



ASAMBLEA — 40º PERÍODO DE SESIONES

COMISIÓN TÉCNICA

Cuestión 30: Asuntos diversos a considerar por la Comisión Técnica

EFICIENCIA EN LA GESTIÓN DEL TRÁFICO AÉREO MEDIANTE *PERFORMANCE DE NAVIGACIÓN REQUERIDA CON AUTORIZACIÓN OBLIGATORIA (RNP AR)*

(Nota presentada por CANSO, ACI e ICCAIA)

RESUMEN

La *Performance* de navegación requerida con autorización obligatoria (*Required Navigation Performance Authorisation Required*, RNP AR) se ha utilizado históricamente para mejorar la accesibilidad a aeropuertos cuestionados por su terreno, pero las eficiencias de los procedimientos de la RNP AR también pueden aportar multitud de beneficios en seguridad, capacidad y de carácter medioambiental.

Este documento destaca los beneficios que las operaciones y procedimientos de la RNP AR ofrecen a todas las partes interesadas dentro del sector de la aviación. Este documento también identifica algunos hitos clave en el desarrollo del procedimiento de la RNP AR, así como ejemplos de aplicaciones operacionales que han presenciado cómo la RNP AR se ha convertido en un elemento facilitador clave del concepto de espacio aéreo en la navegación basada en *performance* (*performance-based navigation*, PBN) y ha favorecido las eficiencias en la gestión del tráfico aéreo (*air traffic management*, ATM) global. Según su conclusión, debe buscarse una estrategia a escala de todo el sistema para fomentar e implementar los procedimientos de la RNP AR en múltiples aeropuertos de baja, media y alta densidad.

Decisión de la Asamblea: Se invita a la Asamblea a:

- tener presentes la información y los beneficios relacionados con la implementación de la RNP AR;
- tener presente la eficiencia que puede obtenerse en ATM con la implementación de la RNP AR, aparte de en la reducción de las distancias de vuelo, el gasto de combustible y las emisiones de CO₂.
- tener presente los beneficios recientes de la aplicación de las nuevas normas de separación de la OACI incorporadas en los Procedimientos de servicios de navegación aérea en gestión de tráfico aéreo (PANS ATM, por sus siglas en inglés) y concretamente relacionados con la norma *Establecido según la RNP AR*;
- reconocer el trabajo de CANSO y sus miembros al introducir la RNP AR;
- indicar a la OACI que cree material de orientación dirigido a los estados sobre la implementación de la norma *Establecida según la RNP AR* en el documento 9643 partiendo de la información contenida en esta nota de estudio; e
- instar a todos los estados a considerar la introducción de la RNP AR donde fuera necesario en función de los conocimientos de CANSO y sus miembros.

<i>Objetivos estratégicos:</i>	Esta nota de estudio se relaciona con los Objetivos estratégicos: Seguridad operacional; Capacidad y eficiencia de la navegación aérea, Protección del medio ambiente.
--------------------------------	--

¹ Las versiones en español, árabe, chino, francés, inglés y ruso fueron proporcionadas por CANSO, ACI y ICCAIA.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 El desarrollo y la implementación continuados de los procedimientos de *performance* de navegación requerida (*required navigation performance*, RNP) ha supuesto un elemento facilitador clave en el apoyo a los estados para cambiar a un modelo de espacio aéreo moderno de navegación basada en la *performance* (PBN). El preciso y predecible control del trayectoria en la autorización requerida de la RNP (RNP AR) ha visto cómo su aplicación evolucionaba de proporcionar una accesibilidad mejorada a aeropuertos cuestionados por su terreno u obstáculos, hasta una variedad de espacios aéreos y consideraciones y contextos operacionales, con beneficios de eficiencia, de tipo medioambiental y en seguridad para todo el sistema de ATM.

2. HISTORIA DEL DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO DE LA RNP AR

2.1 Los procedimientos de la RNP se introdujeron por primera vez en los Procedimientos para los servicios de navegación aérea - Operación de aeronaves de la OACI (*Procedures for Air Navigation Services-Aircraft Operations*, PANS-OPS) de la OACI en 1998, en los que se estableció el concepto de definir un requisito de *performance* aplicable a un procedimiento o ruta. Gracias a la tecnología del Sistema mundial de navegación por satélite (*Global Navigation Satellite System*, GNSS), en combinación con la aviónica moderna de aeronaves, que proporciona supervisión a bordo de la *performance* real de navegación y una alerta cuando esta *performance* no se ajusta al requisito especificado, pudieron diseñarse e implementarse trayectorias y procedimientos precisos de vuelos curvados en tres dimensiones.

2.2 Los beneficios iniciales proporcionados por los procedimientos de la RNP AR mejoraron la accesibilidad a aeropuertos con problemas de obstáculos y del terreno que limitaban la accesibilidad según las reglas de vuelo por instrumentos (*Instrumental Flight Rules*, IFR), en particular con malas condiciones meteorológicas. Los aspectos relativos a alertas y supervisión a bordo de la RNP, en términos de la *performance* de navegación real (*actual navigation performance*, ANP), mejoraron enormemente la seguridad de las operaciones en estos entornos. En 1996, Alaska Airlines voló con el primer procedimiento de RNP en un entorno cuestionado por el terreno y rodeando Juneau, en Alaska. A través del establecimiento de requisitos específicos para la ejecución de tramos con radios al punto de referencia (*radius to fix*, RF) para esta especificación de navegación, los procedimientos de la RNP AR utilizaron segmentos de procedimiento curvados, que siguieron el canal de Gastineau, lo que proporcionó una ruta predecible y más segura hacia el aeropuerto.

2.3 Enseguida se vio que la naturaleza tridimensional y el control preciso de la trayectoria en los procedimientos de la RNP AR tenían aplicaciones fuera de los entornos con terrenos cuestionados. Los procedimientos de la RNP AR pueden usarse en espacios aéreos congestionados con mucho tráfico para favorecer el control y la estructuración eficientes de la trayectoria para así separar una aeronave de otra, o evitar limitaciones en espacios aéreos controlados. Además, el componente vertical del procedimiento podría dirigirse hacia operaciones de descenso continuo (*continuous descent operations*, CDO) mediante la especificación de los ángulos de descenso verticales necesarios y/o las limitaciones en altitud, por lo que podrían materializarse beneficios adicionales en eficiencia de vuelo asociados a estas CDO. La guía de trayectoria vertical y lateral proporcionada por los procedimientos de la RNP AR permite perfiles de vuelo altamente eficientes, que pueden reducir significativamente el kilometraje del trayecto al compararse con los procedimientos terrestres convencionales. La reducción del kilometraje del trayecto conlleva un ahorro en tiempo de vuelo y consumo de combustible, con la consecuente reducción en la emisión de gases con efecto invernadero. Debido a los eficientes perfiles de vuelo de los procedimientos de la RNP AR, también puede eliminarse la dependencia de las aproximaciones visuales para así mejorar la capacidad del aeropuerto y reducir significativamente las aproximaciones inestables.

2.4 Las nuevas normas de separación del ATC (*Air Traffic Control*) también se han desarrollado para aprovechar los aspectos de precisión, supervisión y alerta de los procedimientos de la RNP AR. Los Procedimientos para los servicios de navegación aérea – Gestión del tráfico aéreo (*Procedures for Air Navigation Services – Air Traffic Management*, PANS-ATM) y el Manual sobre operaciones simultáneas en pistas de vuelo por instrumentos paralelas o casi paralelas (*simultaneous operations on parallel or near-parallel instrument runways*, SOIR) contienen orientación sobre cómo pueden usarse los procedimientos de la RNP AR para las operaciones simultáneas de pistas paralelas independientes o dependientes.

2.5 Además, recientemente se ha incorporado en los PANS ATM una nueva norma de separación, *Establecida según la RNP AR*, tras una investigación inicialmente realizada por un miembro del Panel de separación y seguridad del espacio aéreo de la OACI (*Separation and Airspace Safety Panel*, SASP), la cual se presentó como una propuesta operacional y recibió un amplio apoyo por parte de miembros del SASP. La norma de separación *Establecida según la RNP AR* utiliza el control preciso de la RNP AR para considerar una nave como «establecida» en el rumbo de aproximación final al comienzo del procedimiento de aproximación.

2.6 *Establecida según la RNP AR* permite considerar que una aeronave está establecida en el rumbo de aproximación final en un punto más anterior dentro de la aproximación. Por ello, pueden realizarse aproximaciones simultáneas con una aeronave volando con un procedimiento eficiente de CDO RNP AR en una o más de las pistas paralelas. La aeronave que llegue a la otra pista paralela puede secuenciarse para la aproximación final sin necesidad de asegurar la separación vertical. El uso de esta norma reduce la carga de trabajo de ATC (siglas de Control del tráfico aéreo) al eliminar el requisito de vectorización, además de proporcionar rutas de vuelo predecibles. Estos mismos beneficios para la carga de trabajo y en seguridad también los disfruta la tripulación, ya que se permite que el ordenador de gestión del vuelo administre los perfiles lateral y vertical de la aeronave, dentro de lo que viene siendo normalmente un entorno muy complicado.

2.7 Antes de la inclusión de los PANS-ATM, la FAA (Administración Federal de Aviación) había usado el concepto en el Aeropuerto Internacional de Denver durante condiciones visuales meteorológicas con configuraciones concretas de pistas. En la actualidad, Denver ha evolucionado hasta incluir también operaciones con condiciones meteorológicas instrumentales (*Instrument Meteorological Conditions*, IMC). Cuando en noviembre de 2018 se incluyó oficialmente esta norma en los PANS ATM, la corporación NAV CANADA inició operaciones completas usando *Establecida según la RNP AR* en el Aeropuerto Internacional de Calgary (véase el caso práctico de la sección 6). Otros aeropuertos internacionales importantes, como *el de Heathrow*, el internacional de Brisbane y el internacional de Houston, están valorando activamente la implementación de esta nueva norma de los PANS ATM.

3. BENEFICIOS MEDIOAMBIENTALES DE LAS OPERACIONES RNP AR

3.1 La RNP AR se ha usado para reducir de forma importante el kilometraje del trayecto recorrido en vuelo en zonas de terminales para las operaciones de aproximación, en comparación con la secuenciación tradicional de los procedimientos de aproximación convencionales directos. Por ejemplo, Airways New Zealand ha indicado que la introducción de las aproximaciones de la RNP AR para la Pista 23 del Aeropuerto Internacional de Auckland (NZAA) redujo la cantidad de kilómetros del trayecto en vuelo para las llegadas en aproximadamente 22,5 km en comparación con las aproximaciones tradicionales directas. La empresa Boeing y la FAA han indicado que los procedimientos de la RNP AR para la Pista 16R del Aeropuerto Internacional de Seattle-Tacoma (KSEA) hicieron reducir el kilometraje de la trayectoria, al compararlo con el procedimiento «tradicional» directo vectorizado, en unos 38 kilómetros. Varios proyectos de la Investigación en Gestión del Tráfico Aéreo en el Cielo Único Europeo (*Single European Sky ATM –Air Traffic Management– Research*, SESAR) han demostrado la

valía de la RNP AR, como por ejemplo la implementación de la RNP sincronizada en Europa (*RNP Implementation Synchronized in Europe, RISE*), que implicó el despliegue de la PBN en ocho aeropuertos regionales del sur de Europa. La reducción resultante en kilometraje de la trayectoria, en combinación con la naturaleza de las CDO de los procedimientos de la RNP AR, en estos ejemplos contribuye a un tiempo menor en el sistema, junto con una reducción del consumo de combustible y de las emisiones de gases con efecto invernadero para las aeronaves que aterrizan.

3.2 Las técnicas tradicionales de secuenciación de aeronaves exigían que la aeronave navegara sobrevolando ayudas terrestres a la navegación y que posteriormente se vectorizara hasta llegar al rumbo de aproximación final. Debido a lo impredecible del kilometraje de la trayectoria, los pilotos solían descender antes y estabilizar su aeronave antes de la aproximación final. Estos segmentos de vuelo estable generaban un incremento de la polución sonora producida por la aeronave debido a su aplicación de empuje para estabilizarse, con lo que las configuraciones de aeronaves resultantes aumentaban el ruido del fuselaje.

3.3 La gestión de los perfiles lateral y vertical de la RNP AR puede utilizarse para favorecer las CDO. En las CDO, la aeronave inicia el descenso desde altitudes de crucero elevadas y utilizan el mínimo empuje durante la fase de descenso del vuelo hasta un punto en el que la aproximación final se alinea con la pista. El descenso continuo del perfil de las CDO permite que la aeronave permanezca a altitudes mayores tanto como sea posible y, una vez que se inicia el descenso, evita segmentos de nivel de baja altitud, lo cual hace necesario un mayor empuje por parte del motor. Una aeronave que se estabiliza a altitudes inferiores también necesita usar dispositivos que generen elevación, tales como *flaps* y *slats*, los cuales provocan un aumento del ruido del fuselaje del aparato. Los procedimientos de la RNP AR pueden diseñarse para facilitar el descenso continuo desde un entorno de ruta hasta la terminal y hasta el punto en que la aeronave se alinee con la pista. Unos estudios realizados por la Autoridad de Aviación Civil del Reino Unido (CAP 1544 «*Review of Arrival Noise Controls*» –Revisión de los controles del ruido de las llegadas–) y la FAA (Documento n.º 594 «*Determining the Environmental Benefits of Implementing Continuous Descent Arrival Procedures*» –Determinación de los beneficios medioambientales de la implementación de los procedimientos de llegada con descenso continuo–) han demostrado que el perfil más silencioso de las CDO reduce el nivel sonoro de las aeronaves en hasta 5 decibelios.

3.4 Debido a la naturaleza exacta de las trayectorias de los procedimientos basados en la RNP AR, muchas aeronaves pueden sobrevolar más a menudo el mismo lugar sobre tierra, con la consecuente concentración de ruido proveniente del fuselaje y el motor. Aunque puede constituir una desventaja, este aspecto de concentración sonora de los procedimientos de la RNP AR puede convertirse en una valiosa medida de atenuación del ruido, si se usa de la forma adecuada. Idealmente, el diseño del procedimiento debería concentrar las aeronaves sobre zonas no residenciales, de ser posible. Los procedimientos de la RNP AR también pueden desarrollarse de modo que las rutas de vuelo eviten zonas sensibles al ruido o bien con mucha población, o para que sobrevuelen lugares topográficos tales como ríos, carreteras o áreas agrícolas. Si se elimina la necesidad de segmentos de vuelo de bajo nivel durante las operaciones paralelas simultáneas, pueden reducirse de forma importante tanto el ruido resultante originado por el fuselaje y el motor de la aeronave, como el consumo de combustible asociado para mantener el nivel de vuelo.

3.5 Las operaciones asociadas a la Norma *Establecida según la RNP AR* ayudan también a reducir el kilometraje de la trayectoria, el tiempo de vuelo y el consumo de combustible, y también aportan beneficios respecto al ruido, al permitir una utilización más acentuada de los procedimientos de la RNP AR durante operaciones paralelas simultáneas e intensas. A través de sus instantáneas de *performance* de NextGen, la FAA ha indicado, mediante el uso de *Establecida según la RNP AR* en el Aeropuerto Internacional de Denver (KDEN) y durante condiciones meteorológicas instrumentales, que una aeronave podría volar de 24 a 32 kilómetros menos antes de la maniobra final. Con una velocidad normal de maniobra en la zona de terminal, esto podría significar hasta un ahorro de 5 minutos en el tiempo en vuelo.

3.6 En operaciones en pista paralela de alta densidad, la norma *Establecida según la RNP AR* permite al ATC realizar operaciones independientes simultáneas de forma más eficiente. Las operaciones tradicionales de aproximación paralela simultáneas, en las que no es posible una distancia lateral suficiente debido a la proximidad de las pistas paralelas, hacen necesario que el ATC ordene las aeronaves que llegan en el rumbo de aproximación final usando vectores, al tiempo que debe mantener la separación vertical de 1000 pies hasta que las naves estén establecidas en su rumbo de aproximación final. Esta operación paralela «Alta-Baja» considera a la aeronave del lado «Bajo» empujada hacia altitudes inferiores y nivelada en una parte considerable del último viento a favor y/o el tramo básico.

3.7 Las eficiencias operacionales que pueden conseguirse con la RNP AR y *Establecida según la RNP AR* deben valorarse según costes adicionales y factores tales como las tarifas de equipaje locales. Sin embargo, hay que admitir que se necesitan varios aeropuertos con la RNP AR dentro de la red operacional de una compañía aérea para impulsar la situación comercial del equipaje, con lo que la acción de poner en marcha la RNP AR no debería demorarse necesariamente hasta que haya el suficiente equipaje de compañías aéreas o argumentos comerciales positivos de aeropuertos concretos. Una estrategia a escala de todo el sistema para implementar los procedimientos de la RNP AR en un gran número de aeropuertos de densidad baja, media y alta puede producir multitud de beneficios, incluidos importantes beneficios económicos para las partes interesadas del sector. Por ejemplo, en Canadá, el proyecto de desarrollo de la RNP AR nacional está introduciendo procedimientos de la RNP AR en 40 aeropuertos con diferentes niveles de tráfico. NAV CANADA ha concluido que el uso de estos procedimientos permitirá un ahorro de aproximadamente 132 millones de CAD en combustible para el año 2020.

4. **IMPLEMENTACIÓN DE LA NORMA ESTABLECIDA SEGÚN LA RNP AR EN EL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE CALGARY (CYYC)**

4.1 El 8 de noviembre de 2018, coincidiendo con la inclusión de la nueva norma de separación *Establecida según la RNP AR* en los PANS ATM, el Aeropuerto Internacional de Calgary (CYYC), en Canadá, empezó a aplicar integralmente la nueva norma, tal como destacó la OACI.

4.2 La diferencia en el kilometraje de la trayectoria al usar la norma de separación *Establecida según la RNP AR*, en comparación con la operación tradicional «Alta-Baja» en el CYYC, reduce la distancia de la trayectoria en unos 17 kilómetros, con variaciones según la configuración de la pista y la dirección del vuelo. Los segmentos de aproximación «tangente» se añadieron a las rutas de aproximación «curvadas» tradicionales de los procedimientos de la RNP AR para favorecer la conectividad con los flujos de tráfico de llegadas. Estos segmentos de aproximación tangentes de la RNP AR permiten al ATC considerar que la aeronave que llega está despejada para que la aproximación de la RNP AR esté “establecida en final” en cuanto a la separación ya a 32 kilómetros del aeropuerto.

4.3 La reducción en el kilometraje de la trayectoria gracias al uso de *Establecida según la RNP AR* en el CYYC puede traducirse en una disminución aproximada de 3 a 4 minutos en tiempo de vuelo para cada vuelo. A lo largo de un día, el CYYC tiene una media de 100 aproximaciones con RNP AR, lo cual significa una reducción de hasta 1700 kilómetros de trayectoria diarios. Desde una perspectiva temporal, esto equivale a unas 4 a 5 horas de vuelo ahorradas cada día, o bien de 1400 a 1800 horas cada año. Estos ahorros en tiempo de vuelo reducen el período durante el cual la aeronave que llega se encuentra volando a altitudes bajas sobre las poblaciones de los alrededores del aeropuerto. Desde el punto de vista del ahorro de combustible, los operadores de aerolíneas han indicado que cada aproximación con la RNP AR en el CYYC puede significar un ahorro, en una aeronave de fuselaje estrecho, de hasta 100 kilogramos de combustible, y de 200 a 300 kilogramos para una aeronave de fuselaje ancho. A lo largo de un año, 36 000 aproximaciones con la RNP AR en el Aeropuerto Internacional de Calgary resultan en una reducción de 4,1 millones de kilogramos de emisiones de CO₂ gracias al menor consumo de combustible.

5. EL PAPEL DE CANSO EN EL APOYO AL DESPLIEGUE DE LA PBN

5.1 La navegación basada en la *performance* (PBN) constituye una importante prioridad para los miembros de la CANSO, así como un elemento facilitador clave en sus esfuerzos por transformar el rendimiento de la ATM a escala global. La CANSO ha sido una firme defensora del empleo de la PBN ya desde su concepción publicó *Accelerating Air Traffic Management Efficiency: A Call to Industry* en 2012. La asociación ha promovido los beneficios de la PBN dentro del sector y entre sus partes interesadas, dada la importancia no solo de garantizar que los ANSP (proveedores de servicios de navegación aérea) puedan utilizar la PBN, sino también de que las compañías aéreas adopten las medidas necesarias para asegurarse de que disponen de la aviónica apropiada y de que sus tripulaciones se formarán.

5.2 En 2015, la CANSO publicó *Performance Based Navigation Best Practice Guide for ANSPs* para proporcionar orientación práctica sobre la navegación basada en la *performance* (PBN), ya que se aplica principalmente a entornos de espacios aéreos de terminales. Además, en febrero de 2017, la CANSO lanzó *Performance-Based Navigation for ANSPs: Concept 2030*, que identifica las tecnologías y servicios actuales y futuros relacionados con la PBN, así como los potenciales obstáculos para una implementación satisfactoria de la PBN, al tiempo que destaca las capacidades y recursos que deberían tener en cuenta los ANSP. Estos tipos de publicaciones respaldan a los ANSP en su planificación estratégica a medida que se preparan para, o continúan con, la implementación de la PBN en sus propias regiones.

6. CONCLUSIÓN

6.1 La CANSO continúa trabajando con sus miembros y las oficinas regionales de la OACI con el fin de examinar las formas de apoyar más el despliegue de la RNP AR, así como para destacar los beneficios que pueden alcanzarse en muchas situaciones de ATM y operaciones de aeronaves, sin olvidar el medio ambiente.

6.2 Se invita a la Asamblea a acordar las medidas que figuran en este Resumen.