



## DIRECCION GENERAL DE AVIACION CIVIL

CIRCULAR DE ASESORAMIENTO No. 91-003 2012

### APROBACIÓN DE AERONAVES Y EXPLOTADORES PARA OPERACIONES RNAV 1 Y RNAV 2

#### I PROPÓSITO

Esta circular de asesoramiento (CA) establece los requisitos de aprobación RNAV 1 y RNAV 2 para aeronaves y operaciones en ruta y área terminal.

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

#### 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

Annex 6 Operation of aircraft

Part I – International commercial air transport – Aeroplanes

Part II – International general aviation - Aeroplanes

ICAO Doc 9613	Performance based navigation (PBN) manual
ICAO Doc 7030	Regional supplementary procedures
ICAO Doc 8168	Aircraft operations
	Volume I: Flight procedures
	Volume II: Construction of visual and instrument flight procedures
JAA TGL - 10	Airworthiness and operational approval for precision RNAV operations in designated European airspace
FAA AC 90-100A	U.S. Terminal and en route area navigation (RNAV) operations
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)
España DGAC CO 03/01	Aprobaciones de aeronavegabilidad y operacionales para operaciones RNAV de precisión (P-RNAV) en el espacio aéreo Europeo designado

#### 4. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

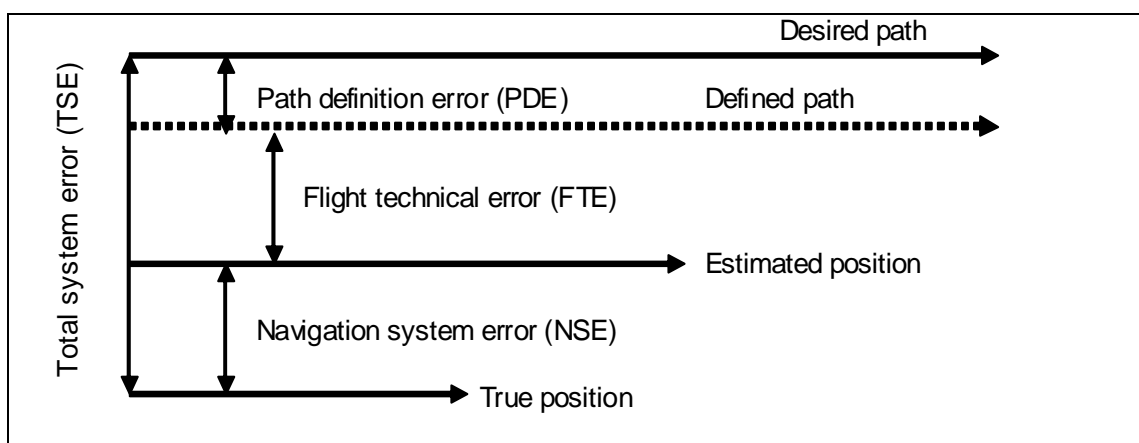
##### 4.1 Definiciones

- a) **DME crítico.**- Una instalación de equipo radiotelemétrico (DME) que, cuando no está disponible, ocasiona que el servicio de navegación sea insuficiente para operaciones basadas en DME/DME y DME/DME/IRU a lo largo de una ruta específica o procedimiento. Por ejemplo, las salidas y llegadas normalizadas por instrumentos (SID/STAR) pueden ser publicadas con sólo dos DME en cuyo caso, ambos DME son críticos.
- b) **DME/DME (D/D) RNAV.**- Navegación de área que utiliza el alcance óptico de por lo menos dos instalaciones DME para determinar la posición de la aeronave.
- c) **DME/DME/Inercial (D/D/I) RNAV.**- Navegación de área que utiliza el alcance óptico de por lo menos dos instalaciones DME para determinar la posición de la aeronave, junto con una unidad de referencia inercial (IRU) que provee suficiente información de posición durante vacíos sin cobertura DME (DME gaps).
- d) **Error de definición de trayectoria (PDE).**- La diferencia entre la trayectoria definida y la trayectoria deseada en un lugar y tiempo determinados.
- e) **Error de estimación de la posición (PEE).**- La diferencia entre la posición verdadera y la posición estimada.
- f) **Error del sistema de navegación (NSE).**- La diferencia entre la posición verdadera y la posición estimada.

- g) **Error técnico de vuelo (FTE).**- Es la precisión con la que se controla la aeronave, la cual puede medirse comparando la posición indicada de la aeronave con el mando indicado o con la posición deseada. No incluye los errores crasos.
- h) **Error total del sistema (TSE).**- La diferencia entre la posición verdadera y la posición deseada. Este error es igual a la suma de los vectores del error de definición de trayectoria (PDE), error técnico de vuelo (FTE) y error del sistema de navegación (NSE).

**Nota.-** En ocasiones, el FTE es referido como error en la dirección de la trayectoria (PSE) y el NSE como error de estimación de la posición (PEE).

#### Error total del sistema (TSE)



- i) **Especificaciones para la navegación.**- Conjunto de requisitos relativos a la aeronave y a la tripulación de vuelo necesarios para dar apoyo a las operaciones de la navegación basada en la performance dentro de un espacio aéreo definido. Existen dos clases de especificaciones para la navegación:

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

**Especificación para la navegación de área (RNAV).**- Especificación para la navegación basada en la navegación de área que no incluye el requisito de control y alerta de la performance, designada por medio del prefijo RNAV; p. ej., RNAV 5, RNAV 2, RNAV 1.

**Nota 1.-** El Manual sobre la navegación basada en la performance (PBN) (Doc 9613), Volumen II, contiene directrices detalladas sobre las especificaciones para la navegación.

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

*incluyendo una performance lateral de 4 NM, con el requisito de control y alerta de la performance a bordo que se describe en el manual sobre la PBN de OACI (Doc 9613).*

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

k) **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.

l) **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.

m) **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 sobre la PBN.

n) **Ruta de navegación de área.**- Ruta ATS establecida para la utilización de aeronaves que tienen la capacidad de emplear la navegación de área

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

p) **Sistema de aumentación basado en la aeronave (ABAS).**- Sistema que aumenta y/o integra la información obtenida desde otros elementos GNSS con la información disponible a bordo de la aeronave. La forma más común de un ABAS es la vigilancia autónoma de la integridad en el receptor (RAIM).

q) **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.

- r) **Sistema mundial de navegación por satélite (GNSS).**- Término genérico utilizado por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) para definir cualquier sistema de alcance global de determinación de la posición, velocidad y de la hora, que comprende una o más constelaciones principales de satélites, tales como el GPS y el Sistema mundial de navegación por satélite (GLONASS), receptores de aeronaves y varios sistemas de vigilancia de la integridad, incluyendo los sistemas de aumentación basados en la aeronave (ABAS), los sistemas de aumentación basados en satélites (SBAS), tales como el sistema de aumentación de área amplia (WAAS) y los sistemas de aumentación basados en tierra (GBAS), tales como el sistema de aumentación de área local (LAAS). La información de distancia será provista, por lo menos en un futuro inmediato, por el GPS y GLONASS.
- s) **Sistema de navegación de área (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).
- t) **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/Autoridad de Aviación Civil del Ecuador
ABAS	Sistema de aumentación basado en la aeronave
AC	Circular de asesoramiento (FAA)
AFE	Elevación del campo
AFM	Manual de vuelo del avión/aeronave
AHRS	Sistema de referencia de actitud y rumbo
AIP	Publicación de información aeronáutica
AIRAC	Reglamentación y control de la información aeronáutica
AP	Piloto automático
ANSP	Proveedores de servicios de navegación aérea

ATC	Control de tránsito aéreo
ATM	Gestión de tránsito aéreo
ATS	Servicio de tránsito aéreo
baro-VNAV	Navegación vertical barométrica
B-RNAV	Navegación de área básica
CA	Circular de Asesoramiento
CA	Rumbo hasta una altitud/Course to an altitude
CDI	Indicador de desviación de rumbo
CF	Rumbo hasta punto de referencia/Course to a fix
CNS/ATM	Comunicaciones, navegación y vigilancia/gestión de tránsito aéreo
CO	Circular operativa (España)
D/D	DME/DME
D/D/I	DME/DME/IRU
DF	Directo a un punto de referencia/Direct to a fix
DOC	Cobertura operacional designada
DME	Equipo radiotelemétrico
DV	Despachador de vuelo
EASA	Agencia Europea de Seguridad Aérea
EHSI	Indicador de situación vertical mejorado
FAA	Administración Federal de Aviación de los Estados Unidos
FAF	Punto de referencia de aproximación final/Final approach fix
FAP	Punto de aproximación final/Final approach point
FD	Director de vuelo
FM	Rumbo desde un punto de referencia hasta una terminación manual/Course from a fix to a manual termination
FMC	Computadora de gestión de vuelo
FMS	Sistema de gestión de vuelo
FOM	Figura de mérito

FTE	Error técnico de vuelo
GBAS	Sistema de aumentación basado en tierra
GNSS	Sistema mundial de navegación por satélite
GLONAS	Sistema mundial de navegación por satélite
GPS	Sistema mundial de determinación de la posición
GS	Velocidad respecto al suelo
HAL	Límite de alerta horizontal
HSI	Indicador de situación vertical
IF	Punto de referencia inicial/Inicial fix
IFR	Reglas por vuelo por instrumentos
INS	Sistema de navegación inercial
ILS	Sistema de aterrizaje por instrumentos
IRS	Sistema de referencia inercial
IRU	Unidad de referencia inercial
LAAS	Sistema de aumentación de área local
LAR	Reglamentos Aeronáuticos Latinoamericanos
LNAV	Navegación lateral
LOA	Carta de autorización/carta de aceptación
LOC	Localizador
MCDU	Pantalla de control de multifunción
MEL	Lista de equipo mínimo
MIO	Manual del Inspector de Operaciones
MLS	Sistema de aterrizaje por microondas
MP	Piloto de monitoreo
MVA	Altitud mínima de vectoreo
NAVAIDS	Ayudas para la navegación
NDB	Radiofaro no direccional
NOTAM	Aviso a los aviadores

NSE	Error del sistema de navegación
OACI	Organización Internacional de Aviación Civil
OEM	Fabricante de equipo original
OM	Manual de operaciones
OpSpecs	Especificaciones relativas a las operaciones
PANS-OPS	Procedimientos para los servicios de navegación aérea – Operación de aeronaves
PBN	Navegación basada en la performance
PDE	Error de definición de trayectoria
PEE	Error de estimación de la posición
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
PSE	Error en la dirección de la trayectoria
RAIM	Vigilancia autónoma de la integridad en el receptor
RDAC	Regulaciones Técnicas de Aviación Civil
RNAV	Navegación de área
RNP	Performance de navegación requerida
RNP APCH	Aproximación de performance de navegación requerida
RNP AR APCH	Aproximación de performance de navegación requerida con autorización obligatoria
RTCA	Comisión técnica de radio para la aeronáutica
SBAS	Sistema de aumentación basado en satélites
SID	Salida normalizada por instrumentos
SL	Carta de servicio
SRVSOP	Sistema Regional de Cooperación para la Vigilancia de la Seguridad Operacional
STAR	Llegada normalizada por instrumentos



TC	Certificado de tipo
TF	Derrota hasta punto de referencia/Track to a fix
TGL	Material guía transitorio
TO/FROM	Hacia/Desde
TSE	Error total del sistema
TSO	Disposición técnica normalizada
VA	Rumbo de aeronave hasta una altitud determinada/Heading to an altitude
VI	Rumbo de aeronave hasta una interceptación/Heading to an intercept
VMC	Condiciones meteorológicas de vuelo visual
VM	Rumbo de aeronave hasta una terminación normal/Heading to a manual termination
VOR	Radiofaro omnidireccional VHF
WAAS	Sistema de aumentación de área amplia
WGS	Sistema geodésico mundial
WPT	Punto de recorrido / waypoint

## 5. INTRODUCCIÓN

5.1 El 01 de noviembre del año 2000, las Autoridades Conjuntas de Aviación (JAA) Europeas publicaron el material guía transitorio No. 10 (TGL-10) - Aprobación de aeronavegabilidad y operacional para operaciones RNAV de precisión (P-RNAV) en el espacio aéreo Europeo designado.

5.2 Por su parte, el 07 de enero de 2005, la Administración Federal de Aviación (FAA) de los Estados Unidos publicó la circular de asesoramiento (AC) 90-100 - Operaciones de navegación de área (RNAV) en ruta y área terminal en los Estados Unidos. Esta AC fue cancelada y reemplazada por la AC 90-100A que fue publicada el 01 de marzo de 2007.

5.3 A pesar que el TGL-10 y la AC 90-100A establecen requisitos de funcionalidad similares, existen diferencias entre estos documentos.

5.4 El material de orientación de esta CA armoniza los criterios RNAV Europeos y de los Estados Unidos dentro de una sola especificación de navegación designada como RNAV 1 y RNAV 2 de acuerdo con el Doc 9613 – Manual sobre la navegación basada en la performance (PBN) de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI).

5.5 Los explotadores aprobados de acuerdo con la AC 90-100A, cumplen con los requisitos de esta CA, mientras que los explotadores aprobados con el TGL-10, deben confirmar si los sistemas de sus aeronaves satisfacen los criterios de este documento. (Véase Tabla 3-1 del Apéndice 6).

5.6 Los sistemas actuales que cumplen con ambos documentos (TGL-10 y AC 90-100A), satisfacen de manera automática los requisitos RNAV 1 y RNAV 2 de este material guía.

5.7 Una aprobación operacional emitida según este documento permite que un explotador conduzca operaciones RNAV 1 y RNAV 2 a nivel mundial.

5.8 La especificación de navegación RNAV 1 y RNAV 2 se aplica a:

- todas las rutas ATS, incluyendo aquellas establecidas en el dominio en ruta;
- salidas y llegadas normalizadas por instrumentos (SID/STAR); y
- procedimientos de aproximación instrumental hasta el punto de referencia de aproximación final (FAF)/Punto de aproximación final (FAP).

5.9 Los criterios para la aproximación final, desde el FAF hasta el umbral de la pista, junto con la maniobra de aproximación frustrada asociada, no se consideran en este documento y serán objeto de otra CA.

5.10 La especificación de navegación RNAV 1 y RNAV 2 fue desarrollada principalmente para operaciones RNAV en un ambiente radar (se espera que las SIDs tengan cobertura radar antes del primer cambio de rumbo RNAV), sin embargo, estas operaciones pueden ser utilizadas en un ambiente no radar o bajo la altitud mínima de vectoreo (MVA), sí la AAC que implementa estas operaciones garantiza un sistema de seguridad operacional apropiado y justifica la falta de control y alerta de la performance.

5.11 Con la utilización de la especificación de navegación *RNP 1 básica*, se ha previsto realizar operaciones similares pero fuera de cobertura radar.

5.12 Se prevé que las operaciones en rutas RNAV 1 y RNAV 2 serán conducidas en ambientes de comunicación directa controlador-piloto.

5.13 En virtud que la navegación vertical barométrica (baro-VNAV) no es un requisito para las operaciones RNAV 1 y RNAV 2, esta CA no establece los criterios para la aprobación de los sistemas baro-VNAV. Las operaciones RNAV 1 y RNAV 2 se basan en perfiles de descenso normales e identifican los requisitos de altitud mínima en los segmentos.

**Nota 1.-** *Los pilotos que operan aeronaves con un sistema baro-VNAV pueden continuar utilizando dicho sistema en rutas, SID, STAR y aproximaciones hasta el FAF. Los explotadores garantizarán el cumplimiento de todas las limitaciones publicadas en el procedimiento, utilizando como referencia el altímetro barométrico.*

**Nota 2.-** *La utilización de la capacidad de navegación vertical barométrica de la aeronave estará sujeta al grado de familiarización e instrucción de la tripulación de vuelo, así como a cualquier otro requisito de la aprobación operacional.*

5.14 Esta CA no establece todos los requisitos que pueden ser especificados para una operación particular. Estos requisitos son establecidos en otros documentos, tales como, la publicación de información aeronáutica (AIP) y el Doc 7030 de la OACI – Procedimientos Suplementarios Regionales.

5.15 A pesar que la aprobación operacional normalmente se relaciona con los requisitos del espacio aéreo, los explotadores y las tripulaciones de vuelo deben considerar los documentos operacionales que son requeridos por la AAC, antes de conducir los vuelos dentro de un espacio aéreo RNAV 1 y RNAV 2.

5.16 El material descrito en esta CA ha sido desarrollado en base al siguiente documento:

- ✓ ICAO Doc 9613, Volume II, Part B, Chapter 3 - Implementing RNAV 1 and RNAV 2.

5.17 Esta CA ha sido armonizada en lo posible con los siguientes documentos:

- ✓ JAA TGL - 10 - Airworthiness and operational approval for precision RNAV operations in designated European airspace; y
- ✓ FAA AC 90-100A - U.S. Terminal and en route area navigation (RNAV) operations.

**Nota.-** No obstante los esfuerzos de armonización, los explotadores deberán observar las diferencias existentes entre esta CA y los documentos mencionados anteriormente cuando soliciten una autorización de las Administraciones correspondientes.

## 6. CONSIDERACIONES GENERALES

### 6.1 Infraestructura de las ayudas para la navegación

a) Esta CA define los criterios de los siguientes sistemas de navegación RNAV:

- GNSS;
- DME/DME; y
- DME/DME/IRU.

b) El diseño de la ruta deberá tomar en cuenta la performance de navegación que se puede lograr con la infraestructura de las ayudas para la navegación (NAVAIDS) disponibles. Aunque los requisitos de los sistemas de navegación RNAV 1 y RNAV 2 son idénticos, la infraestructura de las NAV AIDS puede repercutir en la performance requerida.

c) Cuando se utilice el DME como único servicio de navegación para la actualización de la posición, vacíos (gaps) en la cobertura DME pueden impedir dicha actualización. La integración de IRUs en el sistema de navegación de la aeronave permitirá mantener un nivel adecuado de performance a través de esos vacíos.

**Nota.-** Basados en la evaluación de la performance de la IRU, se espera que el

aumento en el error de posición sea menor a 2NM por 15 minutos, después de revertir a este sistema.

- d) Cuando no se lleve una IRU a bordo, la aeronave puede revertir a navegación a estima. En tales casos es necesario disponer de protección adicional de acuerdo con el Doc 8168 – Procedimientos para los servicios de navegación aérea – Operación de aeronaves (PANS-OPS), Volumen II, para contrarrestar por el aumento del error.
- e) A la luz del plan mundial de navegación aérea para los sistemas de comunicaciones, navegación y vigilancia/gestión de tránsito aéreo (CNS/ATM) de la OACI (Doc 9750), se debería autorizar la utilización del GNSS cuando sea posible y evitar las limitaciones en la utilización de elementos específicos.

**Nota.-** La mayoría de los sistemas RNAV modernos dan prioridad a las entradas desde los GNSS y luego al posicionamiento DME/DME. A pesar que el posicionamiento VOR/DME es usualmente realizado dentro de la computadora de gestión de vuelo (FMC) cuando no existe el criterio de posicionamiento DME/DME, la variabilidad de los equipos de aviónica y de infraestructura impone serios desafíos a la estandarización y armonización. Por lo tanto, este documento trata únicamente sobre los sistemas GNSS, DME/DME y DME/DME/IRU. Esto no restringe conducir operaciones con sistemas que utilizan radiofaro omnidireccional VHF (VOR), siempre que se satisfaga los criterios de esta CA.

- f) La infraestructura de las NAVAIDS debería ser validada mediante simulación mientras que la performance anticipada debería ser evaluada y verificada mediante inspecciones de vuelo. Las evaluaciones deberían considerar la capacidad de las aeronaves descritas en esta CA. Por ejemplo, una señal DME puede ser utilizada si la aeronave está entre 3 NM a 160 NM desde la instalación, bajo 40 grados sobre el horizonte (como es vista desde la instalación DME) y si el ángulo de inclusión de los DME/DME está entre 30 grados y 150 grados.
- g) La evaluación de la infraestructura DME se simplifica cuando se utiliza una herramienta de inspección que ajuste con precisión la infraestructura de tierra y la performance de la aeronave, así como la representación precisa del terreno. Se puede encontrar material de orientación respecto a esta evaluación en el Doc 8168 – PANS-OPS, Volumen II y en el Doc 8071 – Manual sobre ensayos de radioayudas para la navegación.
- h) Se considera que las señales DME satisfacen las tolerancias de precisión de la señal en el espacio cuando se reciben estas señales, sin importar el volumen de cobertura publicado.
- i) Se consideran como errores del receptor DME cuando la intensidad de campo está por debajo del mínimo requerido o cuando puede existir interferencia de canal común (co-channel) o adyacente. Los errores que resultan de trayectorias múltiples de la señal DME deberán ser identificados por los proveedores de servicios de navegación aérea (ANSP). Cuando existan estos errores y no sean aceptables para la operación, los ANSP pueden identificar tales NAVAIDS como no apropiadas para las aplicaciones RNAV 1 y RNAV 2 (a fin de que puedan ser inhibidas por la tripulación de vuelo) o, no autorizar la utilización de los sistemas DME/DME o DME/DME/IRU.

- j) Los componentes individuales de la infraestructura de navegación deben reunir los requerimientos de performance detallados en el Anexo 10 al Convenio de Chicago – Telecomunicaciones aeronáuticas. Las ayudas a la navegación que no cumplan con los requisitos del Anexo 10, no deben ser publicadas en los AIP de los Estados. Cuando se establezcan diferencias significativas de performance en una instalación DME publicada, se debería limitar al GNSS las operaciones RNAV 1 y RNAV 2 en el espacio aéreo afectado por esa instalación.
- k) Durante operaciones RNAV basadas en sistema de referencia inercial (IRS), algunos sistemas de navegación de las aeronaves reversion a navegación basada en VOR/DME antes de revertir a navegación autónoma IRS (inertial coasting). Los ANSPs deben evaluar la repercusión de la precisión del radial VOR, cuando el VOR está dentro de 40 NM de la ruta/procedimiento y cuando no existe suficiente infraestructura de navegación DME/DME para asegurar que no se afecte a la exactitud de la posición de la aeronave;
- l) Los ANSPs deberán garantizar que los explotadores de aeronaves equipadas con GNSS y donde sea aplicable con el sistema de aumentación basado en satélites (SBAS), tengan acceso a un medio de predicción de la disponibilidad de la detección de fallas utilizando el sistema de aumentación basado en la aeronave (ABAS) (p. ej., la RAIM). Este servicio de predicción puede ser provisto por un ANSP, fabricantes de equipos de a bordo u otros organismos.
- m) Los servicios de predicción pueden ser solo para receptores que satisfacen la performance mínima de una disposición técnica normalizada (TSO) o ser específica para el diseño del receptor. El servicio de predicción deberá utilizar la información vigente de los satélites GNSS y un límite de alerta horizontal (HAL) apropiado para la operación (1 NM para RNAV 1 y 2 NM para RNAV 2).
- n) Las interrupciones en el servicio deberán ser identificadas en el evento que se haya pronosticado una pérdida continua en la detección de fallas del ABAS por más de 5 minutos para cualquier parte de las operaciones RNAV 1 y RNAV 2. Si el servicio de predicción no está disponible temporalmente, los ANSPs pueden todavía permitir que se realicen operaciones RNAV 1 y RNAV 2, considerando la repercusión operacional de la aeronave respecto a dichas interrupciones o el riesgo potencial asociado con una falla no detectada de un satélite cuando la detección de fallas no está disponible.
- o) Debido a que los sistemas DME/DME y DME/DME/IRU deben utilizar únicamente instalaciones DME identificadas en las AIP de cada Estado, las AAC indicarán en dichas publicaciones, las instalaciones que no son apropiadas para operaciones RNAV 1 y RNAV 2, incluyendo aquellas instalaciones asociadas con un sistema de aterrizaje por instrumentos (ILS) o con un sistema de aterrizaje por microondas (MLS) que utiliza un alcance desplazado.

**Nota 1.-** Los proveedores de bases de datos pueden excluir instalaciones DME específicas cuando las rutas RNAV están dentro del rango de recepción de estas instalaciones, las cuales podrían tener un efecto perjudicial sobre la solución de navegación.

**Nota 2.-** Cuando ocurran restricciones temporales, se debe publicar las restricciones del uso del DME mediante un aviso a los aviadores (NOTAM) que identifique la

*necesidad de excluir el DME.*

## **6.2 Comunicaciones y vigilancia ATS**

- a) Cuando se utilice el radar para asistir en los procedimientos de contingencia, su performance debe ser adecuada para ese propósito, p. ej., la cobertura radar, precisión, continuidad y disponibilidad deberán ser adecuadas para asegurar la separación en la estructura de ruta RNAV 1 y RNAV 2 del ATS, y proveer contingencias en caso que varias aeronaves no sean capaces de lograr la performance de navegación prescrita en la especificación de navegación RNAV 1 y RNAV 2.

## **6.3 Franqueamiento de obstáculos y espaciamiento en ruta**

- a) El Doc 8168 (PANS OPS), Volumen II, provee guía detallada sobre el franqueamiento de obstáculos. Son de aplicación los criterios generales de las Partes I y III de dicho documento.
- b) La AAC puede prescribir, ya sea, una ruta RNAV 1 o una ruta RNAV 2. El espaciamiento en ruta para RNAV 1 y RNAV 2 depende de la configuración de la ruta, la densidad del tránsito aéreo y la capacidad de intervención.
- c) Hasta que sean desarrolladas normas específicas y procedimientos de gestión de tránsito aéreo (ATM), las aplicaciones RNAV 1 y RNAV 2 pueden ser implementadas en base al radar de vigilancia ATS.

## **6.4 Publicaciones**

- a) La AIP debería indicar claramente si la aplicación de navegación es RNAV 1 o RNAV 2.
- b) Las rutas, SID y STAR RNAV 1 y RNAV 2, deben estar basadas en perfiles normales de descenso e identificar los requisitos de altitudes mínimas de los segmentos.
- c) La infraestructura de navegación disponible deberá ser claramente designada en todas las cartas apropiadas (p. ej., GNSS, DME/DME o DME/DME/IRU).
- d) El estándar de navegación (p. ej., RNAV 1 o RNAV 2) requerido para todos los procedimientos y rutas RNAV serán claramente designadas en todas las cartas apropiadas.
- e) Cualquier instalación DME que sea crítica para las operaciones RNAV 1 y RNAV 2 deberá ser identificada en las publicaciones pertinentes.
- f) Todas las rutas deben estar basadas en las coordenadas del sistema geodésico mundial - 84 (WGS-84).
- g) La información de navegación publicada en la AIP para rutas y NAVAIDS deben satisfacer los requisitos del Anexo 15 – Servicios de información aeronáutica.

## **6.5 Consideraciones adicionales**

- a) Para el diseño de procedimientos y para la evaluación de la infraestructura, se asume que el 95% de los valores límites normales del FTE, definidos en los procedimientos de operación son:
- 1) RNAV 1: 0.5 NM.
  - 2) RNAV 2: 1 NM
- b) 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 control de tránsito aéreo (ATC).
- c) Asimismo, muchas aeronaves tienen la capacidad de ejecutar una maniobra de patrón de espera utilizando sus sistemas RNAV. El propósito de esta función es proveer flexibilidad al ATC para la designación de las operaciones RNAV.

## **7. APROBACIÓN DE AERONAVEGABILIDAD Y OPERACIONAL**

7.1 Para que un explotador de transporte aéreo comercial reciba una autorización RNAV 1 y RNAV 2, éste deberá cumplir con dos tipos de aprobaciones:

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

7.2 Para explotadores de aviación general, el Estado de registro determinará que la aeronave cumple con los requisitos aplicables de RNAV 1 y RNAV 2 y emitirá la autorización de operación (p. ej., una carta de autorización – LOA) (Véase Párrafo 2.5.2.2 del Anexo 6 Parte II).

7.3 Antes de presentar la solicitud, los explotadores deberán revisar todos los requisitos de calificación de las aeronaves. El cumplimiento de los requisitos de aeronavegabilidad o la instalación del equipo, por sí solos, no constituyen la aprobación operacional.

## **8. APROBACIÓN DE AERONAVEGABILIDAD**

### **8.1 Requisitos de las aeronaves**

#### **8.1.1 Descripción del sistema de navegación RNAV**

##### **a) Navegación lateral (LNAV)**

1. En la LNAV, el equipo RNAV permite que la aeronave navegue de acuerdo con las instrucciones apropiadas de ruta a lo largo de una trayectoria definida por puntos de recorrido (WPT) contenidos en una base de datos de navegación de a bordo.

**Nota.-** La LNAV es normalmente un modo de los sistemas de guía de vuelo,

*donde el equipo RNAV provee comandos de guía de trayectoria al sistema de guía de vuelo, el cual controla el FTE mediante el control manual del piloto en una presentación de pantalla de desviación de trayectoria o a través del acoplamiento del director de vuelo (FD) o piloto automático (AP).*

2. Para los propósitos de esta CA, las operaciones RNAV se basan en la utilización de un equipo RNAV que automáticamente determina la posición de la aeronave en el plano horizontal utilizando entradas de datos desde los siguientes tipos de sensores de posición (no se encuentran listados en un orden específico de prioridad):

- a. GNSS de acuerdo con la TSO-C145 (), TSO-C146() y TSO-C129()

Datos de posición de otros tipos de sensores de navegación pueden ser integrados con los datos del GNSS, siempre que no causen errores de posición que excedan los requisitos de precisión total del sistema. El uso del equipo GNSS aprobado con la TSO-C129 () está limitado a aquellos sistemas que incluyen las funciones mínimas del sistema especificadas en el Párrafo 8.4 de esta CA. Como mínimo, la integridad debería ser provista por un ABAS. Además, un equipo TSO-C129 debe incluir las siguientes funciones adicionales:

- ✓ detección de saltos de la pseudodistancia; y
- ✓ comprobación del código de estado de salud del mensaje.

- b. Equipo DME/DME RNAV que cumpla con los criterios listados en el Párrafo 8.3.2; y
- c. Equipo DME/DME/IRU RNAV que cumpla con los criterios listados en el Párrafo 8.3.4.

### 8.1.2 Performance, control y alerta del sistema

#### a) Precisión

- 1) **RNAV 1.-** Durante operaciones en espacio aéreo o en rutas designadas como RNAV 1, el error total lateral del sistema no debe exceder de  $\pm 1$  NM por al menos el 95% del tiempo total de vuelo. El error a lo largo de la derrota también no debe exceder de  $\pm 1$  NM por al menos el 95% del tiempo total de vuelo.
- 2) **RNAV 2.-** Durante operaciones en espacio aéreo o en rutas designadas como RNAV 2, el error total lateral del sistema no debe exceder de  $\pm 2$  NM por al menos el 95% del tiempo total de vuelo. El error a lo largo de la derrota también no debe exceder de  $\pm 2$  NM por al menos el 95% del tiempo total de vuelo.

- b) **Integridad.-** El malfuncionamiento del equipo de navegación de la aeronave es clasificado como una condición de falla mayor según las reglamentaciones de aeronavegabilidad (p. ej.,  $10^{-5}$  por hora).

- c) **Continuidad.-** La pérdida de la función se clasifica como una condición de falla menor si el explotador puede revertir a un sistema de navegación diferente y proceder a un aeródromo adecuado.



#### d) Señal en el espacio

- 1) **RNAV 1.-** Si se utiliza un GNSS durante operaciones en espacio aéreo o en rutas designadas como RNAV 1, el equipo de navegación de la aeronave debe proveer una alerta si la probabilidad de los errores de la señal en el espacio causan que un error de posición lateral mayor que 2 NM exceda  $10^{-7}$  por hora (Anexo 10, Volumen I, Tabla 3.7.2.4-1).
- 2) **RNAV 2.-** Si se utiliza un GNSS durante operaciones en espacio aéreo o en rutas designadas como RNAV 2, el equipo de navegación de la aeronave debe proveer una alerta si la probabilidad de los errores de la señal en el espacio causan que un error de posición lateral mayor que 4 NM exceda  $10^{-7}$  por hora (Anexo 10, Volumen I, Tabla 3.7.2.4-1).

#### 8.2 Admisibilidad de los sistemas RNAV

8.2.1 **Aeronaves que cuentan con una declaración de cumplimiento con respecto a los criterios de esta CA.-** Las aeronaves que tengan una declaración de cumplimiento con respecto a los criterios de esta CA o documento equivalente en el AFM, manual de operación del piloto (POH) o manual de operación del equipo de aviónica, satisfacen los requisitos de performance y funcionales de esta CA.

8.2.2 **Aeronaves aprobadas de acuerdo con el TGL-10 y AC 90-100A.-** las aeronaves aprobadas de acuerdo con ambos documentos (TGL-10 y AC 90-100A) cumplen con lo criterios de esta CA.

8.2.3 **Aeronaves que cumplen con el TGL-10.-** Los explotadores aprobados según el TGL-10 deben confirmar si los sistemas de sus aeronaves satisfacen los requisitos de esta CA (Véase Tabla 3-1 del Apéndice 6).

8.2.4 **Aeronaves que cumplen con la AC 90-100A.-** Las aeronaves que satisfacen los criterios de la AC 90-100A, cumplen con este documento.

8.2.5 **Aeronaves con declaración del fabricante.-** Las aeronaves que dispongan de una declaración del fabricante que documente el cumplimiento con los criterios de esta CA o equivalente, satisfacen los requisitos de performance y funcionales de este documento. Esta declaración debe incluir las bases de cumplimiento de aeronavegabilidad. El fabricante de la aeronave o del equipo determinará el cumplimiento con los requisitos del sensor descritos en el Párrafo 8.3, mientras que el explotador determinará, mediante inspección, el cumplimiento con los requisitos funcionales descritos en el Párrafo 8.4.

**Nota 1.-** Las aeronaves con capacidad RNP demostrada anunciarán cuando ya no puedan satisfacer los requisitos de performance asociados con la operación. Sin embargo, para los procedimientos basados en DME/DME/IRU, el explotador debe determinar el cumplimiento con los criterios de los Párrafos 8.3.2 y 8.3.4 (DME/DME y DME/DME/IRU).

**Nota 2.-** Aeronaves equipadas con un sensor GNSS TSO-C129 y un FMS TSO-C115 o C115a pueden no satisfacer los requisitos definidos en esta CA. El explotador deberá evaluar tales equipos de acuerdo con los requisitos de performance y funcionales de este documento.

#### 8.2.6 Manual de vuelo de la aeronave, manual de operación del piloto o manual de

## **operación del equipo de aviónica**

- (a) **Aeronaves de fabricación nueva o modificadas.-** Para aeronaves nuevas (capacidad demostrada en producción) o modificadas, el AFM, POH o el manual de operación del equipo de aviónica, cualquiera que sea aplicable, deberá proporcionar una declaración que identifique el equipo y el estándar de construcción o modificación certificado para operaciones RNAV 1 y RNAV 2 o que la aeronave tenga capacidad RNP 1 o superior.
- (b) **Aeronaves en servicio.-** Para aeronaves en servicio que ya están equipadas con un sistema RNAV, pero para las cuales el AFM o POH o el manual de operación del equipo de aviónica no define o no clarifica la capacidad del sistema, el explotador puede presentar documentación o una declaración del fabricante que satisfaga los requisitos de esta CA de acuerdo con el Párrafo 8.2.4 anterior.

### **8.3 Criterios para aprobación de los sistemas RNAV 1 y RNAV 2**

#### **8.3.1 Criterios para el GNSS**

- a) Los siguientes sistemas satisfacen los requisitos de precisión de estos criterios:
  - 1) aeronaves con sensor TSO-C129/C129a (Clase B o C) y FMS que cumpla con los requisitos establecidos en la TSO-C115b, instalado para uso IFR de acuerdo con la AC 20-130A;
  - 2) aeronaves con sensor TSO-C145() y FMS que cumpla con los requisitos establecidos en la TSO-C115b, instalado para uso IFR de acuerdo con la AC 20-130A o AC 20-138A;
  - 3) aeronaves con TSO-C129/C129a Clase A1 (sin desviación de los requisitos funcionales descritos en el Párrafo 8.4 de este documento), instalado para uso IFR de acuerdo con la AC 20-138 o AC 20-138A; y
  - 4) aeronaves con TSO-C146()(sin desviación de los requisitos funcionales descritos en el Párrafo 8.4 de este documento), instalado para uso IFR de acuerdo con la AC 20-138A.
- b) Para aprobaciones de rutas y/o aeronaves que requieren GNSS, los explotadores deben desarrollar procedimientos para verificar la correcta operación del GNSS cuando el sistema de navegación no alerta automáticamente a la tripulación sobre la pérdida de dicho equipo.
- c) El explotador puede integrar con los datos del GNSS, información de posición de otros tipos de sensores de navegación, siempre que esta información no cause errores de posición que exceda el presupuesto del TSE. De otra manera, se deberá proveer medios para anular la selección de los otros tipos de sensores de navegación.
- d) El programa de predicción de la RAIM deberá cumplir con los criterios establecidos en el Párrafo 12 de la AC-138A.

#### **8.3.2 Criterios para el sistema RNAV DME/DME**

Los criterios para evaluación del sistema RNAV DME/DME se encuentran descritos en el Apéndice 1 de este documento.

### 8.3.3 Criterios para el sistema RNAV DME/DME/IRU

El sistema RNAV DME/DME/IRU debe cumplir con el Apéndice 2 de este documento.

## 8.4 Requisitos funcionales – Presentaciones de navegación y funciones

Los requisitos del Apéndice 3 ayudan a garantizar que la performance del sistema RNAV de la aeronave cumpla con el criterio de diseño del procedimiento.

## 8.5 Aeronavegabilidad continuada

- a) Los explotadores de aeronaves aprobadas para realizar operaciones RNAV 1 y RNAV 2, deben asegurar la continuidad de la capacidad técnica de ellas para satisfacer los requisitos técnicos establecidos en esta CA.
- b) Cada explotador que solicite una aprobación operacional RNAV 1 y RNAV 2, deberá presentar a la AAC del Estado de matrícula un programa de mantenimiento e inspección que incluya todos aquellos requisitos de mantenimiento necesarios para asegurar que los sistemas de navegación sigan cumpliendo el criterio de aprobación RNAV 1 y RNAV 2.
- c) Los siguientes documentos de mantenimiento deben ser revisados, según corresponda, para incorporar los aspectos RNAV 1 y RNAV 2:
  - 1) Manual de control de mantenimiento (MCM);
  - 2) Catálogos ilustrados de partes (IPC); y
  - 3) Programa de mantenimiento.
- d) El programa de mantenimiento aprobado para las aeronaves afectadas debe incluir las prácticas de mantenimiento que se indican en los correspondientes manuales de mantenimiento del fabricante de la aeronave y de sus componentes y debe considerar:
  - 1) que los equipos involucrados en la operación RNAV 1 y RNAV 2 deben mantenerse de acuerdo con las instrucciones del fabricante de los componentes;
  - 2) que cualquier modificación o cambio del sistema de navegación que afecte de cualquier forma a la aprobación RNAV 1 y RNAV 2 inicial, debe ser objeto de comunicación y revisión por la AAC para su aceptación o aprobación de dichos cambios previo a su aplicación; y
  - 3) que cualquier reparación que no se incluya en la documentación aprobada/aceptada de mantenimiento y que pueda afectar a la integridad de la performance de navegación, debe ser objeto de comunicación a la AAC para su aceptación o aprobación de las mismas.

- e) Dentro de la documentación relativa al mantenimiento RNP, se debe presentar el programa de instrucción del personal de mantenimiento, que entre otros aspectos, debe contemplar:
- 1) concepto PBN;
  - 2) aplicación de la RNAV 1 y RNAV 2;
  - 3) equipos involucrados en una operación RNAV 1 y RNAV 2; y
  - 4) utilización de la MEL.

## 9. APROBACIÓN OPERACIONAL

La aprobación de aeronavegabilidad por si sola no autoriza a un solicitante o explotador a realizar operaciones RNV 1 y RNAV 2. Además de la aprobación de aeronavegabilidad, el solicitante o explotador debe obtener una aprobación operacional para confirmar la adecuación de los procedimientos normales y de contingencia respecto a la instalación del equipo particular.

En transporte aéreo comercial, la evaluación de una solicitud para una aprobación operacional RNAV 1 y RNAV 2 es realizada por el Estado del explotador según las reglas de operación vigentes (p. ej., LAR 121.995 (b) y LAR 135.565 (c) o equivalentes) apoyadas por los criterios descritos en esta CA.

Para la aviación general, la evaluación de una solicitud para una aprobación operacional RNAV 1 y RNAV 2 es realizada por el Estado de matrícula según las reglas de operación vigentes. (p. ej., LAR 91.1015 y LAR 91.1640 o equivalentes) apoyadas por los criterios establecidos en esta CA.

### 9.1 Requisitos para obtener la aprobación operacional

9.1.1 Para obtener la autorización RNAV 1 y RNAV 2, el solicitante o explotador cumplirá los siguientes pasos considerando los criterios establecidos en este párrafo y en los Párrafos 10, 11, 12 y 13:

- 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) *Solicitud.*- El explotador presentará a la ACC la siguiente documentación:
  - 1) *La solicitud para la aprobación operacional RNAV 1 y RNAV 2;*
  - 2) *Descripción del equipo de la aeronave.*- El explotador proveerá una lista de configuración que detalle los componentes pertinentes y el equipo que va a ser utilizado en las operaciones RNAV 1 y RNAV 2. La lista deberá incluir cada fabricante, modelo y versión del equipo GNSS, DME/DME, DME/DME/IRU y del software del FMS instalado.
  - 3) *Documentos de aeronavegabilidad relativos a la admisibilidad de las aeronaves.*- El explotador presentará documentación pertinente, aceptable para la AAC, que permita establecer que la aeronave está equipada con sistemas

RNAV que satisfacen los requisitos RNAV 1 y RNAV 2, según lo descrito en el Párrafo 8 de esta CA. Por ejemplo, el explotador presentará las partes del AFM o del suplemento del AFM donde se incluye la declaración de aeronavegabilidad.

4) *Programa de instrucción para la tripulación de vuelo y despachadores de vuelo (DV).*-

- (a) Los explotadores comerciales (p. ej., explotadores LAR 121 y LAR 135) presentarán a la ACC los currículos de instrucción RNAV 1 y RNAV 2 para demostrar que los procedimientos y prácticas operacionales y los aspectos de adiestramiento descritos en el Párrafo 11 han sido incorporados en los programas de instrucción inicial, de promoción o periódicos para la tripulación de vuelo y DV).

**Nota.-** No se requiere establecer un programa de instrucción separado si la instrucción sobre RNAV 1 y RNAV 2 identificada en el Párrafo 11, ya ha sido integrada en el programa de instrucción del explotador. Sin embargo, debe ser posible identificar cuales aspectos RNAV son cubiertos dentro de un programa de instrucción.

- (b) Los explotadores privados (p. ej., explotadores LAR 91) deben estar familiarizados y demostrar que realizarán sus operaciones aplicando las prácticas y procedimientos identificados en el Párrafo 11.

5) *Manual de operaciones y listas de verificación*

- (a) Los explotadores comerciales (p. ej., explotadores LAR 121 y 135) deben revisar el manual de operaciones (OM) y las listas de verificación para incluir la información y guía sobre los procedimientos de operación detallados en el Párrafo 10 de esta CA. Los manuales apropiados deben contener las instrucciones de operación de los equipos de navegación y los procedimientos de contingencia. Los manuales y las listas de verificación deben ser presentadas para revisión como adjuntos de la solicitud formal en la Fase dos del proceso de aprobación.

- (b) Los explotadores privados (p. ej., explotadores LAR 91) deben operar sus aeronaves utilizando las prácticas y procedimientos identificados en el Párrafo 10 de esta CA.

6) *Lista de equipo mínimo (MEL).*- El explotador remitirá para aprobación de la AAC, cualquier revisión a la MEL, necesaria para la realización de las operaciones RNAV 1 y RNAV 2. Si se otorga una aprobación operacional RNAV 1 y RNAV 2 en base a un procedimiento operacional específico, los explotadores deben modificar la MEL y especificar las condiciones de despacho requeridas.

7) *Mantenimiento.*- El explotador presentará para aprobación un programa de mantenimiento para llevar a cabo las operaciones RNAV 1 y RNAV 2.

8) *Programa de instrucción para el personal de mantenimiento.*- Los explotadores remitirán los currículos de instrucción correspondientes al personal de mantenimiento de conformidad con el Párrafo 8.5 e).

- 9) *Programa de validación de datos de navegación.*- El explotador presentará los detalles del programa de validación de los datos de navegación según lo descrito en el Apéndice 4 de esta CA.
- c) *Programación de la instrucción.*- Una vez aceptadas o aprobadas las enmiendas a los manuales, programas y documentos remitidos, el explotador impartirá la instrucción requerida a su personal.
- d) *Vuelo de validación.*- La AAC podrá estimar conveniente la realización de un vuelo de validación antes de conceder la aprobación operacional. La validación podrá realizarse en vuelos comerciales. El vuelo de validación se llevará a cabo según el Capítulo 13 del Volumen II Parte II del Manual del Inspector de Operaciones (MIO) del SRVSOP.
- e) *Emisión de la autorización para realizar operaciones RNAV 1 y RNAV 2.*- Una vez que el explotador ha finalizado con éxito el proceso de aprobación operacional, la AAC emitirá al explotador la autorización para que realice operaciones RNAV 1 y RNAV 2.
- 1) Explotadores LAR 121 y/o 135.- Para explotadores LAR 121 y/o LAR 135, la AAC emitirá las correspondientes especificaciones relativas a las operaciones (OpSpecs) que reflejarán la autorización RNAV 1 y RNAV 2.
  - 2) *Explotadores LAR 91.*- Para explotadores LAR 91, la AAC emitirá una carta de autorización (LOA).

## 10. PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN

10.1 El explotador y las tripulaciones de vuelo se familiarizarán con los siguientes procedimientos de operación y de contingencia asociados con las operaciones RNAV 1 y RNAV 2.

### a) Planificación pre-vuelo

- 1) Los explotadores y pilotos que intenten realizar operaciones en rutas RNAV 1 y RNAV 2 deben llenar las casillas apropiadas del plan de vuelo OACI.
- 2) Los datos de navegación de a bordo deben estar vigentes y ser apropiados para la región de operación proyectada e incluirán las NAVAIDS, WPTs, y los códigos pertinentes de las rutas ATS para las salidas, llegadas y aeródromos de alternativa. Los procedimientos STAR RNAV pueden ser designados utilizando múltiples transiciones de pista. Los explotadores que no tengan esta función proveerán un método alternativo de cumplimiento (por ejemplo, una base de datos de navegación acondicionada para estas operaciones). Si no existe un método alternativo de cumplimiento para volar un procedimiento titulado RNAV que contenga múltiples transiciones de pista, los explotadores no presentarán o aceptarán una autorización para estos procedimientos.

***Nota.-*** Se espera que la base de datos de navegación se encuentre actualizada durante la operación. Si el ciclo AIRAC vence durante el vuelo, los explotadores y pilotos deberán establecer procedimientos para asegurar la precisión de los datos de navegación, incluyendo la adecuación de las

*instalaciones de navegación utilizadas para definir las rutas y procedimientos para el vuelo. Normalmente, esto se realiza verificando los datos electrónicos versus los documentos en papel. Un medio aceptable de cumplimiento es comparar las cartas aeronáuticas (nuevas y antiguas) para verificar los puntos de referencia de navegación antes del despacho. Si una carta enmendada es publicada para el procedimiento, la base de datos no debe ser utilizada para conducir la operación.*

- 3) La disponibilidad de la infraestructura de las NAVAIDS, requeridas para las rutas proyectadas, incluyendo cualquier contingencia no RNP, debe ser confirmada para el período de operaciones previstas, utilizando toda la información disponible. Debido a que el Anexo 10 Volumen I requiere integridad en el GNSS (RAIM o SBAS), también se debe determinar como apropiada, la disponibilidad de estos dispositivos.
- 4) **Aeronaves que no están equipadas con GNSS.-** Las aeronaves que no estén equipadas con GNSS deberán ser capaces de actualizar la posición DME/DME y DME/DME/IRU para las rutas RNAV 1 y RNAV 2, así como para las SID y STAR.
- 5) Sí se utiliza únicamente equipo TSO-C129 para satisfacer los requerimientos RNAV 1 y RNAV 2, se debe confirmar la disponibilidad RAIM para la ruta prevista de vuelo (ruta y tiempo) usando información de satélites GNSS vigentes.
- 6) Si se utiliza un equipo TSO-C145/C146 para satisfacer el requisito RNAV, el piloto/explotador no necesita realizar la predicción si se confirma que la cobertura del sistema de aumentación de área amplia (WAAS) estará disponible a lo largo de toda la ruta de vuelo.

**Nota.-** *En áreas donde no está disponible la cobertura WASS, los explotadores que utilizan receptores TSO-C145/C146 deben verificar la disponibilidad GNSS RAIM.*

- 7) Disponibilidad de la RAIM (ABAS)
  - (a) Los niveles RAIM requeridos para las operaciones RNAV 1 y RNAV 2 pueden ser verificados, ya sea, mediante NOTAMs (cuando están disponibles) o a través de servicios de predicción. Los explotadores deben familiarizarse con la información de predicción disponible para la ruta prevista.
  - (b) La predicción RAIM disponible debe tomar en cuenta los últimos NOTAMs utilizables y el modelo de aviónica (sí está disponible). Se puede proveer el servicio de predicción RAIM por medio de los ANSP, fabricantes de aviónica, otras entidades o mediante un receptor de predicción RAIM de a bordo.
  - (c) En el evento que se pronostique una continua pérdida del nivel apropiado de detección de falla por más de cinco (5) minutos para cualquier parte de la operación RNAV 1 y RNAV 2, el plan de vuelo deberá ser revisado (p. ej., demorando la salida o planificando un procedimiento de salida diferente).

- (d) El software de predicción de la disponibilidad RAIM no garantiza el servicio. Este software es más bien una herramienta de evaluación de la capacidad esperada para satisfacer la performance de navegación requerida. Debido a fallas no planificadas de algunos elementos GNSS, los pilotos y los ANSP deben comprender que se puede perder la navegación RAIM o GNSS juntas mientras la aeronave está en vuelo, lo que puede requerir reversión a un medio alternativo de navegación. Por lo tanto, los pilotos deben evaluar sus capacidades para navegar (potencialmente a un aeródromo de alternativa) en caso de falla de la navegación GNSS.

8) Disponibilidad del DME

- (a) Para navegación basada en DME, se deberá observar los NOTAMs para verificar la condición de DMEs críticos. Los pilotos deben evaluar sus capacidades para navegar (potencialmente a un aeródromo de alternativa) en caso de falla de un DME crítico cuando la aeronave está en vuelo.

b) **Procedimientos de operación general**

- 1) el piloto deberá cumplir cualquier instrucción o procedimiento identificado por el fabricante, como sea necesario, para satisfacer los requisitos de performance de esta sección;
- 2) los explotadores y pilotos no deberán solicitar o presentar en el plan de vuelo, rutas y SID o STAR RNAV 1 y RNAV 2, a menos que satisfagan todos los criterios de esta CA. Si una aeronave que no cumple estos criterios recibe una autorización de parte del ATC para conducir un procedimiento RNAV, el piloto notificará al ATC que no puede aceptar la autorización y solicitará instrucciones alternas;
- 3) en la inicialización del sistema, los pilotos deben:
  - (a) confirmar que la base de datos de navegación esté vigente;
  - (b) verificar que la posición de la aeronave ha sido ingresada correctamente;
  - (c) verificar la entrada apropiada de la ruta ATC asignada una vez que reciban la autorización inicial y cualquier cambio de ruta subsiguiente; y
  - (d) asegurarse que la secuencia de los WPT, representados en su sistema de navegación, coincida con la ruta trazada en las cartas apropiadas y con la ruta asignada.
- 4) los pilotos no deberán volar una SID o STAR RNAV 1 o RNAV 2, a menos que ésta pueda ser recuperada por el nombre del procedimiento desde la base de datos de navegación de a bordo y se ajuste al procedimiento de la carta. Sin embargo, la ruta puede ser posteriormente modificada a través de la inserción o eliminación de WPT específicos en respuesta a las autorizaciones del ATC. No se permite la entrada manual o la creación de nuevos WPT mediante la inserción manual de la latitud y longitud o de los valores rho/theta. Además, los pilotos no deben cambiar ningún tipo de WPT RNAV SID o STAR desde un WPT de paso a un WPT de sobrevuelo o viceversa.



- 5) cuando sea posible, las rutas RNAV 1 o RNAV 2 deben ser obtenidas desde la base de datos en su totalidad, en lugar de cargar individualmente los WPT de la ruta desde la base de datos al plan de vuelo. Sin embargo, se permite la selección e inserción individual de puntos de referencia (fixes) y WPT designados desde la base de datos de navegación, siempre que todos los puntos de referencia a lo largo de la ruta publicada a ser volada estén insertados. Además, la ruta puede ser posteriormente modificada a través de la inserción o eliminación de WPT específicos en respuesta a las autorizaciones del ATC. No se permite la entrada manual o la creación de nuevos WPT mediante la inserción manual de la latitud y longitud o de los valores rho/theta.
- 6) las tripulaciones de vuelo deberán verificar el plan de vuelo autorizado comparando las cartas u otros recursos aplicables con las presentaciones textuales del sistema de navegación y presentaciones de mapa de la aeronave, si es aplicable. Si es requerido, se debe confirmar la exclusión de NAVAIDS específicas. No deberá usarse un procedimiento si existen dudas sobre la validez del procedimiento en la base de datos de navegación.

**Nota.-** Los pilotos pueden notar una pequeña diferencia entre la información de navegación descrita en la carta y la pantalla de navegación primaria. Diferencias de 3° o menos pueden ser el resultado de la aplicación de la variación magnética al equipo del fabricante y estas son operacionalmente aceptables.

- 7) durante el vuelo, cuando sea factible, la tripulación de vuelo debe utilizar la información disponible de las NAVAIDS emplazadas en tierra para confirmar la razonabilidad de la navegación.
- 8) Para rutas RNAV 2, los pilotos deben utilizar un indicador de desviación lateral, un FD o un AP en el modo de navegación lateral. Los pilotos pueden utilizar una presentación de mapa de navegación con funcionalidad equivalente a un indicador de desviación lateral sin un FD o AP.
- 9) Para rutas RNAV 1, los pilotos deben utilizar un indicador de desviación lateral, FD o AP en el modo de navegación lateral.
- 10) Los pilotos de las aeronaves con una presentación de desviación lateral deben asegurarse que la escala de desviación lateral es adecuada para la precisión de navegación asociada con la ruta/procedimiento (p. ej., la deflexión a escala total:  $\pm 1$  NM para RNAV 1,  $\pm 2$  NM para RNAV 2 o  $\pm 5$  NM para equipo TSO-C129()) en rutas RNAV 2.
- 11) Se espera que todos los pilotos mantengan los ejes de ruta, como están representados en los indicadores de desviación lateral de a bordo y/o guía de vuelo durante todas las operaciones RNAV 1 y RNAV 2, a menos que sean autorizados a desviarse por el ATC o por condiciones de emergencia. Para operaciones normales, el error/desviación en sentido perpendicular a la derrota de vuelo (la diferencia entre la trayectoria calculada por el sistema RNAV y la posición estimada de la aeronave con relación a dicha trayectoria, es decir el FTE) deberá ser limitada a  $\pm \frac{1}{2}$  de la precisión de navegación asociada con la ruta o procedimiento de vuelo (es decir, 0.5 NM para RNAV 1 y 1.0 NM para RNAV 2). Se permiten desviaciones laterales pequeñas de este requisito (p. ej., pasarse de la trayectoria o quedarse corto de la trayectoria) durante o

inmediatamente después de un viraje en ruta/procedimiento, hasta un máximo de 1 vez (1xRNP) la precisión de navegación (es decir, 1 NM para RNAV 1 y 2 NM para RNAV 2).

**Nota.-** *Algunas aeronaves no presentan o calculan una trayectoria durante virajes. Los pilotos de estas aeronaves pueden no ser capaces de adherirse al requisito de precisión de  $\pm 1/2$  durante los virajes en ruta, no obstante se espera que satisfagan los requisitos de interceptación después de los virajes o en los segmentos rectos.*

- 12) 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 el controlador confirma una nueva autorización de ruta. Cuando la aeronave no está en la ruta publicada, los requerimientos de precisión especificados no aplican.
- 13) La selección manual de las funciones que limitan el ángulo de inclinación lateral de la aeronave puede reducir la habilidad de la aeronave para mantener su derrota deseada y no es recomendada. Los pilotos deberían reconocer que la selección manual de las funciones que limitan el ángulo de inclinación lateral de la aeronave podrían reducir su habilidad para satisfacer las expectativas de trayectoria del ATC, especialmente cuando se realiza virajes con grandes ángulos de inclinación. Esto no debe interpretarse como un requisito para desviarse de los procedimientos del AFM. Se debe alentar a los pilotos a limitar la selección de tales funciones dentro de procedimientos aceptados.
- 14) Los pilotos que operan aeronaves con aprobación RNP según las disposiciones de esta CA, no requieren modificar los valores predeterminados RNP del fabricante, establecidos en la FMC.

**c) Requerimientos específicos de SIDs RNAV**

- 1) antes de iniciar el despegue, el piloto debe verificar que el sistema RNAV de la aeronave está disponible, opera correctamente y que los datos apropiados del aeródromo y pista han sido cargados. Antes del vuelo, los pilotos deben verificar que el sistema de navegación de su aeronave está operando correctamente y que la pista y el procedimiento de salida apropiado (incluyendo cualquier transición en ruta aplicable) han sido ingresados y están adecuadamente representados. Los pilotos que han sido asignados a un procedimiento de salida RNAV y que posteriormente reciben un cambio de pista, procedimiento o transición, deben verificar que se han ingresado los cambios apropiados y que están disponibles para la navegación antes del despegue. Se recomienda una verificación final de la entrada de la pista apropiada y de la representación de la ruta correcta, justo antes del despegue.
- 2) *Altitud para conectar el equipo RNAV.-* El piloto debe ser capaz de conectar el equipo RNAV para seguir la guía de vuelo en el modo de navegación lateral RNAV antes de alcanzar 153 m (500 ft) sobre la elevación del aeródromo. La altitud a la cual inicia la guía RNAV en una ruta dada puede ser más alta (p. ej., ascienda a 304 m (1 000 ft) luego directo a.....)

- 3) los pilotos deben utilizar un método autorizado (indicador de desviación lateral/presentación de mapa de navegación/FD/AP) para lograr un nivel apropiado de performance para RNAV 1.
- 4) *Aeronaves DME/DME.*- Los pilotos de aeronaves sin GNSS, que utilizan sensores DME/DME sin entrada inercial, no pueden utilizar sus sistemas RNAV hasta que la aeronave ha ingresado a cobertura DME adecuada. El ANSP se asegurará, que en cada SID RNAV (DME/DME), esté disponible una adecuada cobertura DME.
- 5) *Aeronaves DME/DME/IRU.*- Los pilotos de aeronave sin GNSS, que utilizan sistemas RNAV DME/DME con una IRU (DME/DME/IRU), deben asegurarse que se confirme la posición del sistema de navegación inercial (INS) dentro de 304 m (1 000 ft/0.17 NM), desde una posición conocida, en el punto de inicio del recorrido de despegue. Esto es usualmente logrado mediante el uso de una función de actualización de pista manual o automática. También se puede utilizar un mapa de navegación para confirmar la posición de la aeronave, si los procedimientos del piloto y la resolución de la presentación permiten cumplir con el requerimiento de tolerancia de 304 m (1 000 ft).

**Nota.-** *Basados en una evaluación de la performance del IRU, se puede esperar que el crecimiento del error de posición después de revertir al IRU, sea menor de 2 NM por 15 minutos.*

- 6) *Aeronave GNSS.*- Cuando se use un GNSS, la señal debe ser obtenida antes que comience el recorrido de despegue. Para aeronaves que utilizan equipo TSO-C129/C129a, el aeródromo de despegue debe estar cargado dentro del plan de vuelo, a fin de lograr el monitoreo y la sensibilidad apropiada del sistema de navegación. Para aeronaves que utilizan equipo de aviónica TSO-C145a/C146a, si la salida inicia en un WPT en la pista, entonces el aeródromo de salida no necesita estar en el plan de vuelo para obtener el monitoreo y la sensibilidad apropiada.

d) **Requerimientos específicos de STARs RNAV**

- 1) antes de la fase de llegada, la tripulación de vuelo deberá verificar que se ha cargado la ruta terminal correcta. El plan de vuelo activo deberá verificarse comparado las cartas con la presentación de mapa (si es aplicable) y la MCDU. Esto incluye, la confirmación de la secuencia de los WPT, la razonabilidad de los ángulos de derrota y las distancias, cualquier restricción de altitud o velocidad y, cuando sea posible, cuales WPT son de paso (fly-by WPT) y cuales son de sobrevuelo (flyover WPT). Si una ruta lo requiere, se debe hacer una verificación para confirmar que la actualización excluirá una NAVAID particular. No se utilizará una ruta si existen dudas sobre su validez en la base de datos de navegación.

**Nota.-** *Como mínimo, las verificaciones en la fase de llegada podrían consistir en simples inspecciones de una presentación de mapa adecuada que logre los objetivos de este párrafo.*

- 2) la creación de nuevos WPT por parte de la tripulación de vuelo, mediante entradas manuales en el sistema RNAV, invalidará cualquier ruta y no es permitida.
- 3) cuando los procedimientos de contingencia requieren revertir a una ruta de llegada convencional, la tripulación de vuelo debe completar las preparaciones necesarias antes de comenzar la ruta RNAV.
- 4) las modificaciones de una ruta en el área terminal pueden tomar la forma de rumbos radar o autorizaciones “directo a” (direct to), al respecto, la tripulación de vuelo debe ser capaz de reaccionar a tiempo. Esto puede incluir la inserción de WPT tácticos cargados desde la base de datos. No es permitido que la tripulación de vuelo realice una entrada manual o la modificación de una ruta cargada, utilizando WPT temporales o puntos de referencia no provistos en la base de datos.
- 5) Los pilotos deben verificar que el sistema de navegación de la aeronave esté operando correctamente y que el procedimiento de llegada correcto y la pista hayan sido ingresados y representados apropiadamente.
- 6) aunque no se establece un método particular, se deberá observar cualquier restricción de altitud y velocidad.

e) **Procedimientos de contingencia**

- 1) el piloto debe notificar al ATC de cualquier pérdida de la capacidad RNAV, junto con el curso de acción propuesto. Si no se puede cumplir con los requerimientos de una ruta RNAV, los pilotos deben notificar al ATS tan pronto como sea posible. La pérdida de la capacidad RNAV incluye cualquier falla o evento que ocasione que la aeronave no pueda satisfacer los requerimientos RNAV de la ruta.
- 2) en el evento de falla de comunicaciones, la tripulación de vuelo debe continuar con la ruta RNAV, de acuerdo con los procedimientos de pérdida de comunicaciones establecido.

## 11. PROGRAMAS DE INSTRUCCIÓN

11.1 El programa de instrucción para tripulantes de vuelo y despachadores de vuelo (DV), deberá proveer suficiente capacitación (p. ej., en dispositivos de instrucción de vuelo, simuladores de vuelo o en aeronaves) sobre el sistema RNAV en la extensión que sea necesaria. El programa de instrucción incluirá los siguientes temas:

- a) la información concerniente a esta CA;
- b) el significado y uso apropiado del equipo de la aeronave y de los sufijos de navegación;
- c) las características de los procedimientos como están determinadas en las presentaciones de las cartas y en la descripción textual;

- d) representación de los tipos de WPT (WPT de paso y WPT de sobrevuelo) y de las terminaciones de trayectoria ARINC 424 previstas en el Párrafo 8.4 y de cualesquiera otros tipos utilizados por el explotador, así como los asociados con las trayectorias de vuelo de la aeronave;
- e) equipo de navegación requerido para operar en rutas, SIDs y STARs RNAV 1 y RNAV 2 (por ejemplo: GNSS, DME/DME y DME/DME/IRU).
- f) información específica del sistema RNAV:
  - 1) niveles de automatización, modos de anuncios, cambios, alertas, interacciones, reversiones y degradaciones;
  - 2) integración de funciones con otros sistemas de la aeronave;
  - 3) el significado y la conveniencia de las discontinuidades en ruta, así como los procedimientos relacionados de la tripulación de vuelo;
  - 4) procedimientos del piloto consistentes con la operación;
  - 5) tipos de sensores de navegación (p. ej., GNSS, DME, IRU) utilizados por el sistema RNAV y el establecimiento de prioridades, ponderación y lógica con sistemas asociados;
  - 6) anticipación de virajes con consideración de los efectos de la velocidad y la altitud;
  - 7) interpretación de las presentaciones electrónicas y símbolos;
  - 8) comprensión de la configuración de la aeronave y de las condiciones de operación requeridas para apoyar las operaciones RNAV, p. ej., la selección apropiada de la escala del CDI (escala de la presentación de desviación lateral);
- g) procedimientos de operación del equipo RNAV, como sean aplicables, incluyendo como realizar las siguiente acciones:
  - 1) verificar la vigencia e integridad de los datos de navegación de la aeronave;
  - 2) verificar la finalización exitosa del sistema de auto-prueba RNAV;
  - 3) inicializar la posición del sistema RNAV;
  - 4) recuperar y volar una SID o STAR con la transición apropiada;
  - 5) seguir las limitaciones de velocidad y altitud asociadas con una SID o STAR;
  - 6) seleccionar la SID o STAR apropiada para la pista activa y familiarizarse con los procedimientos para hacer frente a un cambio de pista;
  - 7) realizar una actualización manual o automática (con cambio del punto de despegue, si es aplicable);
  - 8) verificar los WPTs y la programación del plan de vuelo;

- 9) volar directo a un WPT;
  - 10) volar un rumbo/derrota hacia un WPT;
  - 11) interceptar un rumbo/derrota;
  - 12) volar vectores radar y retornar a una ruta RNAV desde un modo de “rumbo”;
  - 13) determinar los errores y desviaciones perpendiculares a la derrota;
  - 14) resolver discontinuidades en ruta (insertar y borrar/eliminar discontinuidades en ruta);
  - 15) remover o volver a seleccionar las entradas de los sensores de navegación;
  - 16) cuando sea requerido, confirmar la exclusión de una NAVAID específica o de un tipo de ayuda a la navegación;
  - 17) cuando sea requerido por la AAC, ejecutar verificaciones de errores crasos de navegación, utilizando NAVAIDS convencionales;
  - 18) cambiar el aeródromo de llegada y el aeródromo de alternativa;
  - 19) realizar funciones de desplazamiento paralelo si existe la capacidad. Los pilotos deben conocer como se aplica los desplazamientos, la funcionalidad del sistema RNAV particular y la necesidad de comunicar al ATC si dicha funcionalidad no está disponible; y
  - 20) realizar funciones de patrón de espera RNAV (p. ej., insertar o borrar un patrón de espera).
- h) niveles de automatización recomendados por el explotador para cada fase de vuelo y carga de trabajo, incluyendo los métodos para minimizar el error perpendicular a la derrota que permitan mantener el eje central de la ruta;
  - i) fraseología de radiotelefonía para las aplicaciones RNAV; y
  - j) procedimientos de contingencias para fallas RNAV.

## **12. BASE DE DATOS DE NAVEGACIÓN**

- a) El explotador debe obtener la base de datos de navegación de un proveedor que cumpla con el documento RTCA DO 200A/EUROCAE ED 76 – Estándares para el proceso de datos aeronáuticos. Los datos de navegación deben ser compatibles con la función prevista del equipo (véase Anexo 6 Parte I Párrafo 7.4.1). Una carta de aceptación (LOA), emitida por la autoridad reguladora apropiada a cada participante de la cadena de datos, demuestra cumplimiento con este requerimiento (p. ej., FAA LOA emitida de acuerdo con la FAA AC 20-153 o EASA LOA emitida de acuerdo con EASA IR 21 Subparte G).
- b) El explotador debe reportar al proveedor de datos de navegación sobre las discrepancias que invaliden una ruta y prohibir la utilización de los procedimientos

afectados mediante un aviso a las tripulaciones de vuelo.

- c) Los explotadores deberían considerar la necesidad de realizar verificaciones periódicas de las bases de datos de navegación, a fin de mantener los requisitos del sistema de calidad o del sistema de gestión de la seguridad operacional existentes.
- d) Los sistemas DME/DME RNAV deben utilizar únicamente instalaciones DME identificadas en las AIPs de las AAC.
- e) Los sistemas no deben utilizar instalaciones indicadas por la AAC como no apropiadas para las operaciones RNAV 1 y RNAV 2 en la AIP o instalaciones asociadas con un ILS o MLS que utiliza un alcance desplazado. Esto puede ser realizado excluyendo las instalaciones DME específicas que se conoce que tienen un efecto perjudicial en la solución de navegación, de la base de datos de la aeronave, cuando las rutas RNAV están dentro del alcance de recepción de esas instalaciones DME.

### **13. VIGILANCIA, INVESTIGACIÓN DE ERRORES DE NAVEGACIÓN Y RETIRO DE LA AUTORIZACIÓN RNAV 1 y RNAV 2**

- 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) La información que indique el potencial de errores repetitivos puede requerir la modificación del programa de instrucción del explotador.
- c) La información que atribuye múltiples errores a un piloto en particular puede requerir que se le imparta instrucción adicional o la revisión de su licencia.
- d) Las ocurrencias de errores de navegación repetitivos atribuidos a un equipo o a una parte específica del equipo de navegación o a procedimientos de operación pueden ser causa para cancelar la aprobación operacional (retiro de la autorización RNAV 1 y RNAV 2 de las OpSpecs o retiro de la LOA en caso de explotadores privados).

## APÉNDICE 1

### CRITERIOS PARA LA APROBACIÓN DE SISTEMAS RNAV QUE UTILIZAN DME (SISTEMA RNAV DME/DME)

#### 1. PROPOSITO

La AAC es responsable de la evaluación de la cobertura y disponibilidad de los DME de acuerdo con estándares mínimos del sistema RNAV DME/DME para cada ruta y procedimiento. Se necesitan criterios detallados para definir la performance del sistema RNAV DME/DME ya que dicho sistema está relacionado con la infraestructura DME. Este Apéndice define la performance y las funciones mínimas de los sistemas RNAV DME/DME requeridas para apoyar la implementación de rutas, SIDs y STARs RNAV 1 y RNAV 2. Estos criterios deben ser utilizados para la aprobación de aeronavegabilidad de equipos nuevos o pueden ser utilizados por los fabricantes para la certificación de sus equipos existentes.

#### 2. REQUISITOS MÍNIMOS PARA SISTEMAS RNAV DME/DME

Párrafo	Criterios	Explicación
a)	La precisión está basada en los estándares de performance de la TSO-C66c	
b)	Sintonización y actualización de la posición de las instalaciones DME	El sistema RNAV DME/DME debe:  1) actualizar su posición dentro de 30 segundos, una vez sintonizadas las instalaciones de navegación DME;  2) sintonizar automáticamente múltiples instalaciones DME; y  3) proveer actualización continua de posición DME/DME. Si una tercera instalación DME o un segundo par ha estado disponible por al menos los 30 segundos previos, no debe haber interrupción en la determinación de la posición DME/DME cuando el sistema RNAV cambia entre instalaciones/pares DME.
c)	Utilización de las instalaciones contempladas en las AIPs de los Estados	Los sistemas RNAV DME/DME solo deben utilizar las instalaciones DME identificadas en las AIPs de los Estados. Los sistemas no deben utilizar las instalaciones que los Estados indican en sus AIPs como no apropiadas para operaciones RNAV 1 y/o RNAV 2 o las instalaciones asociadas con un ILS o MLS que utilizan un alcance desplazado. Esto puede ser realizado mediante:  1) la exclusión específica de las instalaciones DME que se conoce que tienen un efecto perjudicial en la solución de navegación, de la base de datos de navegación de la aeronave, cuando las rutas RNAV están dentro del alcance de recepción de dichas instalaciones DME.



Párrafo	Criterios	Explicación
		2) la utilización de un sistema RNAV que ejecute verificaciones de razonabilidad para detectar errores de todas las instalaciones DME recibidas y excluya estas instalaciones de la solución de la posición de navegación cuando sea apropiado (p ej., evitar la sintonización de instalaciones de señal de canal común cuando las señales de las instalaciones DME se superponen).
d)	Ángulos relativos de las instalaciones DME	Cuando sea necesario generar una posición DME/DME, el sistema RNAV debe usar, como mínimo, DMEs con un ángulo relativo entre 30° y 150°.
e)	Utilización de los DMEs a través del sistema RNAV	<p>El sistema RNAV puede utilizar cualquier instalación DME válida (listada en la AIP) sin importar su localización. Una instalación válida DME:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) emite una señal precisa de identificación de la instalación;</li> <li>2) satisface los requisitos mínimos de intensidad de la señal; y</li> <li>3) está protegida de la interferencia de otras señales DME de acuerdo con los requisitos de señales de canal común y de señales adyacentes.</li> </ol> <p>Cuando se necesite generar una posición DME/DME, como mínimo, el sistema RNAV debe usar un DME de baja altitud y/o de gran altitud válido y disponible en cualquier lugar dentro de la siguiente región alrededor de la instalación DME:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) igual o mayor que 3 NM desde la instalación; y</li> <li>2) a menos de 40° sobre el horizonte cuando sea visto desde la instalación DME y a una distancia de 160 NM.</li> </ol> <p><b>Nota.-</b> Es aceptable la utilización de una figura de mérito (FOM) para aproximarse a la cobertura operacional designada (DOC), siempre que se tomen precauciones para asegurar que la FOM sea codificada de tal manera que la aeronave utilice la instalación en cualquier lugar dentro del DOC. No se requiere la utilización de DMEs asociados con el ILS o MLS.</p>
f)	No existe requerimiento para utilizar VOR, NDB, LOC, IRU o AHRS	No existe requerimiento para utilizar VOR, radiofaro no direccional (NDB), Localizador (LOC), IRU o sistema de referencia de actitud y rumbo (AHRS) durante la operación normal del sistema RNAV DME/DME.
g)	Error de estimación de la posición (PEE)	Cuando se utilice un mínimo de dos instalaciones DME que satisfagan los criterios del Párrafo e) anterior y cualquier otra instalación válida que no reúna esos criterios, el error de estimación de la posición durante el 95% debe ser mejor que o igual a la siguiente ecuación:

Párrafo	Criterios	Explicación
		$2\sigma_{DME/DME} \leq 2 \frac{\sqrt{(\sigma_{1,air}^2 + \sigma_{1,sys}^2) + (\sigma_{2,air}^2 + \sigma_{2,sys}^2)}}{\sin(\alpha)}$ <p>Donde: <math>\sigma_{sys} = 0.05</math> NM  <math>\sigma_{air}</math> is MAX {(0.085 NM, (0.125% de distancia)}  <math>\alpha</math> = ángulo de inclusión (30° a 150°)</p> <p><b>Nota.-</b> Este requerimiento de performance puede ser cumplido por cualquier sistema de navegación que utiliza dos instalaciones DME simultáneamente, limita el ángulo de inclusión DME entre 30° y 150° y usa sensores DME que reúnen los requisitos de precisión de la TSO-C66c. Si el sistema RNAV usa instalaciones DME fuera de su cobertura operacional designada publicada, se puede asumir todavía que el error de la señal DME en el espacio de instalaciones válidas sea <math>\sigma_{ground} = 0.05</math> NM.</p>
h)	Prevención de guía errónea desde otras instalaciones	El sistema RNAV debe asegurar que la utilización de instalaciones fuera de su volumen de servicio (donde no se pueda satisfacer los requisitos de intensidad de campo e interferencia común o adyacente) no causen guía errónea. Esto podría ser realizado incluyendo verificaciones de razonabilidad cuando se sintonice inicialmente una instalación DME o excluyendo una instalación DME cuando exista un DME de canal común dentro del alcance óptico (line-of-sight).
i)	Prevención de señales erróneas VOR en el espacio	Un VOR puede ser utilizado por el sistema RNAV. Sin embargo, el sistema RNAV debe asegurar que una señal errónea VOR en el espacio no afecte el error de posición cuando el sistema esté dentro de cobertura DME/DME. Esto puede ser realizado monitoreando la señal VOR con DME/DME para asegurar que ésta no engañe los resultados de la posición (p. ej., mediante verificaciones de razonabilidad).
j)	Garantía de que el sistema RNAV utilice instalaciones operativas	El sistema RNAV debe utilizar instalaciones DME operativas. Las instalaciones DME listadas en los NOTAMs como no operativas (por ejemplo, bajo pruebas o mantenimiento) podrían aún responder a una interrogación de a bordo, por lo tanto, instalaciones no operativas no deben ser utilizadas. Un sistema RNAV puede excluir instalaciones DME no operativas verificando el código de identificación o inhibiendo el uso de instalaciones identificadas como no operativas.
k)	Mitigaciones operacionales	<p>las mitigaciones operacionales tales como el monitoreo por parte de los pilotos de las fuentes de actualización de la navegación del sistema RNAV, o la programación del tiempo o la exclusión de múltiples instalaciones DME, deberían ser realizadas antes de cualquier carga intensiva de trabajo o de cualquier fase crítica de vuelo.</p> <p><b>Nota.-</b> La exclusión de instalaciones individuales listadas en los NOTAMs como fuera de servicio y/o programando ruta/procedimiento definido como DME crítico, es aceptable cuando esta mitigación no requiere acción del piloto durante una fase crítica de vuelo. Un requerimiento de programación también no implica que el piloto debería completar</p>

Párrafo	Criterios	Explicación
		<i>manualmente las entradas de las instalaciones DME, las cuales no están en la base de datos de navegación.</i>
l)	Verificaciones de razonabilidad	<p>Numerosos sistemas RNAV realizan verificaciones de razonabilidad para verificar la validez de las medidas DME.- Las verificaciones de razonabilidad son muy efectivas contra los errores de la base de datos o contra las entradas erróneas al sistema (tales como, entradas de instalaciones DME de canales comunes) y normalmente se dividen en dos clases:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) aquellas que el sistema RNAV usa después que un nuevo DME ha sido capturado, donde el sistema compara la posición de la aeronave antes de usar el DME con el alcance de la aeronave a ese DME; y</li> <li>2) aquellas que el sistema RNAV continuamente utiliza, basado en la información redundante (por ejemplo, señales DME adicionales o información de IRU).</li> </ol> <p><b>Requerimientos generales</b></p> <p>Las verificaciones de razonabilidad tienen la intención de prevenir que las ayudas a la navegación sean utilizadas para la actualización de la navegación en áreas donde los datos pueden conducir a errores de puntos de referencia de posición de radio debido a la interferencia de canales comunes, multicanales y búsqueda de señales directas. En lugar de usar el volumen de servicio de las NAVAIDS, el sistema de navegación debe proveer verificaciones de razonabilidad que excluyan la utilización de frecuencias duplicadas de las NAVAIDS que se encuentran dentro de alcance, NAVAIDS sobre el horizonte y el uso de NAVAIDS con geometría pobre.</p> <p><b>Suposiciones.-</b> Bajo ciertas condiciones, las verificaciones de razonabilidad pueden no ser válidas.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Una señal DME no permanecerá válida sólo debido a que fue válida cuando fue capturada.</li> <li>2) <i>Señales DME adicionales pueden no estar disponibles.-</i> La intención de esta especificación es apoyar las operaciones donde la infraestructura es mínima (por ejemplo, cuando únicamente dos DMEs están disponibles para tramos en ruta).</li> </ol> <p><b>Uso de condiciones extremas para probar la efectividad de la verificación.-</b> Cuando se utilice una verificación de razonabilidad para satisfacer cualquier requisito de estos criterios, se debe probar la eficacia de la verificación en condiciones extremas. Un ejemplo de esta condición ocurre cuando una señal DME, válida en su captura, se distorsiona durante la prueba, cuando solamente existe un solo DME de apoyo o dos señales de igual intensidad.</p>

### 3. PROCESO DE CONFIRMACIÓN DE LA PERFORMANCE DE SISTEMAS RNAV QUE UTILIZAN DME.

Los sistemas nuevos pueden demostrar cumplimiento con estos criterios como parte de la aprobación de aeronavegabilidad. Para los sistemas existentes, el explotador deberá determinar cumplimiento con los criterios del equipo y de la aeronave de esta CA en base a la información proporcionada por los fabricantes de las aeronaves y equipos. Los fabricantes que han alcanzado el cumplimiento de los requisitos del párrafo anterior (8.3.2) y de este párrafo (8.3.3), deberán proveer esta información mediante una carta a sus clientes. Los explotadores pueden usar esta aprobación como base para sus operaciones. La AAC requerirá a los fabricantes proveer una copia de la carta mencionada para facilitar la disponibilidad de esta información a todos los explotadores. A continuación se provee orientación para los fabricantes de aeronaves y fabricantes de FMS y de DME.

a) **Fabricantes de aeronaves (titulares de certificados de tipo (TC) que incorporan posicionamiento con FMS y DME/DME).**- El fabricante deberá revisar los datos disponibles para el sistema integrado de navegación y obtener datos adicionales como sea apropiado para determinar cumplimiento con los criterios de esta AC. Aquellos fabricantes que han alcanzado el cumplimiento con dichos criterios deberán proveer esta información por medio de una carta a sus clientes. A los fabricantes también se les solicita proveer una copia de esta carta a la ACC para facilitar la disponibilidad de esta información a todos los explotadores.

b) **Fabricantes de equipos (normalmente titulares individuales de TSO para DME y/o FMS)**

1) **Sensor DME.**- El único requisito en este párrafo (8.3.3) que necesita ser considerado para un sensor DME es la precisión. Los sensores DME han sido demostrados para una variedad de requisitos de performance de la TSO-C66 – Equipo radiotelemétrico (DME) que opera dentro del alcance de radio frecuencia de 960-1215 megahercios y de documentos de la Comisión técnica de radio para la aeronáutica/Radio technical comisión for aeronautics (RTCA).

(a) Los estándares de performance de la TSO C66 han evolucionado como sigue:

(1) TSO-C66: (Agosto 1960) RTCA/DO99.

(2) TSO-C66a: (Septiembre 1965) RTCA/DO151, requisito de precisión con error total de 0.1 NM atribuido a la instalación de tierra, precisión del equipo de a bordo de 0.5 NM o 3% de distancia, cualquiera que sea mayor, con un máximo de 3 NM.

(3) TSO-C66b: (Noviembre 1978) RTCA/DO151a, requisito de precisión con error total de 0.1 atribuido a la instalación de tierra, precisión del equipo de a bordo 0.5 NM o 1% de la distancia, cualquiera que sea mayor, con un máximo de 3 NM.

(4) TSO-C66c: (Septiembre 1985) RTCA/DO189, requerimiento de precisión con error total para el equipo de a bordo de 0.17 NM o 0.25% de la distancia, cualquiera que sea mayor.

(b) **Precisión requerida TSO-C66c.-** La exactitud requerida por el TSO-C66c es adecuada para sustentar los criterios de esta sección y CA y los fabricantes de equipos DME bajo esta versión de TSO no necesitan evaluar adicionalmente sus equipos para operaciones RNAV 1 y RNAV 2. Los fabricantes de sensores DME pueden usar el siguiente proceso para establecer una performance más precisa que la originalmente acreditada:

(1) **Determinación de la precisión lograda.-** En lugar de confiar en el desempeño original demostrado, el solicitante puede elegir revisar entre el TSO original o los datos del TC o el suplemento del TC para determinar la exactitud demostrada y/o hacer algún cambio apropiado a las pruebas de calificación para determinar la precisión lograda.

***Nota.-** Cuando se realice el análisis de la precisión, el error de la señal DME en el espacio se puede asumir como 0.1 NM el 95% del tiempo. Si la exactitud es demostrada en un banco de pruebas o en condiciones de vuelo de prueba, se debe considerar la exactitud del banco de prueba o de la instalación en tierra.*

(2) **Ejecución de nuevas pruebas.-** Se deben efectuar nuevas pruebas bajo las mismas condiciones que fueron utilizadas para demostrar el cumplimiento con el estándar original del TSO-C66.

(3) Los fabricantes que han demostrado una performance más precisa del DME, deberán indicar la exactitud demostrada mediante una carta a sus clientes. Los fabricantes también deberán proveer una copia de esta carta a la AAC para facilitar la disponibilidad de esta información a todos los explotadores.

2) **Sistemas multisensores.-** El fabricante deberá revisar los datos del sistema integrado de navegación y obtener datos adicionales según sea conveniente para el cumplimiento de los criterios contemplados en los Párrafos 8.3.2 y 8.3.3 de esta CA. Aquellos fabricantes que han alcanzado el cumplimiento con dichos criterios, deberán proveer esta información por medio de una carta a sus clientes junto con cualquier limitación operacional (por ejemplo, si el piloto debe inhibir manualmente el uso de instalaciones que son listadas como no disponibles por NOTAM). La certificación del fabricante puede limitar el cumplimiento a sistemas DME específicos o puede referenciar cualquier DME a los requerimientos del TSO-C66c. Los fabricantes deberán también proveer una copia de la carta a la AAC.

(a) **Precisión del FMS.-** La precisión del FMS depende de un número de factores incluyendo efectos latentes, la selección de las instalaciones DME, el método de combinación de información de múltiples DME y los efectos de otros sensores utilizados para determinar la posición. Para FMSs que utilizan dos o más DME al mismo tiempo y que limitan el ángulo de inclusión DME entre 30 y 150°, el requerimiento de precisión puede ser cumplido si los sensores DME satisfacen los requisitos de precisión de la TSO-C66c. Para FMSs sin estas características, la precisión deberá ser evaluada bajo escenarios de geometría insuficiente de los DME y deberá

considerar la precisión demostrada del sensor DME. Los escenarios de geometría insuficiente pueden incluir ángulos en los límites especificados anteriormente, con o sin instalaciones DME adicionales disponibles fuera de estas condiciones.

- (b) **Identificación de condiciones.-** Se deberá identificar las condiciones que podrían impedir el cumplimiento de los requisitos de precisión y los medios para evitar esas condiciones identificadas.

## APÉNDICE 2

### CRITERIOS PARA LA APROBACIÓN DE SISTEMAS RNAV QUE UTILIZAN DME e IRU (SISTEMA RNAV DME/DME/IRU)

#### 1. PROPOSITO

Este párrafo define la performance mínima de un sistema RNAV DME/DME/IRU (D/D/I). Los estándares de performance para la determinación de la posición DME/DME están detallados en el Apéndice 1. Los requisitos mínimos del Apéndice 1 son aplicables a este apéndice y no se repiten, excepto cuando se requiere performance adicional.

#### 2. REQUISITOS MÍNIMOS PARA SISTEMAS RNAV DME/DME/IRU (PERFORMANCE DEL SISTEMA INERCIAL)

Párrafo	Criterio	Explicación
a)	La performance del sistema inercial debe satisfacer los criterios del Apéndice G del LAR 121 o equivalente.	
b)	Se requiere la capacidad de actualización automática de la posición desde la solución DME/DME.	<i>Nota.- Los explotadores/pilotos deben contactar a los fabricantes para discernir si cualquier aviso de navegación autónoma inercial se suprime después de la pérdida de la actualización de radio.</i>
c)	Debido a que algunos sistemas de la aeronave revierten a navegación basada en VOR/DME antes de revertir a navegación inercial autónoma, el impacto de la precisión del radial del VOR, cuando el VOR está a más de 40 NM desde la aeronave, no debe afectar la precisión de la posición de la aeronave.	Un método para cumplir con este objetivo es excluir del sistema RNAV los VORs que están a más de 40 NM desde la aeronave

## APÉNDICE 3

### REQUISITOS FUNCIONALES – FUNCIONES Y PRESENTACIONES DE NAVEGACIÓN

Párrafo	Requisitos funcionales	Explicación
a)	<p>Datos de navegación, incluyendo la indicación hacia/desde (TO/FROM) y un indicador de falla, deben ser mostrados en una presentación de desviación lateral [p. ej., en un indicador de desviación de rumbo (CDI), en un indicador de situación vertical mejorado ((E) HSI) y/o en una pantalla de mapa de navegación]. Estas presentaciones de desviación lateral serán utilizadas como instrumentos primarios de navegación de la aeronave, para anticipación de maniobra e indicación de falla/estado/integridad. Estas deberán cumplir los siguientes requisitos:</p>	<p>1) presentaciones de desviación lateral no numéricas (p. ej., CDI, (E)HSI), con indicación TO/FROM y aviso de falla para ser utilizados como instrumentos de vuelo primarios para la navegación de la aeronave, anticipación de maniobra e indicación de falla/estado/integridad, con los siguientes cinco atributos:</p> <p>(a) las presentaciones serán visibles al piloto y estarán localizadas en el campo de visión primario (<math>\pm 15</math> grados desde la línea de vista normal del piloto) cuando mire hacia delante a lo largo de la trayectoria de vuelo;</p> <p>(b) la escala de la presentación de desviación lateral debe estar de acuerdo con todos los límites de alerta y aviso, si estos son implementados;</p> <p>(c) la presentación de desviación lateral también debe disponer de deflexión a escala total, adecuada para la fase de vuelo y debe estar basada en la precisión requerida del sistema total;</p> <p>(d) la escala de la presentación podrá ser ajustada automáticamente mediante lógica por defecto, o ajustada a un valor obtenido de la base de datos de navegación. El valor de deflexión de la escala completa debe ser conocido o debe estar disponible para presentación al piloto y estar de acuerdo con los valores para operaciones en ruta, terminal y aproximación; y</p> <p>(e) la presentación de desviación lateral debe ser automáticamente esclavizada a la trayectoria RNAV calculada. El selector de rumbo (course) de la presentación de desviación lateral deberá ser automáticamente ajustado a la trayectoria RNAV calculada.</p> <p><b>Nota.-</b> Las funciones normales del GNSS autónomo cumplen con este requisito.</p> <p>como medio alternativo, una presentación de mapa de navegación debe proveer una función equivalente a una presentación de desviación lateral como está descrito en el Párrafo a) 1)</p>



Párrafo	Requisitos funcionales	Explicación
		<p>desde (a) hasta (e), con escalas de mapa apropiadas, las cuales pueden ser ajustadas manualmente por el piloto.</p> <p><b>Nota.-</b> <i>Un número de aeronaves modernas admisibles para esta especificación utilizan una presentación de mapa como un método aceptable para satisfacer los requisitos prescritos.</i></p>
b)	Las siguientes funciones de los sistemas RNAV 1 y RNAV 2 son requeridas como mínimo:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) la capacidad de mostrar continuamente al piloto que vuela la aeronave (PF), en los instrumentos de vuelo primarios de navegación (presentaciones de navegación primarias), la trayectoria deseada calculada RNAV y la posición relativa de la aeronave respecto a dicha trayectoria. Para operaciones donde la tripulación mínima de vuelo sea de dos pilotos, se proveerá medios para que el piloto que no vuela la aeronave (PNF) o piloto de monitoreo (MP) verifique la trayectoria deseada y la posición relativa de la aeronave con respecto a esa trayectoria;</li> <li>2) una base de datos de navegación, que contenga datos de navegación vigentes promulgados oficialmente para aviación civil, que pueda ser actualizada de acuerdo con el ciclo de reglamentación y control de la información aeronáutica (AIRAC) y desde la cual, las rutas ATS, se puedan recuperar y cargar en el sistema RNAV. La resolución con la que los datos estén almacenados debe ser suficiente para lograr un error de definición de trayectoria (PDE) insignificante. La base de datos debe estar protegida contra la modificación de los datos almacenados por parte de la tripulación de vuelo;</li> <li>3) los medios para presentar a la tripulación de vuelo, el período de validez de la base de datos de navegación;</li> <li>4) los medios para recuperar y presentar la información almacenada en la base de datos de navegación, relativa a los WPT individuales y a las NAVAIDS, con el objeto de permitir que la tripulación de vuelo pueda verificar la ruta a ser volada; y</li> <li>5) la capacidad para cargar en el sistema RNAV, desde la base de datos de navegación, el segmento completo RNAV de las SIDs o STARs a ser voladas.</li> </ol> <p><b>Nota.-</b> <i>Debido a la variabilidad en los sistemas RNAV, este documento define el segmento</i></p>

Párrafo	Requisitos funcionales	Explicación
		<i>RNAV desde la primera ocurrencia de un WPT nombrado, derrota o rumbo hasta la última ocurrencia de un WPT nombrado, derrota o rumbo. Tramos o segmentos de rumbo previos al primer WPT nombrado o después del último WPT nombrado no deben ser cargados desde la base de datos de navegación.</i>
c)	Los medios para mostrar los siguientes ítems, ya sean, en el campo de visión primario de los pilotos o en una página de presentación fácilmente accesible [p. ej., en una pantalla de control de multifunción (MCDU)]:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) el tipo de sensor de navegación activo;</li> <li>2) la identificación del WPT activo (TO);</li> <li>3) la velocidad con respecto al suelo (GS) o el tiempo al WPT activo (TO); y</li> <li>4) la distancia y el rumbo al WPT activo (TO).</li> </ol> <p><b>Nota.-</b> cuando una CDU/MCDU es utilizada para apoyar las verificaciones de precisión por parte del piloto, dicha CDU/MCDU debe tener la capacidad de mostrar la desviación lateral con una resolución de al menos 0.1 NM.</p>
d)	La capacidad de ejecutar la función directo a (direct to).	
e)	La capacidad para el ordenamiento automático de los segmentos con visualización de la secuencia para la tripulación de vuelo.	
f)	La capacidad para ejecutar rutas ATS recuperadas desde la base de datos de navegación de a bordo, incluyendo la capacidad para ejecutar virajes de paso (fly-by turns) y virajes de sobrevuelo (flyover turns).	
g)	<p>La aeronave debe tener la capacidad de ejecutar automáticamente transiciones de tramos y mantener derrotas consistentes con las siguientes terminaciones de trayectoria (path terminators) ARINC 424 o sus equivalentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Punto de referencia inicial/Inicial fix (IF);</li> <li>➤ Rumbo hasta punto de referencia/Course to a fix (CF);</li> <li>➤ Directo a un punto de referencia/Direct to a fix (DF);</li> </ul>	<p><b>Nota 1.-</b> Las terminaciones de trayectoria están definidas en la especificación ARINC 424 y su aplicación está descrita en mayor detalle en los documentos RTCA DO-236B y DO-201A y en EUROCAE ED-75B y ED-77</p> <p><b>Nota 2.-</b> Los valores numéricos para rumbos y derrotas deben ser automáticamente cargados desde la base de datos del sistema RNAV.</p>

Párrafo	Requisitos funcionales	Explicación
	<p>y</p> <p>➤ Derrota hasta punto de referencia/Track to a fix (TF).</p>	
h)	<p>La aeronave debe tener la capacidad de ejecutar automáticamente transiciones de tramos consistentes con las siguientes terminaciones de trayectoria ARINC 424: Rumbo de aeronave hasta una altitud determinada/Heading to an altitude (VA), Rumbo de aeronave hasta una terminación manual/Heading to a manual termination (VM) y Rumbo de aeronave hasta una interceptación/Heading to an intercept (VI), o debe tener la capacidad para ser manualmente volada en un rumbo para interceptar un curso o para volar directo a otro punto de referencia (fix) después de alcanzar una altitud de un procedimiento específico.</p>	
i)	<p>La aeronave debe tener la capacidad de ejecutar automáticamente transiciones de tramos consistentes con las siguientes terminaciones de trayectoria ARINC 424: Rumbo hasta una altitud/Course to an altitude (CA) y Rumbo desde un punto de referencia hasta una terminación manual/Course from a fix to a manual termination (FM), o el sistema RNAV debe permitir al piloto designar rápidamente un WPT y seleccionar un rumbo hacia (to) o desde (from) un WPT designado.</p>	
j)	<p>La capacidad de cargar una ruta RNAV ATS por su nombre desde la base de datos, dentro del sistema RNAV, es una función recomendada. Sin embargo, si toda o una parte de una ruta RNAV (no SID o STAR) se ingresa mediante la entrada manual de WPTs desde la base de datos, las trayectorias entre una entrada manual de WPT y los WPTs precedentes o subsiguientes deben ser volados de la misma manera que un</p>	

<b>Párrafo</b>	<b>Requisitos funcionales</b>	<b>Explicación</b>
	tramo TF en espacio aéreo terminal.	
k)	La capacidad de mostrar en el campo de visión primario de los pilotos, una indicación de falla del sistema RNAV, incluyendo los sensores asociados.	
l)	Para sistemas multisensores, la capacidad para reversión automática a un sensor RNAV alternativo si el sensor primario RNAV falla. Esto no excluye la provisión de medios para selección manual de la fuente de navegación.	
m)	Integridad de la base de datos	Los proveedores de las bases de datos de navegación deben cumplir con el RTCA DO-200/EUROCAE documento ED 76 – Estándares para procesar los datos aeronáuticos. Una carta de aceptación (LOA), emitida por la autoridad reguladora apropiada a cada uno de los participantes en la cadena de datos demuestra cumplimiento con este requisito. Se debe reportar a los proveedores de bases de datos, las discrepancias que invalidan una ruta y las rutas afectadas deben ser prohibidas mediante un aviso de los explotadores para sus tripulaciones. Los explotadores de aeronaves deben considerar la necesidad de realizar verificaciones periódicas de las bases de datos de navegación para satisfacer los requisitos del sistema de seguridad operacional existente.
n)	Es recomendable que el sistema RNAV provea guía lateral de tal manera que la aeronave permanezca dentro de los límites laterales de un área de transición de paso.	

## APÉNDICE 4

### PROGRAMA DE VALIDACIÓN DE LOS DATOS DE NAVEGACIÓN

#### 1. INTRODUCCIÓN

La información almacenada en la base de datos de navegación define la guía lateral y longitudinal de la aeronave para las operaciones RNAV 1 y RNAV 2. Las actualizaciones de la base de datos de navegación se llevan a cabo cada 28 días. Los datos de navegación utilizados en cada actualización son críticos en la integridad de cada ruta, SID y STAR RNAV 1 y RNAV 2. Este apéndice provee orientación acerca de los procedimientos del explotador para validar los datos de navegación asociados con las operaciones RNAV 1 y RNAV 2.

#### 2. PROCESAMIENTO DE DATOS

- a) El explotador identificará en sus procedimientos al responsable por el proceso de actualización de los datos de navegación.
- b) El explotador debe documentar un proceso para aceptar, verificar y cargar los datos de navegación en la aeronave.
- c) El explotador debe colocar su proceso de datos documentados bajo un control de configuración.

#### 3. VALIDACIÓN INICIAL DE DATOS

3.1 El explotador debe validar cada ruta, SID y STAR RNAV 1 y RNAV 2 antes de volar en condiciones meteorológicas de vuelo por instrumentos (IMC) para asegurar compatibilidad con su aeronave y para asegurar que las trayectorias resultantes corresponden a las rutas, SID y STAR publicadas. Como mínimo el explotador debe:

- a) comparar los datos de navegación de las rutas, SID y STAR RNAV 1 y RNAV 2 a ser cargadas dentro del FMS con cartas y mapas vigentes donde se encuentren las rutas, SID y STAR publicadas.
- b) validar los datos de navegación cargados para las rutas, SID y STAR RNAV 1 y RNAV 2, ya sea, en el simulador de vuelo o en la aeronave en condiciones meteorológicas de vuelo visual (VMC). Las rutas, SID y STAR RNAV 1 y RNAV 2 bosquejadas en una presentación de mapa deben ser comparadas con las rutas, SID y STAR publicadas. Las rutas, SID y STAR RNAV 1 y RNAV 2 completas deben ser voladas para asegurar que las trayectorias pueden ser utilizadas, no tienen desconexiones aparentes de trayectoria lateral o longitudinal y son consistentes con las rutas, SID y STAR publicadas.
- c) Después que las rutas, SID y STAR RNAV 1 y RNAV 2 son validadas, se debe retener y mantener una copia de los datos de navegación validados para ser comparados con actualizaciones de datos subsecuentes.

#### **4. ACTUALIZACIÓN DE DATOS**

Una vez que el explotador recibe una actualización de los datos de navegación y antes de utilizar dichos datos en la aeronave, éste debe comparar la actualización con las rutas validadas. Esta comparación debe identificar y resolver cualquier discrepancia en los datos de navegación. Si existen cambios significativos (cualquier cambio que afecte la trayectoria o performance de las rutas) en cualquier parte de una ruta y se verifica dichos cambios mediante los datos de información inicial, el explotador debe validar la ruta enmendada de acuerdo con la validación inicial de los datos.

#### **5. PROVEEDORES DE DATOS DE NAVEGACIÓN**

Los proveedores de datos de navegación deben tener una carta de aceptación (LOA) para procesar estos datos (p. ej., AC 20-153 de la FAA o el documento sobre condiciones para la emisión de cartas de aceptación para proveedores de datos de navegación por parte de la Agencia Europea de Seguridad Aérea – EASA (EASA IR 21 Subparte G) o documentos equivalentes). Una LOA reconoce los datos de un proveedor como aquellos donde la calidad de la información, integridad y las prácticas de gestión de la calidad son consistentes con los criterios del documento DO-200A/ED-76. El proveedor de una base de datos de un explotador debe disponer de una LOA Tipo 2 y sus proveedores respectivos deben tener una LOA Tipo 1 o 2. La AAC podrá aceptar una LOA emitida a los proveedores de datos de navegación o emitir su propia LOA.

#### **6. MODIFICACIONES EN LA AERONAVE (ACTUALIZACIÓN DE LA BASE DE DATOS)**

Si un sistema de la aeronave requerido para operaciones RNAV 1 y RNAV 2 es modificado (p. ej., cambio de software), el explotador es responsable por la validación de las rutas, SID y STAR RNAV 1 y RNAV 2 con la base de datos de navegación y el sistema modificado. Esto puede ser realizado sin ninguna evaluación directa si el fabricante verifica que la modificación no tiene efecto sobre la base de datos de navegación o sobre el cálculo de la trayectoria. Si no existe tal verificación por parte del fabricante, el explotador debe conducir una validación inicial de los datos de navegación con el sistema modificado.

## APÉNDICE 5

### PROCESO DE APROBACIÓN RNAV 1 y RNAV 2

- a) El proceso de aprobación RNAV 1 y RNAV 2 está compuesto 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 la 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: Evaluación de la documentación
  - 4) Fase cuatro: Inspección y demostración
  - 5) Fase cinco: Aprobación
- d) En la *Fase uno - Pre-solicitud*, la AAC convoca al solicitante o explotador a la reunión de pre-solicitud. En esta reunión la AAC informa al solicitante o explotador sobre todos los requisitos de operaciones y de aeronavegabilidad que debe cumplir durante el proceso de aprobación, incluyendo lo siguiente:
  - 1) el contenido de la solicitud formal;
  - 2) el examen y evaluación de la solicitud por parte de la AAC;
  - 3) las limitaciones (de haberlas) aplicables a la aprobación; y
  - 4) las condiciones en virtud de las cuales pudiera cancelarse la aprobación RNAV 1 y RNAV 2.
- e) En la *Fase dos - Solicitud formal*, el solicitante o explotador presenta la solicitud formal, acompañada de toda la documentación pertinente, según lo establecido en el Párrafo 9.1.1 b) de 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 a cabo la instrucción de su personal y el vuelo de validación, si es requerido.
- h) En la *Fase cinco - Aprobación*, la AAC emite la autorización RNAV 1 y RNAV 2, 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 y para explotadores LAR 91 una LOA.

## APÉNDICE 6

### RUTA DE TRANSICIÓN HACIA LAS OPERACIONES RNAV 1 Y RNAV 2

- a) Los siguientes pasos identifican la ruta de transición para obtener una aprobación RNAV 1 y RNAV 2:
- 1) **Explotadores que no disponen de aprobación RNAV 1 y RNAV 2.-** Un explotador que desee operar en espacio aéreo designado RNAV 1 y RNAV 2:
    - (a) debe obtener la aprobación RNAV 1 y RNAV 2 en base a esta CA o documento equivalente.
    - (b) Un explotador aprobado según los criterios de esta CA, es admisible para operar en rutas RNAV 1 y RNAV 2 de los Estados Unidos y en rutas P-RNAV Europeas. No se requiere de una aprobación adicional.
    - (c) Un explotador que desee operar en espacio aéreo designado como P-RNAV debe obtener una aprobación P-RNAV según el TGL-10.
  - 2) **Explotadores que mantienen una aprobación P-RNAV.-** Un explotador que mantiene una aprobación P-RNAV de acuerdo con el TGL-10:
    - (a) es admisible para operar en rutas de cualquier Estado donde las rutas se basan en los criterios del TGL-10; y
    - (b) debe obtener una aprobación operacional RNAV 1 y RNAV 2, con evidencia de cumplimiento de las diferencias existentes entre el TGL-10 y esta CA o documento equivalente para operar dentro de espacio aéreo designado como RNAV 1 o RNAV 2. Esto puede ser realizado mediante la utilización de la Tabla 3-1.

**Tabla 3-1 – Requisitos adicionales para obtener una aprobación RNAV 1 y RNAV 2 desde una aprobación TGL-10**

Explotador que posee una aprobación TG-10	Necesita confirmar las siguientes capacidades de performance RNAV 1 y RNAV 2 respecto a esta CA	Notas
Si la aprobación incluye el uso del equipo DME/VOR  (el equipo DME/VOR puede ser utilizado como la única entrada de posición cuando es explícitamente permitido)	La RNAV 1 no incluye ninguna ruta basada en DME/VOR RNAV	La performance del sistema RNAV debe estar basada en GNSS, DME/DME o DME/DME/IRU. Sin embargo, las entradas DME/VOR no deben ser inhibidas o anuladas
Si la aprobación incluye uso de DME/DME	No se requiere ninguna acción si la performance del sistema RNAV satisface el criterio de servicio de navegación específico de esta CA: DME/DME o DME/DME/IRU	El explotador puede preguntar al fabricante o verificar el sitio Web de la *FAA respecto a la lista de cumplimiento de los sistemas
Requisito específico para RNAV SID con aeronave DME/DME	Guía RNAV disponible antes de alcanzar 500 ft sobre la elevación del campo ( AFE)	El explotador debe añadir este requisito operacional
Si la aprobación incluye uso del GNSS	No se requiere ninguna acción	

[http://www.faa.gov/about/office\\_org/headquarters\\_offices/avs/offices/afs/afs400/afs410/policy\\_guidance/](http://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/avs/offices/afs/afs400/afs410/policy_guidance/)



#### 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**