

FUERZA AÉREA COLOMBIANA AUTORIDAD AERONÁUTICA DE LA AVIACIÓN DE ESTADO CIRCULAR INFORMATIVA No. 001-19 IMPLEMENTACIÓN DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN EL RENDIMIENTO PARA LA Código DE-AAAES-CIR-001 Versión N° 01

CI 001-19

FECHA DE EXPEDICIÓN: 10-JUNIO-2019

1. PROPÓSITO.

La presente circular informativa tiene como propósito dar a conocer a todos los Entes de Aviación de Estado (EAE) los conceptos generales de la Navegación Basada en el Rendimiento (PBN) por sus siglas en inglés; así mismo informar la metodología que la Autoridad Aeronáutica de Aviación de Estado desarrollará como parte del proceso de aprobación operacional PBN para los Entes de Aviación de Estado.

AVIACIÓN DE ESTADO

De otra parte, propende por el desarrollo de la capacidad y eficiencia operacional de la Aviación de Estado a través de la implementación de procedimientos para la aprobación de especificaciones PBN, con fundamento en la normatividad internacional aplicable vigente.

2. APLICABILIDAD.

La presente circular aplica a todos los Entes de Aviación de Estado, en los términos del artículo 1775 del Código de Comercio Colombiano; y en específico, a todo el personal que la integra, y que se encuentre involucrado directa o indirectamente con la implementación, aprobación y mantenimiento de la capacidad operacional de la Navegación Basada en el Rendimiento (PBN).

3. DEFINICIONES, ABREVIATURAS Y REGULACIONES RELACIONADAS

3.1 Definiciones.

- a) Aeronaves de Estado Aeronave destinada a servicios militares, de aduana o de policía, a la cual normalmente no le son aplicables las normas propias de la aviación civil.
- 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).



FUERZA AÉREA COLOMBIANA AUTORIDAD AERONÁUTICA DE LA AVIACIÓN DE ESTADO	Código	DE-AAAES-CIR-001
CIRCULAR INFORMATIVA No. 001-19	Versión N°	01
IMPLEMENTACIÓN DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN EL RENDIMIENTO PARA LA AVIACIÓN DE ESTADO	Fecha	24-04-2019

- d) Error total del Sistema (TSE). 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).
- e) 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 el rendimiento dentro de un espacio aéreo definido. Existen dos clases de especificaciones para la navegación; definidas a continuación.
- f) Especificación para el rendimiento de navegación requerida (RNP) -Especificación para la navegación basada en la navegación de área que incluye el requisito de control y alerta del rendimiento, designada por medio del prefijo RNP; p. ej., RNP 4, RNP APCH, RNP AR APCH.
- g) 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 del rendimiento, designada por medio del prefijo RNAV; p. ej., RNAV 5, RNAV 2, RNAV 1.
- h) 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 servicios de tránsito aéreo (ATS), con un punto desde el cual puede comenzarse un procedimiento publicado de aproximación por instrumentos.
- i) Navegación basada en el rendimiento (PBN) Requisitos para la navegación de área basada en el rendimiento 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 rendimiento 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.
- j) Operaciones RNAV Operaciones de aeronaves que utilizan la navegación de área para las aplicaciones RNAV.



FUERZA AÉREA COLOMBIANA AUTORIDAD AERONÁUTICA DE LA AVIACIÓN DE ESTADO	Código	DE-AAAES-CIR-001
CIRCULAR INFORMATIVA No. 001-19	Versión N°	01
IMPLEMENTACIÓN DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN EL RENDIMIENTO PARA LA AVIACIÓN DE ESTADO	Fecha	24-04-2019

- k) Punto de recorrido (WPT) 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.
- Punto de recorrido de paso Punto de recorrido que requiere anticipación del viraje para que pueda realizarse la interceptación tangencial del siguiente tramo de una ruta o procedimiento.
- m) **Punto de recorrido de sobrevuelo -** Punto de recorrido en el que se inicia el viraje para incorporarse al siguiente tramo de una ruta o procedimiento.
- n) Reglamento Aeronáutico Colombiano de la Aviación de Estado (RACAE) - Acto administrativo de carácter general que establece los criterios mínimos aplicables a las aviaciones de las Fuerzas Militares, de la Policía Nacional y Aduanas de la República de Colombia.
- o) Ruta de navegación de área Ruta ATS establecida para la utilización de aeronaves que tienen la capacidad de emplear la navegación de área
- p) Salida normalizada por instrumentos (SID) 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.
- q) 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).
- r) Sistema mundial de determinación de la posición (GPS)- Sistema mundial de navegación por satélite de los Estados Unidos que utiliza mediciones de distancia precisas para determinar la posición, velocidad y la hora en cualquier parte del mundo.
- s) 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



FUERZA AÉREA COLOMBIANA AUTORIDAD AERONÁUTICA DE LA AVIACIÓN DE ESTADO	Código	DE-AAAES-CIR-001
CIRCULAR INFORMATIVA No. 001-19	Versión N°	01
IMPLEMENTACIÓN DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN EL RENDIMIENTO PARA LA AVIACIÓN DE ESTADO	Fecha	24-04-2019

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).

- t) Sistema de navegación de área (Sistema RNAV) Sistema de navegación de área que 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.
- u) 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.

3.2 Abreviaturas.

•	AAAES	Autoridad Aeron	iautica de l	Aviacion de Estad	0
- C	AAALU	Autoridad Acron	iautica uc i	Aviación de Esta	ч

ABAS Sistema de aumentación basado en la aeronave

AFM Manual de vuelo del avión/aeronave

AIP Publicación de información aeronáutica

ATC Control de tránsito aéreo

ATM Gestión del tránsito Aéreo

ATS Servicio de tránsito aéreo

CA Circular de asesoramiento

CI Circular Informativa

 CNS/ATM Comunicaciones, navegación y vigilancia/gestión de tránsito aéreo



	FUERZA AÉREA COLOMBIANA AUTORIDAD AERONÁUTICA DE LA AVIACIÓN DE ESTADO	Código	DE-AAAES-CIR-001
=	CIRCULAR INFORMATIVA No. 001-19	Versión Nº	01
	IMPLEMENTACIÓN DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN EL RENDIMIENTO PARA LA AVIACIÓN DE ESTADO	Fecha	24-04-2019

• CR Circular Regulatoria

DME Equipo medidor de distancia

 DME/DME Navegación que utiliza el alcance óptico de por lo menos dos instalaciones de equipos medidores de distancia DME para determinar la posición de la aeronave.

DV Despachador de vuelo

EASA Agencia Europea de Seguridad Aérea

EAE Entes de Aviación de Estado

FAA Administración Federal de Aviación de los Estados Unidos

FMC Computadora de gestión de vuelo

FMS Sistema de gestión de vuelo

FOSA Evaluación de la seguridad operacional de las operaciones de vuelo

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 desarrollado por la Unión Soviética

GPS Sistema mundial de determinación de la posición

GS Velocidad respecto al suelo

IFR Reglas por vuelo por instrumentos

INS Sistema de navegación inercial

ILS Sistema de aterrizaje por instrumentos

IRU Unidad de referencia inercial

LAR Reglamentos Aeronáuticos Latinoamericanos

LNAV Navegación lateral

LOA Carta de aprobación



FUERZA AÉREA COLOMBIANA AUTORIDAD AERONÁUTICA DE LA AVIACIÓN DE ESTADO	Código	DE-AAAES-CIR-001
CIRCULAR INFORMATIVA No. 001-19	Versión Nº	01
IMPLEMENTACIÓN DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN EL RENDIMIENTO PARA LA AVIACIÓN DE ESTADO	Fecha	24-04-2019

MEL Lista de equipo mínimo

NAVAIDS Ayudas para la navegación

NOTAM Aviso a los aviadores

OACI Organización de Aviación Civil Internacional

OM Manual de operaciones

PBN Navegación Basada en el Rendimiento

P-RNAV Navegación de área de precisión

RAIM Vigilancia autónoma de la integridad en el receptor

RACAE Reglamento Aeronáutico Colombiano de Aviación de Estado

RNAV Navegación de área

RNP Rendimiento de navegación requerida

RNP APCH Aproximación de performance de navegación requerida

 RNP AR APCH Aproximación de performance de navegación requerida con autorización obligatoria

SID Salida normalizada por instrumentos

 SRVSOP Sistema Regional de Cooperación para la Vigilancia de la Seguridad Operacional.

TMA Área Terminal de Maniobra

TSE Error total del sistema

VMC Condiciones meteorológicas de vuelo visual

VOR Radioayuda omnidireccional de alta frecuencia

 VOR/DME Navegación que utiliza el alcance óptico de un Radiofaro omnidireccional VOR y un equipo medidor de distancia DME

WAAS Sistema de aumentación de área amplia

• WPT Punto de recorrido / Waypoint



CIRCULAR INFORMATIVA No. 001-19

IMPLEMENTACIÓN DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN EL RENDIMIENTO PARA LA AVIACIÓN DE ESTADO

Código	DE-AAAES-CIR-001
Versión N°	01
Fecha	24-04-2019

4. REGULACIONES RELACIONADAS

- a. Reglamento Aeronáutico Colombiano de la Aviación De Estado (RACAE).
- b. Documento de la OACI 9613 Manual de Navegación Basada en la Performance (PBN).
- c. Documento de la OACI 9777 Manual de aprobación operacional de la navegación basada en la performance.
- d. Documento de la OACI 9905 Manual de diseño de procedimientos de performance de navegación requerida con autorización obligatoria.
- e. Documento de la OACI Circular 330, Cooperación cívico-militar para la gestión del tránsito aéreo.
- f. Documento de la OACI Plan de implantación basado en la performance de la región sudamericana. 2010.
- g. SRVSOP CA 91-001 Aprobación de aeronaves y explotadores para RNAV 10 (designada y autorizada como RNP 10).
- SRVSOP CA 91-002 Aprobación de aeronaves y explotadores para RNAV
 5.
- SRVSOP CA 91-003 Aprobación de aeronaves y explotadores para RNAV 1 y RNAV 2.
- SRVSOP CA 91-004 Aprobación de Aeronaves y Explotadores para RNP 4.
- k. SRVSOP CA 91-005 Aprobación de aeronaves y explotadores para RNP 2.
- SRVSOP CA 91-006 Aprobación de aeronaves y explotadores aéreos para RNP 1.
- m. SRVSOP CA 91-007 Aprobación de aeronaves y explotadores para RNP Avanzada.
- n. SRVSOP CA 91-008 Aprobación de aeronaves y explotadores para RNP (RNP APCH).



FUERZA AÉREA COLOMBIANA AUTORIDAD AERONÁUTICA DE LA AVIACIÓN DE ESTADO	Código	DE-AAAES-CIR-001
CIRCULAR INFORMATIVA No. 001-19	Versión N°	01
IMPLEMENTACIÓN DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN EL RENDIMIENTO PARA LA AVIACIÓN DE ESTADO	Fecha	24-04-2019

- SRVSOP CA 91-009 Aprobación de aeronaves y explotadores para RNP con autorización obligatoria (RNP AR APCH).
- p. SRVSOP CA 91-010 Aprobación de aeronaves y explotadores para aproximación con guía vertical/navegación vertical barométrica (APV/baro-VNAV).
- q. SRVSOP CA 91-011 Aprobación de aeronaves y explotadores para RNP APCH hasta mínimos LP y LPV utilizando GNSS aumentado por SBAS.
- r. SRVSOP CA 91-012 Aprobación de aeronaves y explotadores para RNP 0.3

5. CONTENIDO

5.1 Marco de Referencia

El transporte aéreo en general es considerado como una actividad central que dinamiza el desarrollo de las regiones y países¹, y como consecuencia de los grandes desarrollos tecnológicos y beneficios del mismo, el tráfico aéreo ha crecido exponencialmente en un poco más de un siglo, desde el primer vuelo comercial. De acuerdo a la previsión mundial de pasajeros para el año 2034 se doblará el número de personas que viajan en avión, con un crecimiento promedio anual de 3.8% para la región latinoamericana, es así como la demanda de dicho transporte podría llegar a exceder la capacidad instalada de los sistemas de navegación con un impacto no solo para la industria aeronáutica sino también para la seguridad operacional.

Surge entonces la necesidad de optimizar la operación aérea bajo el Concepto de Espacio Aéreo PBN (Navegación basada en el Rendimiento) que impulsado por la OACI, a través de una estrategia dirigida a la implementación del sistema ATM Global, propende por satisfacer las necesidades relacionadas con el crecimiento del tránsito aéreo, bajo criterios de armonización global e interoperabilidad, en la búsqueda de la gestión eficiente del espacio aéreo, el aumento de la capacidad e incremento de la seguridad operacional y la protección al medio ambiente, como principales objetivos.

¹ Para el caso de los países de América Latina, véanse estudios realizados por IATA, UAEAC y Oxford Economics.



CIRCULAR INFORMATIVA No. 001-19

IMPLEMENTACIÓN DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN EL RENDIMIENTO PARA LA AVIACIÓN DE ESTADO

Código	DE-AAAES-CIR-001
Versión N°	01
Fecha	24-04-2019

A través del Concepto de Espacio Aéreo PBN, se busca la reducción de espaciamiento entre aeronaves y la utilización de guía vectorial ATC en rutas de salida y llegada, lo que se traduce en una menor complejidad del espacio aéreo y reducción en la carga de trabajo del ATC. La eficiencia se ve reflejada en la publicación de mejores perfiles de ascenso y descenso en las operaciones, con trayectorias más flexibles para incrementar la eficiencia operacional, mientras se reduce el consumo de combustible.

Es preciso indicar que el rendimiento está definido en términos de precisión, integridad, continuidad, disponibilidad y funcionalidad, requisitos necesarios para la operación en un determinado espacio aéreo, que ofrezca un escenario seguro que incorpore una red de rutas con separación mínima, franqueamiento de obstáculos e infraestructura de Comunicaciones, Navegación y Vigilancia (CNS), acorde con los propósitos anteriormente planteados.

En este sentido, considerando que Colombia es un país signatario de la OACI y en concordancia con las necesidades y beneficios del concepto PBN, en el año 2009 se promulgó el Plan de implementación PBN Navegación Basada en el rendimiento, cuyo objetivo general "Proveer una estrategia para la transición progresiva a la Navegación Basada en el Rendimiento (PBN) en Colombia, aplicada a las operaciones de aeronaves, involucrando Rutas en espacio aéreo superior, Rutas en espacio aéreo inferior, Aproximaciones por Instrumentos, Rutas Normalizadas de Salida (SID) y Rutas Estándares de Llegada (STAR)", nace como respuesta inicial a la recomendación de implementar procedimientos RNAV en el TMA Bogotá como una estrategia efectiva para la operación de aeronaves, con el fin de lograr altos niveles de seguridad aérea y eficiencia operacional.²

Es así, como a partir del 12 de Octubre de 2017 entra en vigor el nuevo Concepto de Navegación Basada en el Rendimiento (PBN), aplicable en el Área de Control Terminal de Bogotá (TMA Bogotá) así como los procedimientos generales y específicos a seguir por las tripulaciones y dependencias ATS del Centro de Control Bogotá.³

En este sentido todos los operadores y usuarios del TMA Bogotá, con el fin de estar a tono con el nuevo concepto de diseño y operación, debieron adelantar el proceso de aprobación operacional, con el fin de satisfacer unos mínimos

³ UNIDAD ESPECIAL ADMINISTRATIVA DE LA AERONAUTICA CIVIL, Nuevo Concepto Operacional TMA Bogotá, 2017.

² UNIDAD ESPECIAL ADMINISTRATIVA DE LA AERONAUTICA CIVIL, Plan de implementación PBN, Navegación Basada en la Performance Colombia, 2009



FUERZA AÉREA COLOMBIANA AUTORIDAD AERONÁUTICA DE LA AVIACIÓN DE ESTADO CIRCULAR INFORMATIVA No. 001-19 IMPLEMENTACIÓN DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN EL RENDIMIENTO PARA LA Código DE-AAAES-CIR-001 Versión N° 01

establecidos para la aeronavegabilidad de las aeronaves, procedimientos de operación y entrenamiento que garantizaran la operación segura en este espacio aéreo.

AVIACIÓN DE ESTADO

La Aviación de Estado no puede ser la excepción en el propósito de operar bajo el concepto PBN, en el entendido que el mismo espacio aéreo es compartido con la aviación civil. Además, que conforme a las políticas del sector defensa y la esencia misma de la administración de los recursos públicos se debe propender por la eficiencia y seguridad, específicamente en el ámbito de las operaciones aéreas. Es así como de acuerdo a lo dispuesto en el Decreto Presidencial 2937 de 2010 la Fuerza Aérea Colombiana ejercerá la Autoridad Aeronáutica para la Aviación de Estado en Colombia, enmarcada en los principios de responsabilidad, prevención, protección, coordinación, confianza y autonomía, a través de la adopción de métodos y procedimientos regulatorios encaminados a estandarizar las actividades aeronáuticas desarrolladas por la Aviación de Estado de forma ordenada, eficiente, de alta calidad y segura, que responda a los intereses superiores de la nación.

Es por esta razón, que la Autoridad Aeronáutica de Aviación Estado (AAAES) pone en conocimiento de los Entes de la Aviación de Estado, los conceptos generales de la Navegación Basada en el rendimiento PBN como primer escalón en el proceso de la implementación y aprobación de las especificaciones RNAV y RNP que la AAAES ha establecido con soporte en las guías que en esa materia se han desarrollado a nivel internacional.

5.2 Descripción de la Navegación Basada en el Rendimiento

5.2.1 Generalidades

De acuerdo al Documento OACI 9613 – Manual Navegación Basada en la Performance en su cuarta edición, los sistemas de navegación aérea, así como los avances tecnológicos en el sector aeronáutico cada vez adquieren nuevas herramientas que permiten potencializar las capacidades tanto de pilotos como de controladores para optimizar el espacio aéreo, en un ambiente de eficiencia y seguridad como respuesta al constante incremento de los estándares y la demanda que exige el desarrollo del sector aeronáutico.

El concepto de navegación basada en el performance PBN, determina que los requisitos de performance del sistema RNAV o RNP de la aeronave se definen en función de la precisión, integridad, disponibilidad, continuidad y funcionalidad



CIRCULAR INFORMATIVA No. 001-19

IMPLEMENTACIÓN DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN EL RENDIMIENTO PARA LA AVIACIÓN DE ESTADO

Código	DE-AAAES-CIR-001
Versión N°	01
Fecha	24-04-2019

necesarias para las operaciones propuestas en el contexto de un concepto de espacio aéreo particular, con el apoyo de la infraestructura de NAVAIDS apropiada. El cumplimiento del WGS 84 y la calidad de los datos prescrita en el Anexo 15 (servicios de información aeronáutica) son integrales de la PBN.

El concepto de PBN representa un cambio de navegación basada en sensores a navegación basada en el rendimiento como se observa en la Figura 1. Los requisitos de performance se expresan en especificaciones para la navegación, que también identifican la elección de los sensores y del equipo de navegación que pueden usarse para satisfacer los requisitos de performance. Estas especificaciones para la navegación proporcionan a los Estados y a los operadores, orientación específica para la implantación, con el fin de facilitar la armonización mundial.

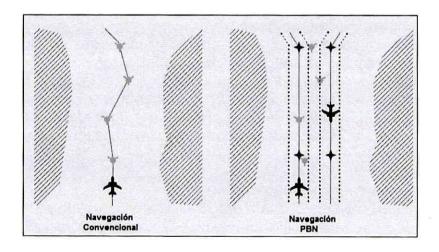


Figura 1 Navegación convencional vs navegación PBN

En el marco del PBN, los requisitos de navegación genéricos se definen principalmente en función de los requisitos operacionales. Por consiguiente, los operadores evalúan las opciones con respecto a la tecnología y los servicios de navegación disponibles con el fin de implementar la solución más eficaz. La tecnología puede evolucionar con el tiempo sin que sea necesario revisar las operaciones propiamente dichas, siempre que el sistema RNAV o RNP satisfaga el requisito de performance.



FUERZA AÉREA COLOMBIANA AUTORIDAD AERONÁUTICA DE LA AVIACIÓN DE ESTADO	Código	DE-AAAES-CIR-001
 CIRCULAR INFORMATIVA No. 001-19	Versión Nº	01
IMPLEMENTACIÓN DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN EL RENDIMIENTO PARA LA AVIACIÓN DE ESTADO	Fecha	24-04-2019

5.2.2 Beneficios

La navegación basada en el rendimiento, ofrece a los operadores varios beneficios en comparación con los métodos de navegación convencional basados en sensores, como se referenciará a continuación:

a. Reducción de los costos de operación:

Al reducirse la necesidad de mantener las rutas y procedimientos convencionales basados en sensores específicos a través de la implementación de nuevas trayectorias de vuelo óptimas, así como de procedimientos de ascenso/descenso continuos y estabilizados, se logrará una reducción del consumo de combustible, en la operación de las aeronaves de Aviación de Estado.

b. Mayor seguridad operacional:

Con la implementación de la PBN en la Aviación de Estado, también se impactará positivamente la seguridad operacional, si tenemos en cuenta que los procedimientos de ascenso/descenso continuos y estabilizados reducen las cargas de trabajo de las tripulaciones y los controladores, reduciendo el riesgo de vuelo controlado hacia el terreno, apoyado en la capacidad de almacenar rutas y puntos en la base de datos, así como la reducción en tiempo y número de comunicaciones.

c. Disminución de emisiones de CO2:

Con la disminución en el consumo de combustible necesario para la operación, se logrará de manera paralela una reducción de la generación de emisiones contaminantes, convirtiéndose en un factor importante si se considera que de acuerdo a la Intergovernmental Panel on Climate Change, solo las emisiones producidas por los motores de las aeronaves contribuyen en un 2% de los gases de efecto invernadero, más aún si se tiene en cuenta que se estima que continúe aumentando entre un 3 o 4% por año.

d. Mayor versatilidad operacional:

Con la implementación de la PBN se contará con una mayor accesibilidad a las regiones y aeropuertos remotos con procedimientos RNAV/RNP con mínimos inferiores a los que pueden ofrecer los procedimientos convencionales de no precisión, con el fin de asegurar un mayor índice de acceso a estas regiones durante períodos de mal tiempo y baja visibilidad.

e. Potencialidad de las capacidades PBN instaladas:



FUERZA AÉREA COLOMBIANA AUTORIDAD AERONÁUTICA DE LA AVIACIÓN DE ESTADO CIRCULAR INFORMATIVA No. 001-19 IMPLEMENTACIÓN DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN EL RENDIMIENTO PARA LA Fecha Código DE-AAAES-CIR-001 Versión N° 01

Con la operacionalización de la PBN se aprovecharán las capacidades RNAV/RNP instaladas a bordo de las aeronaves de Aviación de Estado.

AVIACIÓN DE ESTADO

5.3 Concepto PBN

La PBN hace parte integral del concepto de espacio aéreo, comunicaciones, vigilancia, navegación y gestión de tránsito aéreo CNS-ATM, como se muestra en la Figura 2. En este sentido la PBN se fundamenta en el uso de navegación de área e incorpora tres componentes:

- a) La infraestructura NAVAID.
- b) La especificación para la navegación.
- c) La aplicación de navegación.

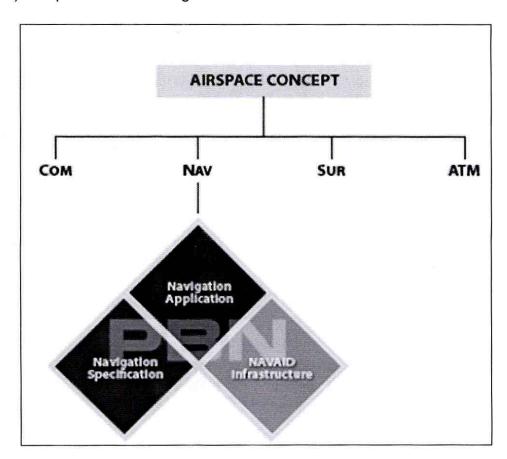


Figura 2 PBN dentro del concepto de espacio aéreo.

Fuente: Documento de la OACI 9613 – Manual Navegación Basada en el Performance



FUERZA AÉREA COLOMBIANA AUTORIDAD AERONÁUTICA DE LA AVIACIÓN DE ESTADO	Código	DE-AAAES-CIR-001
CIRCULAR INFORMATIVA No. 001-19	Versión N°	01
IMPLEMENTACIÓN DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN EL RENDIMIENTO PARA LA	Fecha	24-04-2019

5.3.1 Navegación de área (RNAV)

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 la capacidad de las ayudas autónomas, o de una combinación de ambas. La navegación de área incluye la navegación basada en el rendimiento, así como otras operaciones RNAV que no se ajustan a la definición de navegación basada en el rendimiento.

5.3.2 Rendimiento Requerido para la Navegación (RNP)

AVIACIÓN DE ESTADO

Operaciones de aeronaves en las que se usa un sistema de navegación de área que da apoyo a la vigilancia y alerta del rendimiento de a bordo.

5.3.3 Especificaciones para la navegación

Las especificaciones de navegación son los diferentes procedimientos que las aeronaves y tripulaciones pueden realizar de acuerdo a las capacidades y aprobaciones con que cuenten para operar en espacios aéreos PBN; los Estados usan las especificaciones para la navegación como base para la elaboración del material para la aprobación de aeronavegabilidad y operacional.

Una especificación para la navegación expresa en detalle el rendimiento requerido para la operación RNAV o RNP en cuanto a precisión, integridad y continuidad; las funciones de navegación que el sistema debe tener; los sensores de navegación que deben estar integrados en el sistema RNAV o RNP; y los requisitos impuestos a la tripulación de vuelo.

Una especificación RNP incluye el requisito de vigilancia y alerta del rendimiento de a bordo, mientras que la especificación RNAV no incluye este requisito.



CIRCULAR INFORMATIVA No. 001-19

IMPLEMENTACIÓN DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN EL RENDIMIENTO PARA LA AVIACIÓN DE ESTADO

200	Código	DE-AAAES-CIR-001
	Versión N°	01
	Fecha	24-04-2019

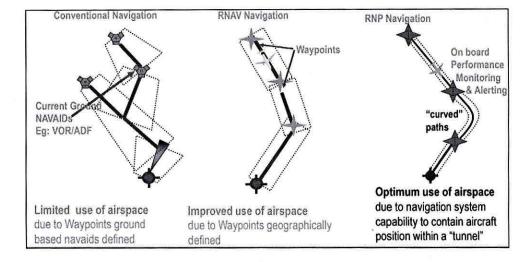


Figura 3. Navegación tradicional vs navegación bajo concepto PBN

Fuente: FAA, Performance Based Navigation.

URL: https://www.faa.gov/nextgen/update/progress and plans/pbn/

5.3.4 Vigilancia y alerta del rendimiento de a bordo

La vigilancia y alerta del rendimiento de a bordo es el principal elemento que determina si el sistema de navegación alcanza el nivel de seguridad operacional necesario para una aplicación RNP; si este requisito se relaciona con el rendimiento de navegación lateral y con la longitudinal; y si permite a la tripulación de vuelo detectar si el sistema de navegación no logra, o no puede garantizar con una integridad de 10⁻⁵ del rendimiento de navegación requerida para la operación que realiza.

Los sistemas RNP ofrecen mejoras respecto a la integridad de las operaciones; esto quizá permita un espaciado menor entre rutas y puede proporcionar suficiente integridad para que en un espacio aéreo específico se usen únicamente sistemas RNP. Por consiguiente, el uso de los sistemas RNP puede ofrecer beneficios considerables en cuanto a seguridad operacional, operaciones y eficiencia, con respecto a los sistemas RNAV.

5.3.5 Requisitos funcionales de navegación

Tanto las especificaciones RNAV como RNP incluyen requisitos respecto a ciertas funciones para la navegación. En un nivel básico, entre estos requisitos funcionales, pueden incluirse:



CIRCULAR INFORMATIVA No. 001-19

IMPLEMENTACIÓN DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN EL RENDIMIENTO PARA LA AVIACIÓN DE ESTADO

Código	DE-AAAES-CIR-001
Versión N°	01
Fecha	24-04-2019

- a. Indicación continúa de la posición de la aeronave con relación a la derrota presentada al piloto a los mandos en una pantalla de navegación situada en su campo de visión principal.
- b. Presentación de distancia y rumbo al punto de recorrido activo (To).
- c. Presentación de velocidad respecto al terreno o tiempo al punto de recorrido activo (To).
- d. Función de almacenamiento de datos de navegación.
- e. Indicación adecuada de fallas del sistema RNAV o RNP, incluidos los sensores.

Entre las especificaciones de navegación más perfeccionadas se incluyen el requisito de bases de datos de navegación y la capacidad de ejecutar procedimientos de base de datos.

5.3.6 Designación de las especificaciones RNP y RNAV

La tabla 1 presenta la clasificación de las especificaciones de las operaciones PBN, así como los respectivos espacios aéreos donde se pueden implementar. También se presenta el máximo error transversal que puede presentar en la función de navegación.

Especificación	Fase de vuelo							
para la				Aproximación				
navegación	OceánicaRe mota	Continental	Llegada	Inicial	interme dia	Final	Frustrada	Salida
RNAV 10	10							PT
RNAV 5		5	5					
RNAV 2		2	2					2
RNAV 1		1	1	1	1		1	1
RNP 4	4							
RNP 2	2	2			- mm www.es.es.am.W.			
RNP1			1 1	1	1		1	1
RNP AVANZADO	2	2 o 1	1	1	1	0.3	1	1
RNP APCH				1				
RNP AR APCH				1-0.1	1-0.1	1-0.1		
RNP 0.3		0.3	0.3	0.3	0.3		0.3	0,3

Tabla 1 Operaciones basadas en desempeño por espacios aéreos

La tabla 2 presenta la variedad de sensores y sistemas de navegación que pueden ser aprobados para cada una de las especificaciones.



FUERZA AÉREA COLOMBIANA AUTORIDAD AERONÁUTICA DE LA AVIACIÓN DE ESTADO CIRCULAR INFORMATIVA No. 001-19 IMPLEMENTACIÓN DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN EL RENDIMIENTO PARA LA AVIACIÓN DE ESTADO Código DE-AAAES-CIR-001 Versión N° 01 Fecha 24-04-2019

Especificación para la	Sensores de navegación						
navegación	GNSS	INS/IRU	DME/DME	DME/DME/IRU	DME/VOR		
RNAV 10	X	X					
RNAV 5	Х	X	X	X	X		
RNAV 2	X		X	X			
RNAV 1	X		X	X			
RNP 4	Х						
RNP 2	X						
RNP1	Х						
RNP AVANZADO	X						
RNP APCH	X	Х			_		
RNP AR APCH	X	The same	Variation of				
RNP 0.3	Х						

Tabla 2 Especificaciones PBN, sensores y sistemas de navegación.

5.3.7 Significado de las designaciones RNAV y RNP

Cabe señalar que, en los casos en que la precisión de navegación se usa como parte de la designación de una especificación para la navegación, la precisión de navegación es únicamente uno de los requisitos funcionales y de rendimiento incluidos en la especificación para la navegación.

Dado que para cada especificación para la navegación se definen requisitos funcionales y de rendimiento específicos, una aeronave aprobada para una especificación RNP no está automáticamente aprobada para todas las especificaciones RNAV. Del mismo modo, una aeronave aprobada para una especificación RNP o RNAV que tiene un requisito de precisión estricto, no está automáticamente aprobada para una especificación para la navegación que tenga un requisito de precisión menos estricto.

5.4 PBN en la Aviación de Estado

En la actualidad hay dos grandes usuarios del espacio aéreo; aviación civil y Aviación de Estado. La aviación civil incluye aeronaves privadas, comerciales y estatales, que transportan principalmente carga y pasajeros, tanto nacional como internacional. La Aviación de Estado incluye aeronaves militares, policiales y de aduanas para transporte, entrenamiento, seguridad y defensa. Ambos sectores son esenciales para la estabilidad mundial y para las economías. En consecuencia, los Estados se ven en la necesidad de gestionar apropiadamente su limitado espacio aéreo de forma que se puedan satisfacer



FUERZA AÉREA COLOMBIANA AUTORIDAD AERONÁUTICA DE LA AVIACIÓN DE ESTADO CIRCULAR INFORMATIVA No. 001-19 IMPLEMENTACIÓN DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN EL RENDIMIENTO PARA LA AVIACIÓN DE ESTADO Código DE-AAAES-CIR-001 Versión N° 01 24-04-2019

los requisitos de la aviación, tanto civil como de Estado. ⁴ Bajo este criterio y alineados a la estrategia de optimización del espacio aéreo colombiano y el fortalecimiento de los componentes de CNS/ATM, la Aviación de Estado tiene como prioridad la implementación de procedimientos de operación PBN como parte de la armonización de la operación cívico-militar, el afianzamiento de la seguridad y eficiencia operacional.

Es así como la AAAES en uso de las facultades que el Decreto 2397 de 2010 le otorga, viene adoptando un procedimiento encaminado a la aprobación operacional de la capacidad PBN en los Entes de Aviación de Estado, con sustento en las guías, circulares de asesoramiento y ayudas de trabajo, entre otros documentos, recomendados por la Organización de Aviación Civil Internacional OACI y el Sistema Regional de Cooperación para la Vigilancia de la Seguridad Operacional SRVSOP, que serán descritos ampliamente en la Circular Regulatoria No 001-19 "APROBACIÓN OPERACIONAL DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN EL RENDIMIENTO PARA LA AVIACIÓN DE ESTADO".

El proceso de aprobación operacional PBN como un todo, requiere de varias aprobaciones parciales así:

- a. Aeronavegabilidad o admisibilidad de la aeronave
- b. Aeronavegabilidad permanente o continuada
- c. Operacional

En aras de ofrecer a los diferentes EAE un proceso bien estructurado para la aprobación operacional en la búsqueda de estandarizar las actividades desarrolladas por la Aviación de Estado, la AAAES se ha alineado con las recomendaciones normativas y operacionales emitidas por la OACI y la SRVSOP; adoptando así las buenas prácticas del máximo órgano rector de la aviación civil internacional. De esta forma, la AAAES ha propuesto de manera integral los siguientes tres requisitos generales que agrupan, los elementos necesarios para aprobar cualquier aeronave de la Aviación de Estado y sus respectivas tripulaciones bajo el concepto PBN:

a) Aeronavegabilidad: Este componente describe criterios necesarios para operar en espacios aéreos PBN en función de las condiciones técnicas de la aeronave. Lo que se busca con este componente es asegurar que la

⁴ OACI Circular 330, Cooperación cívico-militar para la gestión del tránsito aéreo 2011.



FUERZA AÉREA COLOMBIANA Código DE-AAAES-CIR-001 AUTORIDAD AERONÁUTICA DE LA AVIACIÓN DE ESTADO Versión N° 01 CIRCULAR INFORMATIVA No. 001-19 IMPLEMENTACIÓN DE LA NAVEGACIÓN

BASADA EN EL RENDIMIENTO PARA LA **AVIACIÓN DE ESTADO**

Fecha 24-04-2019

aeronave cumpla con las normas de admisibilidad y los requisitos de seguridad operacional para cumplir adecuadamente las funciones y rendimiento definidos en las especificaciones de navegación para las que se prevé obtener la aprobación operacional.

- b) Aeronavegabilidad Continuada: Este componente busca confirmar que los Entes de Aviación de Estado sean capaces de demostrar que el sistema de navegación se mantendrá en el tiempo conforme al diseño de tipo.
- c) Operaciones de vuelo: Este componente busca establecer la competencia de las tripulaciones, teniendo como base los procedimientos operacionales, así como de instrucción y entrenamiento, también se consideran el MEL, el manual de operaciones, lista de chequeo, procedimientos de validación de las bases de datos, procedimientos de despacho y mantenimiento entre otros.

Considerando que cada especificación para la navegación exige unos requerimientos de rendimiento específico, una aeronave aprobada para una especificación de navegación en particular, no está autorizada para todas u otras especificaciones de navegación; cada especificación requiere un procedimiento independiente de aprobación.

5.5 Procedimiento de aprobación PBN AAAES

La aprobación operacional para la navegación basada en el rendimiento es el mecanismo diseñado por la AAAES para que los diferentes EAE logren demostrar el cumplimiento de los requisitos mínimos necesarios para que sus tripulaciones y aeronaves puedan operar en espacios aéreos PBN, bajo las diferentes especificaciones para la navegación. Cada EAE determinará cual o cuales especificaciones le son factibles aplicar, utilizando como referencia la Circular Regulatoria No 001-19 "APROBACIÓN OPERACIONAL DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN EL RENDIMIENTO PARA LA AVIACIÓN DE ESTADO".

El proceso de aprobación operacional tiene cuatro grandes objetivos:

a. Determinar si una aeronave específica propuesta para operar bajo el concepto PBN cumple con los requisitos generales para ejecutar dichas operaciones en términos de precisión, integridad, continuidad, disponibilidad y funcionalidad necesarios para operar en un espacio aéreo determinado.



FUERZA AÉREA COLOMBIANA AUTORIDAD AERONÁUTICA DE LA AVIACIÓN DE ESTADO CIRCULAR INFORMATIVA No. 001-19 IMPLEMENTACIÓN DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN EL RENDIMIENTO PARA LA AVIACIÓN DE ESTADO Código DE-AAAES-CIR-001 Versión N° 01

- b. Comprobar la admisibilidad de la aeronave en términos de equipamiento de forma tal que se logren identificar los sensores de posición necesarios de acuerdo a cada especificación. Estos pueden ser GNSS, sistemas inerciales, VOR/DME y/o DME/DME.
- c. Establecer y velar por el cumplimiento de los requisitos de cualificación mínima de las tripulaciones en lo relacionado con la instrucción, el entrenamiento y los procedimientos operacionales aplicables a cada una de las especificaciones de navegación.
- d. Por último, velar por el cumplimiento de los requisitos de mantenimiento y aeronavegabilidad continuada aplicables.

Para lograr el cumplimiento de los objetivos anteriormente mencionados y con el propósito de hacerlo de manera secuencial, se han acogido las cinco fases recomendadas por la OACI, para conseguir el cumplimiento de los requisitos generales, como se describe a continuación:

5.5.1 Fase uno: Pre solicitud

En esta fase el Ente de Aviación de Estado deberá radicar la solicitud ante la AAAES, que designa al equipo citando a una reunión donde se explicará el procedimiento, los documentos, responsabilidades y actividades que se llevarán a cabo durante cada fase del proceso. Como resultado de la reunión y cierre de la fase 1 se diligenciará un acta, donde además de los temas tratados, se indique que se dieron a conocer los documentos requeridos. Así mismo se le hace entrega del formato "Cronograma de aprobación operacional PBN" para que sea presentado en la siguiente fase. Una vez notificado el EAE, dispone de seis meses para concluir el proceso de aprobación.

5.5.2 Fase Dos: Solicitud Formal

El Ente de Aviación de Estado radica un oficio de "Solicitud Formal" a la AAAES detallando las aeronaves, las especificaciones de navegación y los sensores con los que aplican para aprobación, junto con el cronograma con las fechas propuestas. Seguidamente se convoca a una reunión para discutir, ajustar y dejar en firme el cronograma, como máximo dentro de los seis meses establecidos para todo el proceso. En el cronograma se establecen las fechas para radicar la siguiente documentación:



FUERZA AÉREA COLOMBIANA AUTORIDAD AERONÁUTICA DE LA AVIACIÓN DE ESTADO	Código	DE-AAAES-CIR-001
CIRCULAR INFORMATIVA No. 001-19	Versión N°	01

IMPLEMENTACIÓN DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN EL RENDIMIENTO PARA LA AVIACIÓN DE ESTADO

Versión N°	01
Fecha	24-04-2019

- a. Documentos de aeronavegabilidad que demuestren la admisibilidad RNAV y/o RNP de las aeronaves: Hoja de Datos del Certificado Tipo (TCDS) AFM, Revisión del AFM, suplemento al AFM que demuestren que el sistema es admisible para RNAV y/o RNP.
- b. Aeronaves modificadas para satisfacer estándares RNAV y/o RNP: Documentación de inspección y/o modificación de las aeronaves, si es aplicable. Registros de mantenimiento que documenten la instalación o modificación de los sistemas de las aeronaves.
- c. Para aeronaves equipadas únicamente con INS o IRS: Límite de tiempo RNAV y/o RNP y área de operación. Documentación que establezca el límite de tiempo RNAV y el área de operación o rutas para las cuales el sistema de navegación específico de la aeronave es apto.
- d. Programa de mantenimiento: Para aeronaves con prácticas de mantenimiento establecidas de los sistemas RNAV y/o RNP, la lista de referencias del documento o programa.
- e. Listado de Equipo Mínimo (MEL): Cambio al MEL que muestre los requerimientos del sistema RNAV y/o RNP.
- f. Programa de Instrucción: Programas de instrucción para las tripulaciones de vuelo, despachadores de vuelo y personal de mantenimiento.
- g. Políticas y procedimientos de operación: Manual de operaciones y listas de verificación. Utilización de GPS autónomo como medio primario de navegación: Manual de operaciones. Para el caso de RNP AR APCH se debe incluir el FOSA por cada aeropuerto en el que el explotador pretende usar esta especificación de navegación.
- h. Base de datos de navegación: Detalles del programa de validación de los datos de navegación, incluyendo el contrato con el proveedor de las bases de datos.
- i. Seguimiento de la aprobación RNAV y/o RNP: Indicación de la necesidad de realizar acciones de seguimiento después de los reportes de errores de navegación presentados y el potencial de que la autorización RNAV y/o RNP sea retirada. El tema de operaciones (errores de tripulación) se asocia con el entrenamiento. El tema de aeronavegabilidad (errores de los sensores) se asocia con el programa de confiablidad.
- j. Plan para el vuelo de validación: Se propondrá la ruta en la que se realizará el vuelo de validación. Sólo se hará un vuelo por flota de aeronaves.

5.5.3 Fase Tres: Análisis de la Documentación

Una vez radicada toda la documentación establecida por el cronograma en la fase dos, el equipo de trabajo de la AAAES inicia la respectiva evaluación. En caso que los resultados de esta evaluación no sean aceptados, se notificarán las



FUERZA AÉREA COLOMBIANA AUTORIDAD AERONÁUTICA DE LA AVIACIÓN DE ESTADO	Código	DE-AAAES-CIR-001	
CIRCULAR INFORMATIVA No. 001-19	Versión Nº	01	
IMPLEMENTACIÓN DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN EL RENDIMIENTO PARA LA AVIACIÓN DE ESTADO	Fecha	24-04-2019	

observaciones al Ente de Aviación y estas deberán ser corregidas para el cierre de la fase. Si existe alguna contingencia que impida cumplir con el cronograma deberá ser puesto en conocimiento de la AAAES, para su evaluación y de ser necesaria su reprogramación.

5.5.4 Fase Cuatro: Inspección y Demostración

En esta fase el Ente de Aviación ya debió completar el programa de instrucción a tripulaciones, despachadores y personal técnico. La inspección y demostración podrá incluir un vuelo de validación en el que se evalúe la preparación de la aeronave por parte del personal técnico, la documentación de despacho, la funcionalidad de los sensores en cada una de las especificaciones de navegación y los procedimientos operacionales de la tripulación.

5.5.5 Fase Cinco: Aprobación

La Autoridad Aeronáutica de Aviación de Estado, emite la aprobación RNAV/RNP una vez que el Ente de Aviación de Estado ha cumplido los requisitos de aeronavegabilidad y de operaciones. En este sentido la AAAES emitirá una LOA (Carta de Aprobación) la cual estará firmada por el Jefe de la oficina AAAES y el Comandante de la Fuerza Aérea Colombiana como autoridad máxima de la AAAES.

6. FECHA DE IMPLEMENTACIÓN

A partir de la fecha de su expedición.

7. CAMBIOS DE LA VERSIÓN ANTERIOR

N/A

8. ANEXOS

N/A



FUERZA AÉREA COLOMBIANA AUTORIDAD AERONÁUTICA DE LA AVIACIÓN DE ESTADO	Código	DE-AAAES-CIR-001
CIRCULAR INFORMATIVA No. 001-19	Versión N°	01
IMPLEMENTACIÓN DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN EL RENDIMIENTO PARA LA AVIACIÓN DE ESTADO	Fecha	24-04-2019

9. CONTACTO PARA MAYOR INFORMACIÓN

Para cualquier consulta referente a la presente circular, favor dirigirse a la Oficina de Autoridad Aeronáutica de Aviación de Estado, ubicada en la Carrera 13 No. 66-47 oficina 203 o comunicarse al teléfono 3159800 extensión 4100 o al correo electrónico aaaes.arope@fac.mil.co

General RAMSES RUEDA RUEDA Comandante Fuerza Aérea Colombiana

Aprobó:

MY. GiranRuiz

CR. JAIME VALENCIA Jefe AAAES

Elaboró: TC. HÉCTOR MANOSALVA - AROPE

Revisó: MY. FAUSTO PEREZ - ARTEC

Revisó: CR. FABIO OSPINA - EEPR

Revisó: CR. OSCAR MARAÑON