

**BENEFICIOS EN LA IMPLEMENTACIÓN DEL PERFORMANCE BASED
NAVIGATION (PBN) EN LAS OPERACIONES AÉREAS DE LA AVIACIÓN DEL
EJÉRCITO NACIONAL PARA LAS AERONAVES DE ALA FIJA.**



**PRESENTADO POR:
JOHN FREDY VARGAS PINEDA**

**Docente:
JAIRO ALBERTO JARRÍN**

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
ESPECIALIZACIÓN EN ADMINISTRACIÓN AERONÁUTICA Y AEROESPACIAL
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
BOGOTÁ D.C, COLOMBIA
2016**

BENEFICIOS EN LA IMPLEMENTACIÓN DEL PERFORMANCE BASED NAVIGATION (PBN) EN LAS OPERACIONES AÉREAS DE LA AVIACIÓN DEL EJÉRCITO NACIONAL PARA LAS AERONAVES DE ALA FIJA.

En el mundo actual, existe una necesidad sentida de apostarle al mejoramiento continuo de los sistemas, no siendo ajeno el campo aeronáutico, el cual se encuentra en la búsqueda constante de estrategias que aporten significativamente a la seguridad, y que todo gire en torno a la realización de procedimientos que sean más fáciles y seguros para los pilotos y controladores, quienes son en definitiva, los usuarios finales, las personas que poseen las competencias necesarias en lo que se refiere a conocimientos, destrezas y habilidades para llevar a la práctica todas estas mejoras en la tecnología de la navegación, teniendo en cuenta que sobre ellos recae la responsabilidad en la operación de una aeronave.

Es por ello, que los nuevos procedimientos en la navegación aérea requieren una serie de requisitos relativos a los pilotos y a la aeronave para dar soporte a las operaciones de la navegación basada en la performance (PBN), la cual se define como:

“(…) un conjunto de estándares de navegación, definidos por la OACI, con base en requerimientos de desempeño de la aeronave para cada fase del vuelo. Estos requerimientos de desempeño se expresan en especificaciones de navegación en términos de precisión, disponibilidad, continuidad, integridad y funcionalidad querida para cada espacio aéreo particular. Existen dos tipos de especificaciones de navegación: RNAV y RNP. La especificación RNAV se basa en la navegación de área que no incluye requerimientos de monitoreo y alerta a bordo, mientras que la especificación RNP basada en la navegación de área incluye requerimientos a bordo para monitoreo y alerta”. (AEROCIVIL, 2014, pág. 130)

El PBN es un término relativamente nuevo que incorpora un cambio en la navegación que incluye sensores de navegación fundamentados en la capacidad de la aeronave. Además, se encargó de unificar criterios con respecto a la navegación de área - RNAV y al Performance de Navegación Requerida – RNP, ya que estos dos elementos eran los que prevalecían en el campo aeronáutico, caracterizándose por buscar el desarrollo y mejoras de manera individual. Asimismo, empleaban una señal satelital que variaba en diferentes regiones del mundo creando disparidad en los procedimientos porque algunos sistemas eran similares pero no equivalentes.

Este tipo de avance, en donde se trabaja de forma individual en los sistemas RNAV que se definía como: “un método de navegación que permite la operación de las aeronaves en cualquier trayectoria de vuelo deseada, dentro de la cobertura de las ayudas para la navegación basadas en tierra o en el espacio, o dentro de los límites de capacidad de las ayudas autónomas, o una combinación de ambas” (HERNANDEZ, 2015) y el termino RNP se definía como: “una declaración de precisión del performance de navegación requerida para la operación en un espacio aéreo definido” (HERNANDEZ, 2015), creó discrepancia entre las especificaciones de navegación, las regulaciones internacionales y/o nacionales, las aplicaciones en aviónica y en la formación de los pilotos, aspecto que causó cierta dificultad en las operaciones aéreas internacionales y en algunos casos nacionales afectando significativamente la seguridad operacional.

Es así, como la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) percibiendo la diversidad de desarrollo por distintos caminos de los sistemas RNAV y RNP y los inconvenientes que esto provocaba, en el año 2008 estableció el concepto PBN, el cual homogenizó y estandarizó los requisitos necesarios para buscar una mejora en la efectividad operacional, ante el aumento de la capacidad del espacio aéreo y la globalización del transporte aeronáutico, manteniendo siempre los niveles de seguridad operacional en la evolución de la navegación aérea:

“La PBN establece un entendimiento común para cada especificación de navegación RNAV y RNP, facilitando su aplicación en los diferentes espacios aéreos, el acceso a los mismos y con las aeronaves adecuadas, de manera que se mejora la seguridad y la eficiencia de las operaciones”. (PECOS MACIAS, 2015)

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, en la búsqueda de establecer mejoras de la navegación aérea a través del PBN en la aviación del Estado y más exactamente en la Aviación del Ejército, deben darse unos cambios que diariamente surgen en las nuevas tecnologías, las cuales influyen en los procedimientos del campo aeronáutico, con esto, se pretende que los cambios surjan en la navegación nacional se articulen y sean alcanzables para los objetivos de la aviación del Ejército, en los cuales enfoca su labor:

- *Garantizar la disponibilidad en las misiones de vuelo con **tripulaciones entrenadas, capacitadas y estandarizadas** con el fin de brindar apoyo a la División de Aviación Asalto Aéreo para el cumplimiento del plan de campaña del Ejército Nacional.*
- *Mantener altamente capacitado al personal orgánico de la unidad para potencializar el recurso humano en aras del cumplimiento de la misión institucional.*
- *Maximizar la cultura de seguridad operacional, con el fin de mitigar todo riesgo que pueda atentar contra la integridad del personal de la unidad y las misiones que esta adelanta. (BAAV 1, 2016)*

Partiendo de estos objetivos, en los cuales se busca entrenar y capacitar a las tripulaciones en los cambios que sucedan en la aviación civil para estar a la vanguardia y estandarizados con los procedimientos del PBN, se pretende analizar las ventajas o los beneficios de implementar en su totalidad en las unidades de la Aviación del Ejército Nacional estos procedimientos buscando estar alineados con el plan que emite la Aerocivil y conforme a las normas y requisitos para el personal de aviadores, las cuales estipulan que se “deben estructurar planes de entrenamiento individual y colectivo, con la frecuencia necesaria para mantenerla, las unidades de la Aviación del Ejército se preparan para cumplir misiones de aviación, mediante el entrenamiento frecuente para mantener la pericia, lo que permite a las tripulaciones y los individuos de las diferentes especialidades operar de forma excelente” (DIVISIÓN DE AVIACIÓN ASALTO AÉREO, 2016, pág. 3).

Esto con lleva a que las tripulaciones se enfrenten a cambios claves en la navegación aérea y por lo tanto deban adquirir esos nuevos conocimientos y herramientas prácticas mediante la capacitación y actualización logrando con ello las habilidades requeridas para los procedimientos de vuelo.

Por ende, en la actualidad las tripulaciones de vuelo de las unidades militares de la Aviación del Ejército realizan los procedimientos de reglas de vuelo por instrumentos y reglas de vuelo visuales las cuales están especificadas en las publicaciones de la AIP que emite la aeronáutica civil, por lo tanto, “La AIP Colombia constituye el manual básico de Información Aeronáutica. Contiene información de carácter permanente y

cambios temporales de larga duración, esencial para la navegación aérea y las operaciones aeroportuarias”. (UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONAUTICA CIVIL, 2016).

Entonces, es importante hablar del termino estandarización porque de acuerdo al manual EJC 3-176: “es un principio fundamental de la aviación, está definida como la acción y efecto de ajustar a un tipo de norma todos los procesos y acciones dentro de la Aviación del Ejército”. (EJERCITO NACIONAL, 2012). Por lo tanto se deben adoptar los nuevos procedimientos, porque gracias a su estudio e implementación se pueden obtener óptimos beneficios para la institución, en cuanto al logro de los objetivos y misión organizacional.

Desde el inicio del curso básico de piloto en la Aviación del Ejército Nacional, se ven inmersos en una serie de procesos relacionados con el entrenamiento y la formación de tierra, en donde se analizan temas y se desarrollan asignaturas enfocadas a la aviación, según los programas aprobados por la autoridad aeronáutica, la cual certificó en el RAC 2 “Las directivas de los cursos de escuela de tierra para la instrucción de pilotos, serán las siguientes: Derecho aéreo (40) horas, Aerodinámica (40) horas, Motores de Aviación (30) horas, **Navegación Aérea (80) horas**, Meteorología Aeronáutica (50) horas, Procedimientos Radiotelefónicos (30) horas, Simulador o entrenador de vuelo por instrumentos (30) horas, Psicología (18) horas. (AEROCIVIL, 2016)

De acuerdo con la anterior y más específicamente con lo que tiene que ver con la navegación aérea, la cual se define como: “la ciencia y tecnología que tiene como objetivo determinar la posición de un aeroplano respecto a la superficie de la tierra y mantener con exactitud la ruta deseada” (MUÑOZ, 2015, pág. 320) , los pilotos tienen que estar al día con los procedimientos ya que estos cambian constantemente, se implementan nuevas tecnologías en las aplicaciones de aviónica en las aeronaves, los sensores en tierra usados en la navegación (VOR, DME,). Este conjunto de requerimientos relativos a la aeronave, a la tripulación de vuelo y a los sistemas empleados son necesarios para dar apoyo a las operaciones PBN dentro de un espacio aéreo definido.

Es así como desde sus inicios, el piloto militar ser entrenado y actualizado para tener las habilidades necesarias para poder pilotear un avión de manera efectiva, por lo tanto se debe estar capacitando constantemente, adquiriendo el conocimiento de los procesos que surgen cada día en el mundo de la aviación porque de esta manera realizarán una operación más segura, ya que el piloto es considerado según las reglas de vuelo como “los individuos instruidos, entrenados y calificados, que hacen parte una tripulación y que comandan las aeronaves desde las estaciones de vuelo con acceso a los controles, siendo las responsables por su operación segura y eficaz”. (EJERCITO NACIONAL, 2012, pág. 23)

Es por esto que la Aviación del Ejército con la correcta implementación del PBN asegura la capacitación al personal de tripulantes, en los procesos orientados al

desempeño de sus funciones de manera eficaz y eficiente como pilotos, de acuerdo a los modelos de competitividad que necesita la institución; lo que contribuye a perfilar a las personas como gente facultada para las operaciones aéreas, y las responsables de hacer que se cumpla la misión, la cual dice que “(...) cumple misiones de combate, apoyo de combate, apoyo y servicios para el combate, con el propósito de sostener el poder operacional de las unidades de Helicópteros de la Aviación de Ejército y ejecutar misiones de especiales y de inteligencia técnica con el fin de incrementar la sinergia operacional del Ejército Nacional”. (EJERCITO NACIONAL, 2012, pág. 7)

Tabla 01. Misiones tácticas y configuración de las aeronaves de la Aviación del Ejército

MISIONES TACTICAS DE AVIACION		
C: COMBATE		R: Reconocimiento y Vigilancia SE: Seguridad AT: Ataque AA: Asalto Aéreo ME: Misiones Especiales AF: Apoyo de Fuego
AC: APOYO DE COMBATE		C2: Comando y Control MA: Movimiento Aéreo INT: Inteligencia Técnica ATS: Servicios de Tránsito Aéreo C-SAR: Búsqueda y Rescate en Combate
ASPC:	APOYO Y SERVICIOS PARA EL COMBATE	CASEVAC: Evacuación de Propias Tropas SA: Sostenimiento de Aviación RAV: Recuperación de Aeronaves MEDEVAC: Evacuación Aereomédico (transporte aereomédico)

Fuente: Reglamento de Vuelo para la Aviación del Ejército

Por otra parte, los cambios en la aviación internacional en el ámbito de la navegación aérea, ha propuesto nuevos planes y/o métodos con los cuales se puede mejorar de manera efectiva el tráfico de aéreo a nivel nacional e internacional, por lo cual cada país debe adoptar la normatividad que rige a la aviación civil a nivel mundial. Dentro esta nueva organización del tráfico aéreo, el cual se entiende como el conjunto de procedimientos, sistemas, reglas y regulaciones elaboradas y sancionadas por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), Las autoridades Aeronáuticas regionales y más específicamente para Colombia la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil, que de ahora en adelante se denominara (UAEAC) la cual es:

*“(...) la autoridad en materia aeronáutica en todo el territorio nacional y le compete regular, administrar, vigilar y controlar el uso del espacio aéreo colombiano por parte de la aviación civil, y coordinar las relaciones de esta con la **aviación de Estado**; desarrollando las políticas, estrategias, **planes**, programas y proyectos sobre la materia, contribuyendo de esta manera al mantenimiento de la seguridad y soberanía nacional. (...)”* (PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA, 2004, pág. 1)

De esta forma, la UAEAC está desarrollando el Plan de Navegación Aérea para Colombia, en el cual está inmerso el PBN, buscando que las aeronaves civiles y las aeronaves de estado adopten este nuevo instrumento para facilitar la gestión de tránsito aéreo. El conocimiento de este plan, como su correcta interpretación y aplicación es fundamental, puesto que de ello depende el correcto funcionamiento y aprovechamiento del espacio aéreo, buscando que cada aeronave pueda seguir las diferentes fases de vuelo (carroteo, despegue, crucero, aproximación, aterrizaje y parqueo) de manera óptima.

Por consiguiente se pretende demostrar la importancia que tiene la aplicación de la Navegación Básica por Rendimiento (PBN) la cual “especifica el rendimiento de los sistemas RNAV en aeronaves y los requisitos que se definen en términos de exactitud, integridad, disponibilidad, continuidad y funcionalidad, que son necesarios para las operaciones propuestas en el contexto de un concepto de espacio aéreo en particular.

El concepto PBN representa un cambio de sensores basados en la navegación y basada en el rendimiento”. (CENTRO DE ESTUDIOS DE CIENCIAS AERONAUTICAS, 2013, pág. 2) Este sistema va a mejorar las operaciones que se desarrollan en la aviación civil y en la aviación de estado y permitirá que el uso de aeronaves (helicópteros y aviones) sean utilizados en las diferentes misiones que desarrollan en el espacio aéreo nacional, conscientes de las capacidades de los sistemas empleados, a fin de determinar los beneficios del sistema.

La aviación de estado la cual se define el artículo 1775 del código de comercio como: “(...) las que se utilicen en servicios militares (...)” (PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA, 1971, pág. 426), y en especial la aviación de Ejército no debe ser ajena a estos nuevos procedimientos ya que sus aeronaves utilizan el espacio aéreo colombiano y está normalizada por los reglamentos aeronáuticos colombianos según el artículo 1786 del código de comercio: “(...) rigen las normas sobre tránsito aéreo que determine la autoridad aeronáutica, sin perjuicio de que puedan apartarse de ellas por causa de su actividad específica, en cuyo caso deberán establecerse previamente las medidas de seguridad que sean convenientes.” (PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA, 1971, pág.

427) Por esta razón la aviación de Estado debe aplicar los nuevos procedimientos que emita la UAEAC para lograr un proceso seguro, eficiente, facilitando la navegación aérea en el espacio aéreo Colombiano.

La OACI ha procurado que los procedimientos de navegación aérea queden estandarizados a nivel mundial, empleando tecnologías que puedan satisfacer las necesidades actuales, aumentando la capacidad y la eficiencia de los cielos de cada uno de los países que integran la organización reforzando todos los factores desde el punto de vista de la seguridad operacional en cada una de las actividades relacionadas con la navegación aérea (control, vigilancia, comunicaciones), lo cual lo manifiesta la OACI de la siguiente manera:

“Para asegurarse de que el mejoramiento de la seguridad operacional y la modernización de la navegación aérea permanentes sigan avanzando en conjunto, la OACI creó un enfoque estratégico que vincula el progreso en ambas áreas. Esto permitirá a los Estados y a las partes interesadas lograr el crecimiento seguro y sostenido, el aumento de la eficiencia y la administración ambiental responsable que las sociedades y economías ahora requieren a nivel mundial. (OACI, 2014, pág. 9).”

Basado en lo anterior la navegación aérea ha mejorado con el transcurrir de los años, desarrollando mejoras importantes en la aviónica y los procedimientos basados en satélites que ha permitido una navegación aérea con mayor capacidad y crecimiento del tránsito aéreo en algunas regiones del mundo, pero, aunque se ha trabajado en este aspecto ha resultado difícil marcar una vía estratégica que permita armonizarlo a nivel mundial.

“La solución a estos problemas es un sistema mundial de navegación aérea completamente armonizado que se apoye en tecnologías y procedimientos modernos basados en la eficiencia. Los planificadores de comunicaciones, navegación y vigilancia/gestión del tránsito aéreo (CNS/ATM) han tenido presente este objetivo durante muchos años” (OACIL, 2014, pág. 10)

Para este fin, se optimiza la gestión del tráfico aéreo en Colombia, mediante la Navegación Basada en el Rendimiento (PBN) el cual busca responder a las necesidades de la comunidad aeronáutica, incluyendo el tránsito civil y militar, nacional e internacional así como la compatibilidad de las instalaciones, servicios y procedimientos con los recomendados para las operaciones en las áreas adyacentes, el intercambio oportuno de información entre las dependencias que proporcionan servicios de navegación aérea y entre estas dependencias y los explotadores y a la mejora del desempeño y capacidad de navegación de a bordo requerido, considerando asimismo el entorno operacional, se busca un sistema integral para la aviación del futuro el cual se pueda compartir con los demás países y la navegación este basada en el máximo rendimiento y aprovechamiento, El desarrollo del PBN está previsto en el Volumen I Requerimientos Operacionales.

Sentadas las anteriores premisas, el presente ensayo se pretende enfocar en el Volumen I Requerimientos operacionales, en cual:

“prioriza en corto, mediano y largo plazo las necesidades en el espacio aéreo bajo la responsabilidad de Colombia, con base en los pronósticos de tránsito aéreo, con el fin de contar con un sistema de gestión de tránsito aéreo interfuncional, orientado a servir a todos los usuarios durante todas las fases del vuelo que cumpla con los niveles de seguridad operacional, facilitando la realización de operaciones óptimas, sea sustentable en relación al medio ambiente, y no se perciban divisiones en la transición entre áreas adyacentes.” (AERONAUTICA CIVIL DE COLOMBIA, 2014, pág. 6)

Para efectos de este proceso, el cual es un instrumento que planifica y desarrolla los servicios aeroportuarios y de navegación aérea, mediante la Gestión de Afluencia del Tránsito Aéreo (ATFM), que es una Unidad en Colombia con autoridad suficiente para realizar la planificación del flujo y se podrá apoyar en el sistema ETMS u otros desarrollos proveídos por el área funcional de vigilancia de la Dirección de Telecomunicaciones y ayudas a la Navegación Aérea (AEROCIVIL, 2013), esta unidad busca incorporar en sus procesos una colaboración mutua entre los operadores y comparte con ellos la información que se considere pertinente, incluyendo información de posición de aeronaves, proyecciones, pronósticos y en general todo aquello que contribuya a la eficiencia del Sistema Nacional del Espacio Aéreo.

La finalidad de este proceso, es que el PBN contribuya a una circulación segura, ordenada y expedita del tránsito aéreo asegurando que se utiliza al máximo posible la capacidad ATC, y que el volumen de tránsito es compatible con las capacidades declaradas por la Autoridad ATS competente, además equilibra la capacidad y la demanda, planeada estratégicamente y aplicada tácticamente como resultado de limitaciones de espacio aéreo o de aeropuertos.

Es importante en este punto ahondar sobre la OACI y la navegación aérea, la cual ha promulgado la búsqueda de una aviación segura y eficiente en todo el mundo, a través del desarrollo de posibles soluciones a optimizar la navegación aérea para el siglo XXI, buscando que el sistema de transporte aéreo continúe su progreso hacia

una economía próspera en cada una de las regiones que adopten los nuevos procesos de mejoras por bloques que se proponen, para unificar la navegación aérea del futuro.

Para ello, la OACI creó el plan mundial de navegación aérea (GANP) para 2013–2028, el cual emplea la metodología Enfoque de Mejora por Bloques del Sistema Aviación (ASBU) en el cual ofrece a los Estados un instrumento que les permita planificar de manera armonizada la navegación aérea, este documento dispone de todas las mejoras que se tienen actualmente en cuanto a tecnologías terrestres y de aviónica para que se implanten en las regiones. También ofrece la inversión necesaria que cada Estado debe hacer para que estos tomen las decisiones pertinentes en cuanto a su implementación y planificación que crean convenientes, “Los actuales programas de mejoras de navegación aérea que están aplicando varios Estados miembros de la OACI (SESAR en Europa; NextGen en Estados Unidos; CARATS en Japón; SIRIUS en Brasil; y otros en Canadá, China, India y la Federación de Rusia) son congruentes con la metodología ASBU. (ORGANIZACION DE AVIACION CIVIL INTERNACIONAL, 2014, pág. 12)

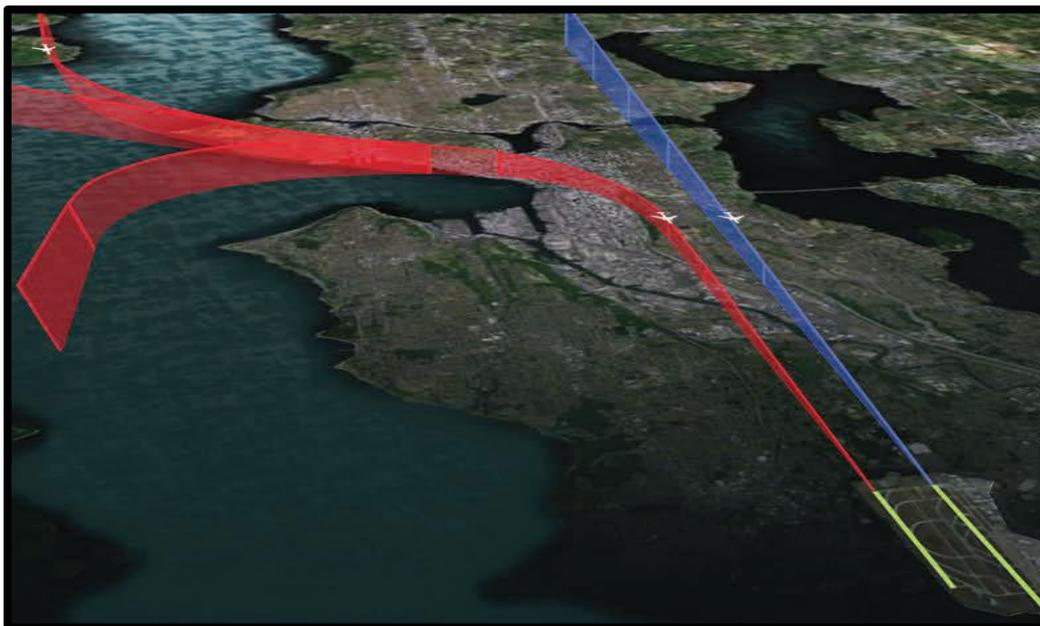
Hoy en día, los Estados antes mencionados están armonizando sus planificaciones con los respectivos módulos de mejoras por bloques lo cual les permitirá garantizar la interoperabilidad a nivel mundial en un corto plazo y soluciones de navegación aérea a largo plazo, empleando los procedimientos PBN el cual favorece las operaciones en el espacio aéreo, en los ascensos continuos (CCO) que se apoyan en el diseño del espacio aéreo y los procedimientos de salidas de los

aeródromos que permiten que una aeronave alcance y mantenga un nivel de vuelo óptimo estable con una predictibilidad de las trayectorias de vuelo para los pilotos y controladores del tránsito aéreo, así mismo, en los descensos continuos (CDO) que le permiten a las aeronaves descender desde la fase crucero hasta la aproximación final mediante un adecuado empuje menor de los motores, permitiendo así la secuencia de aviones que ingresan a los aeropuertos. Las CDO, en conjunto con las CCO, pueden garantizar que se maximice, en condiciones de seguridad, la eficiencia de las operaciones en terminales y que al mismo tiempo se reduzcan significativamente las emisiones que afectan al medio ambiente. (ORGANIZACION DE AVIACION CIVIL INTERNACIONAL, 2014, pág. 22)

Por lo anterior, se hace necesario que todos los países miembros que todavía no han puesto en práctica o no han implementado Enfoque de Mejora por Bloques participen en esta nueva metodología la cual va a permitir que se estandaricen, bien sea todos o varios procedimientos de navegación aérea a nivel mundial. Hay que tener en cuenta que la ejecución de la mejora por bloques es un cambio complejo y fundamental que afecta a varias disciplinas, entre estas tenemos comunicaciones, navegación y vigilancia/gestión del tránsito aéreo (CNS/ATM), y por este motivo se requiere la elaboración de nuevas normas y el perfeccionamiento de las prácticas existentes. Por lo tanto se debe contar con el Plan mundial de navegación aérea (GANP) el cual cuenta con procedimientos progresivos que se implementaran y funcionaran en la navegación aérea de manera paulatina para lograr la modernización y todo lo que conlleva este aspecto, incluyendo el mejoramiento de la seguridad

operacional que permitirá un crecimiento seguro y sostenido. Dentro del (GANP) está considerada la implantación futura del PBN que permitirá en el espacio aéreo un elemento clave para las operaciones avanzadas en un programa de modernización de la Gestión del Tránsito Aéreo (ATM).

Figura 01. La PBN como elemento habilitante para optimizar las operaciones de pistas paralelas cercanas entre sí



Fuente: GANP 2013–2028

Para el proceso de implementación, la OACI se propuso un plazo renovable para que los estados ejecuten el GANP en un término de 15 años, en los cuales cada estado garantice la puesta en marcha del plan, para así mejorar el sistema de aviación, que se armonicen los programas de gestión de tránsito aéreo (ATM) y que pueden eliminarse las barreras que obstaculicen la eficiencia de la aviación, de esta manera la

metodología de mejora por bloques (ASBU) aclara como los usuarios del espacio aéreo deben planear en sus procesos y adquisiciones de equipos para el futuro.

Lo que pretende la OACI es que pasados los 15 años, la aviación mundial este aplicando GANP, pero es flexible en algunos casos, y no pretende exigir que se apliquen todos los bloques en cada Estado o región, sino que deberían aplicar aquellos que solo exista un requisito operacional específico. La flexibilidad es inherente a la metodología de mejoras por bloques (ASBU) y permite implantar los módulos de acuerdo con los requisitos operacionales, el GANP permitirá que los planificadores regionales y estatales determinen que módulos les ofrecen mejoras operacionales para ser aplicados en sus respectivas regiones. No obstante, las mejoras por bloques no imponen en que momento y en qué lugar se deba implantar un módulo en particular, esto puede variar si en el futuro no hay un progreso uniforme entre estados y se obstaculice el paso de una aeronave de un espacio aéreo a otro.

Un examen periódico del progreso del proceso de implantación y un análisis de los posibles impedimentos garantizarán, en última instancia, la transición armoniosa de una región a otra luego de importantes flujos de tránsito, al igual que facilitarán la evolución continua para lograr los objetivos de eficiencia del GANP. (ORGANIZACION DE AVIACION CIVIL INTERNACIONAL, 2014, pág. 27)

Teniendo en cuenta lo anterior, decimos que el espacio aéreo se divide en regiones de información de vuelo y cada país se hace responsable del servicio en su área de responsabilidad. La Unidad encargada de entregar el servicio de control se define como: “dependencia establecida para brindar servicios de control de tránsito

aéreo a los vuelos controlados en el área de control bajo su jurisdicción.” (MENDOZA, 2013, pág. 1). Debido al amplio espacio que maneja, están divididos en sectores de control, cada uno responsable de una parte del espacio total a su cargo. Cuando un avión está a punto de salir de un sector es traspasado al siguiente sector en forma sucesiva, hasta el aterrizaje en su destino.

El Plan mundial de navegación aérea (GANP) ha realizado cambios y/o innovaciones importantes en la aviación mundial, buscando ser una guía en la gestión del tránsito aéreo, para asegurar los resultados en materia de seguridad operacional, dentro de las principales innovaciones esta la aplicación de procedimientos de Navegación Basada en la Performance (PBN) y del sistema de aterrizaje con sistema de aumentación basado en tierra (GBAS) los cuales van a mejorar la optimización del uso de las pistas en las aproximaciones, aumentando la seguridad operacional y la capacidad de los aeropuertos. Estas aplicaciones son posibles mediante el Sistema Mundial de Navegación por Satélite (GNSS) y la Navegación Vertical (VNAV) los cuales proporcionan aumento en las operaciones de vuelo, garantizando el uso del espacio aéreo de las regiones. El GNSS proporciona una amplia variedad de rutas que ayudaran a descongestionar los espacios aéreos, como lo suelen ser por ejemplo el espacio aéreo de Bogotá, garantizando en flujo de aeronaves sin alguna interferencia y disminuyendo la carga de trabajo de los pilotos y los controladores aéreos. La PBN permite reducir la separación entre rutas y aeronaves. Esto a su vez reduce la carga de trabajo, por vuelo, para los controladores. (OACI, 2014, pág. 57)

El siguiente cuadro representa lo que algunos Estados y Regiones necesitan para su implantación, de acuerdo con el grado de complejidad:

Tabla 02. Complejidad

COMPLEJIDAD	MEJORAS
complejidad mínima	Regiones, Estados y lugares con algunos fundamentos de experiencia operacional en PBN que podrían aprovechar mejoras a corto plazo, lo que comprende la integración de procedimientos y la optimización de la eficiencia
complejidad media	Regiones, Estados y lugares que pueden o no poseer experiencia en PBN, pero que se beneficiarían de la introducción de procedimientos nuevos o mejorados. No obstante, muchos de estos lugares pueden tener dificultades de carácter ambiental y operacional que se agregarán a las complejidades de la elaboración y aplicación de procedimientos
complejidad máxima	Regiones, Estados y lugares de esta categoría los que encontrarán más difícil y complejo introducir operaciones PBN integradas y optimizadas. Los volúmenes de tránsito y las limitaciones del espacio aéreo constituyen también complejidades que deben enfrentarse. Los cambios operacionales en estas áreas pueden tener consecuencias profundas en todo el Estado, la región o el lugar

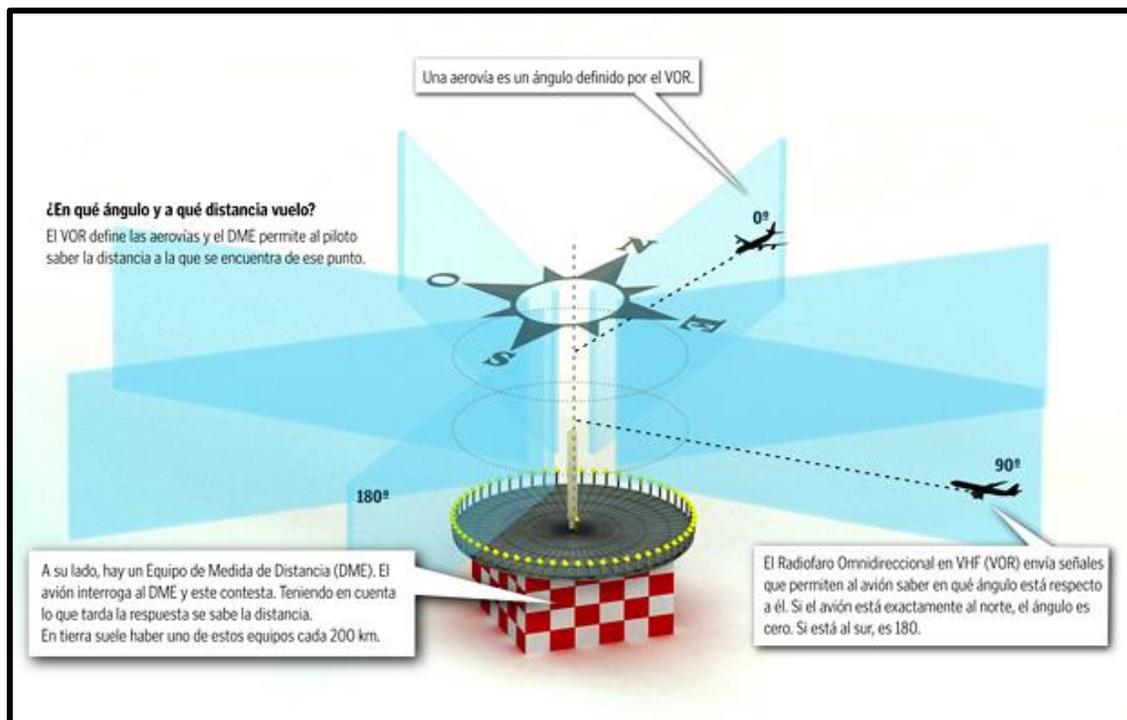
Fuente: GANP 2013–2028

El Sistema Mundial de Navegación por Satélite (GNSS) es una tecnología que ha proporcionado que el PBN evolucione cada día, lo que ha permitido que las operaciones se hagan con mayor exactitud, facilitando que los procedimientos de llegadas y salidas mejoren la capacidad de tránsito, como también perfeccionar las aproximaciones de precisión, por lo tanto:

“La implantación de PBN convertirá en norma las operaciones de navegación de área. DME es la ayuda convencional más apropiada para operaciones de navegación de área (siempre que se cuente a bordo con capacidad de multilateración DME), dado que actualmente se utiliza para ello en aviónica de sensores múltiples. Esto podría dar lugar a un aumento del número de instalaciones DME en algunas regiones. Asimismo, cuando exista, ILS, que sigue utilizándose ampliamente, proporcionará una capacidad alternativa de aproximación y aterrizaje en caso de falla de GNSS”. (OACI, 2014, pág. 105)

Por lo anterior, en la actualidad se cuenta con equipos de navegación en tierra, que son los radiofaros de navegación VOR, DME y NDB, los cuales se habían implantado para una navegación convencional punto a punto, entre rutas lineales entre los diferentes VOR's distribuidos en cada estado, lo que ha permitido que las aeronaves vuelen de un lado a otro. En el transcurso de los años, las operaciones de vuelo han aumentado y por lo tanto se incrementaron las rutas de vuelo lo cual ha hecho que se instalaran equipos de navegación adicionales gracias al apoyo económico que cada región ha dado para el impulso a la navegación (en algunas regiones más que en otras), lo que ha ocasionado a una distribución no uniforme entre los Estados, y esto ha dificultado muchas veces que las empresas aéreas no realicen vuelos a regiones que carecen de infraestructura de navegación.

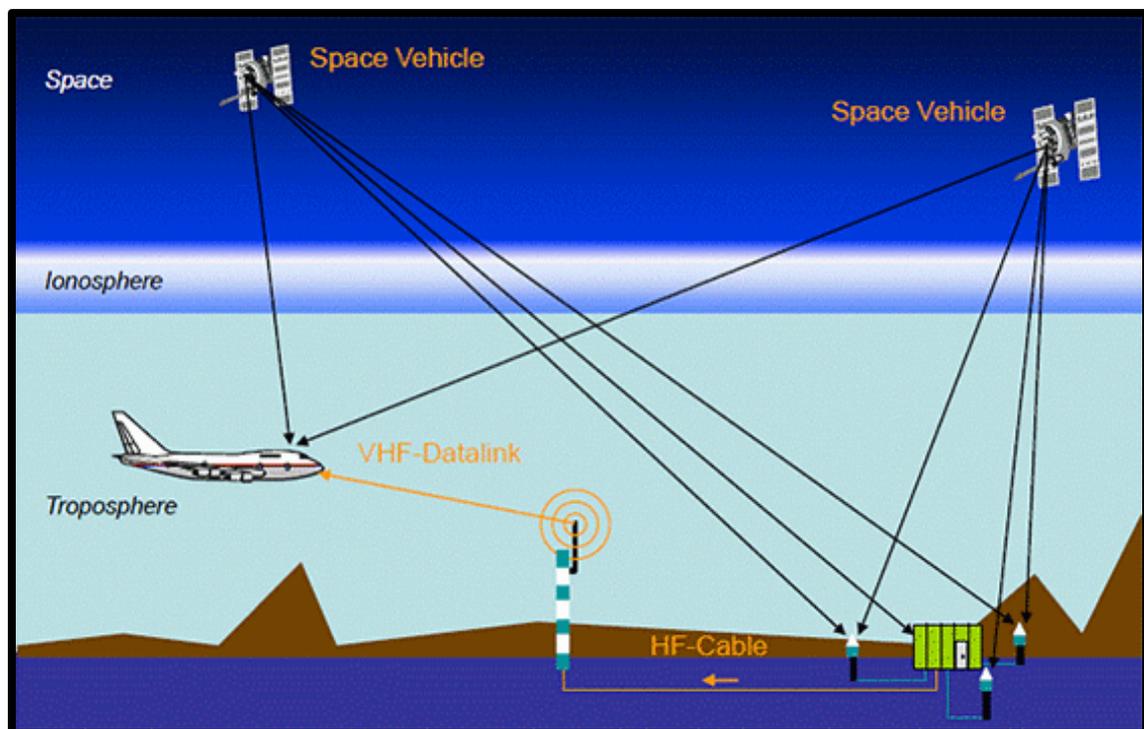
Figura 02. Infraestructura de Navegación por VOR Actual.



Fuente: (Alfaro, 2015)

La introducción de una nueva navegación basada en satélites ha permitido que se instauren nuevas rutas entre los diferentes estados ya que estas no dependen de las ayudas de navegación en tierra, permitiendo ajustar las rutas aéreas a que sean más flexibles, amplias y efectivas a la hora de utilizar el espacio aéreo logrando cumplir con la demanda de tránsito en las regiones, logrando que “ (...) *la evolución continua de la capacidad de las aeronaves para la navegación, mediante navegación basada en la performance, y el uso generalizado de la determinación de la posición por GNSS, las regiones con mayor densidad de tránsito ya no necesitan una elevada densidad de ayudas para la navegación.*” (OACI, 2014, pág. 105)

Figura 03. Infraestructura de Navegación por Satélite (GNSS)



Fuente: (STEVE, 2014)

La Navegación Basada en la Performance (PBN) despliega las vías para implantar sus niveles y aproximaciones de precisión en las siguientes operaciones: oceánico en ruta y continental remoto, continental en ruta, llegada/salida TMA y aproximación. Cada estado es libre de desarrollar e implementar los niveles de PBN que ellos requieran, ya que cada estado es libre de adquirir los requisitos para satisfacer sus necesidades e ir aumentando el nivel de acuerdo a su capacidad de desarrollo y con el tiempo llegar a la especificación más exigente.

La OACI desarrolló el Manual de Navegación Basada en el performance (PBN) (Doc 9613) en el cual se brinda la información sobre antecedentes y aspectos técnicos que le permitirán a los Estados tener un punto de inicio para la implementación detallada sobre aplicaciones de navegación y demás subconjuntos de aplicaciones RPN. “El concepto RNP introduce una verificación de integridad de la posición navegada a nivel de la aeronave y permite detectar automáticamente el incumplimiento respecto a la trayectoria convenida, mientras que hoy esta función incumbe plenamente al controlador.” (OACI, 2014, pág. 108) Esto le permitirá al controlador reducir las cargas laborales y enfocarse en otros aspectos del control del tránsito aéreo (comunicaciones, vigilancia, control)

En el caso del plan de navegación aérea para Colombia, se puede expresar que para el desarrollo y crecimiento ordenado de la infraestructura aeronáutica del país y poder estar alineados con los procesos del Plan mundial de navegación aérea el cual promulgo la OACI y de conformidad con el artículo 5 del decreto 260 donde una de las

funciones de la UAEAC es: “armonizar las disposiciones que promulgue la Organización de Aviación Civil Internacional con los Reglamentos Aeronáuticos Colombianos”. (PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA, 2004, pág. 2), la aeronáutica civil desarrollo Plan de Navegación Aérea para Colombia (PNA COL) el cual es un documento estratégico que deberá ser tenido en cuenta para la actualización de mejora de la infraestructura y servicios para las actividades aéreas como son: salidas, llegadas y procedimientos de aproximación por instrumentos y visual del espacio aéreo Colombiano, así mismo, suministrar estos servicios en los aeropuertos para mejorar la efectividad de los mismos, tomando las medidas para que dichos servicios se provean y se establezcan de conformidad con el Plan de Navegación Aérea para Colombia (PNA COL), para esto la UAEAC tiene el carácter de autoridad ATS competente y por lo tanto:

“(…) es la responsable del suministro de los Servicios de Tránsito Aéreo de manera exclusiva en su espacio aéreo soberano o aquel que le sea asignado a Colombia, por los acuerdos regionales de Navegación Aérea. Dicha autoridad es ejercida por el Secretario de Sistemas Operacionales, quien tiene como función el prestar los servicios de protección y apoyo al vuelo para la navegación en el Espacio Aéreo nacional o el que le sea delegado.” (UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE AERONÁUTICA CIVIL, 2015, pág. 40)

De esta manera, El PNA COL es un sistema integrado de navegación aérea el cual es operacionalmente seguro y eficiente para el transporte aéreo el cual va a ofrecer las condiciones operacionales y tecnológicas que permitan atender la demanda de la navegación aérea. Para esto se supervisara de manera permanente la comunicación, navegación, vigilancia y meteorología aeronáuticos terrestres o por satélite, los cuales son de vital importancia para la seguridad operacional y la

regularidad de los vuelos, además esta, bajo los lineamientos del PBN de la OACI, que asegura una estandarización global de las especificaciones RNAV y RPN que Comprende tres componentes: especificación de navegación, infraestructura de aeronavegación y aplicación de navegación.

Teniendo en cuenta que la UAEAC es la encargada de proyectar la aviación de Colombia y ajustar el plan, que se puede definir como: “el conjunto coherente de políticas, estrategias y metas. El plan constituye el marco general y reformable de acción, deberá definir las prácticas a seguir y el marco en el que se desarrollarán las actividades”. (UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA, 2016), tendrá la gran tarea de gestionar la capacidad del uso del espacio aéreo de acuerdo a lo proyectado en el PNA COL para que de esta forma permita a los usuarios, bien sea la aviación civil o militar usar las trayectorias de vuelos que ellos prefieran.

La Aeronáutica Civil se está encaminando a la Navegación Basada en el Desempeño – PBN ya que este sistema provee una mejoría en las trayectorias de vuelo de forma predecible y armonizada, lo que permitirá el uso más eficiente de las capacidades de las aeronaves y el aumento de la seguridad operacional, así mismo, admitirá la creciente demanda por el espacio aéreo, también permitirá según la UAEAC que “se elimina la necesidad de realizar inversiones redundantes en la elaboración de criterios y en las modificaciones operacionales y la instrucción. Más que construir operaciones para un sistema particular, con la navegación basada en el desempeño las operaciones se definen de acuerdo con los objetivos operacionales, y los sistemas

disponibles se evalúan entonces para determinar si sirven de apoyo”. (AEROCIVIL, 2014, pág. 58)

Los requisitos operacionales en los que el plan se enfoca están orientados hacia los procedimientos de navegación, instalaciones, servicios y demás criterios de planificación que formaran un sistema compuesto el cual busca integrar los requisitos de todas las operaciones nacionales e internacionales, con esto, “El PNA atenderá los requisitos de todas las operaciones proyectadas hasta el año 2025, teniendo debidamente en cuenta, las estrategias y el enfoque ASBU del Plan Mundial de Navegación Aérea y los objetivos estratégicos de la UAEAC. Los planes de instalaciones y servicios, además de satisfacer los requisitos operacionales, tendrán en cuenta la necesidad de:

- a. eficiencia de operación; y
- b. economía en equipo y personal; prestándose la debida consideración a la posibilidad de futura ampliación, sin tener que volver a diseñar ni a planificar.
- c. seguridad operacional” (AEROCIVIL, 2014, pág. 19)

De acuerdo a lo anterior los requisitos necesarios para el empleo de estas aplicaciones de navegación son definidas en forma clara y concisa lo que permitirá que las aeronaves vuelen en un espacio aéreo específico y en una ruta predeterminada que le permita a las tripulaciones y a los controladores de tránsito aéreo ser conscientes de las capacidades de los sistemas de navegación abordo, para esto se tendrá en cuenta la estrategia institucional busca la optimización de los procesos, tal como lo enfatiza en el PNA COL: “De conformidad con la misión de la Aeronáutica Civil en busca del desarrollo ordenado de la aviación civil, de la operación aérea y la utilización segura del

espacio aéreo colombiano, facilitando el transporte intermodal y contribuyendo al mejoramiento de la competitividad del país”. (AEROCIVIL, 2014, pág. 12) , y por consiguiente se han establecido los siguientes objetivos institucionales, a saber:

Tabla 03. Objetivos Institucionales

OBJETIVOS INSTITUCIONALES
1. Mejorar los niveles de la seguridad operacional y la capacidad del espacio aéreo para atender la demanda proyectada
2.- Mejorar la protección de la aviación civil
3. Minimizar el impacto negativo en el medio ambiente generado por la actividad del transporte aéreo.
4. Fomentar y regular el desarrollo, la cobertura y el crecimiento de la aviación civil, la industria y la investigación aeronáutica.
5. Fortalecer la gestión y eficiencia institucional

Fuente: (AEROCIVIL, 2014)

Con estos objetivos se proyecta el PNA COL el cual permitirá lograr una estructura y organización de la gestión de tránsito aéreo nacional eficiente, para que todos los usuarios (civiles o militares) durante las fases del vuelo, reconozcan que el sistema cumple con los niveles de seguridad operacional y proporcione unas operaciones óptimas, satisfaciendo los requisitos de seguridad de la aviación nacional, y para esto:

“La estructura y organización del espacio aéreo comprende una red de rutas ATS o sistema de derrotas organizadas para permitir que las aeronaves sigan la trayectoria de vuelo preferida, o se mantengan lo más cerca posible de ella, tanto en el plano horizontal como en el vertical, desde el aeródromo de salida hasta el aeródromo de destino. Se diseñan rutas ATS basadas en el desempeño (PBN). Las rutas ATS serán ortodrómicas o loxodrómicas entre puntos significativos, siempre que sea posible. Se establecen rutas de llegada normalizadas por instrumentos (STAR) cuando la densidad del tránsito aéreo

justifique su aplicación en un área de control terminal (TMA) y para facilitar la descripción de la ruta y del procedimiento en las autorizaciones del control de tránsito aéreo (ATC). Se establecen rutas de salida normalizadas por instrumentos (SID) para cada pista de vuelo por instrumentos. Siempre que las circunstancias lo permitan, la gestión del espacio aéreo se concibe buscando que cada aeronave pueda seguir su propia trayectoria de vuelo óptima. Para lograrlo se establecen procedimientos para tomar las decisiones en colaboración (CDM)”. (AEROCIVIL, 2014, pág. 45)

Se puede analizar que el PBN ofrece una serie de beneficios en su implementación, los cuales ayudan a mejorar y optimizar el uso del espacio aéreo, así mismo, le permite a las tripulaciones de la Aviación del Ejército a actualizarse en nuevos procedimientos que harán una operación más segura de las aeronaves, entre los beneficios que podemos encontrar están:

- La implementación de procedimientos en descensos continuos y estabilizados, reducen al mínimo accidentes (CFIT) Vuelo controlado contra el terreno, mejorando la seguridad operacional.
- Reduce la necesidad de mantener aeronaves en vuelo, ya que se implantan trayectorias óptimas de vuelo, consiguiendo ahorro de combustible.
- La diversificación de la por navegación por satélite contribuye a la diversidad de los sistemas RNAV y RPN en diferentes aeronaves.
- Aprovechar la capacidad RNAV y/o RNP ya instaladas a bordo de las aeronaves dela Aviación del Ejército, para optimizar el espacio aéreo y estar acorde con los reglamentos aeronáuticos,
- Reduce los tiempos de espera una aeronave del Ejército al ingresar a un espacio aéreo controlado y aeropuertos con alta densidad de tránsito aéreo.

- Determina la forma en que los sistemas RNAV y RPN se utilizan y proporciona la información en el proceso de aprobación operacional de las aeronaves.
- Permite mayor accesibilidad a los aeródromos mediante la reducción de los mínimos de aproximación en aquellas pistas no equipadas con ILS (o con ILS fuera de servicio).
- Le proporciona a las tripulaciones más facilidad para ejecutar las operaciones en los asensos continuos (CCO) descensos continuos (CDO).
- Minimizar las cargas de trabajo del Piloto de la Aviación del Ejército y el control ATC, teniendo en cuenta la reducción del tiempo empleado en las comunicaciones.
- Capacitar a las tripulaciones de la Aviación del Ejército en las actualizaciones de los procedimientos RNAV y RPN.

Conclusiones

La Aviación del Ejército como institución debe propender por actualizarse en los procedimientos de navegación aérea que son promulgados a nivel mundial por la OACI y estar acordes con la reglamentación de la autoridad aeronáutica nacional.

Se puede observar que los procesos de la navegación basada en la performance (PBN), permitirán una operación más confiable de las aeronaves de la Aviación del Ejército, dando cumplimiento a los objetivos organizacionales y permitiendo cumplir la misión de una manera más óptima La Aviación del Ejército como institución debe propender por actualizarse en los procedimientos de navegación.

Se considera fundamental la incorporación del PBN a las operaciones aéreas que desarrolla la Aviación del Ejército por que permiten una mejora en los procedimientos y optimización de los recursos, provee una mejoría en las trayectorias de vuelo de forma predecible y armonizada, lo que facilita el uso más eficiente de las capacidades de las aeronaves y el aumento de la seguridad operacional.

Estos procedimientos le permitirán a las tripulaciones de la Aviación del Ejército ser conscientes de las capacidades de los sistemas de navegación a bordo de las aeronaves, por lo tanto, se debe capacitar al personal en estos temas, ya que es vital en la estrategia institucional que busca la optimización de los procesos.

Aunque todavía está en proceso de adaptación, es importante iniciar con los procesos de implementación de los procedimientos en la navegación aérea, verificando cuales requisitos son necesarios relativos a los pilotos y a las aeronaves para dar soporte a las operaciones de la navegación basada en la performance

Bibliografía

ORGANIZACION DE AVIACION CIVIL INTERNACIONAL. (2014). Plan mundial de navegación aérea 2013–2028. Plan mundial de navegación aérea 2013–2028. MONTREAL, CANADA.

AEROCIVIL. (17 de OCTUBRE de 2013). Organización de la Afluencia del Tránsito. Obtenido de <http://www.aerocivil.gov.co/AIS/E-AIP/AIP%20Generalidades/En%20Ruta/10%20ENR%201.9.pdf>

AEROCIVIL. (8 de ABRIL de 2014). AERONAUTICA CIVIL: Plan de Navegación Aérea para Colombia . Obtenido de <http://www.aerocivil.gov.co/Aerocivil/PlanGestControl/PolíticasPlanesProy/Programas%20y%20Proyectos%20en%20Ejecucion/PNA%20COL%20VOL%20I%20v07%20%20borrador.pdf>

AEROCIVIL. (27 de JUNIO de 2014). Plan de Navegación Aérea para Colombia. Plan de Navegación Aérea para Colombia. BOGOTA D.C., COLOMBIA.

AEROCIVIL. (5 de OCTUBRE de 2015). AERONAUTICA CIVIL: RAC 6 Gestión del Tránsito Aéreo. Obtenido de <http://www.aerocivil.gov.co/AAeronautica/Rreglamentacion/RAC/Biblioteca%20Indice%20General/RAC%20%206%20-%20Gesti%C3%B3n%20de%20Tr%C3%A1nsito%20%20A%C3%A9reo.pdf>

AEROCIVIL. (8 de JUNIO de 2016). AEROCIVIL. Obtenido de RAC:
WWW.AEROCIVIL.GOV.CO

AEROCIVIL. (4 de NOVIEMBRE de 2016). Reglamentos Aeronáuticos de Colombia.

Personal Aeronáutico RAC 2. BOGOTA D.C., COLOMBIA.

AERONAUTICA CIVIL DE COLOMBIA. (ABRIL de 2014). Plan de Navegación Aérea para Colombia . Plan de Navegación Aérea para Colombia . BOGOTA D.C., COLOMBIA.

BAAV 1. (ENERO de 2016). Batallon de Aviacion N°1. Sumario de Ordenes Permanentes (SOP). BOGOTA D.C., COLOMBIA.

CENTRO DE ESTUDIOS DE CIENCIAS AERONAUTICAS. (2013). Manual de Navegacion Basada en el Performance (PBN). BOGOTA D.C., COLOMBIA.

COMISIÓN COLOMBIANA DEL ESPACIO. (DICIEMBRE de 2015). Plan Nacional de Navegación Satelital. Obtenido de https://www.cce.gov.co/sites/default/files/adjutnos_basic_page/PNNS%20ver%2001%20Dic%202015_0.pdf

DIVISIÓN DE AVIACIÓN ASALTO AÉREO. (20 de SEPTIEMBRE de 2016). Directiva Permanente No 00878 Normas y Requisitos Para el Personal de las especialidades de la Aviación Del Ejercito. Anexo N: Instrucción Y Entrenamiento. BOGOTA D.C., COLOMBIA.

EJERCITO NACIONAL. (15 de JUNIO de 2012). Manual de Empleo Táctico del Batallón De Aviones. BOGOTA D.C., COLOMBIA: PUBLICACIONES EJÉRCITO.

EJERCITO NACIONAL. (2012). Reglamento de Vuelo Para La Aviacion del Ejercito.

BOGOTA D.C., COLOMBIA: PUBLICACIONES DEL EJERCITO.

HERNANDEZ, J. O. (2015). WWW.AEROCIVIL.GOV.CO. Recuperado el 13 de

OCTUBRE de 2016, de WWW.AEROCIVIL.GOV.CO:

<http://www.aerocivil.gov.co/AAeronautica/GTecnico/Documents/Introducci%C3%B3n%20al%20PBN%20y%20uso%20del%20GPS%20como%20medio%20primario%20de%20navegaci%C3%B3n%20en%20Colombia.pdf>

MENDOZA, H. (ENERO de 2013). DOCUMENTOS Y ESTUDIOS PREVIOS. Obtenido de

[http://www.aerocivil.gov.co/Aerocivil/Proyecto-Torre-](http://www.aerocivil.gov.co/Aerocivil/Proyecto-Torre-Muisca/Documents/ANEXO_1_DOCUMENTOS_Y_ESTUDIOS_PREVIOS_V2.pdf)

[Muisca/Documents/ANEXO_1_DOCUMENTOS_Y_ESTUDIOS_PREVIOS_V2.pdf](http://www.aerocivil.gov.co/Aerocivil/Proyecto-Torre-Muisca/Documents/ANEXO_1_DOCUMENTOS_Y_ESTUDIOS_PREVIOS_V2.pdf)

MUÑOZ, M. A. (15 de NOVIEMBRE de 2015). WWW.MANUALVUELO.COM.

Recuperado el 7 de NOVIEMBRE de 2016, de

<http://www.manualvuelo.com/NAV/NAV71.html>

Olivera, M., Cabrera Pilar, Bermudez, W., & Hernandez, A. (Abril de 2011). El impacto del transporte aéreo en la economía colombiana y las políticas públicas.

Cuadernos Fedesarrollo.

ORGANIZACION DE AVIACION CIVIL INTERNACIONAL. (2014). Plan mundial de navegación aérea 2013–2028. Plan mundial de navegación aérea 2013–2028.

MONTREAL, CANADA.

PECOS MACIAS, R. (2015). www.hispaviacion.es. Recuperado el 13 de OCTUBRE de 2016, de www.hispaviacion.es: <http://www.hispaviacion.es/pbn-la-navegacion-basada-en-prestaciones/>

PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA. (27 de MARZO de 1971). DECRETO 410. Por el cual se expide el Código de Comercio. BOGOTA D.C.

PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA. (28 de ENERO de 2004). DECRETO 260 . Por el cual se modifica la estructura de la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil AEROCIVIL. BOGOTA D.C., COLOMBIA.

UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONAUTICA CIVIL. (11 de NOVIEMBRE de 2016). AEROCIVIL. Obtenido de AEROCIVIL:
<http://www.aerocivil.gov.co/AIS/AIP/Paginas/Inicio.aspx>

UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE AERONÁUTICA CIVIL. (1 de OCTUBRE de 2015). Reglamentos Aeronáuticos De Colombia. Gestión Del Transito Aéreo RAC 6. BOGOTA D.C., COLOMBIA.

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA. (2016). TEORÍA DE LA PLANEACIÓN . Obtenido de Definición del Concepto de Planeación:
http://datateca.unad.edu.co/contenidos/202531/Carpeta_Unidad_Uno_-_Planeacion/Teorias_de_la_Planeacion.pdf