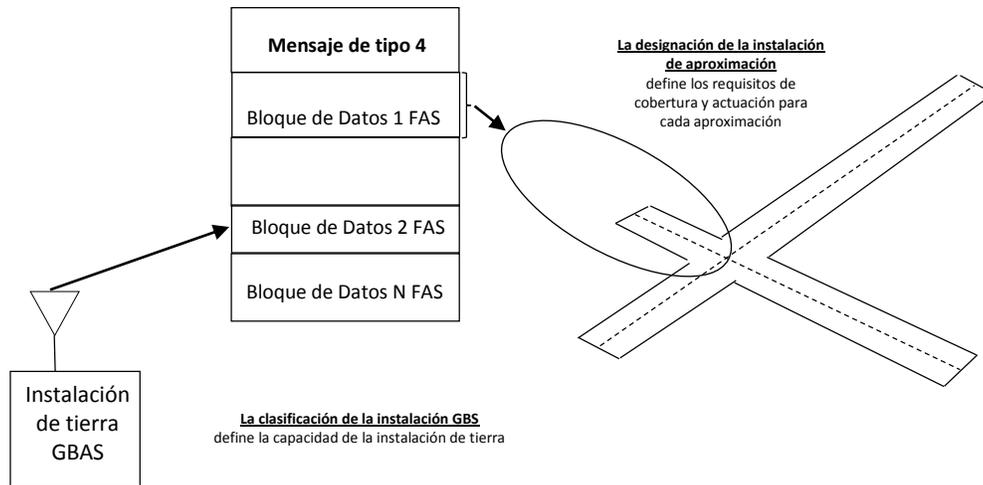


Figura D-XX. Relación entre la clasificación de la instalación GBAS y la designación de la instalación de aproximación

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 1 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/1D 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:

"KBF/GBFI/35789/S/C"

donde:

KBF – indica que la instalación GBAS apoya la aproximación en BFI (con el identificador KBF 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, 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.

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() 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 receptores GBAS que cumplen con los SARPS no estén en condiciones de decodificar correctamente los datos FAS para 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 el tipo de servicio activo fuera GAST C. Los ANSP deberían estar informados de este hecho y, para garantizar la seguridad de las operaciones deben 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 servicios, la intensidad mínima de campo y la potencia isotrópica radiada equivalente (PIRE) del GBAS posible, comprendido el servicio de determinación de la posición GBAS, si se proporciona. Los requisitos mínimos para el volumen de servicio e intensidad de campo se presentan en la Subparte 3, 3.7.3.5.3 y 3.7.3.5.4.4, respectivamente. La PIRE está determinada a partir de estos requisitos;
- b) el volumen de servicios y cobertura, la intensidad mínima de campo y la (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 la Subparte 3, 3.3, y el texto de orientación correspondiente, en el Adjunto C;

- c) la actuación de los receptores VDB, incluidos el rechazo 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;

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
$ f_{VOR} - f_{VDB} = 25 \text{ kHz}$	0
$ f_{VOR} - f_{VDB} = 50 \text{ kHz}$	- 34
$ f_{VOR} - f_{VDB} = 75 \text{ kHz}$	- 46
$ f_{VOR} - f_{VDB} = 100 \text{ kHz}$	- 65

- d) la actuación de los receptores VOR, incluidos el rechazo 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 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;
- 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.
- 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. 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.

7.2.1.2 Inmunidad FM

7.2.1.2.1 Una vez identificada una frecuencia posible en la que se satisfacen los criterios de separación del GBAS y del VOR, debe determinarse la compatibilidad con las transmisiones FM. Esto debe realizarse mediante la metodología aplicada a determinar la compatibilidad del FM con el VOR. Si la radiodifusión FM infringe este criterio, debe considerarse una posible frecuencia alternativa.

7.2.1.2.2 La desensibilización no se aplica a portadoras de FM por encima de 107,7 MHz ni a canales VDB a 108,050 MHz puesto que el componente de fuera de canal de tales emisiones de alto nivel de estaciones FM por encima de 107,7 MHz interferirá con las operaciones VDB GBAS a 108,025 y 108,050 MHz, por lo que se impedirán tales asignaciones, salvo respecto a asignaciones especiales en áreas geográficas en las que el número de estaciones de radiodifusión FM en servicio es reducido y no es probable que generen interferencias en el receptor VDB.

7.2.1.2.3 Los requisitos de inmunidad de intermodulación FM no se aplican a un canal VDB que funciona bajo 108,1 MHz; en consecuencia, se impedirán las asignaciones bajo 108,1 MHz salvo respecto a asignaciones especiales en áreas geográficas en las cuales el número de estaciones de radiodifusión FM en servicio es reducido y es improbable que generen productos de intermodulación en el receptor VDB.

7.2.1.3 Metodologías para separación geográfica

7.2.1.3.1 Las metodologías indicadas en lo que sigue pueden ser utilizadas para determinar la separación geográfica requerida de GBAS a GBAS y de GBAS a VOR. Éstas dependen del mantenimiento de la relación mínima entre señal deseada a indeseada. $[D/U]_{requerida}$, se define como la relación de señal destinada a proteger la señal deseada de interferencia cocanal o interferencia de canal adyacente procedente de una transmisión no deseada. Los valores de $[D/U]_{requerida}$ requeridos para la protección de un receptor GBAS contra las señales indeseadas GBAS o VOR se definen en el Apéndice B, 3.6.8.2.2.5 y 3.6.8.2.2.6. Los valores $[D/U]_{requerida}$ destinados a proteger un receptor VOR de las transmisiones VDB GBAS, como se indican en la Tabla D-2, no se definen en los SARPS y representan los valores asumidos basándose en los resultados de los ensayos.

7.2.1.3.2 La separación geográfica está limitada a preservar $[D/U]_{requerida}$ en el borde de la cobertura de la señal deseada cuando la potencia de la señal deseada es derivada del requisito de intensidad mínima de campo en la Subparte 3. Este nivel de señal deseada convertida a dBm se designa como $P_{D,min}$. La potencia permitida de la señal no deseada ($P_{U,permitida}$) es:

$$P_{U,permitida}(dBm) = (P_{D,min} (dBm) - [D/U]_{requerida} (dB))$$

La potencia de la señal no deseada P_U convertida a dBm es:

$$P_U(dBm) = (Tx_U (dBm) - L (dB))$$

Siendo:

T_{Xu} la potencia radiada aparente del transmisor no deseado; y L la pérdida por transmisión del transmisor no deseado, incluida la pérdida por trayecto en el espacio libre, efectos atmosféricos y de suelo. Esta pérdida depende de la distancia entre el transmisor no deseado y el borde de la cobertura de la señal deseada.

Para garantizar que se cumple $D/U_{requerida}$, $P_U \leq D/U_{permitida}$. En consecuencia, el límite para asignación de canal, es:

$$L(\text{dB}) \leq ([D/U]_{requerida} (\text{dB}) + T_{Xu} (\text{dBm}) - P_{D,\min} (\text{dBm}))$$

7.2.1.3.3 Puede obtenerse la pérdida por transmisión a partir de modelos estándar de propagación publicados en la Recomendación P.528-2 de la UIT o a partir de la atenuación en espacio libre hasta el horizonte de radio y seguidamente aplicando un factor constante de atenuación de 0,5 dB/NM. Estas dos metodologías llevan a una separación geográfica ligeramente distinta para cocanal y primer canal adyacente, y una separación idéntica tan pronto como se tiene en cuenta el segundo canal adyacente. La aproximación a propagación en espacio libre se aplica en este texto de orientación.

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
T_{Xu}	=	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.

Nota 1.- Al determinar la separación geográfica entre VOR y GBAS, siendo la señal del VOR a 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.* 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 del 12,025 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 de equipo GBAS con potencia de transmisión tal que la intensidad de campo máxima de 0,879 voltios por metro (-27 dBW/m²) para el componente de señal polarizada horizontalmente no se excede en el volumen de cobertura ILS el canal 16^º (y más allá) estará por debajo de -100,5 dBm en una anchura de banda de 25 kHz a una distancia de 80 m del transmisor VDB, incluido un margen para un aumento de +5 dB debido a un multitrayecto constructivo. Esta cifra de -100 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 para una señal de localizador de -79 dBm que corresponde a una intensidad de campo del localizador ILS de 90 microvoltios por metro (menos 107 dBW/m²)).

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 64^º (y más allá) estará por debajo de -112 dBm en una anchura de banda de 25 kHz a una

distancia de 80m del transmisor VDB incluido un margen un aumento de +5 dB debido a un multitracto constructivo. En el caso de equipo GBAS/H con una potencia máxima de transmisor de 100 W, el canal 32° (y más allá) estará por debajo de -11 dBm en una anchura de banda de 25 kHz a una distancia de 80m del transmisor VDB incluido un margen para un aumento de +5 dB debido a un multitracto 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-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 isotrópica radiada equivalente (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	
PIRE nominal (dbm)					
Alcance (km (NM))	Pérdida por Trayecto libre en El espacio (dB)	PIRE (dBm)	PIRE (W)	PIRE (dBm)	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. Con una antena transmisora VDB limitadora por trayectos múltiples colocada en forma apropiada con una potencia irradiada 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.

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.

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 $T_{x_0} = 47$ dBm y $P_{Dmin} = -72$ dBm en km (NM)
Cocanal	145	361 (195)
1 ^{er} canal adyacente (± 25 kHz)	101	67 (36)
2 ^{do} canal adyacente (± 50 kHz)	76	44 (24)
3 ^{er} canal adyacente (± 75 kHz)	73	Sin restricción
4 ^{to} canal adyacente (± 25 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 80 metros de las áreas en las que la señal deseada tiene una intensidad de campo mínima.

Nota 2.— El P_{Dmin} 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)
$ f_{DESEADA} - f_{NO DESEADA} = 25$ kHz	126	774 km (418 NM)	732 km (395 NM)	599 km (323 NM)
$ f_{DESEADA} - f_{NO DESEADA} = 50$ kHz	92	351 km (189 NM)	309 km (166 NM)	176 km (94 NM)
$ f_{DESEADA} - f_{NO DESEADA} = 75$ kHz	80	344 km (186 NM)	302 km (163 NM)	169 km (91 NM)
$ f_{DESEADA} - f_{NO DESEADA} = 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 T_{x1} , = 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 90°. Para asegurar que se mantiene en todo el volumen de 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 90°. 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 90° 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 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 servicio.

7.3 Volumen de servicio

7.3.1 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 ($D_{\text{máx}}$) definida en el mensaje de tipo 2. También es aceptable que la $D_{\text{máx}}$ 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 $D_{\text{máx}}$ 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_{hdBm} , (en dBm) a una altura h (en metros) desde la potencia P_{h_0dBm} a una altura h_0 (en metros), puede utilizarse la expresión siguiente:

$$P_{hdBm} = P_{h_0dBm} + 20\log\left(\operatorname{sen}\left(\frac{2\pi h h_a}{\lambda d}\right)\right) - 20\log\left(\operatorname{sen}\left(\frac{2\pi h h_a}{\lambda d}\right)\right)$$

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 $h < \frac{\lambda d}{8h_a}$, la fórmula previa puede aproximarse con un error menor a 1 dB como sigue:

$$P_{hdBm} = P_{h_0dBm} + 20\log\left(\frac{h}{h_0}\right)$$

En forma alternativa, al convertir las alturas a pies y considerando $h_0^{ft} = 12 \text{ ft}$, las expresiones anteriores se transforman en:

$$P_{hdBm} = P_{h_0dBm} + 20\log\left(\operatorname{sen}\left(\frac{0,584h^{ft}h_a^{ft}}{\lambda d}\right)\right) - 20\log\left(\operatorname{sen}\left(\frac{7h_a^{ft}}{\lambda d}\right)\right)$$

$$y \quad P_{hdBm} = P_{h_0dBm} + 20\log(h^{ft}) - 21,58 \text{ dB}$$

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 lo "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.

7.3.3 El volumen de servicio requerido 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 el volumen de servicio óptimo 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 servicio de la aproximación. Cada Estado es responsable de determinar un volumen de servicio para el servicio de determinación de la posición GBAS y de asegurar que se satisfacen los requisitos de la Subparte 3, 3.7.2.4. Cuando se efectúa esa determinación, deben 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.

7.3.4 El límite para la utilización de la información del servicio de determinación de la posición GBAS se obtiene mediante la distancia de uso máxima ($D_{m\acute{a}x}$). No obstante, $D_{m\acute{a}x}$ no delinea el área de cobertura en que se cumplen necesariamente los requisitos de intensidad de campo que figuran en la Subparte 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 el volumen de servicio (en que se satisfacen los requisitos de actuación) dentro de la gama de la $D_{m\acute{a}x}$.

7.3.4 Puesto que el volumen de servicio deseado 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 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-246E, 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 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 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.

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 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 1 (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 1 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 pseudodistancia 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 pseudodistancia 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 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 las efemérides de la fuente telemétrica. Para 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 σ_{vert} Oven lona 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 pseudodistancia 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: σ_{pr_gnd} , σ_{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 pseudodistancia (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 pseudodistancias 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 $K_{\text{md e D, GLONASS}}$, $K_{\text{md e D, GPS}}$, P_{D} y $\sigma_{\text{vert iono gradiente D}}$, que tienen por objeto ser utilizados en lugar de los parámetros $K_{\text{md e .GLONASS}}$, $K_{\text{md e .GPS}}$, P y $\sigma_{\text{vert iono gradiente}}$, 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 $K_{\text{md e .GLONASS}}$, $K_{\text{md e .GPS}}$, P y $\sigma_{\text{vert iono gradiente}}$, 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 $a_{\text{,}}$, $\sigma_{\text{vert iono gradiente}}$, el parámetro de descorrelación de efemérides (P), los parámetros de detección frustrada de efemérides $K_{\text{md e .GPS}}$ y $K_{\text{md o .GLONASS}}$. 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} , $K_{\text{md e D, GLONASS}}$, $K_{\text{md e D, GPS}}$, y $\sigma_{\text{vert iono gradiente D}}$, 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 pseudodistancia 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 pseudodistancia corregido máximo (E10) 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 pseudodistancia. 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-X 1. 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 (y) 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).

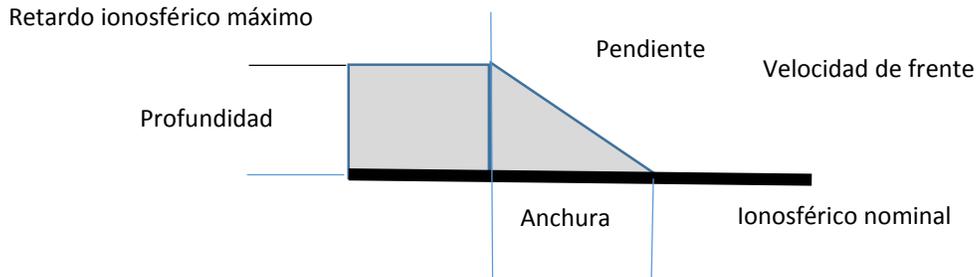


Figura D-XI: Modelo de anomalía ionosférica de tipo cuña móvil

En este modelo, el límite superior de g depende de la velocidad de la cuña, como se especifica en la Tabla D-X I. 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

<i>Velocidad de propagación (v)</i>	<i>Límite superior de la pendiente del gradiente (g)</i>
$v < 750$ m/s	500 mm/km
$750 < v < 1500$ 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 pseudodistancia, 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 pseudodistancia 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.

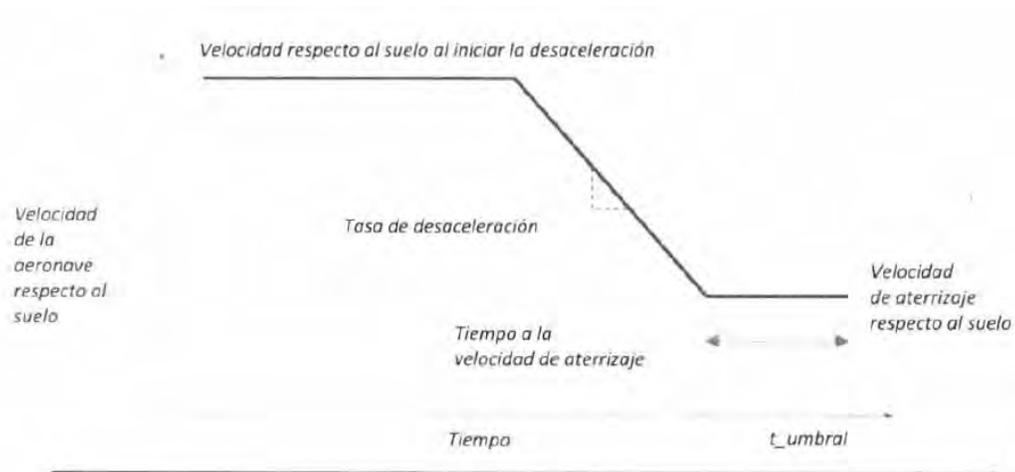


Figura D-X2. Modelo de perfil de velocidades de una aeronave

Tabla D-X2. Perfil de velocidades de a bordo desde la posición inicial hasta el LT1

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.

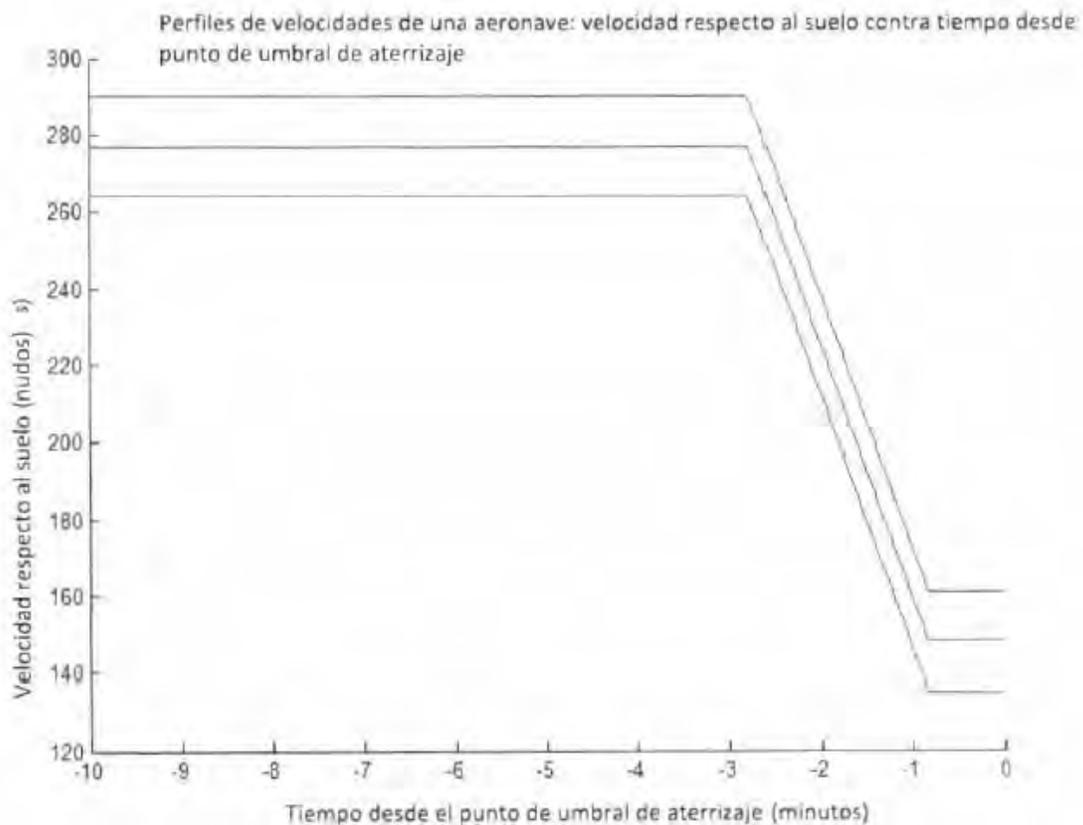


Figura D-X3. Familia de perfiles de velocidades de una aeronave

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.

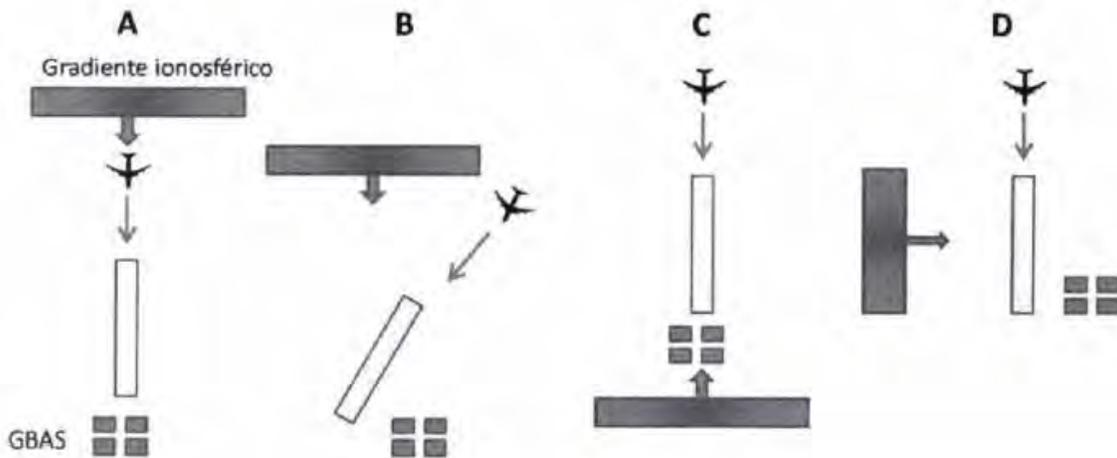


Figura D-X4. Orientaciones aire/tierra/aproximación del gradiente ionosférico

7.5.7 Contribución del receptor de aeronave al error de pseudodistancia 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 σ_{receptor} es igual a $\text{RMS}_{\text{pr_air}}$ para el equipo A de designador de exactitud a bordo del GBAS.

7.5.8 Error de multirayectos causado por la célula. En el Apéndice B, 3.6.5.5.1 se define la contribución del error por multirayectos de la célula. No se incluyen los errores por multirayectos 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., $\sigma_{\text{pr_gnd}}$).

7.5.9 Incertidumbre de error de efemérides. Los errores de pseudodistancia 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 $s_{\text{pr_gnd}}$ 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:

- 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; o
- 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”), 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 que puede detectar. La relación entre el parámetro P y el error mínimo detectable ϵ_{ephdet} —para un satélite en particular i puede aproximarse aplicando $P_i = \epsilon_{ephdet}/R_i$, 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 . Ya que R, varía con el tiempo, los valores de los parámetros P 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 ϵ_{ephdet} se reduce, la disponibilidad general del GBAS aumenta.

7.5.10 *Monitorización del error/falla de efemérides.* Hay varios tipos de monitorización para detectar los errores/fallas de efemérides.

Entre ellos están los siguientes:

- a) *Base larga.* Este tipo de 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 error mínimo detectable;
- b) *SBAS.* Como la aumentación SBAS 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 monitorización de efemérides y, por ende, los errores pequeños se hacen detectables; y
- c) *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) *Monitorización Delta-y (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 error mínimo detectable) 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 la Subparte 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 monitoriza os 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 de un nivel de protección basado en los parámetros B de los mensajes de tipo 1 o de tipo 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. 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 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 $2,5 \times$ le 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_m) 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 1×10^4 . 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 I-11.

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 11/111, 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.

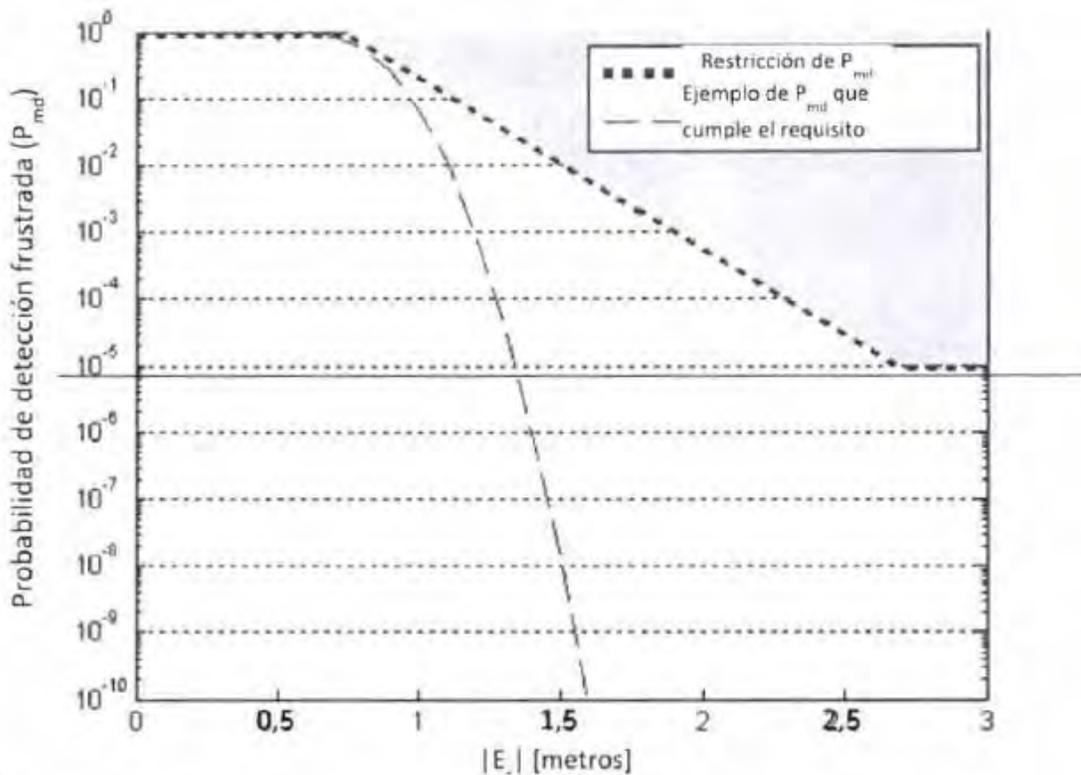


Figura D-1B. Ejemplo de una región de restricciones de P_{md_limit}

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 13 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: A 1 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 las 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 1F, 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 11/111 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 pseudodistancias 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 7/]	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 2y 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 11 HAT)	1,5 s 1,5 s	4,5 s [Nota 4/] 2,5 s [Nota 3/]

Nota 1.— Estos requisitos relativos al 1TA 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 7TA 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 11/111, los valores de 77'A en esta línea no son pertinentes para la integridad en apoyo de la Categoría 11/111. Estos valores de 77'A 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 11/111. 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 pseudodistancia 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.

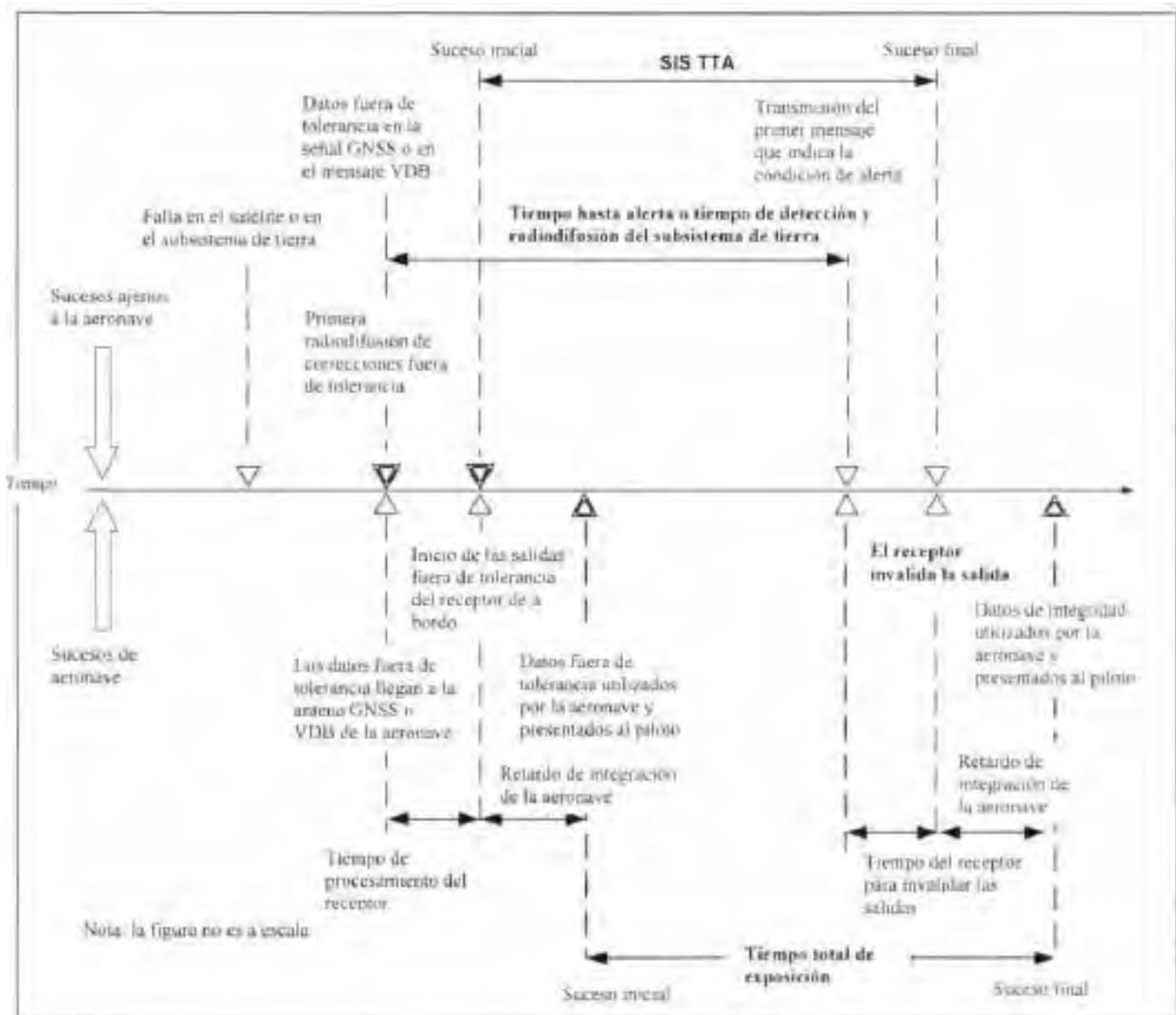


Figura D-1D. Ilustración del tiempo hasta alerta nominal GBAS

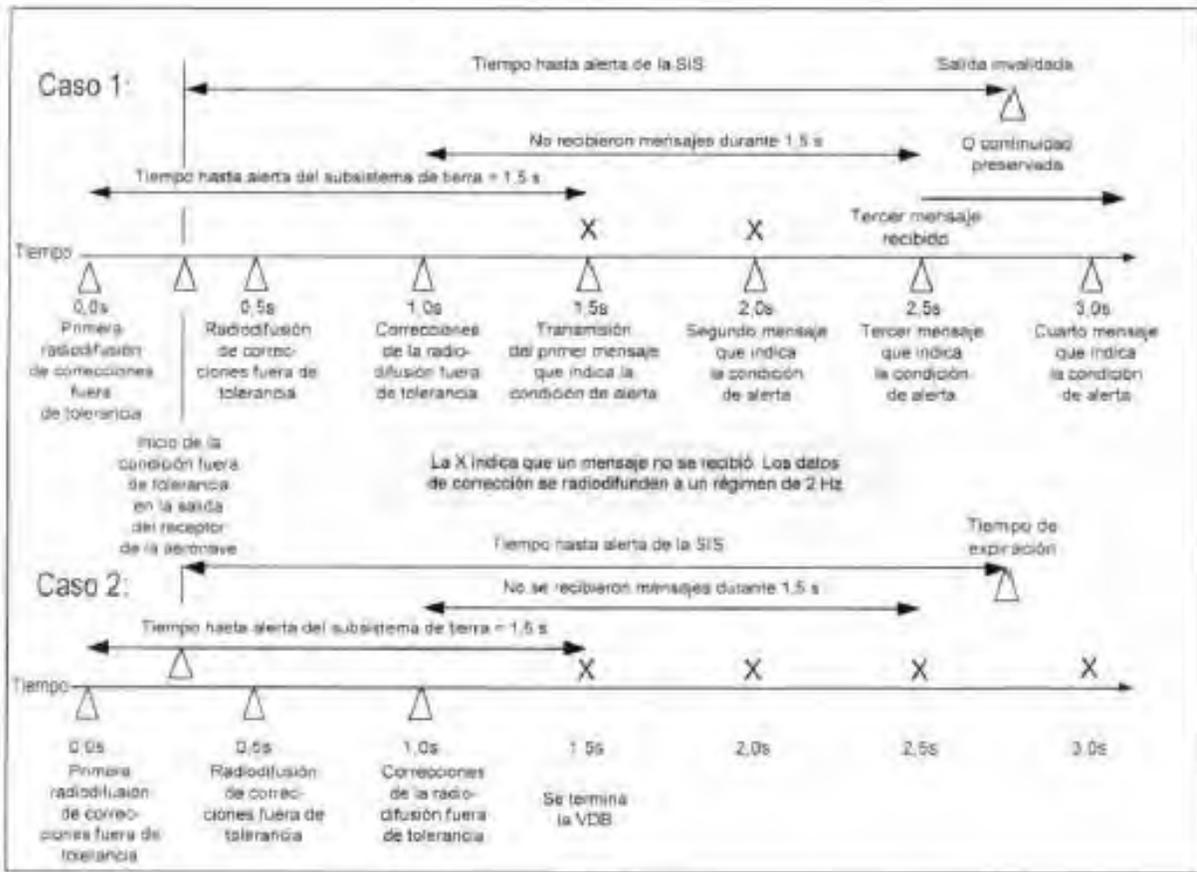


Figura 1)-1E. Efecto de los mensajes frustrados en el tiempo hasta alerta del GAST D GBAS por debajo de 200 ft. En el Caso 1 se describe la situación de los mensajes frustrados y en el Caso 2 la de la terminación de la VDB.

Fin de texto nuevo.

7.6 Continuidad de servicio

7.6.1 Designador de continuidad /integridad tierra del GBAS. El designador de continuidad e /integridad del GBAS (GCID) proporciona una indicación de la capacidad actual de los subsistemas de tierra GBAS. El subsistema de tierra satisface los requisitos de actuación y funcionales del GAST A, B o C cuando el GCID se fija en 1. 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 para apoyar operaciones del futuro con un tipo de servicio conexas con requisitos que sean más estrictos que 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 de la Subparte 3, 3.6.7.1.3, para prestar apoyo 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 deben 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 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 ($1-8,0 \times 10/15$ 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 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 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.

7.8 Selector de datos de trayectoria de referencia y selector de datos de estación de referencia

Un plan de correspondencia proporciona una asignación exclusiva de un número de canal a cada aproximación GBAS. El número de canal consta de cinco caracteres numéricos en la gama de 20 001 a 39 999. El número de canal permite que el subsistema de a bordo GBAS sintonice la frecuencia correcta y seleccione el bloque de datos del tramo de aproximación final (FAS) que define la aproximación deseada. Se selecciona el bloque de datos FAS correcto mediante el selector de datos de trayectoria de referencia (RPDS) que está incluido como parte de los datos de definición de FAS en el mensaje de tipo 4. En la Tabla D-6 se muestran ejemplos de la relación entre el número de canal, frecuencia y RPDS. El mismo plan de correspondencia se aplica a la selección del servicio de determinación de la posición mediante el selector de datos de estación de referencia (RSDS). El RSDS se radiodifunde en el mensaje de tipo 2 y permite la selección de un subsistema de tierra GBAS específico que proporciona el servicio de determinación de la posición. Para los subsistemas de tierra GBAS que no ofrecen el servicio de determinación de la posición y radiodifunden los datos de efemérides adicionales, el RSDS se codifica con un valor de 255. Toda radiodifusión de RPDS y RSDS efectuada por el subsistema de tierra tiene que ser exclusiva en la frecuencia de radiodifusión dentro del alcance de radio de la señal. El valor RSDS no debe ser igual a ninguno de los valores RPDS de radiodifusión.

7.9 Asignación de RPDS y RSDS por el proveedor de servicio

Las asignaciones de RPDS y RSDS deben ser controladas para evitar la utilización doble de números de canal dentro de la región de protección para la frecuencia de radiodifusión de datos. Por consiguiente, el proveedor de servicio GBAS debe asegurarse de que se asigna solamente una vez

el RPDS y el RSDS a determinada frecuencia dentro del alcance de radio de un subsistema particular de tierra GBAS. Deben administrarse las asignaciones de RPDS y RSDS junto con las asignaciones de frecuencias, así como los intervalos de tiempo para la radiodifusión de datos VHF.

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)

7.11.1 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 del umbral (TCH) y ángulo de trayectoria de planeo (GPA). Se determinan estos parámetros a partir de los datos proporcionados en un bloque de datos FAS dentro de un mensaje de tipo 4 o en la base de datos de a bordo. En la Figura D-6 se ilustra la relación entre estos parámetros y la trayectoria FAS.

7.11.1.1 Los bloques de datos FAS para aproximaciones SBAS y algunas GBAS se mantienen dentro de una base de datos de a bordo común que presta apoyo tanto a SBAS como a GBAS. Los Estados son responsables de proporcionar los datos FAS en apoyo de procedimientos APV cuando no se radiodifunde el mensaje de tipo 4. Estos datos comprenden los parámetros que figuran en el bloque FAS. En el mensaje de tipo 4 se incluyen parámetros que prestan apoyo al cálculo de desviaciones que estén en consonancia con las instalaciones ILS típicas.

7.11.3.1 *Definición de desviación lateral.* También se ilustra en la Figura D-6 la relación entre el FPAP y el origen de las desviaciones angulares laterales. El parámetro de anchura de rumbo y el FPAP se utilizan para definir el origen y la sensibilidad de las desviaciones laterales. Ajustando el emplazamiento del FPAP y del valor de la anchura de rumbo, la anchura de rumbo y la sensibilidad de un GBAS pueden ponerse a los valores deseados. Pueden ponerse para que coincidan con la anchura de rumbo y con la sensibilidad de un ILS o MLS existente. Esto puede ser necesario, por ejemplo, para la compatibilidad con las actuales ayudas visuales de aterrizaje.

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 azimuth 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).

7.11.3.1.2 *Sensibilidad de desplazamiento lateral.* El equipo de aeronave determina la sensibilidad de desplazamiento lateral a partir de la anchura de rumbo proporcionada en el bloque de datos FAS. El proveedor de servicio es responsable de reglar el parámetro de anchura de rumbo a un valor que lleve al ángulo apropiado para la deflexión completa de escala (es decir 0,155 DDM o 150 μ A) teniendo en cuenta todas las limitaciones de las operaciones.

7.11.3.2 *Desviaciones verticales.* El equipo de aeronave calcula las desviaciones verticales respecto al punto de referencia de elevación GBAS (GERP). El GERP puede estar en el GPIIP o desplazado lateralmente de GPIIP por un valor fijo de desplazamiento GERP de 150 m. El uso del GERP desplazado permite desviaciones de trayectoria de planeo para producir los mismos efectos hiperbólicos que son características normales del ILS y MLS (por debajo de los 200 ft). El equipo de aeronave toma la decisión de desplazar o no el GERP de conformidad con los requisitos en virtud

de la compatibilidad con los sistemas de aeronave existentes. Los proveedores de servicio deben ser conscientes de que los usuarios pueden calcular las desviaciones verticales utilizando un GERP que esté situado en uno u otro lugar. Se establece automáticamente la sensibilidad de las desviaciones verticales en el equipo de aeronave en función del GPA. La relación especificada entre el GPA y la deflexión de escala completa (FSD) de la sensibilidad de desviación vertical es: $FSD=0,25 \times GPA$. El valor 0,25 es el mismo que para el MLS (Adjunto G, 7.4.1.2) y difiere ligeramente del valor nominal de 0,24 recomendado para el ILS (Capítulo 3, sección 3.1.5.6.2). Sin embargo, el valor especificado está perfectamente dentro de las tolerancias recomendadas para el ILS (0,2 a 0,28). Por consiguiente, la sensibilidad resultante es equivalente a la sensibilidad de desplazamiento de la trayectoria de planeo proporcionada por un ILS típico.

7.11.4 Aproximaciones no alineadas con la pista. Algunas operaciones pueden exigir la definición de una trayectoria FAS que no esté alineada con el eje de la pista según lo ilustrado en la Figura D-7. Para aproximaciones no alineadas con la pista, el LTP/ FTP puede estar o no en la prolongación del eje de la pista. Para este tipo de aproximación el desplazamiento de longitud Δ no tiene sentido y debe indicarse “no se proporciona”.

7.11.5 Proveedor de servicio SBAS. Se utiliza un formato común para bloques de datos FAS que han de utilizarse por el GBAS y el SBAS. En el campo ID de proveedor de servicio SBAS se identifican cuáles son los sistemas SBAS que puede utilizar una aeronave que esté aplicando los datos FAS durante una aproximación. El proveedor de servicios GBAS puede impedir el uso de los datos FAS junto con cualquier servicio SBAS. Para aproximaciones de precisión basadas en GBAS este campo no se utiliza y el equipo GBAS de aeronave puede hacer caso omiso del mismo.

7.11.6 Identificador de aproximación. El proveedor de servicio es responsable de asignar el identificador correspondiente a cada aproximación. La identificación de aproximación debe ser exclusiva en una amplia zona geográfica. En un determinado aeródromo deben seleccionarse las identificaciones de aproximación para pistas múltiples a fin de reducir la posibilidad de confusión y de identificación errónea. La identificación de aproximación debe figurar en las cartas publicadas que describen la aproximación. La primera letra del identificador de aproximación se usa en los protocolos de autenticación para el GBAS. Las estaciones terrestres que admiten los protocolos de autenticación deben codificar el primero de los caracteres del identificador para todas las aproximaciones admitidas a partir del conjunto de letras {A X Z J C V P T}, como se describe en el Apéndice B, sección 3.6.7.4.1.4. Esto permite al equipo de a bordo (que admite protocolos de autenticación) determinar qué intervalos se asignan a la estación terrestre y, por lo tanto, ignorar después la recepción de datos radiodifundidos en intervalos no asignados a la estación terrestre seleccionada. Para las estaciones terrestres que no admiten protocolos de autenticación, al primero de los caracteres del identificador de aproximación puede asignarse cualquier carácter, a excepción de los que figuran en el conjunto {A X Z J C V P T}.

7.12 Consideraciones en cuanto a emplazamiento de aeropuerto

7.12.1 La instalación de un subsistema de tierra GBAS implica especiales consideraciones en la selección de posibles emplazamientos de las antenas del receptor de referencia y de las antenas VDB. En los planes de emplazamiento de antenas, deben satisfacerse los requisitos de limitación de obstáculos del Anexo 14.

7.12.2 Lugar de las antenas de receptor de referencia. Debe seleccionarse el emplazamiento en una zona libre de obstáculos de forma que puedan recibirse las señales de satélite a ángulos de elevación lo más bajo posibles. En general, todo lo que enmascare a los satélites GNSS a ángulos de elevación superiores a 5° degradará la disponibilidad del sistema.

7.12.2.1 Deben diseñarse y emplazarse las antenas de los receptores de referencia a fin de limitar las señales de multitrayectos que interfieran con la señal deseada. Montando las antenas cerca de un plano de tierra se disminuyen los multitrayectos de largo retardo que resultan de reflexiones por debajo de la antena. La altura de montaje debe ser suficiente para impedir que la antena sea cubierta

por nieve o sea objeto de interferencias por parte del personal de mantenimiento o del tráfico de tierra. La antena debe emplazarse de forma que cualquier estructura metálica tal como salidas de ventilación, tuberías, y otras antenas, estén fuera de los efectos de campo cercano de la antena.

7.12.2.2 Además de considerarse la magnitud del error por multitrayectos en cada emplazamiento de antena de receptor de referencia, debe también tenerse en cuenta el grado de correlación. Las antenas de receptor de referencia deben estar emplazadas en lugares que proporcionen entornos independientes de multitrayectos.

7.12.2.3 La instalación de cada antena debe incluir un montaje que no se doble con el viento y bajo cargas de hielo. Deben emplazarse las antenas del receptor de referencia en una zona de acceso controlado. El tráfico puede contribuir al error por multitrayectos y obstaculizar la vista de los satélites desde las antenas.

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 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 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 de la cobertura deseada. Debe llegarse a un compromiso con respecto a la altura conveniente de la antena, basándose en los análisis para garantizar que se satisfacen dentro 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 1LS. 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 $\pm 0,25$ veces

el ángulo de trayectoria de planeo. El origen de la trayectoria de planeo debería suponerse en el GPIIP. 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 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 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 volumen de servicio que se adhieran a los regímenes de radiodifusión de datos mínimos y máximos especificados, 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:

11. 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_{max}) 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.
12. Si todas las señales recibidas se encuentran por debajo de la S_{min} , entonces el análisis debe suponer una MFR de 100%.
13. Si alguna señal está por encima de la S_{mix} 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_r), 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 . ($S - A$) 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 $S_{r.in}$ 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_{\max} 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} ($S_{\max} - \Delta$) y la segunda por encima de la S_{\max} y supera una variación de 40 dB ($S_{\min} - \Delta + 40$ dB + ϵ 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 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 o de tipo, de tipo 11 101 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 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 o tres 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 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 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 SBAS según lo indicado en el Adjunto D, 6.6

7.14 Medidas de 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 todo el volumen de servicio debe 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 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 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 volumen de 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 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.

7.15.7 En la Tabla D-10A figura un ejemplo de un mensaje de tipo 11.

7.16 Precisión del levantamiento topográfico GBAS

Las normas relativas a la precisión del levantamiento topográfico para las ayudas para la navegación aérea figuran en el Anexo 14 — *Aeródromos*. Además, en el *Manual del sistema geodésico mundial (WGS-84)* (Doc 9674) se proporciona orientación acerca de la creación de una red de estaciones de control de levantamiento topográfico en cada aeródromo y de la forma de usar la red para establecer las coordenadas WGS-84. Los requisitos de precisión del levantamiento topográfico que figuran en el Anexo 14 para las ayudas para la navegación aérea emplazadas en el aeródromo se aplicarán al GBAS hasta que se elaboren requisitos específicos para el mismo. La recomendación contenida en el Apéndice B de la Subparte 3, 3.6.7.2.3.4, relativa a la precisión del levantamiento topográfico del punto de referencia GBAS tiene por objeto reducir aún más el error en la posición WGS-84 calculada a bordo por un usuario del servicio de determinación de la posición GBAS, a un valor inferior a aquel establecido por los requisitos de la Subparte 3, 3.6.7.2.4.1 y 3.6.7.2.4.2, de las normas GBAS y aumentar la precisión del levantamiento topográfico con respecto a lo prescrito en el Anexo 14. La integridad de todos los datos aeronáuticos utilizados por el GBAS debe concordar con los requisitos de integridad de la Subparte 3, Tabla 3.7.2.4-1.

7.17 Bloques de datos adicionales de mensaje de tipo 2

7.17.1 El mensaje de tipo 2 contiene datos relacionados con la instalación GBAS como el emplazamiento del punto de referencia del GBAS, la continuidad GBAS/designador de integridad (GCID) y otra información pertinente sobre la configuración. Se concibió un método para agregar nuevos datos al mensaje de tipo 2 con la finalidad de que el GBAS evolucione hasta poder prestar tipos de servicios adicionales. El método consiste en la definición de nuevos bloques de datos adicionales que se añaden al mensaje de tipo 2. En el futuro, podrán definirse más bloques de datos adicionales. Los bloques de datos del 2 al 255 son de longitud variable y pueden agregarse en cualquier orden al mensaje después del bloque de datos adicional 1

7.17.2 El bloque de datos adicional 1 del mensaje de tipo 2 contiene información relacionada con la descorrelación espacial de errores e información que es necesaria para seleccionar el servicio de determinación de la posición GBAS (cuando lo proporciona una estación terrestre determinada).

7.17.3 Los datos del bloque de datos adicional 2 del mensaje de tipo 2 pueden utilizarse en el GRAS para que el subsistema de a bordo GRAS conmute entre estaciones de radiodifusión GBAS, particularmente si en la estación de radiodifusión GBAS se utilizan frecuencias diferentes. El bloque de datos adicional 2 identifica los números de canal y los emplazamientos de la estación de radiodifusión GBAS de la que actualmente se está recibiendo y de otras estaciones de radiodifusión GBAS adyacentes o cercanas.

7.17.4 El bloque de datos adicional 3 del mensaje de tipo 2 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-7. Ejemplo de mensaje VDB de tipo 1

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 1 624 bits	1 bit	536	000 0000 1000 0110 00
FEC de secuencia de entrenamiento	5	—	—	—	0000 1
DATOS DE APLICACIÓN BLOQUE DE MENSAJE					
Bloque de mensaje (mensaje de tipo 1)					
Encabezador 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 8	1	1	0000 0001
Longitud de mensaje	8	10 a 222 bytes	1 byte	61	0011 1101
Mensaje (ejemplo de tipo 1)					
Cuenta Z modificada	14	0 a 1 188,9 s	0,1 s	100 s	00 0011 1110 1000
Bandera de mensaje adicional	2	0 a 3	1	1 ^o del par	01
Número de mediciones	5	0 a 18	1	4	0 0100
Tipo de medición	3	0 a 7	1	C/A L1	000
Parámetro de descorrelación de elementos (P)	8	0 a 1,275×10 ⁴ m/m	5×10 ⁴ m/m	1×10 ⁴	0001 0100
CRC de elementos	16	—	—	—	0000 0000 0000 0000
Duración de disponibilidad de fuente	8	0 a 2 540 s	10 s	No proporcionado	1111 1111
Bloque de medición 1					
ID fuente telemétrica	8	1 a 255	1	2	0000 0010
Expedición de datos (IOD)	8	0 a 255	1	255	1111 1111
Corrección de pseudodistancia (PRC)	16	±327,67 m	0,01 m	-1,0 m	0000 0000 0110 0100
Corrección de cambio de distancia (RRC)	16	±32,767 m	0,001 m/s	-0,2 m/s	1111 1111 0011 1000
σ_{pr_std}	8	0 a 5,08 m	0,02 m	0,96 m	0011 0001
B ₁	8	±6,35 m	0,05 m	+0,10 m	0000 0010
B ₂	8	±6,35 m	0,05 m	+0,15 m	0000 0011
B ₃	8	±6,35 m	0,05 m	-0,25 m	1111 1011
B ₄	8	±6,35 m	0,05 m	No utilizados	1000 0000
Bloque de medición 2					
ID fuente telemétrica	8	1 a 255	1	4	0000 0100
Expedición de datos (IOD)	8	0 a 255	1	126	0111 1110
Corrección de pseudodistancia (PRC)	16	±327,67 m	0,01 m	-1,0 m	1111 1111 1001 1100
Corrección de cambio de distancia (RRC)	16	±32,767 m	0,001 m/s	+0,2 m/s	0000 0000 1100 1000
σ_{pr_std}	8	0 a 5,08 m	0,02 m	0,34 m	0001 0001
B ₁	8	±6,35 m	0,05 m	+0,20 m	0000 0100
B ₂	8	±6,35 m	0,05 m	+0,30 m	0000 0110
B ₃	8	±6,35 m	0,05 m	-0,50 m	1111 0110
B ₄	8	±6,35 m	0,05 m	No utilizados	1000 0000
Bloque de medición 3					
ID fuente telemétrica	8	1 a 255	1	12	0000 1100
Expedición de datos (IOD)	8	0 a 255	1	222	1101 1110
Corrección de pseudodistancia (PRC)	16	±327,67 m	0,01 m	+1,11 m	0000 0000 0110 1111

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO DE DATOS	BITS UTILIZADOS	GAMA DE VALORES	RESOLUCIÓN	VALORES	REPRESENTACIÓN BINARIA (NOTA 1)
Corrección de cambio de distancia (RRC)	16	±32,767 m	0,001 m/s	-0,2 m/s	1111 1111 0011 1000
<i>C_{pr_gnd}</i>	8	0 a 5,08 m	0,02 m	1,02 m	0011 0011
B ₁	8	±6,35 m	0,05 m	+0,10 m	0000 0010
B ₂	8	±6,35 m	0,05 m	+0,25 m	0000 0101
B ₃	8	±6,35 m	0,05 m	-0,25 m	1111 1011
B ₄	8	±6,35 m	0,05 m	No utilizados	1000 0000
Bloque de medición 4					
ID fuente telemétrica	8	1 a 255	1	23	0001 0111
Expedición de datos (IOD)	8	0 a 255	1	80	0101 0000
Corrección de pseudodistancia (PRC)	16	±327,67 m	0,01 m	-2,41 m	1111 1111 0000 1111
Corrección de cambio de distancia (RRC)	16	±32,767 m	0,001 m/s	-0,96 m/s	1111 1100 0100 0000
<i>C_{pr_gnd}</i>	8	0 a 5,08 m	0,02 m	0,16 m	0000 1000
B ₁	8	±6,35 m	0,05 m	+0,20 m	0000 0100
B ₂	8	±6,35 m	0,05 m	+0,30 m	0000 0110
B ₃	8	±6,35 m	0,05 m	-0,50 m	1111 0110
B ₄	8	±6,35 m	0,05 m	No utilizados	1000 0000
CRC de bloque de mensaje	32	—	—	—	1101 0010 1111 0011 0000 1011 1100 1010
FEC DE APLICACIÓN	48	—	—	—	0110 0011 1110 1001 1110 0000 1110 1101 0010 1001 0111 0101
Entrada a codificación secreta de bits (Nota 2)	0 46 10 10 55 30 CA 10 80 BC 17 C2 20 28 00 00 FF 40 FF 26 00 1C FF 8C 40 C0 DF 01 20 7E 39 FF 13 00 88 20 60 6F 01 30 7B F6 00 1C FF CC 40 A0 DF 01 E8 0A F0 FF 02 3F 10 20 60 6F 01 53 D0 CF 43 AE 94 B7 07 97 C6				
Salida de codificación secreta de bits (Nota 3)	0 60 27 98 1F 2F D2 3B 5F 26 C2 1B 12 F4 46 D0 09 81 B6 25 1C 18 D0 7C 2A 7F B9 55 A8 B0 27 17 3A 60 EB 5F 1B 3B A5 FE 0A E1 43 D7 FA D7 B3 7A 65 D8 4E D7 79 D2 E1 AD 95 E6 6D 67 12 B3 EA 4F 1A 51 B6 1C 81 F2 31				
Bits de relleno	0 a 2	—	—	0	
Descenso de potencia	9	—	—	—	000 000 000
Símbolos D8PSK (Nota 4)	00000035 11204546 31650100 12707716 71645524 74035772 26234621 45311123 22460075 52232477 18617052 04750422 07724363 40733535 05120746 45741125 22545252 73171513 51047466 13171745 10622642 17157064 67345046 36541025 07135576 55745512 222				
<i>Notas.—</i>					
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-7A. Ejemplo de un mensaje VDB de tipo 101

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	418	0000000110100000
FEC de secuencia de entrenamiento	5				11011
BLOQUE DE MENSAJE DE DATOS DE APLICACIÓN					
Bloque de mensaje (mensaje de tipo 101)					
Encabezador de bloque de mensaje					
Identificador de bloque de mensaje	8			Normal	1010 1010
ID GBAS	24			ERWN	00010101 00100101 11001110
Identificador de tipo de mensaje	6	1 a 8,101	1	101	0110 0101
Longitud de mensaje	8	10 a 222 bytes	1 byte	46	0010 1110
Mensaje (ejemplo de tipo 101)					
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	1° del par	01
Número de mediciones	5	0 a 18	1	4	0 0100
Tipo de medición	3	0 a 7	1	C/A LI	000
Parámetro de descorrelación de efemérides (P)	8	0 a 1,275×10 ⁻³ m/m	5×10 ⁻⁶ m/m	0,115×10 ⁻³ m/m	0001 0111
CRC de efemérides	16			0	0000 0000 0000 0000
Duración de disponibilidad de fuente	8	0 a 2 540 s	10 s	No proporcionados	1111 1111
Número de parámetros B	1	0 a 1	1	0	0
Extra	7			0	000 0000
Bloque de medición 1					
ID fuente telemétrica	8	1 a 255	1	2	0000 0010
Expedición de datos (IOD)	8	0 a 255	1	255	1111 1111
Corrección de seudodistancia (PRC)	16	±327,67 m	0,01 m	+3,58 m	0000 0001 0110 0100
Corrección de cambio de distancia (RRC)	16	±32,767 m/s	0,001 m/s	-0,011 m/s	1111 1111 1111 0101
$\sigma_{pr, geo}$	8	0 a 50,8 m	0,2 m	9,8 m	0011 0001
Bloque de medición 2					
ID fuente telemétrica	8	1 a 255	1	4	0000 0100
Expedición de datos (IOD)	8	0 a 255	1	128	0111 1110
Corrección de seudodistancia (PRC)	16	±327,67 m	0,01 m	-1,0 m	1111 1111 1001 1100
Corrección de cambio de distancia (RRC)	16	±32,767 m/s	0,001 m/s	-0,002 m/s	0000 0000 0000 0010
$\sigma_{pr, geo}$	8	0 a 50,8 m	0,2 m	3,4 m	0001 0001
Bloque de medición 3					
ID fuente telemétrica	8	1 a 255	1	12	0000 1100
Expedición de datos (IOD)	8	0 a 255	1	222	1101 1110
Corrección de seudodistancia (PRC)	16	±327,67 m	0,01 m	+4,31 m	0000 0001 1001 1011
Corrección de cambio de distancia (RRC)	16	±32,767 m/s	0,001 m/s	-0,029 m/s	1111 1111 1110 0011

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO DE DATOS	BITS UTILIZADOS	GAMA DE VALORES	RESOLUCIÓN	VALORES	REPRESENTACIÓN BINARIA (NOTA 1)
C_{pr_gnd}	8	0 a 50,8 m	0,2 m	10,2 m	0011 0011
Bloque de medición 4					
ID fuente telemétrica	8	1 a 255	1	23	0001 0111
Expedición de datos (IOD)	8	0 a 255	1	80	0101 0000
Corrección de pseudodistancia (PRC)	16	$\pm 327,67$ m	0,01 m	-2,41 m	1111 1111 0000 1111
Corrección de cambio de distancia (RRC)	16	$\pm 32,767$ m/s	0,001 m/s	-0,096 m/s	1111 1111 1010 0000
C_{pr_gnd}	8	0 a 50,8 m	0,2 m	1,6 m	0000 1000
CRC de bloque de mensaje	32				1000 1000 1001 1111 0111 1000 0000 0100
FEC DE APLICACIÓN	48				1100 1100 1110 0110 1111 0110 1100 1110 1101 0110 0110 0010
Entrada a codificación secreta de bits (Nota 2)	0 41 60 1B 55 73 A4 A8 A6 74 17 C2 20 E8 00 00 FF 00 40 FF 26 80 AF FF 8C 20 7E 39 FF 40 00 88 30 7B D9 80 C7 FF CC E8 0A F0 FF 05 FF 10 20 1E F9 11 46 6B 73 6F 67 33				
Salida de codificación secreta de bits (Nota 3)	0 67 57 93 1F 6C BC 83 79 EE C2 1B 12 34 46 D0 09 C1 09 FC 3A 84 80 0F E6 9F 18 6D 77 8E 1E 60 19 1B BA FF BC AB 68 26 7B E7 BC CE FA 0B D3 C4 43 C8 E0 B6 FA 42 84 A1				
Bits de relleno	0 a 2			0	
Descenso de potencia	9				000 000 000
Símbolos D8PSK (Nota 4)	00000035 11204546 31650105 06345463 57026113 51374661 15123376 12066670 44776307 04225000 02735027 73373152 13230100 04706272 74137202 47724524 12715704 15442724 01101677 44571303 66447212 222				
<p>Notas.—</p> <ol style="list-style-type: none"> 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. 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. En el ejemplo presente no se codifican en secreto los bits de relleno. Este campo representa la fase, en unidades de $\pi/4$ (p. ej., un valor de 5 representa una fase de $5\pi/4$ radianes), relativo a la fase del primer símbolo. 					

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	43	0010 1011
Mensaje (ejemplo de tipo 2)					
Receptores de referencia GBAS	2	2 a 4	1	4	10
Letra de designador de Exactitud de tierra	2	-	-	C	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
Reservado	5	-	-cero	-	0000 0
$\sigma_{\text{vert_iono_gradiente}}$	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 500m	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" (+16443 2")	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	$\pm 180,0^\circ$	0,0005 arcsec	W93° 25' 13" (-336313 ")	1101 0111 1110 1000 1000 1010 1011 0000
Altura del elipsoide	24	$\pm 83\ 886,07$ 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 _{rnd_e_POS,GPS}	8	0 a 12,75	0,05	6	0111 1000
K _{rnd_e_G,GPS}	8	0 a 12,75	0,05	5	0110 0100
K _{rnd_e_POS, GLONASS}	8	0 a 12,75	0,05	0	0000 0000
K _{rnd_eC, 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 _{rnd_eD,GPS}	8	0 a 12,75	0,05	5,55	0110 1111
K _{rnd_eD,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
		-	-	-	
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	-	-	-	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	164	1010 0100
Mensaje (ejemplo de tipo 3)					
Relleno	1232	-	-	-	1010 1010 1010 1010
CRC de bloque de mensaje 2	32	-	-	-	0110 1101 1011 1001 1110 0100 1110 0100

DESCRIPCION DEL CONTENIDO DE DATOS	BITS UTILIZADOS	GAMA DE VALORES	RESOLUCIÓN	VALORES	REPRESENTACION BINARIA (NOTA 1)
FEC de aplicación	48	-	-	-	1111 0110 0011 0100 1101 1001 1110 0010 1110 0011 1111 1101

Tabla D-10A. Ejemplos de mensajes VDB de tipo 11

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 (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 100
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 LI	000

DESCRIPCION DEL CONTENIDO DE DATOS	BITS UTILIZADOS	GAMA DE VALORES	RESOLUCIÓN	VALORES	REPRESENTACION BINARIA (NOTA 1)
Parámetro de descorrelación De efemérides (PD)	8	0 a 1,275 x 10 ⁻¹ m/m	5 x 10 ⁻⁶ m/m	1 x 10 ⁻⁴	0001 0100
Bloque de medición 1					
ID fuente telemétrica	8	1 a 255	1	12	0000 1100
Corrección de pseudodistancia (PRC ₃₀)	16	±327,67 m	0,01 m	+1,04 m	0000 0000 0110 1000
Corrección de cambio de distancia (RRC ₃₀)	16	±327,67 m	0,001 m/s	-0,18 m/s	1111 1111 0100 1100
σ _{apr gnd,D}	8	0 a 5,08	0,02 m	0,96 m	0011 0000
σ _{apr gnd,30}	8	0 a 5,08	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 pseudodistancia (PRC ₃₀)	16	±327,67 m	0,01 m	-1,08 m	0000 0000 1011 0100
Corrección de cambio de distancia (RRC ₃₀)	16	±327,67 m	0,001 m/s	+0,18 m/s	0000 1100
σ _{apr gnd,D}	8	0 a 5,08 m	0,02 m	0,24 m	0001 1110
σ _{apr gnd,30}	8	0 a 5,08 m	0,02 m	0,6 m	
Bloque de medición 3					
ID fuente telemétrica	8	1 a 255	1	2	000 0010
Corrección de pseudodistancia (PRC ₃₀)	16	±327,67 m	0,01 m	+1,2 m	0000 0000 0111 1000
Corrección de cambio de distancia (RRC ₃₀)	16	±327,67 m	0,001 m/s	0,3	0000 0001 0010 1100
σ _{apr gnd,D}	8	0 a 5,08	0,02 m	0,64	0010 0000
σ _{apr gnd,30}	8	0 a 5,08	0,02 m	0,74	0010 0101
Bloque de medición 4					
ID fuente telemétrica	8	1 a 255	1	23	0001 0111
Corrección de	16	±327,67 m	0,01 m	-2,64 m	1111 1110 1111 1000

seudodistancia (PRC ₃₀)					
Corrección de cambio de distancia (RRC ₃₀)	16	±327,67 m	0,001 m/s	-0,51 m/s	1111 1110 0000 0010
$\sigma_{apr \text{ gnd},D}$	8	0 a 5,08	0,02 m	0,08 m	0000 0100
$\sigma_{apr \text{ gnd},30}$	8	0 a 5,08	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 pseudodistancia (PRC ₃₀)	16	±327,67 m	0,01 m	+0,8 m	0000 0000 0101 0000
Corrección de cambio de distancia (RRC ₃₀)	16	±327,67 m	0,001 m/s	-0,25 m/s	1111 1111 0000 0110
$\sigma_{apr \text{ gnd},D}$	8	0 a 5,08	0,02 m	0,92 m	0010 1110
$\sigma_{apr \text{ gnd},30}$	8	0 a 5,08	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
Entrada a codificación secreta de bits (Nota 2)	0 47 60 1A 55 30 CA 10 DO 8C 17 C0 AO 28 30 16 00 32 FF 0C 4C 20 29 FF 2D 00 30 78 40 IE 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 IE DC A9 64 C7 97 64 213 E4 B1 51 F7 ID C 1 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				
<p>Notas.-</p> <ol style="list-style-type: none"> 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 1r/4 (p. ej., un valor de 5 representa una fase de 5rc/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 y aplicación de estos dos tipos de mensajes es doble: a) 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 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 $\sigma_{iono,}$, con base $\sigma_{vert_iono_gradiente}$ 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 σ_{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 pseudodistancias 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:

$$\text{Nivel de ocupación del intervalo} = (88 \text{ bits} + \text{hasta } 1\,776 \text{ bits en datos de aplicación} + 57 \text{ a } 59 \text{ bits para el FEC de aplicación, los bits de relleno y el descenso de potencia}) / 1\,968,75 \text{ bits}$$

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 pseudodistancia 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 pseudodistancia diferencial llegue a un valor especificado (véase el Apéndice B, 3.6.7.3.3). Estos grandes errores de pseudodistancia se deben a una distorsión del máximo de correlación de código C/A causado por fallas de la carga 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.

8.2 Los efectos de la señal que hacen que el GBAS o el SBAS presente información pueden clasificarse en tres distintos efectos en la función de correlación del modo siguiente:

- a) *Zonas muertas*: si la función de correlación pierde su cresta, entonces en la función de discriminador del receptor se incluirá un punto plano o una zona muerta. Si el receptor de referencia y el receptor de aeronave se estabilizan en partes distintas de esta zona muerta, puede obtenerse una MI.

- b) *Crestas falsas*: si el receptor de referencia y el receptor de aeronave se enganchan a distintas crestas puede ocurrir una MI.
- c) *Distorsiones*: si el máximo de correlación tiene una forma errónea, una aeronave que utilice un espaciado de correlator distinto al utilizado por los receptores de referencia puede muy bien ser objeto de MI.

8.3 El modelo de amenaza propuesto para uso en la evaluación del SQM tiene tres partes que pueden crear las tres patologías de cresta de correlación enumeradas anteriormente.

8.4 El modelo de amenaza A consta de la señal de código C/A normal salvo que todos los elementos positivos tienen un borde de caída que está por delante o por detrás respecto al tiempo correcto de fin para tal elemento. Este modelo de amenaza está asociado a una falla de la unidad de datos de navegación, la distribución digital de un satélite GPS o GLONASS.

8.4.1 El modelo de amenaza A para GPS tiene un solo parámetro Δ , que es el adelanto ($\Delta < 0$) o el retardo ($\Delta > 0$) expresado en fracciones de un elemento. La gama de valores de este parámetro es $-0,12 \leq \Delta \leq 0,12$. El modelo de amenaza A para GLONASS tiene un solo parámetro Δ , que es el adelanto ($\Delta < 0$) o el retardo ($\Delta > 0$) expresado en fracciones de un elemento. La gama de valores de este parámetro es $-0,11 \leq \Delta \leq 0,11$.

8.4.2 Dentro de esta gama de valores, el modelo de amenaza A genera las zonas muertas descritas anteriormente. (Las formas de onda con adelanto no es necesario someterlas a ensayo puesto que sus funciones de correlación son sencillamente adelantos de las funciones de correlación para el retardo; por lo tanto la amenaza MI es idéntica.)

8.5 El modelo de amenaza B introduce la modulación de amplitud y modela las degradaciones de la sección analógica del satélite GPS o GLONASS. Más en concreto, consta de la salida de un sistema de segundo orden cuando la señal de banda de base nominal de código C/A es la entrada. En el modelo de amenaza B se supone que el subsistema de satélite degradado puede ser descrito como un sistema lineal dominado por un par de polos conjugados complejos. Estos polos están situados

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 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.

8.11.4.3 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 precorrección 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 precorrección 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 precorrección de la instalación, el espaciado de correlacionadores y el retardo de grupo diferencial están dentro de la gama de valores definidos en la 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 precorrección 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 precorrección 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 precorrección 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.

11.5 En el caso del GBAS, deben grabarse los elementos supervisados siguientes, además de los elementos que se supervisan del sistema principal GNSS y del GBAS ya mencionados (si corresponde):

- a) nivel de potencia de la VDB;
- b) información acerca de la condición de la VDB; y
- c) mensajes de datos GBAS de radiodifusión.

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 en la evaluación de la actuación del GNSS.

13. GNSS Y BASE DE DATOS

Nota.-En el Anexo 11, Capítulo 2, y en el Anexo 15, Capítulo 3 figuran disposiciones relativas a los datos aeronáuticos.

13.1 La base de datos debe estar actualizado respecto al ciclo AIRAC de efectividad que generalmente significa que se cargue la base de datos vigente al sistema aproximadamente cada 28 días. Debe evitarse el funcionar con bases de datos de navegación fuera de fecha.

13.2 Sin embargo, en algunas situaciones, las operaciones sin riesgo con una base de datos que haya expirado pueden realizarse implantando un proceso o utilizando procedimientos para asegurarse que los datos requeridos son correctos. Es necesario obtener previamente la aprobación del Estado respecto a estos procesos o procedimientos.

13.2.1 Estos procedimientos deben basarse en uno de los siguientes métodos:

- a) exigir que la tripulación verifique, antes de las operaciones, la información crítica de la base de datos comparándola con la información actualmente publicada. (Este método aumenta la carga de trabajo y no sería práctico en todas las aplicaciones.);
- o
- b) renunciar al requisito de una base de datos actualizada y a verificaciones frecuentes de la tripulación acerca de la información en la base de datos. Esta renuncia puede solamente aplicarse en casos muy concretos cuando la aeronave realiza operaciones en un área geográfica estrictamente limitada y cuando tal área está controlada por un solo organismo normativo o por múltiples organismos que coordinan este proceso; o
- c) utilizar otro método aprobado que asegure un nivel equivalente de seguridad.

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 pseudodistancia. 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 pseudodistancia) que son, 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 pseudodistancia de aeronave, y

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

14.3 Este método puede aplicarse directamente cuando los componentes del error tienen un promedio cero, son simétricos y tienen funciones de densidad de probabilidad unimodal. Este es el caso para la contribución del receptor al error de pseudodistancia corregida, puesto que el elemento de aeronave no está sometido a errores residuales de multitrayectos de baja frecuencia.

14.4 Este método puede ampliarse para atender a los errores residuales que no son promedio cero, inflando la varianza modelo para compensar el efecto posible del promedio en el dominio de posición.

14.5 Deben tenerse en cuenta varios factores al verificar los modelos de error de pseudodistancia comprendido lo siguiente:

- a) la índole de los componentes del error;
- b) el tamaño de la muestra requerido para tener confianza en la recopilación de datos y la estimación de cada distribución;
- c) el tiempo de correlación de los errores; y
- d) la sensibilidad de cada distribución respecto al lugar geográfico y a la hora.

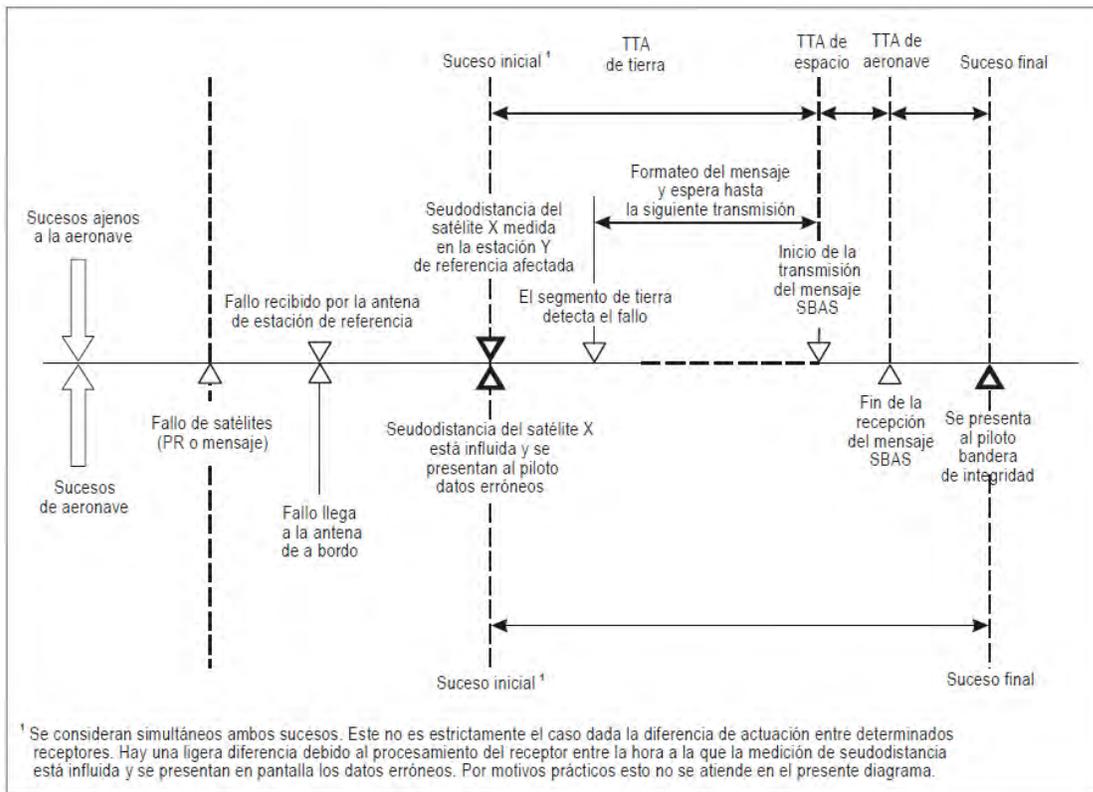


Figura D-2. Tiempo a alerta SBAS

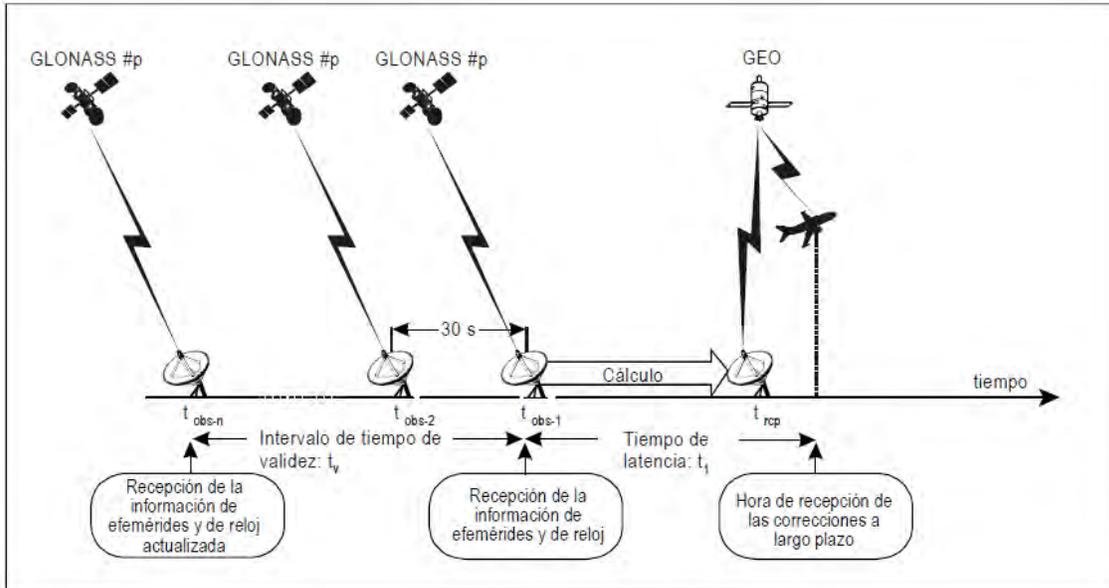
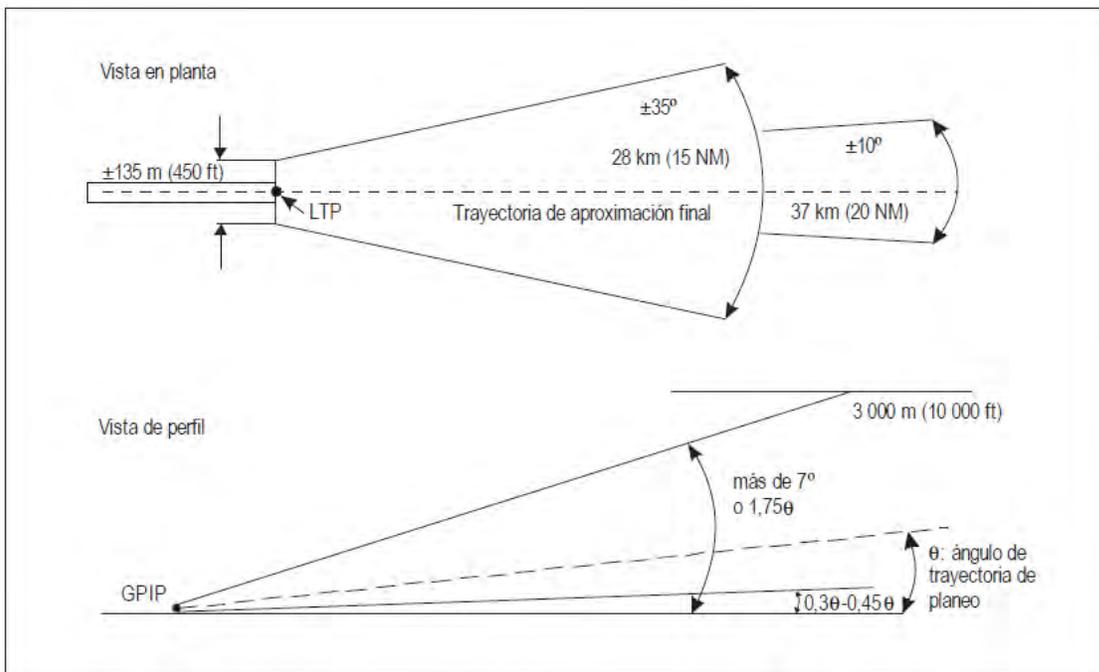


Figura D-3. Hora GLONASS



GPIP — punto de intersección de la trayectoria de planeo
 LTP — punto del umbral de aterrizaje

Figura D-4. Volumen de servicio GBAS mínimo

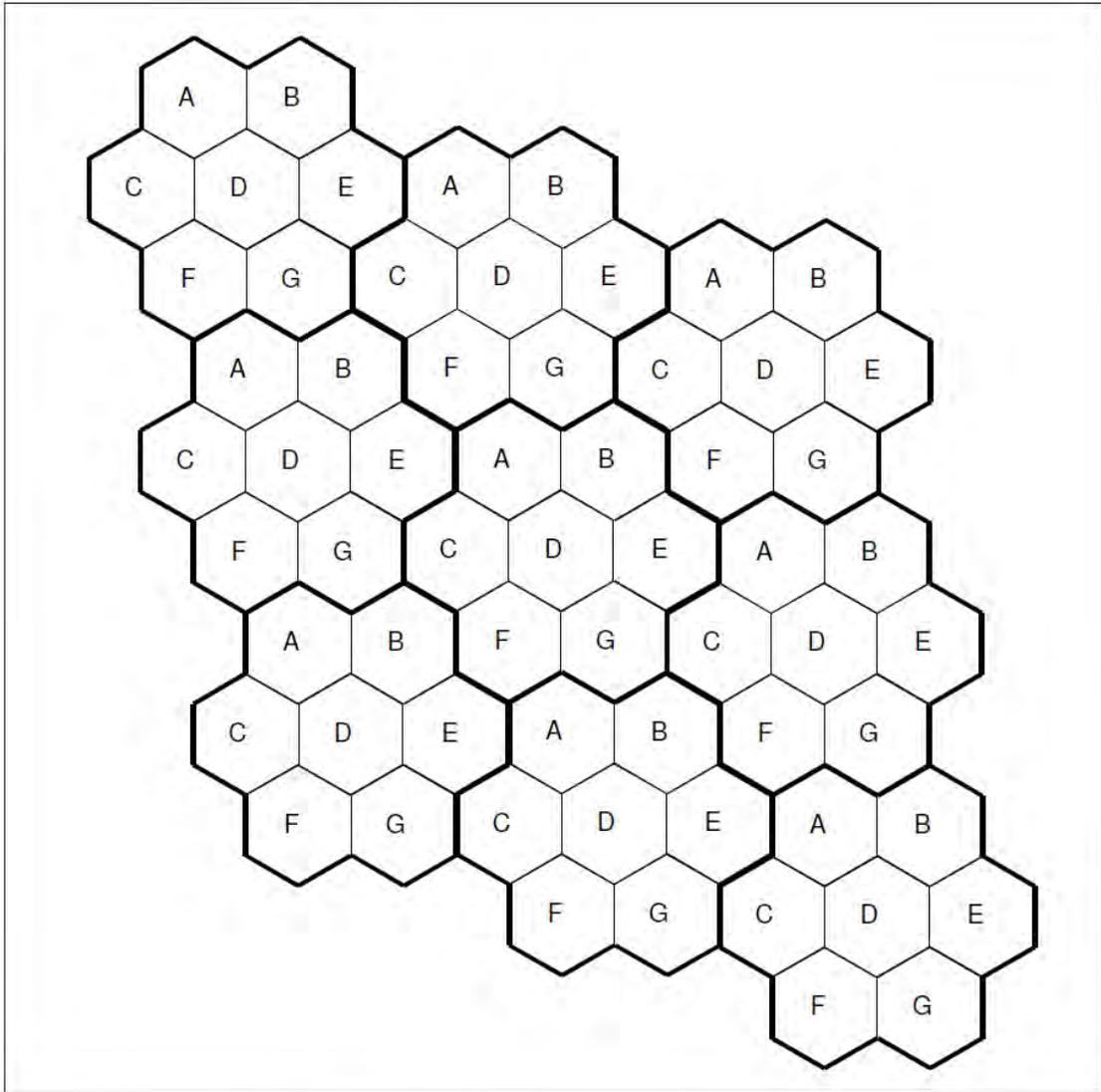
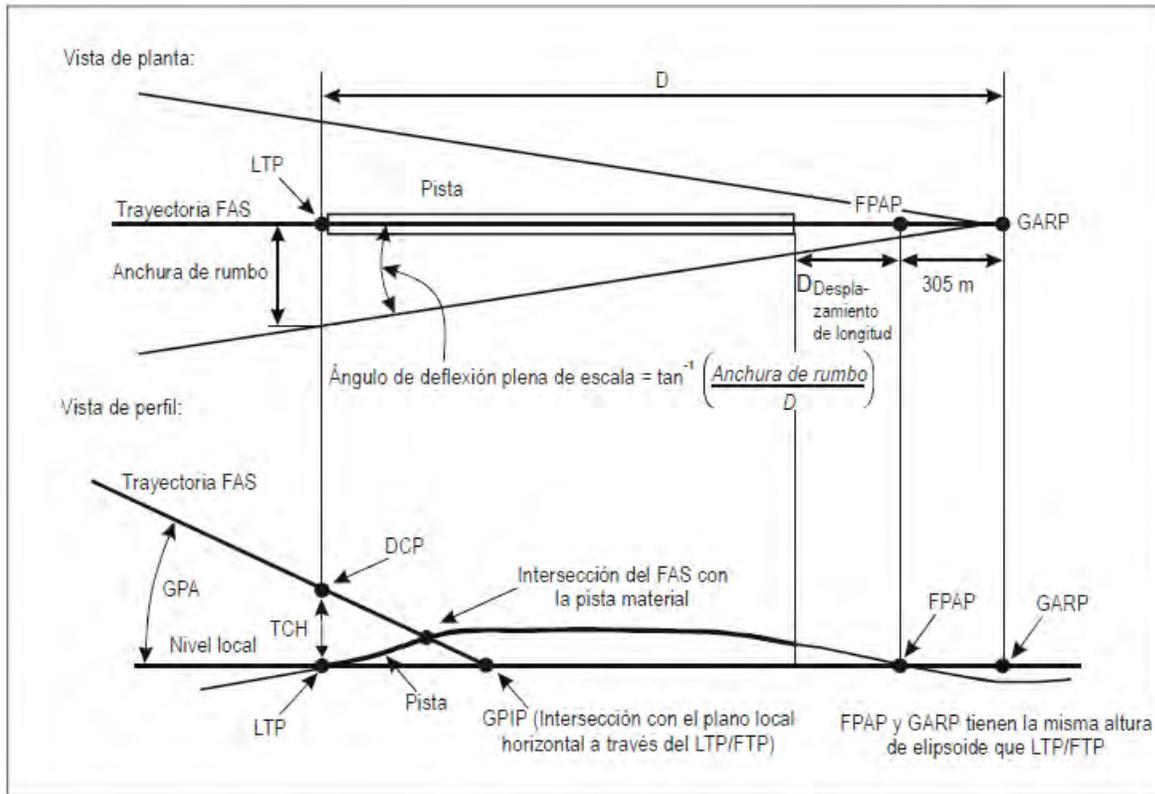


Figura D-4A. Red VHF GBAS de una sola frecuencia con intervalos de tiempo múltiples

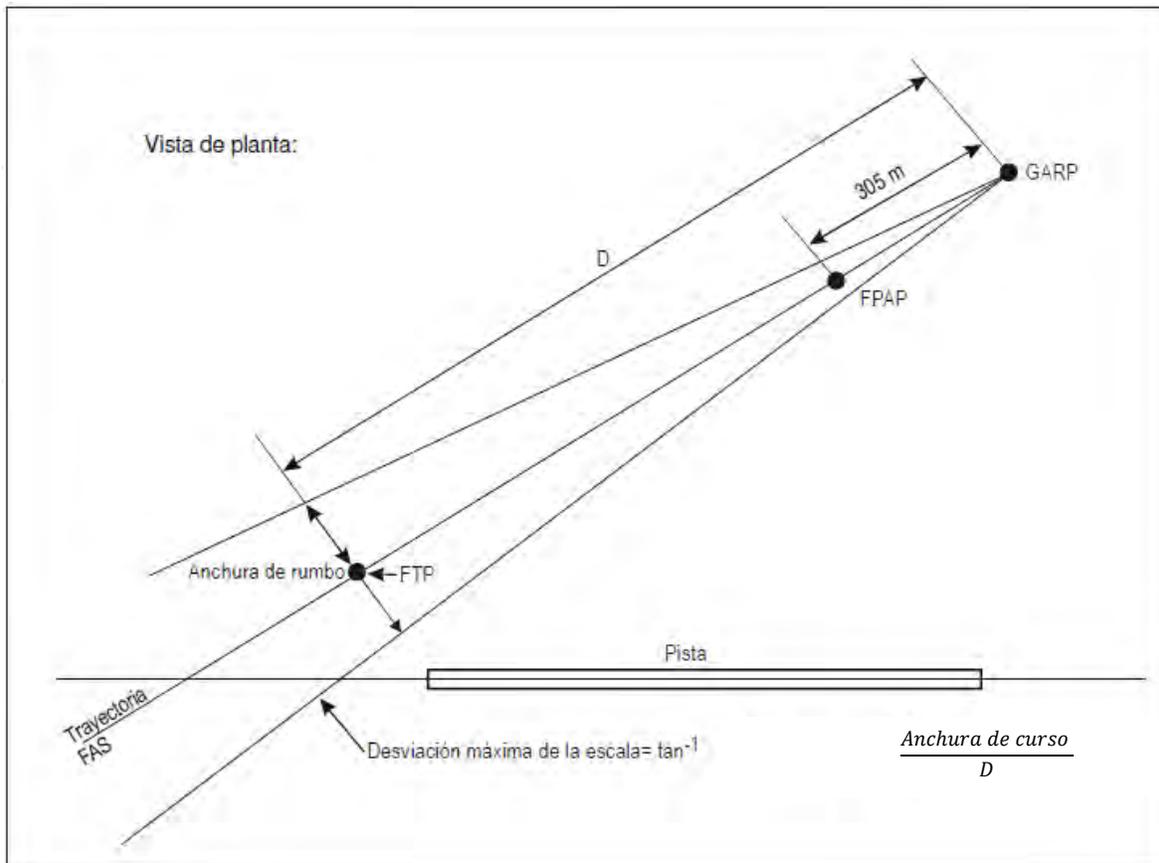


Figura D-5. Codificador/decodificador secreto de bits



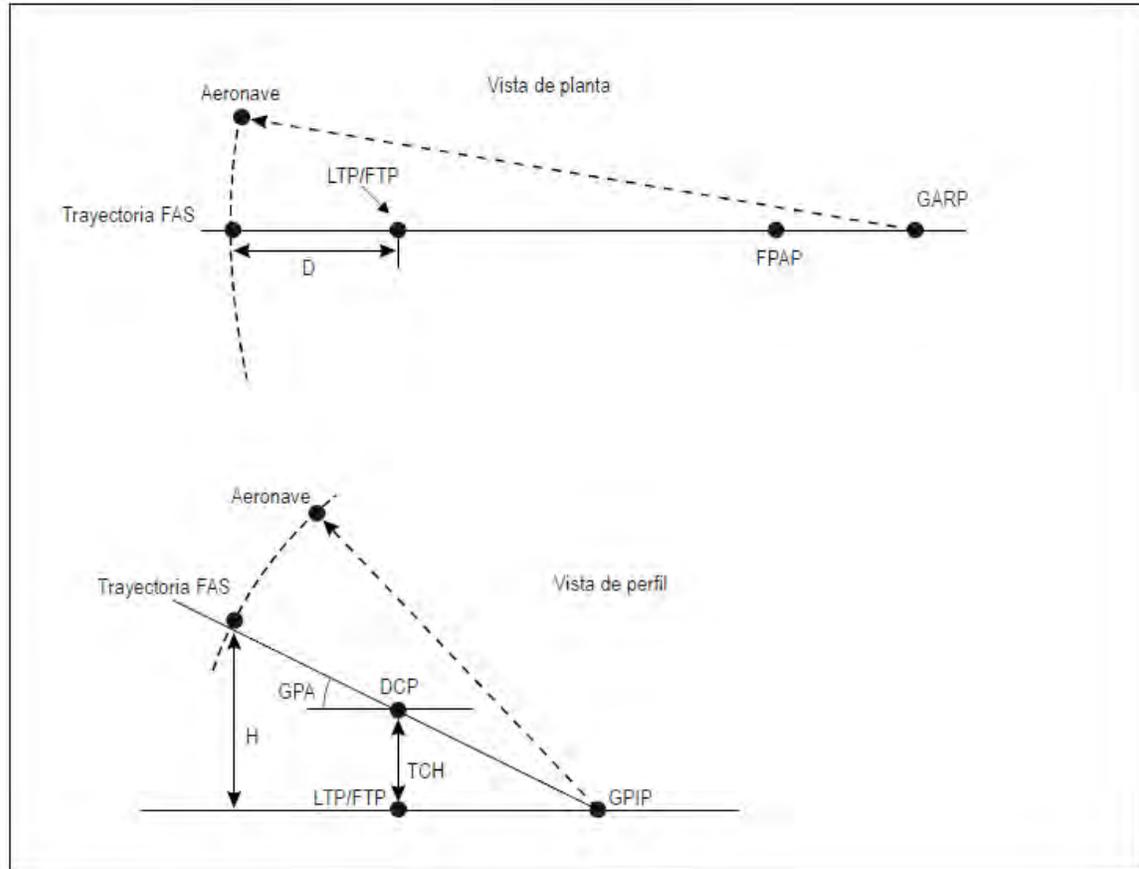
- DCP — punto de cruce de referencia
- FAS — tramo de aproximación final
- FPAP — punto de alineación de la trayectoria de vuelo
- FTP — punto de umbral ficticio (véase la Fi)
- GARP — punto de referencia de azimut GNSS
- GPA — ángulo de trayectoria de planeo promulga •o
- GPIP — punto de intersección de la trayectoria de planeo
- LTP — punto del umbral de aterrizaje
- TCH — altura de franqueamiento del umbral

Figura D-6. Definición de trayectoria (le 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 GNSS

Figura D-7. Definición de trayectoria FAS para aproximaciones no alineadas con la pista



- 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 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