



NOTA DE ESTUDIO

DECIMOCUARTA CONFERENCIA DE NAVEGACIÓN AÉREA

Montreal, Canadá, 26 de agosto al 6 de septiembre de 2024

- Cuestión 3: Mejoras del rendimiento del sistema de navegación aérea**
3.1: Propuestas para mejorar la eficiencia de los servicios de navegación aérea que contribuyen al LTAG

FACILITAR LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS OPERACIONES BASADAS EN LA TRAYECTORIA

(Nota presentada por Hungría en nombre de la Unión Europea¹ y sus Estados miembros, los demás Estados miembros de la Conferencia Europea de Aviación Civil², la Organización Europea para la Seguridad de la Navegación Aérea (EUROCONTROL) y Singapur

REVISIÓN NÚM. 1

RESUMEN

El concepto de operaciones basadas en la trayectoria (TBO) implica transformar la gestión del tránsito aéreo (ATM) para alcanzar mayores niveles de seguridad operacional, eficiencia y sostenibilidad. El desarrollo y la implementación de las TBO ya están en marcha en distintas regiones, incluida Europa, pero sólo se obtendrán todos sus beneficios si se adopta un enfoque coordinado a escala mundial. Por lo tanto, es necesario que la OACI prepare y mantenga actualizado un plan de elaboración de las disposiciones relativas a las TBO que sirva de referencia común. También es preciso dejar de utilizar oportunamente el formato de plan de vuelo actualizado (FPL2012) y adoptar soluciones innovadoras e incentivos para que sea posible una evolución graduable de las TBO y una transformación de la ATM.

Medidas propuestas a la Conferencia: Se invita a la Conferencia a aprobar la recomendación que figura en el párrafo 3.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 La implementación de las operaciones basadas en la trayectoria (TBO) constituye un objetivo operacional estratégico de la OACI a escala mundial que permite un entorno totalmente colaborativo, en el que cada trayectoria de vuelo es compartida, actualizada y utilizada por todas las partes interesadas, incluidos los nuevos participantes, y durante todas las fases del vuelo, incluso la etapa previa a la salida. Estas operaciones permitirán un mejor equilibrio entre la capacidad del espacio aéreo y de los aeródromos y la demanda de los usuarios, lo que reducirá el consumo de combustible y contribuirá a la consecución del objetivo ambicioso a largo plazo para la aviación internacional (LTAG) de cero emisiones

¹ Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, Chequia, Chipre, Croacia, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Países Bajos, Polonia, Portugal, Rumania y Suecia

² Albania, Armenia, Azerbaiyán, Bosnia y Herzegovina, Georgia, Islandia, Macedonia del Norte, República de Moldova, Mónaco, Montenegro, Noruega, Reino Unido, San Marino, Serbia, Suiza, Türkiye y Ucrania.

netas de carbono para 2050. La implementación bien preparada y coordinada de las TBO redundará en beneficios inmediatos y sustanciales para que el flujo del tránsito aéreo sea operacionalmente seguro, eficiente, ambientalmente sostenible y previsible a escala mundial, tanto entre regiones de la OACI como dentro de cada una de ellas.

1.2 Las TBO representan un cambio de paradigma en la gestión del tránsito aéreo (ATM) y uno de los principales objetivos de la modernización de la ATM europea. Se proporcionan para ello orientaciones de alcance mundial en el documento titulado *Concepto operacional de gestión del tránsito aéreo mundial* (GATMOC, Doc 9854), así como en el concepto TBO y el concepto de información de vuelo y flujo para el entorno cooperativo (FF-ICE). La primera fase del FF-ICE es la base para compartir entre quienes operan en tierra la información de vuelo durante la fase previa a la salida, incluida la trayectoria en cuatro dimensiones (4D), e ir actualizándola. La segunda fase de FF-ICE corresponde a la fase posterior a la salida, en la que se utilizan capacidades avanzadas de comunicación de datos aire-tierra para que las aeronaves y el control de ATM en tierra compartan y mantengan actualizada la información de vuelo, incluidos el enlace descendente de datos de trayectoria y el enlace ascendente de autorizaciones de ruta para TBO en 4D, que se pueden cargar en el sistema de gestión de vuelo (FMS).

1.3 El uso de los principales elementos que hacen posibles las TBO se está extendiendo por todo el mundo, incluyendo a la Unión Europea como participante vital a través de su Proyecto Común Uno (CP1)³ con fecha límite de 2027. Esto incluye la implementación de servicios FF-ICE. El intercambio inicial de información sobre la trayectoria aire-tierra se basa en parte de la norma ATS B2⁴ y ya se utiliza en las operaciones en un importante centro europeo en ruta. Se están llevando a cabo actividades de investigación e innovación para seguir desarrollando los procesos de planificación de vuelos TBO, así como los procesos TBO en los que participa el control de tránsito aéreo (ATC). El objetivo general de las iniciativas de investigación e innovación y las de implementación consiste en obtener beneficios en cuanto a la sostenibilidad y reducir costos, gracias a que los vuelos son más eficientes como resultado de la colaboración entre todas las partes interesadas para compartir, revisar y actualizar los datos de las trayectorias durante las fases previa y posterior a la salida del vuelo.

1.4 El desarrollo y la implementación de las TBO es objeto de varios programas nacionales y regionales de investigación e innovación. La armonización y la interoperabilidad a escala mundial son requisitos clave para garantizar que el concepto global de TBO se traduzca en beneficios concretos en el rendimiento. Esto está motivado también en que, inicialmente, se espera que los beneficios de las TBO se aprecien en los vuelos internacionales de larga distancia.

1.5 La 13ª Conferencia de Navegación Aérea (AN-Conf/13) destacó la necesidad de contar con una orientación mundial sobre la transición a un entorno de TBO interoperable a escala mundial en el contexto de las iniciativas de ATM en curso, abordando al mismo tiempo todos los ámbitos de la ATM y teniendo en cuenta los tipos de usuarios del espacio aéreo existentes y nuevos. La AN-Conf/13 encargó a la OACI que elaborara textos de orientación sobre las TBO, que ahora forman parte del programa de trabajo del Grupo Experto en Requisitos y Eficiencia de la Gestión del Tránsito Aéreo (ATMRPP). Para contribuir a la consecución oportuna del LTAG, es importante que el desarrollo ulterior de las TBO se coordine en forma proactiva y satisfactoria a escala mundial.

³ Reglamento (UE) 2021/116 de la Comisión por el que se establecen normas para el establecimiento del Proyecto Común Uno para contribuir a la ejecución del Plan Maestro Europeo de Gestión del Tránsito Aéreo previsto en el Reglamento (CE) nº 550/2004, DO L 36 de 2.2.2021.

⁴ ATS Baseline 2 es una norma de enlace de datos aire-tierra que posibilita las TBO y consiste en CPDLC v2 y ADS-C (vigilancia dependiente automática - - contrato (ADS-C)).

2. ANÁLISIS

2.1 Existen proyectos de investigación europeos que están desarrollando soluciones para una implementación completa de las TBO, incluida la continuación de la planificación del vuelo después de la salida y el desarrollo de sistemas de control del tránsito aéreo capaces de utilizar la información de la trayectoria transmitida desde la aeronave y de emitir autorizaciones de TBO mediante comunicaciones por enlace de datos controlador-piloto (CPDLC). En el marco del Reglamento de Ejecución 2021/116, se está procediendo a la implantación de los elementos esenciales de las TBO (FF-ICE, [Gestión de la información de todo el sistema (SWIM) y Perfil Proyectado Ampliado⁵ (EPP)]. La red europea de gestión del tránsito aéreo ya está utilizando FF-ICE para la planificación de vuelos previa a la salida.

2.2 Para alcanzar los objetivos y beneficios de las TBO, es necesario abordar todos los procesos ATM que utilizan y/o tienen un impacto en la trayectoria de vuelo. Un factor importante para facilitar las TBO es que haya una mayor colaboración entre todas las partes, tanto en la gestión de afluencia del tránsito aéreo (ATFM) en la red como en el ATC. Las operaciones militares pueden requerir consideraciones especiales. Las TBO contribuyen a la migración a una ATFM mundial y colaborativa, a la vez que se benefician de ella. Dado que los vuelos de larga distancia podrían beneficiarse desde las primeras etapas de la puesta en marcha de las TBO, es importante que las disposiciones de la OACI para una ATFM colaborativa mundial estén disponibles a tiempo.

2.3 Todos los procesos de sincronización de tránsito (ya sean estratégicos, tácticos o pretácticos) y de separación que proporciona el ATC se beneficiarán de la mejora de la información sobre trayectorias gracias a la colaboración y el intercambio de datos entre aire y tierra. La noción de TBO incluye conceptos de gestión de trayectorias que utilizan datos de trayectorias pronosticadas que se obtienen de la aeronave, así como un mayor uso de autorizaciones CPDLC que se pueden cargar en el FMS y el desarrollo de un soporte avanzado para los conceptos de coordinación de ATC a ATC. Esto no forma parte del actual programa de trabajo de la OACI sobre TBO y FF-ICE, pero debería incluirse.

2.4 Para que el concepto de TBO se mantenga en el futuro, debe ser graduable en cuanto a número de vuelos y zonas geográficas en las que se implemente. En este contexto, es esencial considerar el papel del ser humano, así como explorar en la medida de lo posible cómo utilizar la automatización como apoyo. Un principio fundamental en ATM es asegurarse de que el plan de vuelo que utilice la tripulación de vuelo sea el mismo que el que utilice el ATC y que sea así todo el tiempo. Los cambios en el plan de vuelo están sujetos a procedimientos rigurosos y de seguridad probada normalizados a través de la OACI. El entorno TBO permite optimizar las trayectorias, lo que puede dar lugar a que las mismas se modifiquen con frecuencia. Dado que esto no debe suponer un aumento de la carga de trabajo de control de tránsito aéreo, es necesario encontrar soluciones que utilicen la automatización para ofrecer un nivel de aseguramiento y seguridad operacional superior o, al menos, igual al de los actuales procedimientos controlador-piloto. Esto no forma parte del actual programa de trabajo de la OACI sobre TBO y FF-ICE, pero debería incluirse.

2.5 Se reconoce que el concepto TBO no siempre se implementará de la misma manera ni al mismo tiempo en todo el mundo en lo que atañe a las funciones implementadas o elementos habilitantes, por ejemplo. Al mismo tiempo, es de vital importancia que todas las soluciones para implementar TBO estén armonizadas y sean interoperables, y que puedan integrar a los explotadores de aeronaves (componentes terrestres y aéreos) con inversiones mínimas. La historia ha demostrado que esto no ocurre por sí solo, sino que requiere de una coordinación mundial.

⁵ La solución de intercambio de información sobre la trayectoria inicial consiste en que la aeronave transmita directamente la información sobre la trayectoria desde el FMS a los sistemas de tierra mediante una norma actualizada para el ADS-C.

2.6 El LTAG exige una gestión del tránsito aéreo innovadora, y debe ser el elemento que determine el ritmo para el desarrollo y la aplicación de mejoras en la sostenibilidad, tales como las TBO. La AN-Conf/13 expresó su reconocimiento a los Estados y los invitó a que, junto con las demás partes interesadas, se ocupen en forma proactiva de las cuestiones multidisciplinarias de manera oportuna y globalmente interoperable para que puedan obtenerse los beneficios previstos de las TBO. Entre esas cuestiones multidisciplinarias figuran:

- a) nivel óptimo de automatización que a la vez ponga al ser humano en control de las decisiones y respuestas de carácter crítico para las operaciones;
- b) competencias y aptitudes que debe tener el personal aeronáutico (controladoras/as de tránsito aéreo, pilotos/as, personas encargadas de operaciones de vuelo, etc.);
- c) mecanismos que establezcan un equilibrio entre la eficiencia de cada vuelo y la estabilidad y eficiencia de toda la red;
- d) medios y criterios de gestión del rendimiento en los procesos de automatización y decisión.

2.7 Se han elaborado y se están elaborando disposiciones de la OACI para compartir y mantener actualizada la información de vuelo, incluidas las trayectorias 4D de las aeronaves, que también servirá de apoyo a las operaciones de los nuevos participantes. Los nuevos participantes pueden necesitar que se desarrollen nuevos elementos de información y nuevos servicios para FF-ICE. El Grupo de Estudio sobre Movilidad Aérea Avanzada (AAM SG) está trabajando para detectar esas necesidades. Esto y las cuestiones enumeradas en el párrafo 2.6 o, en general, un enfoque holístico respecto de las TBO generará la necesidad de que la OACI elabore nuevas disposiciones. Para gestionar adecuadamente un enfoque de TBO coordinado a escala mundial que conduzca a una implementación segura e interoperable, se necesita un plan sostenido e integral para elaborar disposiciones de TBO de la OACI que abarque todos los ámbitos y cuestiones de la ATM. Por lo tanto, el programa de trabajo de la OACI sobre TBO debería ampliarse para incluir el desarrollo y mantenimiento de dicho plan, que también debería integrarse en el *Plan Mundial de Navegación Aérea* (GANP, Doc 9750).

2.8 No sólo deberían introducirse oportunamente nuevas tecnologías y funcionalidades, sino que también deberían retirarse gradualmente los sistemas y funcionalidades heredados para minimizar cualquier posible impacto negativo durante las operaciones de modo mixto del actual procesamiento de planes de vuelo de la OACI y FF-ICE. Para alcanzar este objetivo, la AN-Conf/13 invitó a la OACI a desarrollar una buena estrategia de transición. El FF-ICE hace posibles las TBO y mitiga las deficiencias del formato de plan de vuelo actualizado (FPL 2012). Quienes presentan esta nota apoyan los esfuerzos de la OACI para minimizar el periodo de funcionamiento en modo mixto y abogan por una fecha límite ambiciosa para que deje de utilizarse el FPL.

2012. Los avances de otros elementos clave también son esenciales e incluyen la necesidad de un enlace de datos aire-tierra seguro, graduable y eficiente en cuanto al uso del espectro, que ofrezca un aumento significativo del ancho de banda.

2.9 Las TBO aportarán muchos beneficios a los explotadores de aeronaves que tengan la capacidad necesaria, tanto en la fase previa a la salida como durante la ejecución del vuelo. Además, las TBO y la automatización permitirán que el espacio aéreo siga evolucionando y se tengan en cuenta los aspectos que hacen a la equidad que se indican en GATMOC para generar una política de prioridad de servicio más moderna. En la preparación de la transición mundial a las TBO, deberían investigarse formas de crear incentivos, por ejemplo aplicando el criterio de que quien tenga mayor capacidad recibirá un mejor

servicio, es decir que se dé prioridad a los vuelos con capacidad sin aumentar la carga de trabajo del personal de control de tránsito aéreo, de modo de evitar que se reduzca el rendimiento del sistema mundial de ATM.

3. CONCLUSIÓN

3.1 El concepto TBO de la OACI cuenta con un amplio apoyo y sirve de base para numerosas iniciativas nacionales y regionales, tanto de investigación e innovación como de implementación. Si bien un concepto mundial es un buen punto de partida, por sí solo no garantiza que se lo implemente en forma uniforme e interoperable. Por lo tanto, es necesario que la OACI proporcione orientación y, cuando sea necesario, normalice los aspectos más pormenorizados del concepto TBO en todo su ámbito de aplicación, es decir, que también incluya el uso de información de vuelo mejorada. Para ello, es necesario contar con un diseño/enfoque totalmente graduable que reduzca la carga de trabajo humano al tiempo que maximiza las ventajas de rendimiento. Debe incentivarse la implementación de este concepto aplicando el criterio de que "a mayor capacidad, mejor servicio".

3.2 A la luz de lo expuesto, se invita a la Conferencia a aprobar las siguientes recomendaciones:

Recomendación 3.1/x — Facilitar la implementación de las operaciones basadas en la trayectoria

Que la Conferencia:

- a) tome nota de los avances en el desarrollo y la implementación de operaciones basadas en la trayectoria (TBO);
- b) pida a la OACI que amplíe su programa de trabajo para incluir el desarrollo y mantenimiento de un plan para la elaboración de disposiciones de la OACI sobre las TBO que abarque todos los aspectos de las TBO como aportación al GANP;
- c) pida a la OACI que dé prioridad a la elaboración de disposiciones para una ATFM colaborativa a escala mundial que incluya las TBO;
- d) pida a la OACI que amplíe su programa de trabajo sobre TBO y FF-ICE para incluir la elaboración de disposiciones para la sincronización automatizada de trayectorias aire/terresta;
- e) pida a la OACI que facilite la fijación de una fecha límite ambiciosa para la caducidad del FPL de 2012; y
- f) pida a la OACI que investigue la evolución de su política de prioridad de servicio en el GATMOC para incentivar la implementación de las TBO.