



DIRECCION GENERAL DE AVIACION CIVIL

CIRCULAR DE ASESORAMIENTO No. 91-010 2012

APROBACIÓN DE AERONAVES Y EXPLOTADORES PARA OPERACIONES DE APROXIMACIÓN CON GUÍA VERTICAL/NAVEGACIÓN VERTICAL BAROMÉTRICA (APV/baro-VNAV)

I PROPÓSITO

Esta circular de asesoramiento (CA) establece los requisitos de aprobación APV/baro-VNAV (navegación vertical barométrica solamente) para aeronaves y explotadores. La navegación vertical barométrica puede ser incluida junto con la navegación lateral en una aproximación RNP APCH, tal como se establece en la CA 91-008. Los criterios de esta CA junto con los criterios de la CA 91-008, establecen los requerimientos para operaciones RNP APCH con baro-VNAV.

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 |
| Doc 9613 | Performance based navigation manual (PBN) Attachment A – Barometric VNAV |
| Doc 9905 | Required navigation performance authorization required (RNP AR) procedure design manual (final draft) |
| Doc 8168 | Aircraft operations Volume I: Flight procedures Part II, Section 4, Chapter 1 – APV/baro-VNAV approach procedures Volume II: Construction of visual and instrument flight procedures Part III, Section 3, Chapter 4 – APV/baro-VNAV |
| AMC 20-27 | Airworthiness approval and operational criteria for RNP APPROACH (RNP APCH) operations including APV BARO-VNAV operations |
| FAA AC 90-105 | Approval guidance for RNP operations and barometric vertical navigation in the U.S. National Airspace System - Appendix 4 – Use of barometric VNAV |

4. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

4.1 Definiciones

- a) **Ángulo de trayectoria vertical (VPA).**- Ángulo del descenso de aproximación final publicado en los procedimientos baro-VNAV.
- b) **Altitud de decisión (DA) o altura de decisión (DH).**- Altitud o altura especificada en la aproximación de precisión o en la aproximación con guía vertical, a la cual debe iniciarse una maniobra de aproximación frustrada si no se ha establecido la referencia visual requerida para continuar la aproximación.

Nota 1.- Para la altitud de decisión (DA) se toma como referencia el nivel medio del mar y para la altura de decisión (DH), la elevación del umbral.

Nota 2.- La referencia visual requerida significa aquella sección de las ayudas visuales o del área de aproximación que debería haber estado a la vista durante tiempo suficiente para que el piloto pudiera hacer una evaluación de la posición y de la rapidez del cambio de posición de la aeronave, en relación con la trayectoria de vuelo deseada. En operaciones de Categoría III con altura de decisión, la referencia visual requerida es aquella especificada para el procedimiento y operación particulares.

Nota 3.- Cuando se utilicen estas dos expresiones, pueden citarse convenientemente como “altitud/altura de decisión” y abreviarse de la forma “DA/H”.

- c) **Altura del punto de referencia (RDH).**- Altura de la trayectoria de planeo prolongada o de la trayectoria vertical nominal en el umbral de la pista.
- d) **Campo de visión primario.**- Para los propósitos de esta CA, el campo de visión primario se encuentra dentro de los 15 grados de la línea de vista primaria del piloto.
- e) **Procedimiento de aproximación con guía vertical (APV).**- Procedimiento por instrumentos en el que se utiliza guía lateral y vertical, pero que no satisface los requisitos establecidos para las operaciones de aproximación de precisión y aterrizaje.
- f) **Procedimiento de aproximación de precisión (PA).**- Procedimiento de aproximación por instrumentos en el que se utiliza guía lateral y vertical de precisión con los mínimos determinados por la categoría de operación.

Nota.-*Guía lateral y vertical se refiere a la guía proporcionada ya sea por:*

- *una ayuda terrestre para la navegación; o bien*
- *datos de navegación generados por ordenador.*

- g) **Procedimiento de aproximación que no es de precisión (NPA).**- Procedimiento de aproximación por instrumentos en el que se utiliza guía lateral pero no guía vertical.
- h) **Punto de recorrido (WPT).** Un lugar geográfico especificado, utilizado para definir una ruta de navegación de área o la trayectoria de vuelo de una aeronave que emplea navegación de área. Los WPT se identifican como:

Punto de recorrido de paso (vuelo por) (Fly-by WPT).- Punto de recorrido que requiere anticipación del viraje para que se pueda realizar la interceptación tangencial del siguiente tramo de una ruta o procedimiento.

Punto de recorrido de sobrevuelo (Fly over WPT).- Punto de recorrido en el que se inicia el viraje para incorporarse al siguiente tramo de una ruta o procedimiento.

- i) **Punto de referencia de aproximación inicial (IAF).**- Punto de referencia que marca el inicio del tramo inicial y el fin del tramo de llegada, si corresponde. En las aplicaciones RNAV, normalmente este punto de referencia se define mediante un “punto de recorrido de paso (de vuelo por)”.
- j) **Sistema de gestión de vuelo (FMS).**- Sistema integrado, que consta de un sensor de a bordo, de un receptor y de una computadora con bases de datos sobre performance de navegación y de la aeronave, capaz de proporcionar valores de performance y guía RNAV a un sistema de presentación y de mando automático de vuelo.
- k) **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).

- l) **Sistema RNP.**- Sistema de navegación de área que apoya el control y alerta de la performance de a bordo.
- m) **Navegación vertical.**- Un método de navegación que permite la operación de la aeronave sobre un perfil de vuelo vertical utilizando fuentes altimétricas, referencias de trayectoria de vuelo externas o una combinación de éstas.
- n) **Navegación vertical barométrica (baro-VNAV).**- Es un sistema de navegación que presenta al piloto guía vertical calculada tomando como referencia un ángulo de trayectoria vertical (VPA) especificado, nominalmente 3°. La guía vertical calculada por computadora se basa en la altitud barométrica y se especifica como un VPA desde la altura del punto de referencia (RDH).

4.2 Abreviaturas

| | |
|---------------|---|
| AAC | Administración de Aviación Civil del Ecuador |
| AC | Circular de asesoramiento (FAA) |
| AFM | Manual de vuelo del avión |
| AIM | Manual de información aeronáutica |
| AMC | Métodos aceptables de cumplimiento |
| AP | Piloto automático |
| APCH | Aproximación |
| APV | Procedimiento de aproximación con guía vertical |
| APV/baro-VNAV | Procedimiento de aproximación con guía vertical/Navegación vertical barométrica |
| AR | Autorización obligatoria |
| ARINC | Aeronautical radio, Incorporated |
| ASE | Error del sistema altimétrico |
| ATC | Control de tránsito aéreo |
| baro-VNAV | Navegación vertical barométrica |
| CA | Circular de asesoramiento |
| CFIT | Impacto contra el suelo sin pérdida de control |
| CFR | Código de reglamentaciones federales de los Estados Unidos |
| CS | Especificaciones de certificación (EASA) |
| DA/H | Altitud/Altura de decisión |

| | |
|-----------|--|
| DME | Equipo radiotelemétrico |
| EASA | Agencia Europea de Seguridad Aérea |
| EHSI | Indicador de situación horizontal mejorado |
| FAA | Administración Federal de Aviación de los Estados Unidos |
| FAF | Punto de referencia de aproximación final |
| FAP | Punto de aproximación final |
| FD | Director de vuelo |
| FMS | Sistema de gestión de vuelo |
| FTD | Dispositivos de instrucción de vuelo |
| FTE | Error técnico de vuelo |
| GNSS | Sistema mundial de navegación por satélite |
| Hg | Pulgadas de mercurio |
| hPa | Hectopascales |
| HSI | Indicador de situación horizontal |
| IAF | Punto de referencia de aproximación inicial |
| IRU | Unidad de referencia inercial |
| ISA | Atmósfera tipo internacional |
| KIAS | Velocidad indicada |
| LAR | Reglamentaciones Aeronáuticas Latinoamericanas/Reglamentos Aeronáuticos Latinoamericanos |
| LNAV | Navegación lateral |
| LNAV FAF | Punto de referencia de aproximación final para navegación lateral |
| LNAV MDA | Altitud mínima de descenso para navegación lateral |
| LOA | Carta de autorización/aceptación |
| MAPt | Punto de aproximación frustrada |
| MAPt LNAV | Punto de aproximación frustrada para navegación lateral |
| MDA/MDH | Altitud/altura mínima de descenso |
| MEL | Lista de equipo mínima |

| | |
|-------------|--|
| NPA | Aproximación que no es de precisión |
| OACI | Organización Internacional de Aviación Civil |
| OCA/H | Altitud/Altura de franqueamiento de obstáculos |
| OM | Manual de operaciones |
| PANS-OPS | Procedimientos para los servicios de navegación aérea – Operación de aeronaves |
| PBN | Navegación basada en la performance |
| PA | Aproximación de precisión |
| PDE | Error de definición de trayectoria |
| PF | Piloto que vuela la aeronave |
| PM | Piloto de monitoreo |
| PNF | Piloto que no vuela la aeronave |
| QNE | Atmósfera estándar que corresponde a 1013 hPa o 29.92” Hg. Este reglaje indica la altitud sobre la superficie isobárica de 1013 hPa, si la temperatura es estándar |
| QNH | Presión al nivel medio del mar. Este reglaje indica la altitud sobre el nivel medio del mar (MSL), si la temperatura es estándar. |
| RDH | Altura del punto de referencia |
| 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 |
| SBAS | Sistema de aumentación basado en satélites |
| TCH | Altura de franqueamiento de obstáculos |
| TSO | Disposición técnica normalizada |
| VDI | Indicador de desviación vertical |
| VNAV | Navegación vertical |
| VNAV DA | Altitud de decisión de navegación vertical |

VPA Ángulo de trayectoria vertical

WPT Punto de recorrido

5. INTRODUCCIÓN

5.1 Los métodos aceptables de cumplimiento de esta CA se fundamentan en la utilización de la navegación vertical barométrica (baro-VNAV).

5.2 El sistema de navegación baro-VNAV presenta al piloto guía vertical calculada tomando como referencia un ángulo de trayectoria vertical (VPA) especificado, nominalmente de 3°. La guía vertical calculada por computadora se basa en la altitud barométrica y se especifica como un VPA desde la altura del punto de referencia (RDH).

5.3 La trayectoria vertical calculada es almacenada en la especificación del procedimiento de vuelo por instrumentos dentro de la base de datos del sistema de navegación de área (RNAV) o del sistema de performance de navegación requerida (RNP).

5.4 Para otras fases de vuelo, la VNAV barométrica provee información de trayectoria de guía vertical que puede ser definida por ángulos verticales o altitudes en los puntos de referencia del procedimiento.

5.5 Se debería observar que no existe en esta CA un requerimiento vertical asociado con la utilización de la guía vertical fuera del segmento de aproximación final, por lo tanto, la navegación vertical puede ser realizada sin guía VNAV en los segmentos inicial e intermedio de un procedimiento por instrumentos.

5.6 Las aeronaves que están autorizadas a realizar operaciones de aproximación RNP con autorización obligatoria (RNP AR APCH) son consideradas admisibles para las operaciones baro-VNAV que se describen en esta CA, en tal sentido, no hay necesidad de efectuar una nueva aprobación según los criterios de este documento.

5.7 Los procedimientos a ser implementados según esta CA permitirán la explotación de capacidades de navegación vertical de alta calidad que mejorarán la seguridad operacional y reducirán los riesgos de impacto contra el suelo sin pérdida de control (CFIT).

5.8 El material descrito en esta CA ha sido desarrollado en base a los siguientes documentos:

- ✓ ICAO Doc 9613, Volume II, Attachment A – Barometric VNAV; e
- ✓ ICAO Doc 8168, Volume I, Part II, Section 4, Chapter 1 – APV/baro-VNAV approach procedures.

5.9 Esta CA ha sido armonizada en lo posible con los siguientes documentos de orientación:

- ✓ EASA AMC 20-27 - Airworthiness approval and operational criteria for RNP APPROACH (RNP APCH) operations including APV BARO-VNAV operations; y

- ✓ FAA AC 90-105 – Approval guidance for RNP operations and barometric vertical navigation in the U.S. national airspace system - Appendix 4 – Use of barometric VNAV.

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 radioayudas

El diseño de procedimiento no tiene requisitos de infraestructura únicos. Este criterio se basa en la utilización de altimetría barométrica a través de un sistema RNAV/RNP de a bordo cuya capacidad de performance apoya la operación requerida. El diseño de procedimiento deberá tomar en cuenta las capacidades requeridas en este documento.

6.2 Publicaciones

Las cartas deben seguir los estándares del Anexo 4 para la designación de un procedimiento RNAV cuando la trayectoria de vuelo vertical es especificada por un ángulo de trayectoria de planeo. La designación de las cartas será consistente con el convenio vigente (por ejemplo si el procedimiento lateral se basa en GNSS, la carta indicará RNAV (GNSS)).

6.3 Coordinaciones con el control de tránsito aéreo (ATC)

Se espera que el ATC esté familiarizado con la capacidad VNAV de la aeronave, así como con los aspectos asociados con el reglaje altimétrico y con la información de temperatura requerida por la aeronave.

7. CLASIFICACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE APROXIMACIÓN APV/BARO VNAV

7.1 Los procedimientos de aproximación con guía vertical/Navegación vertical barométrica (APV/baro-VNAV) se clasifican como procedimientos de aproximación por instrumentos para operaciones de aproximación y aterrizaje con guía vertical (véase la definición del Anexo 6 Parte I al Convenio de Chicago). Estos procedimientos se promulgan con una altitud/altura de decisión (DA/H) y no deben ser confundidos con los procedimientos de aproximación que no son de precisión (NPA), en los que se especifican una altitud/altura mínima de descenso (MDA/H) por debajo de la cual no debe descender la aeronave.

7.2 La utilización de procedimientos APV/baro-VNAV mejora la seguridad de los procedimientos NPA, proporcionando un descenso guiado y estabilizado para el aterrizaje, evitando de esta manera un descenso temprano a altitudes mínimas.

7.3 No obstante lo indicado anteriormente, la inexactitud inherente de los altímetros barométricos y la performance certificada del modo RNAV/RNP específico que se utiliza, hacen que los sistemas de estos procedimientos no puedan emular la exactitud de los sistemas que se emplean en una aproximación de precisión (PA). En particular, es posible que con determinados sistemas, la aeronave no pueda ser conducida dentro de las superficies libres de obstáculos del Anexo 14 al Convenio de Chicago y por lo tanto el piloto debe tener presente esta posibilidad al tomar la decisión de aterrizar en la altitud/altura de decisión (DA/H).

7.4 En los procedimientos de aproximación APV/baro-VNAV no se identifica ningún punto de referencia de aproximación final (FAF) ni ningún punto de aproximación frustrada (MAPt).

7.5 La parte lateral de los criterios APV/baro-VNAV se basa en criterios RNAV que no son de precisión. Sin embargo el FAF no forma parte del procedimiento APV/baro-VNAV y se reemplaza por un punto de aproximación final (FAP), aunque el FAF RNAV puede ser utilizado como un punto de referencia del rumbo de aproximación final en el diseño de la base de datos. Del mismo modo, el MAPt se reemplaza por una DA/H que depende de la categoría de la aeronave.

7.6 Los FAF y MAPt LNAV se utilizan para fines de codificación para el procedimiento baro-VNAV y no están destinados a inhibir el descenso en el FAP o a restringir la DA/H.

7.7 La DH mínima para APV/baro-VNAV es 75 m (246 ft) más un margen por pérdida de altura. Sin embargo, el explotador debe aumentar este límite mínimo de DH por lo menos a 90 m (295 ft) más un margen por pérdida de altura, cuando el sistema de navegación en sentido lateral no está certificado para asegurar que la aeronave estará dentro de las superficies de aproximación interna, de transición interna y de aterrizaje interrumpido indicadas en el Anexo 14 al Convenio de Chicago (con la prolongación necesaria por encima de la superficie horizontal interior hasta la altitud/altura de franqueamiento de obstáculos (OCA/H) con un elevado grado de probabilidad).

8. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE NAVEGACIÓN

8.1 Navegación vertical (VNAV)

- a) En la VNAV, el sistema permite que la aeronave vuele nivelada y descienda punto a punto en una trayectoria lineal de perfil vertical que es mantenida en una base de datos de navegación de a bordo. El perfil vertical estará basado en limitaciones de altitud o en VPAs cuando sea apropiado, asociados con los puntos de recorrido (WPT) de la trayectoria de la navegación lateral (LNAV).

Nota.- La VNAV es normalmente un modo de los sistemas de guía de vuelo, donde el equipo RNAV/RNP que contiene la capacidad VNAV provee comandos de guía de trayectoria al sistema de guía de vuelo, el cual controla el error técnico de vuelo (FTE), ya sea, mediante el control manual del piloto en una presentación de pantalla de desviación vertical o a través del acoplamiento del director de vuelo (FD) o del piloto automático (AP).

9. APROBACIÓN DE AERONAVEGABILIDAD Y OPERACIONAL

- 9.1 Para que un explotador de transporte aéreo comercial reciba una autorización APV/baro-VNAV, 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, 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).
- 9.2 Para explotadores de aviación general, el Estado de registro determinará que la aeronave cumple con los requisitos aplicables de APV/baro-VNAV (Véase Párrafo 2.5.2.2 del Anexo 6 Parte II).

10. APROBACIÓN DE AERONAVEGABILIDAD

10.1 Requisitos de equipo

10.1.1 Los procedimientos APV/baro-VNAV están destinados a ser utilizados por aeronaves equipadas con sistemas de gestión de vuelo (FMS) u otros sistemas RNAV o RNP que puedan calcular trayectorias VNAV barométricas y presentar las desviaciones a partir de las mismas en el indicador visual del instrumento.

10.1.2 Las aeronaves equipadas con sistemas APV/baro-VNAV que han sido aprobados por el Estado de matrícula para el nivel correspondiente de operaciones de navegación lateral (LNAV)/VNAV pueden utilizar estos sistemas para llevar a cabo aproximaciones APV/baro-VNAV, siempre que:

- a) el sistema de navegación tenga una performance certificada igual o inferior a 0.3 NM con una probabilidad del 95%. Esto incluye:
 - 1) sistemas mundiales de navegación por satélite (GNSS) certificados para operaciones de aproximación; o
 - 2) sistemas de sensores múltiples que utilizan unidades de referencia inercial (IRU) en combinación con equipos radiotelemétricos dobles (DME/DME) o sistemas GNSS certificados; o
 - 3) sistemas RNP aprobados para operaciones RNP 0.3 o menor.
- b) el equipo APV/baro-VNAV esté operativo;
- c) la aeronave y los sistemas de la aeronave estén certificados correctamente para las operaciones de aproximación APV/baro-VNAV previstas;
- d) la aeronave esté equipada con un sistema integrado LNAV/VNAV y con una fuente exacta de altitud barométrica; y
- e) las altitudes VNAV y toda la información pertinente en materia de procedimientos y navegación se obtengan de una base de datos de navegación cuya integridad esté apoyada por medidas apropiadas de garantía de calidad.

10.1.3 En los casos en que se promulguen procedimientos LNAV/baro-VNAV, el área de aproximación será evaluada para identificar obstáculos que invaden las superficies de aproximación interna, de transición interna y de aterrizaje interrumpido del Anexo 14 al Convenio de Chicago. Si los obstáculos invaden estas superficies, se impondrá una restricción en el valor mínimo de la OCA/H permitida.

10.1.4 Las operaciones APV/baro-VNAV se basan en sistemas RNAV/RNP que utilizan entradas desde equipos que pueden incluir:

- a) una computadora de datos de aire: Disposición técnica normalizada (TSO)-C 106 de la FAA.
- b) un sistema de datos de aire: Aeronautical Radio, Incorporated (ARINC) 706, Mark 5 Air Data System.
- c) Un sistema de altímetro barométrico de los siguiente tipos: DO-88 altimetry, ED-26 MPS for airborne altitude measurements and coding systems, ARP-942 pressure altimeter systems, ARP-920 design and installation of pilot static systems for transport aircraft.
- d) Sistemas integrados certificados de tipo que proveen capacidad de un sistema de datos de aire comparable con el descrito en el párrafo b).

Nota 1.- Los datos de posición de otras fuentes pueden ser integradas con la información de la altitud barométrica siempre que no causen errores de posición que excedan los requerimientos de precisión para el mantenimiento de la trayectoria.

Nota 2.- La performance del sistema altimétrico se demostrará de manera separada mediante la certificación de los sistemas de presión estática (p. ej., *14 CFR 25.1325 o *CS 25.1325 o secciones equivalentes, donde la performance debe ser de 30 ft por 100 nudos de velocidad indicada (KIAS). Los sistemas altimétricos que cumplen tal requerimiento satisfarán los requisitos del error del sistema altimétrico (ASE) para las operaciones baro-VNAV. No es necesario una demostración o cumplimiento adicional.

*14 CFR 25.1325: Sección 1325 de la Parte 25 del Título 14 del Código de Reglamentaciones Federales (CFR) de los Estados Unidos.

*CS 25.1325: Especificación de certificación (CS) 25.1325 de las especificaciones de certificación para aeronaves grandes (CS 25) de EASA.

10.1.5 Continuidad de la función.- Por lo menos se requiere un sistema RNAV para llevar a cabo las operaciones baro-VNAV.

10.2 Precisión del sistema

10.2.1 Para operaciones de aproximación por instrumentos, se debe haber demostrado que el error del equipo VNAV de a bordo, excluyendo la altimetría, es menor que los valores descritos en la Tabla 10-1, con un 99.7% de probabilidad.

Tabla 10-1

| | | |
|--|---|---|
| | Segmentos de vuelo nivelado y región de | Ascensos/descensos a lo largo del perfil vertical |
|--|---|---|

| | interceptación de altitud ascensos/descensos de altitudes especificadas (ft) | especificado (ángulo)(ft) |
|----------------------------|--|---------------------------|
| A o por debajo de 5 000 ft | 50 | 100 |
| 5 000 ft a 10 000 ft | 50 | 150 |
| Por encima de 10 000 ft | 50 | 220 |

Nota 1.- El error del equipo VNAV es el error asociado con el cálculo de la trayectoria vertical. Este incluye el error de definición de la trayectoria (PDE) y una aproximación realizada por el equipo VNAV por la construcción de la trayectoria vertical, en caso de existir alguna.

10.2.2 Errores técnicos de vuelo verticales (FTE).- Utilizando presentaciones satisfactorias de información de guía vertical, se debe haber demostrado que los errores técnicos de vuelo son menores que los valores de la Tabla 10-2, en base a tres sigmas:

Tabla 10-2

| | Segmentos de vuelo nivelado y región de interceptación de altitud ascensos/descensos de altitudes especificadas (ft) | Ascensos/descensos a lo largo del perfil vertical especificado (ángulo) (ft) |
|----------------------------|--|--|
| A o por debajo de 5 000 ft | 150 | 200 |
| 5 000 ft a 10 000 ft | 240 | 300 |
| Por encima de 10 000 ft | 240 | 300 |

10.2.3 Con respecto a la instalación, se deberían haber realizado suficientes vuelos de pruebas para verificar que estos valores pueden ser mantenidos. Valores más pequeños de FTEs pueden ser logrados especialmente cuando el sistema VNAV es acoplado a un AP o FD. Sin embargo, se debe mantener por lo menos la precisión vertical del sistema total mostrado en la Tabla 10-3.

10.2.4 Si una instalación produce FTEs mayores, se puede determinar el error vertical total del sistema (excluyendo la altimetría), combinando los FTEs con los errores del equipo a través del método de la suma de la raíz cuadrada. El resultado deberá ser menor que los valores listados en la Tabla 10-3:

Tabla 10-3

| | Segmentos de vuelo nivelado y región de interceptación de altitud ascensos/descensos de altitudes especificadas (ft) | Ascensos/descensos a lo largo del perfil vertical especificado (ángulo) (ft) |
|----------------------------|--|--|
| A o por encima de 5 000 ft | 158 | 224 |
| 5 000 ft a 10 000 ft | 245 | 335 |

| | | |
|-------------------------|-----|-----|
| Por encima de 10 000 ft | 245 | 372 |
|-------------------------|-----|-----|

10.2.5 La aprobación del sistema VNAV de acuerdo con la AC 20-129 de la FAA y la aprobación del sistema altimétrico de conformidad con el FAR/CS/LAR 25.1325 o equivalentes, constituyen métodos aceptables de cumplimiento con los requisitos de precisión mencionados anteriormente.

10.3 Requisitos funcionales para las operaciones APV/baro-VNAV

10.3.1 Funciones requeridas

- a) **Presentaciones en pantalla.-** Las desviaciones APV/baro-VNAV deben ser mostradas en una presentación de desviación vertical (p. ej., indicador de situación horizontal (HSI), indicador de situación horizontal mejorado (EHSI) e indicador de desviación vertical (VDI)).

Esta presentación debe ser utilizada como instrumento de vuelo primario durante la aproximación. La presentación debe ser visible al piloto y estar localizada en el campo de visión primario del piloto.

La presentación de desviación debe tener una deflexión de escala total apropiada, basada en el error de derrota vertical requerido.

- b) **Presentación continua de la desviación.-** El sistema de navegación debe proveer la capacidad de presentar continuamente al piloto que vuela la aeronave (PF), en los instrumentos primarios de vuelo para la navegación, la posición de la aeronave relativa a la trayectoria vertical definida. La presentación debe permitir al piloto distinguir rápidamente si la desviación vertical excede +100/-50 ft. La desviación deberá ser monitoreada y el piloto tomará las acciones apropiadas para minimizar los errores.

Nota.- Cuando la tripulación mínima es de dos pilotos se debe proveer un medio para que el piloto que no vuela la aeronave (PNF) (piloto de monitoreo (PM)) verifique la trayectoria deseada y la posición de la aeronave relativa a la trayectoria.

- 1) Es recomendable que una presentación de desviación no numérica, graduada apropiadamente (p. ej., el indicador de desviación vertical), esté localizada en el campo de visión primario del piloto. Un indicador de desviación de escala fija es aceptable siempre que dicho indicador demuestre una graduación y sensibilidad apropiadas para la operación prevista. Los límites de alerta y anuncios también deben corresponder con los valores de la escala.

Nota.- Sistemas actuales incorporan escalas de desviación vertical con un rango de ± 500 ft. Dichas escalas de desviación deberán ser evaluadas de acuerdo con los requerimientos expresados anteriormente.

- 2) En lugar de indicadores de desviación vertical graduados apropiadamente, puede ser aceptable una presentación numérica de desviación vertical, dependiendo de la carga de trabajo de la tripulación de vuelo y de las características de dicha presentación. La utilización de una presentación numérica puede requerir instrucción inicial y periódica para la tripulación de vuelo.

3) Debido a que la escala y sensibilidad de la desviación vertical varía ampliamente, una aeronave admisible debe también ser equipada con un FD o un AP operacional que sea capaz de seguir una trayectoria vertical.

c) **Definición de la trayectoria vertical.**- El sistema de navegación debe ser capaz de definir una trayectoria vertical de acuerdo con la trayectoria vertical publicada. También debe ser capaz de especificar una trayectoria vertical entre las limitaciones de altitud de dos puntos de referencia de un plan de vuelo. Las limitaciones de altitud en los puntos de referencia deben estar definidas como una de las siguientes:

- 1) una limitación de altitud A o POR ENCIMA DE / AT or ABOVE (por ejemplo, 2400A, puede ser apropiada para situaciones donde no se requiere limitar la trayectoria vertical);
- 2) una limitación de altitud A o POR DEBAJO DE / AT or BELOW (por ejemplo, 4800B, puede ser apropiada para situaciones donde no se requiere limitar la trayectoria vertical);
- 3) una limitación de altitud A / AT (por ejemplo 5200); o
- 4) una limitación de altitud tipo VENTANA / WINDOW (por ejemplo 2400A3400B).

Nota.- Para los procedimientos RNP AR APCH, cualquier segmento con una trayectoria publicada definirá esa trayectoria en base a un ángulo hasta el punto de referencia y altitud.

d) **Construcción de una trayectoria.**- El sistema debe ser capaz de construir una trayectoria para proveer guía desde la posición actual hasta un punto de referencia limitado verticalmente.

e) **Capacidad para cargar procedimientos desde la base de datos de navegación.**- El sistema de navegación debe tener la capacidad para cargar y modificar los procedimientos completos a ser volados, en base a las instrucciones ATC, dentro del sistema RNAV/RNP desde una base de datos de navegación de a bordo. Esto incluye la aproximación (incluyendo el ángulo vertical), la aproximación frustrada y las transiciones de la aproximación para el aeródromo y pista seleccionada. El sistema RNAV/RNP deberá evitar la modificación de la información del procedimiento contenida en la base de datos de navegación.

f) **Interfaz del usuario (control y presentaciones).**- La lectura de pantalla y la resolución de entrada para la información de navegación vertical deberá ser como sigue:

Tabla 10-4

| Parámetros | | Resolución de la presentación | Resolución de entrada |
|------------|--|-------------------------------|-----------------------|
| Altitud | Por encima de la altitud del nivel de transición | Nivel de vuelo | Nivel de vuelo |
| | Por debajo de la altitud del nivel de transición | 1 ft | 1 ft |

| | | |
|------------------------------------|-------|--------------|
| Desviación de trayectoria vertical | 10 ft | No aplicable |
| Angulo de trayectoria de vuelo | 0.1° | 0.1° |
| Temperatura | 1° | 1° |

- g) La base de datos de navegación debe contener toda la información necesaria para volar la aproximación APV/baro-VNAV. Esta base debe contener los WPT y la información vertical asociada (altura de franqueamiento de obstáculos (TCH) y ángulo de trayectoria de vuelo (VPA)) para el procedimiento.

Las limitaciones verticales (altitudes y velocidades) asociadas con los procedimientos publicados deben ser automáticamente recuperadas desde la base de datos de navegación una vez que se seleccione el procedimiento de aproximación.

- h) El sistema de navegación debe tener la capacidad de indicar la pérdida de navegación (p. ej., falla del sistema) en el campo de visión primario del piloto por medio de una señal de precaución (banderola) o un indicador equivalente en la presentación de navegación vertical.
- i) La aeronave debe mostrar la altitud barométrica de dos fuentes independientes altimétricas, una en cada campo de visión primario de cada piloto. Cuando se permita una operación con un solo piloto, las dos presentaciones deben ser visibles desde la posición del piloto.

10.3.2 Funciones recomendadas

- a) **Compensación de temperatura.-** El sistema de navegación baro-VNAV debería tener la capacidad para ajustar automáticamente la trayectoria de vuelo vertical por efectos de la temperatura. El equipo debería proveer la capacidad de entrada en la fuente altimétrica de temperatura para calcular la compensación de temperatura para el ángulo de trayectoria de vuelo vertical. El sistema debería proveer una indicación clara e identificable a la tripulación de vuelo acerca de la compensación y reglaje.
- b) Capacidad para interceptar automáticamente la trayectoria vertical en el punto de aproximación final (FAP), utilizando la técnica de vuelo de paso vertical (vertical fly by technique).

10.4 Admisibilidad de la aeronave

- a) **Capacidad del sistema RNP.-** Una aeronave es admisible para operaciones RNP cuando cumple con los requisitos de performance y funcionales descritos en las CA 91-008 (RNP APCH) o CA 91-009 (RNP AR APCH) del SRVSOP o equivalentes.

- b) **Capacidad barométrica VNAV.-** Una aeronave es admisible cuando cuenta con un manual de vuelo (AFM) o suplemento del AFM que claramente indique que el sistema VNAV está aprobado para operaciones de aproximaciones de acuerdo con la AC 20-129 o AC 20-138 de la FAA o documentos equivalentes. Además, para que un sistema VNAV sea aprobado para operaciones de aproximación según la AC 20-129 o AC 20-138 o documentos equivalentes, éste debe tener un indicador de desviación vertical (VDI). Debido a que la sensibilidad y reglaje de un VDI varía ampliamente, una aeronave admisible debe también estar equipada y utilizar, ya sea, un director de vuelo (FD) o un piloto automático (AP) que sea capaz de seguir la trayectoria vertical. Una desviación de +100/-50 ft por parte del piloto se considera aceptable en la trayectoria VNAV publicada.

***Nota.-** Una aeronave con autorización RNP AR APCH se considera admisible para realizar operaciones baro-VNAV de acuerdo con esta CA. No se requiere una evaluación adicional.*

- c) **Requerimientos de la base de datos.-** La base de datos de la aeronave debe incluir los WPT e información asociada VNAV, p. ej., altitudes y ángulos verticales para el procedimiento a ser volado.

10.5 Aprobación de las aeronaves

a) Admisibilidad basada en el AFM o suplemento del AFM

1) Explotadores LAR 91

- (a) Los explotadores LAR 91 deben revisar el AFM o suplemento del AFM de la aeronave para establecer la admisibilidad del sistema de navegación según lo descrito en el Párrafo 10.4.

2) Explotadores LAR 121 y 135

- (a) Los explotadores LAR 121 y 135 deben presentar la siguiente documentación a la AAC:

- (1) las secciones del AFM o suplemento del AFM que documenten la aprobación de aeronavegabilidad RNAV/RNP para las operaciones de aproximación APV/baro-VNAV de acuerdo con el Párrafo 10.4 de esta CA.

b) Admisibilidad que no está basada en el AFM o suplemento del AFM

- 1) Es posible que un explotador no esté en condiciones de determinar la admisibilidad del equipo para realizar aproximaciones APV/baro-VNAV en base al AFM o suplemento del AFM. En este caso, los explotadores LAR 91, 121 y 135 deben solicitar que la División de inspección de aeronavegabilidad o equivalente de la AAC, evalúe el equipo baro-VNAV para determinar su admisibilidad.

- 2) El explotador, junto con la solicitud, proveerá a la División de inspección de aeronavegabilidad o equivalente la siguiente información:

- (a) nombre del fabricante, modelo y número de parte del sistema RNAV/RNP;

- (b) cualquier evidencia de aprobación IFR del sistema de navegación; e
 - (c) información pertinente sobre los procedimientos de operación de la tripulación de vuelo.
- 3) Si la División de inspección de aeronavegabilidad o equivalente no está en condiciones de determinar la admisibilidad del equipo, ésta deberá enviar la solicitud junto con los datos de sustento a la División de certificación de aeronaves o equivalente.
 - 4) La División de certificación de aeronaves o equivalente verificará que la aeronave y el sistema RNAV/RNP satisfacen los criterios para la baro-VNAV y que el sistema puede volar con seguridad trayectorias VNAV asociadas con los procedimientos de aproximación por instrumentos aplicando una DA en lugar de una MDA. La División de certificación de aeronaves o equivalente proveerá documentación escrita (p. ej., un reporte de un boletín de estándares de vuelo enmendado u otro documento oficial) para verificar la admisibilidad del equipo.
 - 5) **Para explotadores LAR 91.-** Si la AAC determina que el equipo de navegación es admisible para las operaciones de aproximación por instrumentos baro-VNAV, la División de inspección de aeronavegabilidad o equivalente proveerá la documentación de que el equipo de la aeronave está aprobado para dichas operaciones.
 - 6) **Para explotadores LAR 121 y 135.-** La AAC tratará de establecer la admisibilidad del sistema y se asegurará que los manuales de instrucción y de operaciones reflejen las políticas de operación de los Párrafos 12, 13 y 14 de esta CA.
 - 7) El cumplimiento de los requisitos de aeronavegabilidad o la instalación del equipo, por sí solos, no constituyen la aprobación operacional.

10.6 Modificación de la aeronave

- a) Si cualquier sistema requerido para operaciones baro-VNAV es modificado (p. ej., cambio en el software o hardware), la modificación de la aeronave debe ser aprobada.
- b) El explotador debe obtener una nueva aprobación operacional que esté sustentada por la documentación operacional y de calificación de la aeronave presentada por el explotador.

11. APROBACIÓN OPERACIONAL

11.1 Para obtener la aprobación operacional, el explotador cumplirá los siguientes pasos:

- a) *Aprobación de aeronavegabilidad.-* las aeronaves deberán contar con las correspondientes aprobaciones de aeronavegabilidad según lo establecido en el Párrafo 10.
- b) *Solicitud.-* El explotador presentará a la AAC la siguiente documentación:
 - 1) *la solicitud para obtener la autorización APV/baro-VNAV;*

- 2) *documentación de calificación de la aeronave.*- Documentación que demuestre que el equipo de la aeronave propuesta satisface los requisitos descritos en el Párrafo 10 de esta CA.
- 3) *Tipo de aeronave y descripción del equipo que va a ser utilizado.*- El explotador proveerá una lista de configuración que detalle los componentes pertinentes y el equipo que va a ser utilizado en la operación APV/baro-VNAV. La lista deberá incluir cada fabricante, modelo y versión del software del FMS instalado.

Nota.- *La altimetría barométrica y los equipos relacionados, tales como los sistemas de datos de aire son capacidades básicas requeridas para las operaciones de vuelo.*

- 4) *Procedimientos de operación.*- Los manuales del explotador deben indicar adecuadamente los procedimientos de navegación identificados en los Párrafos 12 y 13 de esta CA. Los explotadores LAR 91 deberán confirmar que operarán utilizando prácticas y procedimientos identificados.
- 5) *Programas de instrucción.*- Los explotadores LAR 121 y 135 remitirán los currículos de instrucción de acuerdo con el Párrafo 14 de esta CA, que señalen las prácticas y procedimientos operacionales y de mantenimiento y los aspectos de instrucción relacionados con las operaciones de aproximación VNAV (p. ej., la instrucción inicial, de promoción y periódica para las tripulaciones de vuelo, despachadores de vuelo y personal de mantenimiento).

Nota.- *No se requiere establecer un programa de instrucción separado si la instrucción sobre RNAV y VNAV ya ha sido integrada como elemento del programa de instrucción del explotador. No obstante, debería ser posible identificar las prácticas y procedimientos de los aspectos VNAV cubiertos en el programa de instrucción. Los explotadores LAR 91 deberían familiarizarse con las prácticas y procedimientos identificados en la Sección 13 de esta CA.*

- 6) *Manual de operaciones (OM) y listas de verificación.*- Los explotadores remitirán los manuales de operación y las listas de verificación que incluyan información y guía relacionadas con las operaciones APV/baro-VNAV.
- 7) *Procedimientos de mantenimiento.*- El explotador remitirá los procedimientos de mantenimiento que incluyan las instrucciones de aeronavegabilidad y mantenimiento de los sistemas y equipo a ser utilizados en la operación. El explotador proveerá un procedimiento para remover y luego retornar una aeronave a la capacidad operacional APV/baro-VNAV.
- 8) *MEL.*- El explotador remitirá cualquier revisión a la MEL, necesaria para la realización de las operaciones APV/baro-VNAV.
- 9) *Validación.*- La AAC determinará si es necesario realizar pruebas de validación basada en el tipo de operación y en la experiencia del explotador. En caso de ser necesario las pruebas de validación, el explotador remitirá un plan de pruebas de validación para demostrar que es capaz de realizar la operación propuesta (véase el Capítulo 13 del Volumen II Parte II del Manual del inspector de operaciones (MIO) del SRVSOP). El plan de validación al menos deberá incluir lo siguiente:

- (a) una declaración que indique que el plan de validación ha sido designado para demostrar la capacidad de la aeronave en la ejecución de los procedimientos APV/baro-VNAV;
- (b) los procedimientos de operación y de despacho del explotador; y
- (c) los procedimientos de la MEL.

Nota 1.- El plan de validación deberá beneficiarse de los dispositivos de instrucción en tierra, simuladores de vuelo y demostraciones de las aeronaves. Si la demostración será conducida en una aeronave, ésta debe ser realizada de día y en VMC.

Nota 2.- las validaciones pueden ser requeridas para cada fabricante, modelo y versión de software del FMS instalado.

10) **Programa de validación de datos de navegación.-** El explotador presentará los detalles del programa de validación de los datos de navegación según lo descrito en el Apéndice 1 de esta CA.

- c) **Instrucción.-** Una vez que la AAC ha aceptado o aprobado las enmiendas a los manuales, programas y documentos remitidos, el explotador impartirá la instrucción respectiva a su personal.
- d) **Vuelos de validación.-** Los vuelos de validación, en caso de ser requeridos, serán realizados de acuerdo con el Párrafo 11.1 b) 9).
- e) **Emisión de la autorización.-** Después que todos los pasos anteriores han sido completados satisfactoriamente, la AAC emitirá las OpSpecs para explotadores LAR 121 y 135 o una LOA para explotadores LAR 91.

12. PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN

12.1 Para las operaciones APV/baro-VNAV, las tripulaciones deben familiarizarse con los siguientes procedimientos:

- a) **Correcciones por temperaturas bajas.-** Los pilotos son responsables de toda corrección por temperaturas bajas que se requiera a todas las altitudes/alturas mínimas publicadas. Esto incluye:
 - 1) Las altitudes/alturas para los tramos inicial e intermedio;
 - 2) La DA/H; y
 - 3) Las altitudes/alturas de aproximación frustrada subsiguientes.

Nota.- El VPA de la trayectoria de aproximación final está protegido contra los efectos de las temperaturas bajas por el diseño del procedimiento.

- b) **Reglaje del altímetro.-** Solo se realizarán operaciones APV/baro-VNAV cuando:
 - 1) se disponga de una fuente de reglaje del altímetro actual y local; y

2) se seleccione de manera apropiada el *QNH/*QFE en el altímetro de la aeronave.

*QNH: Presión al nivel medio del mar. Este reglaje indica la altitud sobre el nivel medio del mar (MSL), si la temperatura es estándar

*QFE: Atmósfera estándar que corresponde a 1013 hPa o 29.92” Hg. Este reglaje indica la altitud sobre la superficie isobárica de 1013 hPa, si la temperatura es estándar

Nota.- no se utilizará una fuente a distancia (remota) para el reglaje del altímetro.

- c) **Acciones a ser tomadas en la DA.-** Se espera que la tripulación de vuelo opere la aeronave a lo largo de la trayectoria vertical publicada y que ejecute un procedimiento de aproximación frustrada una vez que alcanza la DA, a menos que tenga a la vista las referencias visuales requeridas para continuar con la aproximación.
- d) **Limitación de temperatura.-** Debido al efecto pronunciado de la temperatura no estándar en las operaciones baro-VNAV, los procedimientos de aproximación instrumental contendrán una limitación de temperatura bajo la cual no se autoriza la utilización de una altitud de decisión de navegación vertical (VNAV DA) basada en baro-VNAV. La limitación de temperatura será mostrada mediante una nota en el procedimiento de aproximación instrumental. Si el sistema de a bordo contienen la capacidad para compensar la temperatura, la tripulación debe seguir los procedimientos del explotador basados en las instrucciones del fabricante.
- e) **Selección del modo de trayectoria VNAV.-** Las tripulaciones de vuelo deben conocer la selección apropiada del modo o modos verticales que comandan la navegación vertical a través de la trayectoria de vuelo publicada. Otros modos verticales tales como la velocidad vertical no son aplicables para la aproximación baro-VNAV.
- f) **Restricción para utilizar una fuente a distancia (remota) para el reglaje del altímetro.-** La utilización de la baro-VNAV hasta una DA no está autorizada cuando el reglaje del altímetro es promulgado desde una fuente a distancia. Para las operaciones APV/baro-VNAV se requiere un reglaje vigente del altímetro para el aeródromo de aterrizaje. Cuando se muestran mínimos relacionados con un reglaje del altímetro a distancia, la función VNAV puede ser utilizada, pero sólo hasta la altitud mínima de descenso de navegación lateral (LNAV MDA) publicada.
- g) **Ajustes manuales.-** Si es necesario realizar ajustes manuales para almacenar información de altitud, p. ej., ajustes por temperaturas bajas, la tripulación de vuelo debe hacer los ajustes apropiados a las altitudes del procedimiento y revertir para utilizar la temperatura ajustada LNAV MDA.

13. LIMITACIONES DE TEMPERATURA

- a) Para aeronaves que utilicen navegación vertical barométrica sin compensación de temperatura en la aproximación, las limitaciones de temperaturas bajas están reflejadas en el diseño del procedimiento e identificadas junto con cualquier límite de temperatura alta en la carta del procedimiento. Las temperaturas bajas reducen el ángulo de trayectoria de planeo real mientras que las temperaturas altas aumentan el ángulo de trayectoria de planeo. Las aeronaves que utilicen navegación vertical barométrica con compensación de temperatura o aeronaves que utilicen un medio alternativo de guía vertical (p. ej., Sistema de aumentación basado en satélites (SBAS)) pueden obviar las restricciones de temperatura.
- b) En virtud que los límites de temperatura establecidos en las cartas son evaluados únicamente para el franqueamiento de obstáculos en el segmento de aproximación final y considerando que la compensación de la temperatura afecta solamente la guía vertical, el piloto puede tener la necesidad de ajustar la altitud mínima en los segmentos de aproximación inicial e intermedio y en la altitud/altura de decisión (DA/H)).

Nota 1.- *La temperatura afecta a la altitud indicada. El efecto es similar a tener cambios de presión alta y baja pero no tan significantes como dichos cambios. Cuando la temperatura es más alta que la estándar (temperatura en condiciones de atmósfera tipo internacional (ISA)), la aeronave estará volando por encima de la altitud indicada. Cuando la temperatura es menor que la estándar, la aeronave estará volando por debajo de la altitud indicada en el altímetro. Para información adicional, refiérase a los errores del altímetro en el manual de información aeronáutica (AIM)*

Nota 2.- *Las condiciones estándar de ISA al nivel del mar son:*

- *La temperatura estándar es definida como 15° Celsius (centígrados) o 288.15° Kelvin;*
- *La presión estándar es definida como 29.92126 pulgadas de mercurio (Hg) o 1013.2 hectopascales (hPa); y*
- *La densidad estándar para estas condiciones es de 1.225 kg/m³ o 0.002377 slugs/pie cúbico.*

14. PROGRAMA DE INSTRUCCIÓN

14.1 El programa de instrucción del explotador deberá incluir adiestramiento suficiente (p. ej., instrucción en tierra, en simuladores de vuelo, dispositivos de instrucción de vuelo (FTD) o en la aeronave) para las tripulaciones de vuelo y despachadores de vuelo, acerca de las capacidades VNAV de la aeronave. La capacitación incluirá las siguientes áreas:

- a) información sobre esta CA;
- b) el significado y la utilización apropiada de los sistemas de la aeronave;
- c) las características de un procedimiento APV/baro-VNAV según lo determinado en la representación pictórica de la carta y en la descripción textual;

- 1) descripción de los tipos de WPT (WPT de paso y de sobrevuelo), terminaciones de trayectoria y de cualquier otro tipo de terminación utilizado por el explotador, así como de las trayectorias de vuelo asociadas de la aeronave;
 - 2) información sobre el sistema específico RNAV/RNP;
 - 3) niveles de automatización, modos de anuncios, cambios, alertas, interacciones, reversiones y degradación;
 - 4) integración funcional con otros sistemas de la aeronave;
 - 5) el significado de las discontinuidades de la trayectoria vertical, así como de los procedimientos de la tripulación de vuelo relacionados;
 - 6) procedimientos de monitoreo para cada fase de vuelo (p. ej., monitoreo de la páginas "PROGRESS" o "LEGS");
 - 7) anticipaciones de viraje considerando los efectos de la velocidad y altitud; e
 - 8) interpretación de las presentaciones electrónicas y símbolos.
- d) los procedimientos de operación del equipo VNAV, como sean aplicable, incluyendo como realizar las siguientes acciones:
- 1) adherirse a las limitaciones de velocidad y/o altitud asociadas con un procedimiento de aproximación;
 - 2) verificar WPT y la programación del plan de vuelo;
 - 3) volar directo a un WPT;
 - 4) determinar el error/desviación de la derrota vertical;
 - 5) insertar y eliminar una discontinuidad de ruta;
 - 6) cambiar el aeródromo de destino y de alternativa;
 - 7) procedimientos de contingencia para fallas VNAV;
- e) el funcionamiento de los altímetros barométricos.- Los altímetros barométricos son calibrados para indicar la altitud verdadera bajo condiciones de atmósfera ISA. Si en un día determinado la temperatura es más caliente que ISA, la altitud verdadera será mayor que la altitud indicada. En sentido contrario, en un día más frío que ISA, la altitud verdadera será menor que la altitud indicada. Estos errores aumentan en magnitud a medida que aumenta la altitud sobre la fuente del reglaje altimétrico.
- f) los procedimientos de reglaje del altímetro y temperaturas bajas.
- 1) Reglaje del altímetro.- Las tripulaciones de vuelo deben ejercer precaución al cambiar el reglaje del altímetro y solicitarán un reglaje vigente si el reglaje anterior no es actual, particularmente cuando la presión tiende a disminuir rápidamente. Los reglajes del altímetro a distancia no son permitidos para las operaciones APV/baro-VNAV.

- 2) Temperaturas bajas.- Cuando existan temperaturas bajas, el piloto deberá verificar la carta del procedimiento de aproximación por instrumentos para determinar el límite de la temperatura para la utilización de la capacidad baro-VNAV. Si el sistema de a bordo contiene una capacidad de compensación de temperatura, la tripulación deberá seguir los procedimientos establecidos por el explotador en base a las instrucciones del fabricante para la utilización de la función baro-VNAV.
- g) Conocimiento de fallas y modos de reversión.- La tripulación de vuelo deberá tener conocimiento de las fallas y modos de reversión, las cuales afectan negativamente la habilidad de la aeronave para realizar las operaciones de aproximación APV/baro-VNAV. Además, las tripulaciones de vuelo deben estar al tanto de los procedimientos de contingencia (p. ej., reversión a la LNAV MDA después de una falla VNAV).
- h) Verificación operacional de los altímetros.- Cuando se requiera dos pilotos en una aeronave, la tripulación de vuelo debe completar una verificación para asegurarse que ambos altímetros de los pilotos concuerdan dentro de ± 100 ft antes del FAF. Si falla la verificación cruzada de los altímetros, no se debe ejecutar el procedimiento de aproximación por instrumentos o, si dicho procedimiento está en progreso, éste no debe ser continuado. Si el sistema de aviónica provee un sistema de aviso que compara los altímetros de los pilotos, los procedimientos de la tripulación de vuelo deberán indicar las acciones a ser tomadas si ocurre un avisó del comparador de los altímetros del piloto cuando se está realizando una aproximación APV/baro-VNAV.

Nota.- Esta verificación operacional de los altímetros no es necesaria si la aeronave automáticamente compara las altitudes dentro de 100 ft.

15. 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.
- b) Los proveedores de datos de navegación deben poseer una carta de aceptación (LOA) para procesar la información de navegación (p. ej., AC 20-153 de la FAA o documento sobre condiciones para la emisión de cartas de aceptación para proveedores de datos de navegación de la Agencia Europea de Seguridad Aérea – EASA (EASA IR 21 Subparte G) o documento equivalente). 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.
- c) El explotador debe reportar al proveedor de datos de navegación sobre las discrepancias que invaliden un procedimiento y prohibir la utilización de los procedimientos afectados mediante un aviso a las tripulaciones de vuelo.

- d) 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.

16. VIGILANCIA, INVESTIGACIÓN DE ERRORES DE NAVEGACIÓN Y RETIRO DE LA AUTORIZACIÓN APV/baro-VNAV

- 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 instrucción correctiva 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 APV/baro-VNAV de las OpSpecs o retiro de la LOA en caso de explotadores privados).

APÉNDICE 1

PROGRAMA DE VALIDACIÓN DE LOS DATOS DE NAVEGACIÓN

1. INTRODUCCIÓN

El procedimiento almacenado en la base de datos de navegación define la guía lateral y vertical de la aeronave. 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 aproximación APV/baro-VNAV. Teniendo en cuenta el franqueamiento de obstáculos reducido asociado con estas aproximaciones, la validación de los datos de navegación requiere una consideración especial. Este apéndice provee orientación acerca de los procedimientos del explotador para validar los datos de navegación asociados con las aproximaciones APV/baro-VNAV.

2. PROCESAMIENTO DE DATOS

- a) El explotador identificará en sus procedimientos al encargado 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

- i. El explotador debe validar cada procedimiento APV/baro-VNAV antes de volar el procedimiento en condiciones meteorológicas de vuelo por instrumentos (IMC) para asegurar compatibilidad con su aeronave y para asegurar que las trayectorias resultantes corresponden al procedimiento publicado. Como mínimo el explotador debe:
 - a) comparar los datos de navegación del procedimiento a ser cargado dentro del FMS con un procedimiento publicado.
 - b) Validar los datos de navegación del procedimiento cargado, ya sea, en el simulador de vuelo o en la aeronave en condiciones meteorológicas de vuelo visual (VMC). El procedimiento bosquejado en una presentación de mapa debe ser comparado con el procedimiento publicado. El procedimiento completo debe ser volado para asegurar que la trayectoria puede ser utilizada, no tiene desconexiones aparentes de trayectoria vertical y es consistente con el procedimiento publicado.
 - c) Una vez que el procedimiento es validado, de debe retener y mantener una copia de los datos de navegación validados para ser comparados con actualizaciones de datos subsecuentes.

4. ACTUALIZACIÓN DE DATOS

Cada 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 el procedimiento validado. 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 la aproximación) a cualquier parte de un procedimiento y se verifica dichos cambios mediante los datos de información inicial, el explotador debe validar el procedimiento enmendado 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 de EASA sobre condiciones para la emisión de cartas de aceptación para proveedores de datos de navegación (EASA IR 21 Subparte G) o documento equivalente). 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 APV/baro-VNAV es modificado (p. ej., cambio de software), el explotador es responsable por la validación de los procedimientos APV/baro-VNAV 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 2

PROCESO DE APROBACIÓN APV/baro-VNAV

- a) El proceso de aprobación APV/baro-VNAV 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 las AAC para asegurar que los solicitantes cumplan con los requisitos establecidos.
- c) El proceso de aprobación está conformado de las siguientes fases:
 - 1) Fase uno: Pre-solicitud
 - 2) Fase dos: Solicitud formal
 - 3) Fase tres: Análisis de la documentación
 - 4) Fase cuatro: Inspección y demostración
 - 5) Fase cinco: Aprobación
- d) En la *Fase uno - Pre-solicitud*, la AAC mantiene una reunión con el solicitante o explotador (reunión de pre-solicitud), en la que se le informa de todos los requisitos que debe cumplir durante el proceso de aprobación.
- 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 11 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 plan de validación si es requerido.
- h) En la *Fase cinco - Aprobación*, la AAC emite la autorización APV/baro-VNAV una vez que el explotador ha completado los requisitos de aeronavegabilidad y de operaciones. Para explotadores LAR 121 y 135, la AAC emitirá las OpSpecs correspondientes y para explotadores LAR 91 una LOA.

IV. VIGENCIA

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

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



Ing. Fernando Guerrero López
DIRECTOR GENERAL DE AVIACIÓN CIVIL