



DIRECCION GENERAL DE AVIACION CIVIL

CIRCULAR DE ASESORAMIENTO No. 91-002 2012

APROBACIÓN DE AERONAVES Y EXPLOTADORES PARA OPERACIONES RNAV 5

I PROPÓSITO

Esta circular de asesoramiento (CA) provee métodos aceptables de cumplimiento (AMC) acerca de la aprobación de aeronaves y explotadores para operaciones RNAV 5.

Un explotador puede utilizar métodos alternos de cumplimiento, siempre que dichos métodos sean aceptables para las respectivas Administraciones de Aviación Civil (AAC).

La utilización del futuro del verbo o del término debe, se aplica a un solicitante o explotador que elige cumplir los criterios descritos en esta CA.

Esta CA también provee directrices para explotadores cuando se utilice el sistema mundial de determinación de la posición (GPS) autónomo como medio de navegación en operaciones RNAV 5 (cuando el equipo GPS autónomo provee la única capacidad RNAV instalada a bordo de la aeronave).

II REVISIÓN CANCELACIÓN

Emisión Original

III MATERIA

1. GENERALIDADES.

En la presente Circular de Asesoramiento, la utilización del futuro del verbo o del término debe, se aplica a un explotador que elige cumplir los criterios establecidos en esta CA.

2. SECCIONES RELACIONADAS DE LOS REGLAMENTOS AERONÁUTICOS LATINOAMERICANOS (LAR) O EQUIVALENTES DE LAS REGULACIONES TÉCNICAS DE AVIACIÓN CIVIL (RDAC).

LAR 91: Secciones 91.1015 y 91.1640 o equivalentes

LAR 121: Sección 121.995 (b) o equivalente

LAR 135: Sección 135.565 (c) o equivalente

3. DOCUMENTOS RELACIONADOS

ICAO Doc 9613	Performance-based navigation (PBN) manual and its related documentation
EASA AMC 20-4	Airworthiness approval and operational criteria for the use of navigation systems in European airspace designated for Basic RNAV operations and its related documentation
FAA AC 90-96A	Approval of U.S. operators and aircraft to operate under instrument flight rules (IFR) in European airspace designated for basic area navigation (B-RNAV) and precision area navigation (P-RNAV) and its related documentation
España DGAC CO 1/98	Resolución para la aprobación operacional y criterios de utilización de sistemas para la navegación de área básica (RNAV básica) en el espacio aéreo europeo

4. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

4.1 Definiciones

- a) **Especificaciones para la navegación.**- Conjunto de requisitos relativos a la aeronave y a la tripulación de vuelo necesarios para dar apoyo a las operaciones de la navegación basada en la performance dentro de un espacio aéreo definido. Existen dos clases de especificaciones para la navegación: RNAV y RNP. La especificación RNAV no incluye los requisitos de control y alerta de la performance de a bordo. La especificación RNP incluye los requisitos de control y alerta de la performance de a bordo.
- b) **Navegación basada en la performance (PBN).**- Requisitos para la navegación de área basada en la performance que se aplican a las aeronaves que realizan operaciones en una ruta ATS, en un procedimiento de aproximación por instrumentos o en un espacio aéreo designado.

Los requisitos de performance se expresan en las especificaciones para la navegación (especificaciones RNAV y RNP) en función de la precisión, integridad, continuidad, disponibilidad y funcionalidad necesarias para la operación propuesta en el contexto de un concepto para un espacio aéreo particular.

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

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

- d) **Operaciones RNAV.-** Operaciones de aeronaves que utilizan la navegación de área para las aplicaciones RNAV. Las operaciones RNAV incluyen la utilización de la navegación de área para operaciones que no están desarrolladas de acuerdo con el manual PBN.
- e) **Ruta de navegación de área.-** Ruta de los servicios de tránsito aéreo (ATS) establecida para la utilización de aeronaves que tienen la capacidad de emplear la navegación de área
- f) **Sistema mundial de determinación de la posición (GPS).-** El Sistema mundial de navegación por satélite (GNSS) de los Estados Unidos, es un sistema de radionavegación basado en satélites que utiliza mediciones de distancia precisas para determinar la posición, velocidad y la hora en cualquier parte del mundo. El GPS está compuesto de tres elementos: espacial, de control y de usuario. El elemento espacial nominalmente está formado de al menos 24 satélites en 6 planos de orbita. El elemento de control consiste de 5 estaciones de monitoreo, 3 antenas en tierra y una estación principal de control. El elemento de usuario consiste de antenas y receptores que proveen posición, velocidad y hora precisa al usuario.
- g) **Sistema RNAV.-** Sistema de navegación de área el cual permite la operación de una aeronave sobre cualquier trayectoria de vuelo deseada, dentro de la cobertura de las ayudas para la navegación basadas en tierra o en el espacio o dentro de los límites de capacidad de las ayudas autónomas o de una combinación de ambas. Un sistema RNAV puede ser incluido como parte de un Sistema de gestión de vuelo (FMS).
- h) **Vigilancia autónoma de la integridad en el receptor (RAIM).-** Técnica utilizada dentro de un receptor/procesador GPS para determinar la integridad de sus señales de navegación, utilizando únicamente señales GPS o bien señales GPS mejoradas con datos de altitud barométrica. Esta determinación se logra a través de una verificación de coherencia entre medidas de pseudodistancia redundantes. Al menos se requiere un satélite adicional disponible respecto al número de satélites que se necesitan para obtener la solución de navegación.

4.2 Abreviaturas

AAC	Administración de Aviación Civil del Ecuador
ADF	Radiogoniómetro automático
AIP	Publicación de información aeronáutica
AIRAC	Reglamentación y control de información aeronáutica
AC	Circular de asesoramiento (FAA)
AFM	Manual de vuelo de la aeronave
AMC	Métodos aceptables de cumplimiento
ANSP	Proveedor de servicios de navegación aérea

ATC	Control de tránsito aéreo
ATS	Servicio de tránsito aéreo
B-RNAV	Navegación de área básica
CA	Circular de Asesoramiento
CDI	Indicador de desviación con respecto al rumbo
CDU	Pantalla de control
CO	Circular operativa
DME	Equipo radiotelemétrico
DOP	Dilución de la precisión
EASA	Agencia Europea de Seguridad Aérea
ETSO	Disposición técnica normalizada (EASA)
EUROCAE	Organización Europea para los Equipos de Aviación Civil
FAA	Administración Federal de Aviación (de los Estados Unidos)
FDE	Detección de fallas y exclusión
FMS	Sistema de gestión de vuelo
FTE	Error técnico de vuelo
GNSS	Sistema mundial de navegación por satélite
GPS	Sistema mundial de determinación de la posición
HSI	Indicador de situación horizontal
IFR	Reglas de vuelo por instrumentos
INS	Sistema de navegación inercial
IRS	Sistema de referencia inercial
IRU	Unidad de referencia inercial
LAR	Reglamentos Aeronáuticos Latinoamericanos
LOA	Carta de autorización
MEL	Lista de equipo mínima
NAVAIDS	Ayudas para la navegación
NDB	Radiofaro no direccional

ND	Pantalla de navegación
NOTAM	Aviso a los aviadores
OACI	Organización Internacional de Aviación Civil
OM	Manual de operaciones
PBN	Navegación basada en la performance
PF	Piloto que vuela la aeronave
PNF	Piloto que no vuela la aeronave
POH	Manual de operación del piloto
P-RNAV	Navegación de área de precisión
RAIM	Vigilancia autónoma de la integridad en el receptor
RDAC	Regulaciones Técnicas de Aviación Civil
RNAV	Navegación de área
RTCA	Requisitos y conceptos técnicos para la aviación
SA	Disponibilidad selectiva
SB	Boletín de servicio
STC	Certificado tipo suplementario
TCDS	Hoja de datos del certificado de tipo
TLS	Nivel deseado de seguridad
TSO	Disposición técnica normalizada
VOR	Radiofaro omnidireccional VHF
WGS	Sistema geodésico mundial
WPT	Punto de recorrido

5. INTRODUCCIÓN

5.1 En enero de 1998, la Agencia Europea de Seguridad Aérea (EASA) publicó el documento correspondiente a los Métodos aceptables de cumplimiento 20-4 (AMC 20-4) que reemplazó al material guía transitorio No. 2 (TGL No.2) emitido por la antigua JAA. Esta AMC contiene métodos aceptables de cumplimiento relativos a la aprobación de aeronavegabilidad y a los criterios operacionales para la utilización de los sistemas de navegación en el espacio aéreo Europeo designado para operaciones de Navegación de área básica (RNAV Básica o B-RNAV).

5.2 De la misma manera, la Administración Federal de Aviación (FAA) de los Estados Unidos, reemplazó la AC 90-96 de marzo de 1998 por la AC 90-96A emitida en enero de 2005. Esta nueva circular provee material guía respecto a la aprobación de aeronavegabilidad y operacional para explotadores de aeronaves registradas en Estados Unidos, que operen en espacio aéreo Europeo designado para Navegación de área básica (B-RNAV) y Navegación de área de precisión (P-RNAV).

5.3 Los dos documentos actuales la AMC 20-4 y AC 90-96A requieren requisitos operacionales y funcionales similares.

5.4 En el contexto de la terminología adoptada en el Manual sobre la navegación basada en la performance (PBN) de la Organización Internacional de Aviación Civil (OACI), los requisitos B-RNAV son conocidos como RNAV 5.

5.5 Las bases de las especificaciones desarrolladas por EASA y FAA, están fundamentadas en las capacidades de los equipos RNAV incorporados en los inicios de los años 70.

5.6 La especificación de navegación RNAV 5 ha sido desarrollada por OACI para ser utilizada en operaciones en ruta dentro de la cobertura de las ayudas para la navegación basadas en tierra o en el espacio, o dentro de los límites de capacidad de las ayudas autónomas o de una combinación de ambas.

5.7 Si bien los requisitos de una operación RNAV se abordan principalmente en un entorno de vigilancia ATS, la implementación de la RNAV 5 ha ocurrido en áreas donde no hay vigilancia. Esto ha requerido un aumento en el espaciamiento de la ruta para asegurar el cumplimiento del nivel deseado de seguridad (TLS).

5.8 La especificación RNAV 5 no requiere una alerta para el piloto en el evento de errores excesivos de navegación, tampoco requiere dos sistemas RNAV, por lo tanto, la pérdida potencial de la capacidad RNAV exige que la aeronave sea provista de una fuente de navegación alterna.

5.9 El nivel de performance seleccionado para las operaciones RNAV 5, permite que un amplio rango de sistemas RNAV sean aprobados para estas operaciones, incluyendo los INS con un límite de dos horas después de su última actualización de alineamiento de la posición realizada en tierra, cuando no disponen de una función para la actualización de radio automática de la posición de la aeronave.

5.10 A pesar que la especificación RNAV 5 no requieren de la función de control y alerta de la performance en vuelo, ésta si requiere que el equipo de a bordo mantenga una precisión de la navegación lateral y longitudinal en ruta de ± 5 NM o mejor el 95% del tiempo total de vuelo.

6. CONSIDERACIONES GENERALES

6.1 Infraestructura de las ayudas para la navegación

- a) La AAC puede prescribir la especificación de navegación RNAV 5 para rutas específicas o para áreas o niveles de vuelos específicos de un espacio aéreo.
- b) Los sistemas RNAV 5 permiten que una aeronave navegue a lo largo de cualquier

trayectoria de vuelo deseada dentro de la cobertura de las ayudas para la navegación (NAVAIDS) basadas en tierra o en el espacio, o dentro de los límites de capacidad de las ayudas autónomas o una combinación de ambos métodos.

- c) Las operaciones RNAV 5 están basadas en la utilización de un equipo RNAV que automáticamente determina la posición de la aeronave en el plano horizontal usando un sensor o una combinación de los siguientes tipos de sensores de navegación, junto con los medios para establecer y seguir una trayectoria deseada:
 - 1) VOR/DME;
 - 2) DME/DME;
 - 3) INS o IRS; y
 - 4) GNSS.

Nota.- La aplicación de los sensores está sujeta a las limitaciones contenidas en el Párrafo 8.4 de esta CA.

- d) Los proveedores de servicios de navegación aérea (ANSP) deben evaluar la infraestructura de las NAVAIDS para garantizar que ésta es suficiente para las operaciones propuestas, incluyendo modos de reversión.
- e) Es aceptable que se presenten vacíos (gaps) en la cobertura de las NAVAIDS; cuando esto ocurra, se debe considerar el espaciamiento en ruta y las superficies de franqueamiento de obstáculos debido al aumento previsto en los errores de mantenimiento de la derrota lateral durante la fase de vuelo a estima.

6.2 Comunicaciones y vigilancia del servicio de tránsito aéreo (ATS)

- a) Se requiere comunicación directa de voz del piloto al control de tránsito aéreo (ATC).
- b) Cuando se confíe en la utilización del radar para asistir en los procedimientos de contingencia, se debe demostrar que su performance es adecuada para ese propósito.
- c) Se puede utilizar monitoreo radar ATS para mitigar los riesgos de errores de navegación graves, siempre que la ruta esté dentro de los volúmenes de servicio de vigilancia ATS y de comunicaciones y los recursos ATS sean suficientes para la tarea.

6.3 Franqueamiento de obstáculos y espaciamiento en ruta

- a) El Doc 8168 (PAN OPS), Volumen II, provee guía detallada sobre el franqueamiento de obstáculos. Son de aplicación los criterios generales de las Parte I y III de dicho documento.
- b) Los ANSP son responsables por el espaciamiento en ruta y deberían contar con herramientas de vigilancia y monitoreo ATS para apoyar la detección y corrección de los errores de navegación.
- c) En un ambiente de vigilancia ATC, el espaciamiento en ruta dependerá de la carga

de trabajo aceptable del ATC y de la disponibilidad de herramientas de control.

- d) El diseño de la ruta debería considerar la performance de navegación que puede ser lograda utilizando la infraestructura de navegación disponible, así como las capacidades funcionales requeridas por esta CA. Dos aspectos son de particular importancia.

1) Espaciamiento entre rutas en virajes

- (a) El ordenamiento automático de tramos y la anticipación asociada del viraje es solamente una función recomendada para RNAV 5. La derrota posterior a la ejecución de un viraje depende de la velocidad verdadera, la aplicación de los límites del ángulo de inclinación y del viento. Estos factores, junto con la utilización de criterios diferentes por parte de los fabricantes para iniciar un viraje, causa una gran dispersión de la performance del viraje. Estudios han demostrado que para un cambio de derrota tan pequeño como 20 grados, la trayectoria real de vuelo puede variar tanto como 2 NM. Esta variabilidad del viraje debe ser tomada en cuenta en el diseño de la estructura de la ruta cuando se propone rutas muy próximas.

2) Distancia a lo largo de la derrota entre cambios de tramos

- (a) En caso de un cambio muy grande del ángulo de derrota, se puede iniciar un viraje tan pronto como a 20 NM antes del punto de recorrido (WPT). Los virajes que son iniciados manualmente pueden sobrepasar la derrota siguiente.
- (b) El diseño de la estructura de derrotas debe garantizar que los cambios de tramos no ocurran demasiado cerca entre ellos. La longitud de la derrota prevista entre virajes dependerá del ángulo de viraje requerido.

6.4 Publicaciones

- a) La publicación de información aeronáutica (AIP) indicará claramente que la aplicación es RNAV 5. El requisito para llevar equipo RNAV 5 en espacios aéreos específicos o en rutas identificadas debe ser publicado en la AIP.
- b) La ruta debe estar basada en perfiles de descenso normal e identificará los requisitos de altitud mínima de los segmentos.
- c) Los datos de navegación publicados en la AIP para las rutas y las NAVAIDS de apoyo deben satisfacer los requisitos del Anexo 15 al Convenio de Chicago – Servicios de información aeronáutica.
- d) Todas las rutas deben estar basadas en las coordenadas del sistema geodésico mundial - 84 (WGS-84).
- e) La disponibilidad de la infraestructura de las NAVAIDS debe estar claramente designada en las cartas apropiadas (p. ej., GNSS, DME/DME, VOR/DME). Cualquier instalación de navegación que sea crítica para la operación RNAV 5 será identificada en las publicaciones relevantes.

- f) Una base de datos de navegación no forma parte de las funciones requeridas de RNAV 5. La ausencia de dicha base de datos requiere la entrada manual de WPT, lo cual aumenta significativamente el potencial de errores en los WPT. Las cartas de ruta deberían apoyar la verificación de errores graves por parte de la tripulación de vuelo, publicando información sobre los puntos de referencia para los WPT seleccionados en las rutas RNAV 5.

6.5 Consideraciones adicionales

- a) Muchas aeronaves tienen la capacidad de volar trayectorias paralelas desplazadas a la izquierda o a la derecha de la ruta original activa. El propósito de esta función es permitir desplazamientos laterales para operaciones tácticas autorizadas por el ATC.
- b) Asimismo, muchas aeronaves tienen la capacidad de ejecutar una maniobra de patrón de espera utilizando sus sistemas RNAV, esta capacidad puede proveer flexibilidad al ATC en la designación de las operaciones RNAV 5.

7. APROBACIÓN DE AERONAVEGABILIDAD Y OPERACIONAL

7.1 Para que un explotador de transporte aéreo comercial reciba una autorización RNAV 5, éste deberá cumplir con dos tipos de aprobaciones:

- a) la aprobación de aeronavegabilidad que le incumbe al Estado de matrícula (Véase Artículo 31 al Convenio de Chicago y Párrafos 5.2.3 y 8.1.1 del Anexo 6 Parte I); y
- b) la aprobación operacional a cargo del Estado del explotador (Véase Párrafo 4.2.1 y Adjunto F del Anexo 6 Parte I).

7.2 Para explotadores de aviación general, el Estado de registro (Véase Párrafo 2.5.2.2 del Anexo 6 Parte II) emitirá una carta de autorización (LOA), una vez que determine que la aeronave cumple con todos los requisitos aplicables de este documento para operaciones RNAV 5.

7.3 El cumplimiento de los requisitos de aeronavegabilidad por si solos no constituyen la aprobación operacional.

8. APROBACIÓN DE AERONAVEGABILIDAD

8.1 Equipo de la aeronave

- a) Una aeronave puede ser considerada elegible para una aprobación RNAV 5 si está equipada con uno o más sistemas de navegación aprobados e instalados de conformidad con la guía contenida en este documento.
- b) La capacidad de una aeronave para realizar operaciones RNAV 5 puede ser demostrada o alcanzada en los siguientes casos:
- 1) Primer caso: Capacidad demostrada en el proceso de fabricación y declarada en el manual de vuelo de la aeronave (AFM) o en el suplemento al AFM o en la hoja de datos del certificado de tipo (TCDS) o en el manual de operación del piloto (POH).

- 2) Segundo caso: Capacidad alcanzada en servicio:
 - (a) mediante aplicación de boletín de servicio o certificado tipo suplementario o carta de servicio o documento equivalente e inclusión del suplemento en el AFM; o
 - (b) mediante una aprobación del sistema de navegación de la aeronave.

8.2 Admisibilidad en base al AFM o suplemento al AFM o TCDS o POH.- Para determinar la admisibilidad de la aeronave en función del AFM o suplemento al AFM o TCDS o POH, la capacidad RNAV 5 de la aeronave deberá haber sido demostrada en producción (aeronaves en proceso de fabricación o de construcción nueva).

a) Admisibilidad de los sistemas RNAV-5 de las aeronaves

- 1) Una aeronave puede ser considerada admisible para operaciones RNAV 5, si el AFM o suplemento del AFM o TCDS o POH muestra que la instalación de los sistemas de navegación para operaciones de acuerdo con las reglas de vuelo por instrumentos (IFR) ha recibido la aprobación de aeronavegabilidad de conformidad con esta CA o con la AMC 20-4 o con uno de los siguientes documentos de la FAA:
 - (a) AC 90-96A, AC 90-45A, AC 20-121A, AC 20-130, AC 20-138A o AC 25-15

***Nota.-** Una aeronave puede ser considerada elegible para operaciones RNAV 5 cuando el AFM, Suplemento del AFM, TCDS o POH indica que la aeronave ha sido aprobada para **B-RNAV** según la AMC 20-4 de EASA o la AC 90-96A de la FAA.*

- 2) La guía para la aprobación de aeronavegabilidad contenida en esta CA provee performance de navegación de la aeronave equivalente a la AMC 20-4 de EASA y AC 90-96A de la FAA.
- 3) Una vez que la admisibilidad de la aeronave ha sido establecida, se procederá con la aprobación del explotador de acuerdo con el Párrafo 9 de esta CA.

b) Aprobación de aeronaves LAR 91

- 1) Los explotadores LAR 91 deberían revisar el AFM o suplemento al AFM o TCDS o POH para asegurarse que el sistema de navegación de la aeronave es apto para realizar operaciones RNAV 5, según lo descrito en el Párrafo 8.2 a) 1) de esta CA.
- 2) Después de haber determinado la admisibilidad del sistema de navegación, los explotadores LAR 91 presentarán los documentos respectivos a la AAC.
- 3) En caso que los explotadores LAR 91 no estén en condiciones de determinar, basados en el AFM o suplemento al AFM o TCDS o POH, si el sistema de la aeronave ha sido instalado y aprobado de acuerdo con una CA o AC o AMC apropiada, procederán de conformidad con el Párrafo 8.3 de este documento.

c) Aprobación de aeronaves LAR 121 y/o 135

- 1) Los explotadores LAR 121 y/o 135 presentarán la siguiente documentación a la AAC:

- (a) Secciones del AFM o suplemento al AFM o TCDS que registren la aprobación de aeronavegabilidad de acuerdo con esta CA o con los materiales guía mencionados en el Párrafo 8.2 a) 1) de este documento.
- 2) Estos explotadores se asegurarán que el sistema de navegación de la aeronave satisfaga las funciones requeridas en el Párrafo 8.6 de esta CA.
- 3) En el evento que un explotador LAR 121 y/o 135 no esté en condiciones de determinar, basado en el AFM o suplemento al AFM o TCDS, si el sistema de la aeronave ha sido instalado y aprobado de acuerdo con una CA o AC o AMC apropiada, procederá de conformidad con los pasos establecidos en el siguiente párrafo.

8.3 Admisibilidad que no está basada en el AFM o en la TCDS o en el suplemento al AFM o en el POH – Capacidad RNAV 5 alcanzada en servicio.

- a) *Determinación de la admisibilidad de la aeronave mediante evaluación de su equipo de navegación.*
 - 1) El explotador realiza una solicitud de evaluación de admisibilidad del equipo de navegación RNAV de la aeronave a la División de inspección de aeronavegabilidad o entidad equivalente de la AAC. El explotador, junto con la solicitud, presentará lo siguiente:
 - (a) nombre del fabricante, modelo y número de parte del sistema RNAV;
 - (b) evidencia de que el equipo satisface una precisión de navegación lateral y longitudinal en ruta de ± 5 NM el 95% del tiempo de vuelo. Este requerimiento puede ser determinado mediante la evaluación del diseño del sistema. Para este propósito se puede utilizar la evidencia de que el equipo satisface los requerimientos de otra AC.
 - (c) prueba de que el sistema cumple con las funciones requeridas para operaciones RNAV 5 descritas en el Párrafo 8.6 de esta CA;
 - (d) los procedimientos de operación de la tripulación y boletines; y
 - (e) cualquier otra información pertinente que requiera la AAC.
 - 2) En el evento que la División de inspección de aeronavegabilidad o entidad equivalente de la AAC no esté en condiciones de determinar la admisibilidad del equipo RNAV, la solicitud de evaluación junto con la documentación de respaldo será enviada a la División de certificación de aeronaves o entidad equivalente del Estado de matrícula. En cualquier caso, la División de certificación de aeronaves o equivalente informará a la División de inspección de aeronavegabilidad o equivalente sobre la admisibilidad del equipo propuesto para realizar operaciones RNAV 5.
 - 3) *Explotadores LAR 91.-* Una vez que la AAC ha determinado que el equipo de la aeronave es apto para realizar operaciones RNAV 5, la División de inspección de aeronavegabilidad o entidad equivalente emitirá una carta de hallazgo que documente que el equipo RNAV de la aeronave se encuentra apto para realizar dichas operaciones.

- 4) *Explotadores LAR 121 o 135.*- La AAC verificará la admisibilidad del sistema RNAV de la aeronave incluyendo las funciones requeridas en el Párrafo 8.6 de esta CA.

8.4 Limitaciones de diseño y/o utilización de los sistemas de navegación.- A pesar que los siguientes sistemas de navegación ofrecen capacidad RNAV, éstos presentan limitaciones para su utilización en operaciones RNAV 5.

a) Sistemas de navegación inercial/Sistemas de referencia inercial (INS/IRS)

- 1) Los sistemas inerciales pueden ser utilizados, ya sea como un sistema de navegación inercial (INS) autónomo o como un sistema de referencia inercial (IRS) que actúe como parte de un sistema RNAV multisensor, donde los sensores inerciales provean aumentación a los sensores básicos de posición, así como una fuente de reversión de la información de la posición de la aeronave cuando exista una falta de cobertura de los equipos de radionavegación.
- 2) Un INS que no dispone de la función de actualización automática de la posición de la aeronave y que está aprobado de acuerdo con la AC 25-4 de la FAA, cuando cumpla con los criterios funcionales del Párrafo 8.6 de esta CA, solo puede ser utilizado durante un máximo de dos horas a partir de la última actualización de la posición efectuada en tierra. Se podrán tener en cuenta las configuraciones específicas del INS (p. ej., combinación triple) cuando los datos del fabricante del equipo o de la aeronave justifiquen una utilización más prolongada a partir de la última actualización de la posición;
- 3) Un INS con actualización automática de la posición de la aeronave, incluyendo aquellos sistemas en los que se seleccionan los canales de radio de forma manual según los procedimientos de la tripulación de vuelo, deberá estar aprobado de acuerdo con la AC 90-45A o AC 20-130A o cualquier documento equivalente.

b) Radiofaro omni-direccional VHF (VOR)

- 1) La precisión de un VOR puede satisfacer normalmente los requisitos de precisión para RNAV 5 hasta 60 NM desde la radioayuda a la navegación y desde un VOR Doppler hasta 75 NM. Regiones específicas dentro de la cobertura VOR pueden experimentar errores mayores debido a los efectos de propagación (p. ej., trayectorias múltiples). Cuando existan dichos errores se deberán prescribir las áreas donde el VOR afectado puede no ser utilizado.

c) Equipo radiotelemétrico (DME)

- 1) Se considera que las señales DME son suficientes para satisfacer los requisitos RNAV 5 cuando se reciben estas señales y no existe un DME cercano en el mismo canal, sin tener en cuenta el volumen de cobertura publicado. Cuando el sistema RNAV 5 no considera la cobertura operacional designada publicada del DME, el sistema RNAV debe ejecutar verificaciones de integridad para confirmar que se recibe la señal correcta del DME.

d) Sistema mundial de navegación por satélite (GNSS)

- 1) **Sistema mundial de determinación de la posición (GPS)**

- (a) la utilización de GPS para realizar operaciones RNAV 5 está limitada a los equipos aprobados de acuerdo con las TSO-C 129(), TSO-C-145() y TSO-C-146() de la FAA o las ETSO-129(), ESTO-145() y ESTO-146() de EASA o documentos equivalentes que incluyen las funciones mínimas del sistema que se especifican en el Párrafo 8.6 de esta CA.
- (b) La integridad de los sistemas GPS deberá ser provista por la vigilancia autónoma de la integridad en el receptor (RAIM) o por un medio equivalente dentro de un sistema de navegación multisensor. El equipo deberá ser aprobado de acuerdo con la AMC 20-5 o documento equivalente. Además, los equipos GPS autónomos deberán incluir las siguientes funciones de acuerdo con los criterios de la TSO-C 129A o ETSO-129A:
 - (1) detección de saltos de la pseudodistancia; y
 - (2) comprobación del código de estado de salud del mensaje.
- (c) El cumplimiento de estos dos requisitos puede ser determinado de la siguiente manera:
 - (1) una declaración en el AFM o POH que indique que el GPS satisface los criterios de equipo primario de navegación en espacio aéreo oceánico y remoto; o
 - (2) una placa en el receptor GPS que certifique que satisface las TSO-C 129(), TSO-C-145() y TSO-C-146() de la FAA o las ETSO-129(), ESTO-145() y ESTO-146() de EASA; o
 - (3) una carta de la AAC respecto a la aprobación de diseño para el equipo aplicable. Los explotadores deberían contactar al fabricante del equipo de aviónica para determinar si el equipo cumple con estos requisitos y averiguar si la carta de aprobación de diseño está disponible. Los fabricantes pueden obtener una carta remitiendo la documentación apropiada a la oficina de certificación del Estado de diseño o fabricación de la aeronave. Los explotadores mantendrán la carta de aprobación de diseño dentro del AFM o POH como evidencia de la admisibilidad del sistema RNAV 5. Cualquier limitación incluida en la carta de aprobación del diseño debería ser reflejada en la carta de evidencia para explotadores LAR 91 o en las especificaciones relativas a las operaciones (OpSpecs) para explotadores LAR 121 y/o 135.
- (d) los equipos convencionales de navegación (p. ej., VOR, DME o el Radiogoniómetro automático (ADF)) deberán estar instalados y operativos para proporcionar un medio alternativo de navegación.
- (e) Cuando la aprobación de las operaciones RNAV 5 requiere la utilización de equipo de navegación tradicional como medio alternativo de navegación en el evento de falla del GPS, las ayudas de navegación requeridas (p. ej., VOR, DME o ADF) de acuerdo a lo especificado en la aprobación, deberán estar instaladas y en servicio.

2) Equipos GPS autónomos

- (a) Los equipos GPS autónomos, aprobados de acuerdo con la guía provista en esta CA, pueden ser utilizados en operaciones RNAV 5, sujetos a las limitaciones contenidas en este documento. Dichos equipos deberán ser operados según los procedimientos aceptables para la AAC. La tripulación de vuelo deberá recibir instrucción apropiada para la utilización del equipo GPS autónomo respecto a los procedimientos normales y no normales detallados en el Párrafo 10 de esta CA.

8.5 Requisitos del sistema RNAV-5

a) Precisión

- 1) la performance de navegación de las aeronaves que se aprueben para las operaciones RNAV 5 requieren de una precisión de mantenimiento de la derrota igual o mejor a ± 5 NM durante el 95% del tiempo de vuelo. Este valor incluye el error de la fuente de la señal, el error del receptor de a bordo, el error del sistema de presentación y el error técnico de vuelo (FTE).
- 2) Esta performance de navegación supone que se dispone de la cobertura necesaria proporcionada por ayudas a la navegación basadas en satélites o emplazadas en tierra, para la ruta que se pretende volar.

b) Disponibilidad e integridad

El nivel mínimo de disponibilidad e integridad requerido para los sistemas RNAV 5, puede ser satisfecho con un sólo sistema de navegación instalado a bordo que esté conformado por:

- 1) un sensor o por una combinación de los siguientes sensores: VOR/DME, DME/DME, INS o IRS y GNSS o GPS;
- 2) un computador RNAV;
- 3) pantallas de control (CDU); y
- 4) pantallas/instrumentos de navegación [p. ej., pantallas de navegación (ND), indicador de situación horizontal (HSI) o indicador de desviación con respecto al rumbo (CDI)] siempre que la tripulación de vuelo supervise el sistema y que en caso de falla de éste, la aeronave conserve la capacidad de navegar con respecto a las ayudas de navegación emplazadas en tierra (p. ej., VOR, DME o radiofaro no direccional (NDB)).

8.6 Requisitos funcionales

a) *Funciones requeridas.*- Las siguientes funciones del sistema son las mínimas que se requieren para conducir operaciones RNAV 5:

- 1) indicación continua de la posición de la aeronave con respecto a la trayectoria que se presenta al piloto que vuela (PF) la aeronave en un instrumento o pantalla de navegación situada en su campo de visión primario;

- 2) asimismo, cuando la tripulación mínima de vuelo sea de dos pilotos, indicación de la posición de la aeronave con respecto a la trayectoria que se presentará al piloto que no vuela (PNF) la aeronave en un instrumento o pantalla de navegación situada en su campo de visión primario;
- 3) presentación de la distancia y rumbo al punto de recorrido activo (TO);
- 4) presentación de la velocidad con respecto a tierra o el tiempo al punto de recorrido activo (TO);
- 5) almacenamiento de un mínimo de 4 puntos de recorrido; e
- 6) indicación adecuada de fallas del sistema RNAV, incluyendo las fallas de los sensores.

b) *Presentaciones de navegación RNAV 5*

- 1) La información de navegación debe estar disponible para ser mostrada, ya sea en una pantalla de presentación que forme parte del equipo RNAV o en una pantalla de desviación lateral (p. ej., CDI, (E)HSI, o en una presentación de un mapa de navegación).
- 2) Estas presentaciones deben ser utilizadas como instrumentos de vuelo primarios para la navegación de la aeronave, anticipación de maniobra y para las indicaciones de falla, condición e integridad. Dichas pantallas o indicadores deberían satisfacer los siguientes requisitos:
 - (a) Las presentaciones deben ser visibles al piloto cuando mire hacia delante a lo largo de la trayectoria de vuelo;
 - (b) La escala de la presentación de desviación lateral debería ser compatible con cualquier límite de alerta e indicación, si están implementadas; y
 - (c) La presentación de la desviación lateral debe tener una escala y una deflexión máxima, apropiadas para la operación RNAV 5.

8.7 Aeronavegabilidad continuada

- a) Los explotadores de aeronaves aprobadas para realizar operaciones RNAV 5, deben asegurar la continuidad de la capacidad técnica de ellas para satisfacer los requisitos técnicos establecidos en esta CA.
- b) Cada explotador que solicite una aprobación operacional RNAV 5, deberá presentar a la AAC del Estado de matrícula un programa de mantenimiento e inspección que incluya todos aquellos requisitos de mantenimiento necesarios para asegurar que los sistemas de navegación sigan cumpliendo el criterio de aprobación RNAV 5.
- c) Los siguientes documentos de mantenimiento deben ser revisados, según corresponda, para incorporar los aspectos RNAV 5:
 - 1) Manual de control de mantenimiento (MCM);
 - 2) Catálogos ilustrados de partes (IPC); y

- 3) Programa de mantenimiento.
- d) El programa de mantenimiento aprobado para las aeronaves afectadas debe incluir las prácticas de mantenimiento que se indican en los correspondientes manuales de mantenimiento del fabricante de la aeronave y de sus componentes y debe considerar:
- 1) que los equipos involucrados en la operación RNAV 5 deben mantenerse de acuerdo con las instrucciones del fabricante de los componentes;
 - 2) que cualquier modificación o cambio del sistema de navegación que afecte de cualquier forma a la aprobación RNAV 5 inicial, debe ser objeto de comunicación y revisión por la AAC para su aceptación o aprobación de dichos cambios previo a su aplicación; y
 - 3) que cualquier reparación que no se incluya en la documentación aprobada/aceptada de mantenimiento y que pueda afectar a la integridad de la performance de navegación, debe ser objeto de comunicación a la AAC para su aceptación o aprobación de las mismas.
- e) Dentro de la documentación relativa al mantenimiento RNAV, se debe presentar el programa de instrucción del personal de mantenimiento, que entre otros aspectos, debe contemplar:
- 1) concepto PBN;
 - 2) aplicación de la RNAV 5;
 - 3) equipos involucrados en una operación RNAV 5; y
 - 4) utilización de la MEL.

9. APROBACIÓN OPERACIONAL

- 9.1 *Requisitos para obtener la aprobación operacional.*- Para obtener la aprobación operacional, el explotador cumplirá los siguientes pasos considerando los procedimientos de operación establecidos en el Párrafo 10 de esta CA.
- a) *Aprobación de aeronavegabilidad.*- las aeronaves deberán contar con las correspondientes aprobaciones de aeronavegabilidad según lo establecido en el Párrafo 8 de esta CA.
 - b) *Documentación.*- El explotador presentará a la AAC la siguiente documentación:
 - 1) la solicitud para obtener la autorización RNAV 5;
 - 2) las enmiendas al manual de operaciones (OM) que deberán incluir los procedimientos de operación según lo descrito en el Párrafo 10 de esta CA, para las tripulaciones de vuelo y despachadores de vuelo, si corresponde;

- 3) las enmiendas cuando correspondan de los manuales y programas de mantenimiento que deberán contener los procedimientos de mantenimiento de los nuevos equipos así como la instrucción del personal asociado de mantenimiento, de acuerdo con el Párrafo 8.7 e);
 - 4) una copia de las partes del AFM, o suplemento del AFM o TCDS o POH, donde se verifique la aprobación de aeronavegabilidad para RNAV 5 por cada una de las aeronaves afectadas;
 - 5) las enmiendas a la lista de equipo mínimo (MEL), que deberán identificar los equipos mínimos necesarios para cumplir con los criterios de RNAV 5; y
 - 6) los programas de instrucción o las enmiendas a los programa de instrucción del explotador para las tripulaciones, despachadores de vuelo, si corresponde, según lo descrito en el Párrafo 11 de este documento;
- c) *Instrucción.*- Una vez aceptadas o aprobadas las enmiendas a los manuales, programas y documentos remitidos, el explotador impartirá la instrucción requerida a su personal.
- d) *Vuelos de validación.*- La AAC podrá realizar un vuelo de validación, si determina que es necesario en el interés de la seguridad operacional. La validación se podrá realizar en un vuelo comercial.
- 9.2 *Emisión de la autorización para realizar operaciones RNAV 5.*- Una vez que el explotador ha finalizado con éxito el proceso de aprobación operacional, la AAC emitirá al explotador, cuando correspondan, la autorización para que realice operaciones RNAV 5.
- a) *Explotadores LAR 91.*- Para explotadores LAR 91, la AAC emitirá una carta de autorización (LOA).
 - b) *Explotadores LAR 121 y/o 135.*- Para explotadores LAR 121 y/o LAR 135, la AAC emitirá las correspondientes OpSpecs que reflejarán la autorización RNAV 5.

10. PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN

10.1 Planificación del vuelo.

- a) Antes de operar en una ruta RNAV 5, el explotador se asegurará que :
 - 1) la aeronave dispone de una aprobación RNAV 5;
 - 2) los equipos necesarios para operar RNAV 5 funcionan correctamente y no estén degradados;
 - 3) las ayudas a la navegación basadas en el espacio o emplazadas en tierra se encuentran disponibles; y
 - 4) las tripulaciones revisen los procedimientos de contingencia.
- b) *Equipos GPS autónomos.* Durante la fase de planificación se llevará a cabo los siguientes procedimientos con respecto al equipo GPS autónomo:

- 1) Una aeronave podrá despegar sin ninguna acción en los siguientes casos:
 - (a) cuando todos los satélites son programados para estar en servicio; o
 - (b) cuando un satélite es programado para estar fuera de servicio en caso de un equipo GPS que incorpore altitud barométrica.
 - 2) Se deberá confirmar la disponibilidad de la integridad RAIM del GPS para un vuelo previsto (ruta y duración), mediante el uso de un programa de predicción basado en tierra o incorporado en el sistema de a bordo de la aeronave, siguiendo los criterios del Apéndice 1 de esta CA o por un método alterno que sea aceptable a la AAC, en los siguientes casos:
 - (a) cuando cualquier satélite es programado para estar fuera de servicio; o
 - (b) cuando más de un satélite es programado para estar fuera de servicio en caso de un equipo GPS que incorpora altitud barométrica.
 - 3) Esta predicción es requerida para cualquier ruta o segmento de ruta RNAV 5 basada en la utilización del GPS.
 - 4) La ruta de vuelo especificada, incluyendo el trayecto a cualquier aeródromo de alternativa, estará definida por una serie de puntos de recorridos y por el tiempo estimado de paso sobre los mismos para una velocidad o serie de velocidades, que serán a su vez función de la intensidad y dirección del viento previsto.
 - 5) Teniendo en cuenta que durante el vuelo pueden originarse desviaciones en relación con la velocidad especificada respecto al suelo, la predicción debe realizarse utilizando distintas velocidades dentro del margen previsible para las mismas.
 - 6) El programa de predicción deberá ejecutarse con una antelación máxima de dos horas previas a la salida del vuelo. El explotador confirmará que los datos sobre el estado de la constelación y almanaque GPS, han sido actualizados con las últimas informaciones distribuidas por aviso para aviadores (NOTAM).
 - 7) Al objeto de conseguir la mayor exactitud en la predicción, el programa deberá permitir tanto la desección manual de los satélites considerados no operativos, como la selección de aquellos que han vuelto a las condiciones de servicio durante el tiempo de vuelo.
 - 8) el explotador no efectuará el despacho o la liberación de un vuelo en el caso de pérdida de predicción continua de la RAIM superior a 5 minutos para cualquier tramo de la ruta prevista. En este evento el vuelo puede ser demorado, cancelado o asignado a otra ruta en la cual pueden ser cumplidos los requerimientos RAIM.
- c) *Plan de vuelo ATS – OACI.*- Al momento de completar el plan de vuelo ATS, los explotadores de las aeronaves autorizadas a una ruta RNAV 5 insertarán el código correspondiente en la casilla 10 (equipo) del formulario del plan de vuelo, como está definido en el Doc 7030 de OACI para estas operaciones.

10.2 Procedimientos previos al vuelo en la aeronave.- La tripulación realizará en la aeronave los siguientes procedimientos previos al vuelo:

- a) revisará los registros y formularios, para asegurarse que se han tomado las acciones de mantenimiento a fin de corregir defectos en el equipo; y
- b) verificará la validez de la base de datos (ciclo AIRAC vigente), si ésta se encuentra instalada.
- c) la ruta corresponda con la autorización. Las tripulaciones de vuelo deberán verificar el plan de vuelo autorizado comparando las cartas u otros recursos aplicables con la presentación textual del sistema de navegación y la presentación en pantalla de la aeronave, considerando el nombre del WPT, secuencia, rumbo y distancia al próximo WPT y distancia total, si es aplicable. Si es requerido (NOTAM, AIP, cartas de navegación u otro recurso), la exclusión de las ayudas para la navegación específicas debería ser confirmada, con tal de evitar su inclusión en el cálculo de posición por parte del sistema de navegación de la aeronave.

10.3 Operaciones en ruta.

- a) La tripulación de vuelo se asegurará del funcionamiento correcto del sistema de navegación de la aeronave durante su operación en una ruta RNAV 5, confirmando que:
 - 1) los equipos necesarios para la operación RNAV 5 no se hayan degradado durante el vuelo;
 - 2) la ruta corresponda con la autorización.
 - 3) la precisión de la navegación de la aeronave sea la adecuada para las operaciones RNAV 5, asegurándose mediante verificaciones cruzadas pertinentes;
 - 4) otras ayudas a la navegación (p. ej., VOR, DME y ADF) deberán ser seleccionadas de tal manera que permitan una verificación cruzada o reversión inmediata en el evento de pérdida de la capacidad RNAV;
 - 5) Para la RNAV 5, los pilotos deben utilizar un indicador de desviación lateral, director de vuelo (FD) o piloto automático (AP) en modo de navegación lateral. Los pilotos pueden usar una presentación de pantalla como se describe en el Párrafo 8.6 b) sin un director de vuelo o piloto automático. Los pilotos de las aeronaves con presentación de pantalla de desviación lateral deben asegurarse de que la escala de desviación lateral es adecuada para la precisión de navegación relacionada con la ruta o el procedimiento (por ejemplo, deflexión máxima de ± 5 NM).

- 6) Se espera que todos los pilotos mantengan el eje de la ruta, como lo representan los indicadores de desviación lateral y/o guía de vuelo de a bordo, durante todas las operaciones RNAV 5, a menos que estén autorizados a desviarse por el ATC o en condiciones de emergencia. Para las operaciones normales el error/desviación lateral (la diferencia entre la trayectoria calculada por el sistema RNAV y la posición estimada de la aeronave con relación a aquella trayectoria, FTE) deberá limitarse a $\pm \frac{1}{2}$ de la precisión de navegación correspondiente al procedimiento o a la ruta (2.5 NM). Se permiten desviaciones pequeñas de este requisito (p. ej., pasarse o quedarse corto de la trayectoria) durante e inmediatamente después de un viraje en ruta hasta un máximo igual a la precisión de la navegación (es decir 5 NM).

Nota.- *Algunas aeronaves no presentan en pantalla ni calculan la trayectoria durante virajes. Los pilotos de estas aeronaves quizá no puedan observar el requisito de precisión de $\pm \frac{1}{2}$ durante los virajes en ruta, no obstante se espera que satisfagan los requisitos de interceptación después de los virajes y en los segmentos en línea recta.*

- 7) Si el ATC emite una asignación de rumbo que ubica a la aeronave fuera de la ruta, el piloto no deberá modificar el plan de vuelo en el sistema RNAV, hasta que se reciba una nueva autorización que permita a la aeronave retornar a la ruta o que el controlador confirme una nueva autorización. Cuando la aeronave no está en la ruta publicada, el requisito de precisión especificado no se aplica.

10.4 Procedimientos de contingencia.

- a) Las tripulaciones de vuelo deberán familiarizarse con las siguientes disposiciones generales:

- 1) una aeronave no debe ingresar o continuar las operaciones en espacio aéreo designado como RNAV 5, de conformidad con la autorización vigente del ATC, si debido a una falla o degradación, el sistema de navegación cae por debajo de los requisitos de RNAV 5, en este caso, el piloto obtendrá en cuanto sea posible una autorización enmendada;
- 2) de acuerdo con las instrucciones del ATC, podrán continuarse las operaciones de conformidad con la autorización ATC vigente o, cuando no sea posible, podrá solicitarse una autorización revisada para volver a la navegación convencional VOR/DME;
- 3) en el evento de falla de comunicaciones, la tripulación de vuelo deberá continuar con el plan de vuelo, de acuerdo con los procedimientos de pérdida de comunicaciones publicados; y
- 4) en todos los casos, la tripulación de vuelo deberá seguir los procedimientos de contingencia establecidos para cada región de operación, y obtener una autorización del ATC tan pronto como sea posible.

- b) Equipos GPS autónomos.

- 1) Los procedimientos del explotador deberán identificar las acciones que se requieran por parte de las tripulaciones de vuelo en caso de perder la función RAIM o exceder el límite de alarma de integridad (posición errónea). Estos procedimientos deberán incluir:

- (a) En caso de pérdida de la función RAIM.- La tripulación de vuelo podrá continuar la navegación con el equipo GPS. La tripulación debería intentar realizar verificaciones cruzadas de posición con la información suministrada por las ayudas a la navegación normalizadas de la OACI: VOR, DME y NDB, de tal manera que se confirme la existencia de un nivel de precisión requerido. En caso contrario, la tripulación deberá revertir a un medio alternativo de navegación;
- (b) En el evento de una falla observada (incluyendo la falla de un satélite que impacte en la performance de los sistemas de navegación basados en el GPS), la tripulación de vuelo deberá revertir a un medio alternativo de navegación.
- (c) En caso de excederse el límite de la alarma de la integridad.- La tripulación deberá revertir a un medio alternativo de navegación.

2) *Disponibilidad de los equipos de a bordo VOR, DME o ADF.*- El explotador deberá tener instalada en la aeronave la capacidad de los equipos de a bordo VOR, DME o ADF de conformidad con las reglas de operación aplicables, tales como, los LAR 91, 121 y 135. Esta capacidad deberá estar disponible a lo largo de la ruta de vuelo prevista para asegurar la disponibilidad de medios alternos de navegación en el caso de falla del sistema GPS/RNAV.

- c) Cualquier incidencia registrada en vuelo deberá ser notificada a la AAC en un plazo máximo de setenta y dos (72) horas, salvo causa justificada.

11. PROCESO DE SEGUIMIENTO DE LOS REPORTES DE ERRORES DE NAVEGACIÓN

- a) El explotador establecerá un proceso para recibir, analizar y hacer un seguimiento de los reportes de errores de navegación que le permita determinar la acción correctiva apropiada.
- b) Las ocurrencias de errores de navegación repetitivos atribuidos a una parte específica del equipo de navegación deben ser analizadas a fin de corregir las causas.
- c) La naturaleza y severidad de un error puede resultar en el retiro temporal de la autorización para utilizar el equipo de navegación hasta que la causa del problema haya sido identificada y rectificada.

12. PROGRAMA DE INSTRUCCIÓN

- a) El programa de instrucción para las tripulaciones de vuelo y despachadores de vuelo, si corresponde, deberá ser revisado y aprobado por la AAC. El explotador incluirá al menos las siguientes áreas:
 - 1) Equipos requeridos, capacidades, limitaciones y operación de los mismos en espacio aéreo RNAV 5;

- 2) Las rutas y espacios aéreos en los que se han aprobado la operación del sistema RNAV;
- 3) Las limitaciones de las ayudas a la navegación con respecto a la operación del sistema RNAV a ser utilizado en la operación RNAV 5;
- 4) Los procedimientos de contingencia en caso de fallas del equipo RNAV;
- 5) La fraseología de radiotelefonía para el espacio aéreo RNAV de acuerdo con el Doc 4444 y el Doc 7030 de OACI, como sea apropiado;
- 6) Los requerimientos de planificación de vuelo para operaciones RNAV;
- 7) Los requerimientos RNAV como están determinados en las presentaciones de las cartas y en las descripciones de los textos;
- 8) procedimientos RNAV 5 en ruta;
- 9) métodos para reducir los errores de navegación mediante técnicas de navegación a estima;
- 10) Información específica del sistema RNAV que incluya:
 - (a) niveles de automatización, modos de anuncios, cambios, alertas, interacciones, reversiones y degradación;
 - (b) integración funcional con otros sistemas del avión;
 - (c) procedimientos de monitoreo para cada fase de vuelo (p. ej., monitoreo de las páginas PROG y LEGS);
 - (d) tipos de sensores de navegación (p. ej., DME, IRU, GNSS) utilizados por el sistema RNAV y sistemas asociados;
 - (e) anticipación de virajes considerando los efectos de velocidad y altitud;
 - (f) interpretación de las prestaciones y símbolos electrónicos.
- 11) Procedimientos de operación del equipo RNAV, incluyendo la manera de realizar las siguientes acciones:
 - (a) verificación de la vigencia de los datos de navegación;
 - (b) verificación de la finalización exitosa de las pruebas internas del sistema RNAV;
 - (c) activación de la posición del sistema RNAV;
 - (d) vuelo directo a un punto de recorrido;
 - (e) interceptación de un curso y trayectoria;
 - (f) aceptación de vectores y retorno a un procedimiento;

- (g) determinación del error/desviación en sentido perpendicular a la derrota;
- (h) remoción o reelección de las entradas de los sensores de navegación;
- (i) exclusión de una ayuda de navegación específica o tipo de ayuda de navegación cuando sea requerida;
- (j) verificaciones de los errores de navegación utilizando las ayudas a la navegación convencionales.

b) Programa de instrucción sobre el GPS como medio primario de navegación.

- 1) Además de los módulos de instrucción descritos en el párrafo anterior, los programas de instrucción de los explotadores que utilicen sistemas RNAV basados en GPS como medio primario de navegación incluirán los módulos descritos en el Apéndice 2.

13. BASE DE DATOS DE NAVEGACIÓN

Donde la base de datos de navegación se encuentre instalada y utilizada, ésta deberá estar actualizada y ser apropiada para la región donde la operación se realice y debe incluir las ayudas para la navegación y los WPT requeridos para la ruta.

Nota 1.- *Las bases de datos de navegación deben estar vigentes durante todo el vuelo. Si el ciclo AIRAC cambia durante el vuelo, los explotadores y los pilotos deberán establecer procedimientos para asegurar la precisión de los datos de navegación y que las instalaciones de navegación utilizadas sean adecuadas para definir las rutas previstas para el vuelo. Tradicionalmente, esto se ha logrado verificando los datos electrónicos con el material impreso.*

Apéndice 1

Programa de predicción de la vigilancia de la integridad (RAIM) del GPS

Cuando se utilice un programa de predicción de la vigilancia de la integridad (RAIM) del GPS para cumplir con las disposiciones de este documento, éste deberá satisfacer los siguientes criterios:

- a) El programa debería proporcionar una predicción de la disponibilidad de la función de vigilancia de la integridad (RAIM) del equipo GPS, adecuada para llevar a cabo operaciones RNAV 5.
- b) El software del programa de predicción debe ser desarrollado de acuerdo con las directrices del Nivel D de los documentos RTCA DO 178B/EUROCAE 12B, como mínimo.
- c) El programa debería utilizar, ya sea, un algoritmo RAIM que sea idéntico al que se utiliza en el equipo de a bordo de la aeronave o un algoritmo basado en hipótesis para una predicción RAIM que proporcione un resultado más conservador.
- d) El programa debería calcular la disponibilidad RAIM utilizando un ángulo de enmascaramiento del satélite no menor a 5 grados, excepto cuando un ángulo menor ha sido demostrado y considerado aceptable por Autoridad de Aviación Civil (AAC).
- e) El programa debería disponer de la capacidad para excluir manualmente los satélites GPS que se han notificado que estarán fuera de servicio para el vuelo previsto.
- f) El programa debería permitir al usuario seleccionar:
 - 1) la ruta prevista y los aeródromos de alternativa seleccionados; y
 - 2) la hora y duración del vuelo previsto.

Apéndice 2

Programa de instrucción sobre el GPS como medio primario de navegación

Los programas de instrucción de las tripulaciones de vuelo que utilicen sistemas RNAV 5 basados en GPS como medio primario de navegación, incluirán un segmento con los siguientes módulos de instrucción:

- a) Componentes y principios de operación del sistema GPS.- Comprensión del sistema GPS y sus principios de operación:
 - 1) Componentes del sistema GPS: segmento de control, segmento de usuario y segmento espacial;
 - 2) requisitos de los equipos de la aeronave;
 - 3) señales de los satélites GPS y código pseudoaleatorio;
 - 4) principio de determinación de la posición;
 - 5) el error del reloj del receptor;
 - 6) función de enmascaramiento;
 - 7) limitaciones de performance de los distintos tipos de equipos;
 - 8) sistema de coordenadas WGS 84;

- b) Requisitos de performance del sistema de navegación.- Definir los siguientes términos en relación con el sistema de navegación y evaluar el grado de cumplimiento del sistema GPS con los requisitos asociados a los siguientes términos:
 - 1) Precisión;
 - 2) integridad;
 - (a) medios para mejorar la integridad GPS: RAIM y Detección de fallas y exclusión (FDE).
 - (b) disponibilidad;
 - 3) continuidad de servicio.

- c) Autorizaciones y documentación.- Requisitos aplicables a los pilotos y a los equipos de navegación para la operación GPS:
 - 1) Requisitos de instrucción de los pilotos;
 - 2) requisitos de los equipos de las aeronaves;
 - 3) criterios de certificación y limitaciones del sistema en el AFM;

- 4) avisos a los aviadores (NOTAMS)
 - 5) relacionados con GPS.
- d) Errores y limitaciones del sistema GPS.- La causa y la magnitud de los errores típicos del GPS:
- 1) Efemérides;
 - 2) reloj;
 - 3) receptor;
 - 4) atmosféricos/ionosféricos;
 - 5) multirreflexión;
 - 6) disponibilidad selectiva (SA);
 - 7) error típico total asociado con el código C/A
 - 8) efecto de la dilución de la precisión (DOP) en la posición
 - 9) susceptibilidad a las interferencias;
 - 10) comparación de errores verticales y horizontales; y
 - 11) precisión en el seguimiento de la trayectoria. Anticolisión.
- e) Factores humanos y GPS.- Limitaciones en la utilización de equipos GPS debidas a factores humanos. Procedimientos operativos que suministren protección contra errores de navegación y pérdida conceptual de la situación real debida a las siguientes causas:
- 1) Errores de modo;
 - 2) errores en la entrada de datos;
 - 3) comprobación y validación de datos incluyendo los procedimientos de comprobación cruzada independientes;
 - 4) relajación debida a la automatización
 - 5) falta de estandarización de los equipos GPS;
 - 6) procesamiento de la información por el ser humano y toma de conciencia de la situación.
- f) Equipos GPS – Procedimientos específicos de navegación.- Conocimientos sobre los procedimientos operativos apropiados para GPS en las tareas comunes de navegación para cada tipo específico de equipo en cada tipo de aeronave, que comprenda:
- 1) Selección del modo apropiado de operación;

- 2) repaso de los distintos tipos de información contenidos en la base de datos de navegación;
 - 3) predicción de la disponibilidad de la función RAIM;
 - 4) procedimiento para introducir y comprobar los puntos de recorrido definidos por el usuario;
 - 5) procedimiento para introducir, recuperar y verificar los datos del plan de vuelo;
 - 6) interpretación de la información típica que aparece en las pantallas de navegación GPS: LAT/LONG, distancia y rumbo al punto de recorrido, CDI;
 - 7) interceptación y mantenimiento de las rutas definidas por GPS;
 - 8) determinación en vuelo de la velocidad respecto al suelo (GS), hora prevista de llegada (ETA), tiempo y distancia al punto de recorrido;
 - 9) indicación del sobrevuelo de los puntos de recorrido;
 - 10) utilización de la función "DIRECT TO" (directo a);
 - 11) utilización de la función "NEAREST AIRPORT" (aeropuerto más cercano);
 - 12) uso del GPS en procedimientos de llegada GPS o en procedimientos de llegada DME/GPS.
- g) Comprobación del equipo GPS.- Para cada tipo de equipo de cada aeronave, se debe llevar a cabo las siguientes comprobaciones operacionales y de puesta en servicio en el momento adecuado:
- 1) Estado de la constelación;
 - 2) estado de la función RAIM;
 - 3) estado de la dilución de la precisión (DOP);
 - 4) vigencia de la base de datos de las reglas de vuelo por instrumento (IFR);
 - 5) operatividad del receptor;
 - 6) sensibilidad del CDI;
 - 7) indicación de posición;
- h) Mensajes y avisos GPS.- Para cada tipo de equipo de cada aeronave, se debe reconocer y tomar acciones oportunas frente a los mensajes y avisos GPS, incluyendo los siguientes:
- 1) Pérdida de la función de la RAIM;
 - 2) navegación en 2D/3D;
 - 3) modo de navegación a estima;

- 4) base de datos no actualizada;
- 5) pérdida de la base de datos;
- 6) falla del equipo GPS;
- 7) falla de la entrada de datos barométricos;
- 8) falla de la energía;
- 9) desplazamiento en paralelo prolongado; y
- 10) falla del satélite.

Apéndice 3

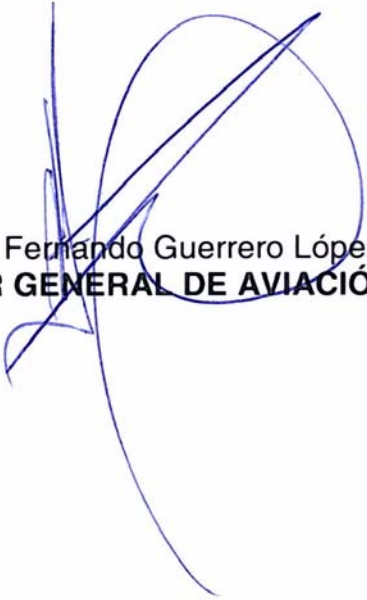
Proceso de aprobación RNAV 5

- a) El proceso de aprobación RNAV 5 está compuesta por dos tipos de aprobaciones: la de aeronavegabilidad y la operacional, aunque las dos tienen requisitos diferentes, éstas deben ser consideradas bajo un solo proceso.
- b) Este proceso constituye un método ordenado, el cual es utilizado por las AAC para asegurar que los solicitantes cumplan con los requisitos establecidos.
- c) El proceso de aprobación está conformado de las siguientes fases:
 - 1) Fase uno: Pre-solicitud
 - 2) Fase dos: Solicitud formal
 - 3) Fase tres: Análisis de la documentación
 - 4) Fase cuatro: Inspección y demostración
 - 5) Fase cinco: Aprobación
- d) En la *Fase uno - Pre-solicitud*, la AAC mantiene una reunión con el explotador (reunión de pre-solicitud), en la cual se le informa de todos los requisitos a ser cumplidos por éste durante el proceso de aprobación.
- e) En la *Fase dos - Solicitud formal*, el explotador o solicitante presenta la solicitud formal, acompañada de toda la documentación pertinente, según lo establecido en esta CA.
- f) En la *Fase tres - Análisis de la documentación*, la AAC evalúa toda la documentación y el sistema de navegación para determinar su admisibilidad y que método de aprobación ha de seguirse con respecto a la aeronave. Como resultado de este análisis y evaluación la AAC puede aceptar o rechazar la solicitud formal junto con la documentación.
- g) En la *Fase cuatro - Inspección y demostración*, el explotador llevará cabo el programa de instrucción y el vuelo de validación, si éste es requerido por la AAC, caso contrario el proceso seguirá a la siguiente fase.
- h) En la *Fase cinco - Aprobación*, la AAC emite la autorización RNAV 5, una vez que el explotador ha completado los requisitos de aeronavegabilidad y de operaciones. Para explotadores LAR 121 y 135, la AAC emitirá las OpSpecs correspondientes y para explotadores LAR 91 emitirá una carta de autorización (LOA).

IV. VIGENCIA

La presente Circular entrará en vigencia a partir de la fecha de aprobación.

Dada en la Dirección General de Aviación Civil en Quito, Distrito Metropolitano,
el, 14 MAYO 2012



Ing. Fernando Guerrero López
DIRECTOR GENERAL DE AVIACIÓN CIVIL