

**NOTA DE ESTUDIO****DUODÉCIMA CONFERENCIA DE NAVEGACIÓN AÉREA****Montreal, 19 - 30 de noviembre de 2012****Cuestión 5 del****orden del día: Trayectorias de vuelo eficientes mediante operaciones basadas en la trayectoria****5.3: Mayor flexibilidad y eficiencia en los perfiles de descenso y salida****MÓDULOS DE MEJORAS POR BLOQUES DEL SISTEMA DE AVIACIÓN
RELACIONADOS CON LAS OPERACIONES BASADAS EN LA TRAYECTORIA****RESUMEN**

El 37º período de sesiones de la Asamblea de la OACI encargó a la Organización que aumente sus esfuerzos para satisfacer las necesidades mundiales relativas a la interoperabilidad del espacio aéreo manteniendo a la vez su concentración en la seguridad operacional. Con esta finalidad, se propone a la Conferencia un marco para la armonización e interoperabilidad mundiales del espacio aéreo, denominado Mejoras por bloques del sistema de aviación (ASBU), para su incorporación en la cuarta edición del *Plan mundial de navegación aérea*.

El marco para las ASBU incluye módulos en una serie de bloques, apoyados por hojas de ruta tecnológicas, que sirven para perfeccionar progresivamente muchos aspectos de las operaciones de la aviación civil. En esta nota se presentan los módulos relacionados con las operaciones basadas en la trayectoria (TBO), lo cual incluye:

- a) B0-40 y B1-40 – vigilancia y comunicaciones por enlace de datos en apoyo de TBO; y
- b) B3-05 – operaciones basadas en trayectorias 4D – 4D TRAD.

Medidas propuestas a la Conferencia: Se invita a la Conferencia a convenir en la recomendación contenida en el párrafo 3.

<i>Objetivos estratégicos:</i>	Esta nota de estudio se relaciona con el Objetivo estratégico – <i>Seguridad operacional</i> .
<i>Repercusiones financieras:</i>	Se espera que los impactos de los costos de estos módulos sean moderados y se prevé que serán predominantemente sufragados por los ANSP sobre la base de que los requisitos previos de capacidades del explotador, como la navegación basada en la performance (PBN) y las comunicaciones por enlace de datos entre controlador y piloto (CPDLC), son atribuibles a esos programas y no a las TBO. No obstante, sobre la base de indicios preliminares, los beneficios de la implantación de estos módulos podrían ser importantes para la performance del sistema global y, una vez implantados, se prevé que los beneficios compensen con creces los costos.

Referencias:	<i>Resoluciones vigentes de la Asamblea</i> (al 8 de octubre de 2010) (Doc 9958) <i>Concepto operacional de gestión del tránsito aéreo mundial</i> (Doc 9854) <i>Plan mundial de navegación aérea</i> (Doc 9750) AN-Conf/12-WP/3 AN-Conf/12-WP/18
---------------------	---

1. INTRODUCCIÓN

1.1 La próxima edición del *Plan mundial de navegación aérea* (Doc 9750, GANP) se presentará a la aprobación de la próxima Asamblea de la OACI en 2013. El proyecto de GANP, y la estrategia relativa a las mejoras por bloques del sistema de aviación (ASBU) que en él se establece, propone que las futuras mejoras de tecnología y procedimientos de navegación aérea estén organizados y basados en un enfoque estratégico consultivo que coordina las capacidades específicas de actuación mundial y los calendarios flexibles de mejoras relacionadas con cada componente.

1.2 Los módulos ASBU se organizan en bloques constructivos flexibles y ampliables que puedan ser implantados en función de la necesidad operacional, pero reconociendo a la vez que la implantación de un módulo particular no es obligatoria en todas las áreas y circunstancias. El enfoque adoptado no es limitativo y acepta el hecho de que un despliegue, adicional a los textos descritos en la ASBU, también podría tener lugar o ser necesario. Los amplios plazos cronológicos relacionados con el marco de las ASBU (Bloque 0 = 2013, Bloque 1 = 2018, Bloque 2 = 2023, Bloque 3 = 2028) están destinados únicamente a representar el estado de preparación inicial de todos los componentes, comprendidas las normas y métodos recomendados (SARPS) de la OACI, necesarios para el despliegue, y no implican necesariamente un calendario obligatorio de implantación a nivel estatal o regional. El marco de las ASBU con las hojas de ruta tecnológicas de apoyo asegura que las actividades de planificación y despliegue de la implantación a nivel estatal y regional puedan llevarse a cabo con confianza en el hecho de que todos los componentes necesarios para la implantación particular estarán disponibles en las fechas ASBU mencionadas.

1.3 El pasaje del actual modelo de gestión del tránsito aéreo (ATM) (donde se conoce la ubicación actual de la aeronave) a un concepto de gestión basada en la trayectoria (donde también se conoce la futura ubicación de la aeronave) resulta fundamental para aumentar la eficiencia de las trayectorias de vuelo. Mediante el uso de información de trayectoria dinámica compartida para facilitar la toma de decisiones en colaboración (CDM) de área amplia entre proveedores de servicios de navegación aérea (ANSP) adyacentes en la misma región de información de vuelo (FIR) y FIR vecinas, el sistema ATM podrá analizar y predecir con exactitud futuras situaciones basándose en parámetros tridimensionales y, en última instancia, cuatridimensionales, incluyendo el tiempo. Para apoyar las medidas que llevarían a las operaciones basadas en trayectorias 4D se propone la inclusión en el marco de las ASBU de los dos siguientes hilos conductores, tal como se describe en los Apéndices de la presente nota de estudio y se ilustra en la adjunta Figura 1:

- a) vigilancia y comunicaciones por enlace de datos en apoyo de las TBO; y
- b) operaciones basadas en trayectorias 4D (4D TRAD).

2. MÓDULOS ASBU – OPERACIONES BASADAS EN LA TRAYECTORIA

Estrategia general

2.1 El concepto de ATM mundial, implantado mediante programas regionales, prevé que el control de tránsito aéreo (ATC) se transforme en gestión del tránsito por trayectoria. El objetivo es

aumentar la flexibilidad para los usuarios y maximizar la eficiencia operacional aumentando al mismo tiempo la capacidad del sistema y mejorando los niveles de seguridad operacional. Se prevé que el futuro sistema ATM evolucione para apoyar los requisitos del concepto que:

- a) comprenderán la compartición sistemática de los datos sobre trayectorias de aeronaves entre los actores en el proceso ATM;
- b) asegurarán que todos los actores tienen una visión común de un vuelo y cuentan con acceso a los datos más exactos disponibles;
- c) permitirán que las operaciones respeten los estudios económicos de cada usuario del espacio aéreo; y
- d) mejorarán la actuación de los servicios aeronáuticos de búsqueda y salvamento.

2.2 La introducción global de 4D TRAD basada en los marcos cronológicos del Bloque 3 verá la combinación de muchas de las capacidades previamente implantadas mediante los módulos ASBU, incluyendo las que optimizan las trayectorias individuales, los flujos de tránsito y el uso de recursos escasos como el espacio aéreo y las áreas de movimiento de los aeropuertos, integrando todas un entorno operacional global. Podría hacerse lugar a niveles mixtos de performance de aeronaves y de autorización de tripulaciones de vuelo mediante la compartición en tiempo real de datos exactos a través de mecanismos como la información de vuelo y flujo para un entorno de colaboración (FF-ICE) y la gestión de la información de todo el sistema (SWIM). Las aeronaves pueden comunicar información real y de intención a los sistemas automáticos de ATC y las capacidades de prohibición y resolución automáticas de problemas aprovecharán las capacidades de a bordo apoyando planes de vuelo preferidos por el usuario y minimizando los cambios a esos planes a medida que las aeronaves atraviesan el espacio aéreo. La base de todas las operaciones debería ser las trayectorias cuatridimensionales precisas que se compartan continuamente entre los interesados involucrados.

2.3 Los pasos que hay que dar hacia el desarrollo de 4D TRAD se relacionan directamente con el nivel de madurez de las tecnologías y mejoras operacionales requeridas, y todos están motivados por la necesidad de optimizar el perfil de vuelo en todas las fases. Los requisitos elementales se relacionan con la precisión de la navegación en todas las dimensiones, incluyendo el tiempo, y la capacidad para comunicar continuamente datos de trayectoria en los dos sentidos entre las plataformas de a bordo y de tierra. A partir del Bloque 3, la aeronave debería estar en condiciones de adherir estrictamente a su trayectoria 4D e intercambiar información sobre la misma. Los sistemas terrestres deberían apoyar la automatización de la gestión de la afluencia del tránsito y la medición basada en el tiempo, secuencias integradas y capacidades de vigilancia aumentadas para predecir continuamente la demanda y la capacidad de todos los recursos del sistema ATM y generar soluciones óptimas.

Evolución incremental

2.4 A partir del Bloque 0, la optimización estructurada de los perfiles de vuelo se logrará mediante el uso del espacio aéreo basado en PBN y procedimientos de llegada/salida para permitir a las aeronaves volar por el perfil preferido utilizando operaciones de descenso continuo (CDO) y operaciones de ascenso continuo (CCO). Las CDO y CCO son subconjuntos funcionales de las operaciones basadas en la trayectoria (TBO) generales y se describen con mayor detalle en la nota AN-Conf/12-WP/18.

2.5 La implantación de un conjunto inicial de aplicaciones de enlace de datos para vigilancia y comunicaciones que apoyen rutas de vuelo flexibles, separación reducida y seguridad operacional mejorada constituye un primer paso para una estrecha coordinación aire-a-tierra. La vigilancia dependiente automática — contrato (ADS-C) y las capacidades de comunicaciones de enlace de datos

entre controlador y piloto (CPDLC) sobre las áreas oceánicas y remotas, así como la CPDLC continental, constituyen componentes esenciales de este conjunto inicial de aplicaciones de enlace de datos.

2.6 En la etapa siguiente (Bloque 1), además de la navegación lateral exacta, las capacidades de navegación vertical contribuyen al diseño del espacio aéreo terminal exigiendo que las aeronaves mantengan también una trayectoria vertical exacta durante el descenso, permitiendo a la construcción de corredores con límites verticales para apoyar los flujos de tránsito. La transmisión descendente de información de trayectoria posibilitada por aplicaciones de enlace de datos aire-tierra adicionales junto con el uso de capacidades de hora de llegada requerida (RTA) a bordo debería permitir la solución de conflictos de puntos de confluencia del tránsito o “cuellos de botella” y permitir la sincronización y supervisión del tránsito. Mejoras operacionales adicionales podrán obtenerse mediante el servicio de información de operaciones en terminal por enlace de datos (D-OTIS), autorizaciones de salida (DCL) y de autorización de rodaje por enlace de datos (DTAXI).

2.7 Con el Bloque 2, se mejoran aún más los procedimientos de llegada para incluir CDO con elementos 4D. En el espacio aéreo muy ocupado, estas mejoras incorporarán elementos de complejidad del espacio aéreo, carga de trabajo del tránsito aéreo y diseño de procedimientos. La capacidad de la aeronave para volar con precisión una llegada optimizada, conjuntamente con la información de estado e intención enviada de la aeronave a los sitios más automáticos ATC, aumentará la exactitud de la modelización de la trayectoria y la predicción de problemas. Los sistemas automáticos ATM examinarán continuamente la demanda y la capacidad de todos los recursos de sistemas y determinarán cuándo se prevé que el riesgo de congestión para cualquier recurso particular (p. ej., aeropuerto o espacio aéreo) excederá un umbral predeterminado. Entonces se propondrán medidas, por ejemplo en forma de cambios de ruta “justo a tiempo” y horas de medición, para aliviar los recursos congestionados.

Requisitos tecnológicos

2.8 Las operaciones basadas en las trayectorias necesitan un entorno operacional compatible con la navegación basada en la performance (PBN). Por consiguiente, los requisitos tecnológicos de PBN con capacidades de aviónica mejoradas también sirven al entorno TBO. La evolución del enlace de datos a ATN Referencia 2 para comunicaciones de datos aire-tierra y el mejoramiento de la actuación de las comunicaciones tierra-tierra (incluyendo AIDC) hacia el protocolo internet son medidas necesarias. La elaboración de normas y la implantación coordinada de una referencia cronológica común para todos los sistemas, en el aire y en tierra, proporcionaría una base para la sincronización de toda la información operacional.

2.9 A partir del Bloque 2, donde todas las mejoras se relacionan con la estrecha coordinación, las operaciones sincronizadas y el pleno uso de trayectorias 4D, la implantación de SWIM y FF-ICE completo desempeñará una función fundamental. Los requisitos tecnológicos y los enlaces entre los diversos bloques y módulos del marco de las ASBU se detallan en las hojas de ruta tecnológicas que constituyen parte del proyecto de la cuarta edición del *Plan mundial de navegación aérea* (GANP) (véase AN-Conf/12-WP/3).

Consideraciones sobre la introducción

2.10 La introducción de las TBO puede tener lugar con carácter local o regional y los beneficios son inmediatos. No obstante, para realizar plenamente las posibilidades de 4D TRAD, es necesaria una implantación extendida, preferiblemente con carácter mundial. Para basarse en las capacidades de navegación de área (RNAV) y performance de navegación requerida (RNP) es necesario que haya una continua elaboración de disposiciones PBN así como una mayor implantación de PBN en todo el mundo. Las disposiciones y textos de orientación de la OACI también son necesarios para apoyar la modelización de las trayectorias y el intercambio de información sobre trayectorias, y se requieren

también disposiciones mejoradas sobre aplicaciones y mensajes de enlace de datos para servir de referencia común continental y oceánica.

2.11 El intercambio ordinario de autorizaciones ATC complejas por enlaces tierra-tierra y aire-tierra es un aspecto cotidiano de las TBO que debe realizarse en forma continua y homogénea. La implantación completa de las comunicaciones de datos entre instalaciones ATS (AIDC) como medio normal de comunicación automática tierra-tierra entre dependencias ATS constituye un primer paso fundamental.

2.12 Los equipos de a bordo y de tierra que permiten aplicaciones 4D son esenciales para asegurar la interoperabilidad. Análogamente, la transición desde el plan de vuelo de 2012 a través de FF-ICE/1 hacia FIXM y Objeto de vuelo, y en última instancia, a SWIM, deberá gestionarse cuidadosamente para beneficiarse en forma gradual de las TBO.

3. CONCLUSIÓN

3.1 Las ASBU describen las maneras de aplicar los conceptos definidos en el *Concepto operacional de gestión del tránsito aéreo mundial* (Doc 9854) para lograr mejoras locales y regionales de la actuación. El objetivo último es alcanzar la interoperabilidad mundial. La seguridad operacional y la eficiencia exigen este nivel de interoperabilidad y de armonización que debe lograrse a un costo razonable y ofrecer beneficios proporcionales. Se invita a la Conferencia a convenir en la siguiente recomendación:

Recomendación 5/x - Mejoras por bloques del sistema de aviación (ASBU) de la OACI relacionadas con las operaciones basadas en la trayectoria

Que la Conferencia:

- a) inste a los Estados a apoyar la elaboración por la OACI de normas y métodos recomendados y textos de orientación relativos a las operaciones basadas en la trayectoria;
- b) recomiende que los Estados implanten, teniendo en cuenta sus necesidades operacionales, el módulo de mejoras por bloques del sistema de aviación relacionado con las operaciones basadas en la trayectoria comprendido en el Bloque 0, tal como se presenta en el Apéndice A;
- c) respalde el módulo de mejoras por bloques del sistema de aviación relacionado con las operaciones basadas en la trayectoria comprendido en el Bloque 1, tal como se presenta en el Apéndice B, y recomiende que la OACI lo utilice como base para su programa de trabajo sobre el asunto;
- d) respalde el módulo de mejoras por bloque del sistema de aviación relacionado con las operaciones basadas en trayectorias 4D comprendido en el Bloque 3, tal como se presenta en el Apéndice C, como dirección estratégica para este asunto; y
- e) solicite a la OACI que incluya, tras una mayor elaboración y examen de carácter editorial, el módulo de mejoras por bloques del sistema de aviación relacionado con las operaciones basadas en trayectorias 4D en el proyecto de la cuarta edición del *Plan mundial de navegación aérea*.

Figura 1. Módulos de mejoras por bloques que se abordan en la presente nota de estudio

