



NOTA DE ESTUDIO

DECIMOCUARTA CONFERENCIA DE NAVEGACIÓN AÉREA

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

- Cuestión 2: Utilización oportuna y segura de nuevas tecnologías**
2.3. Edición 2026-2028 del Plan Global para la Seguridad Operacional de la Aviación (GASP)

LOS ENCUENTROS CON TURBULENCIA COMO RIESGO MUNDIAL DE SEGURIDAD OPERACIONAL

(Nota presentada por el Japón y Singapur y copatrocinada por Filipinas, Tailandia, el Consejo Internacional de Aeropuertos (ACI) y la Asociación del Transporte Aéreo Internacional (IATA))

RESUMEN

Los encuentros con turbulencia son, desde hace mucho tiempo, una de las principales causas de lesiones en vuelo. Ocurren con frecuencia en todo el mundo, y aún hay margen de mejora en cuanto a las contramedidas para mitigar el riesgo de seguridad operacional. En esta nota se destacan algunas contramedidas, que van desde actividades de concienciación del público pasajero hasta la utilización de la tecnología, y se apoya la iniciativa relativa a los encuentros con turbulencia de la OACI, los Estados miembros y la industria.

Medidas propuestas a la Conferencia: Se invita a la Conferencia a convenir en la recomendación que se propone en la sección 3.3.

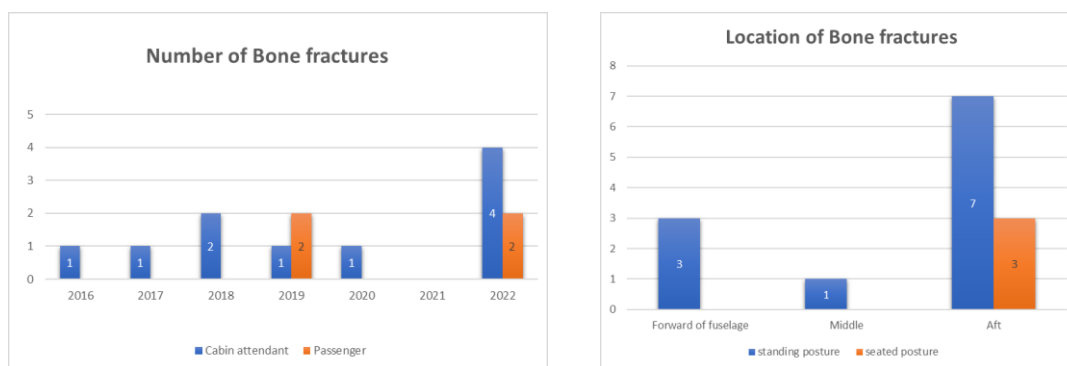
1. INTRODUCCIÓN

1.1 Según el Informe Anual de Seguridad Operacional 2023 de la OACI, la categoría de suceso de encuentro con turbulencia es la principal causante de los accidentes en las operaciones comerciales regulares con aeronaves con un peso máximo de despegue certificado superior a 5 700 kg, lo que representa el 40 por ciento de todos los accidentes. Debido a la necesidad de contramedidas para responder a los accidentes causados por turbulencias, el Grupo Regional de Seguridad Operacional de la Aviación — Asia/Pacífico (RASG-APAC/13-WP/5) ha anunciado que el Grupo de Estudio sobre el GASP (GASP-SG) ha elaborado una serie de propuestas para revisar el GASP. En la edición 2026-2028 del GASP, los encuentros con turbulencia se tratarán como una categoría adicional de sucesos de riesgos mundiales de seguridad operacional, que pueden no tener un alto riesgo de víctimas mortales, pero que ocupan un lugar destacado en los tipos más frecuentes de accidentes e incidentes graves en las regiones de la OACI.

2. ANÁLISIS

2.1 Los encuentros con turbulencia son, desde hace mucho tiempo, una de las principales causas de lesiones en vuelo. De las pruebas científicas se desprende que el número de fenómenos meteorológicos violentos provocados por el cambio climático puede aumentar, lo que podría originar más accidentes relacionados con las turbulencias. En mayo de 2024 una aeronave de público pasajero de Singapur experimentó turbulencias fuertes en un vuelo comercial de Londres a Singapur, lo que provocó la muerte de una persona pasajera y múltiples lesiones a otras personas. Las conclusiones de la investigación preliminar apuntan a que la aeronave se encontró con fuerzas gravitacionales repentinas y de gran magnitud, y con una corriente ascendente, probablemente mientras volaba a través de un área de actividad convectiva en desarrollo.

2.2 La Dirección de Aviación Civil del Japón (JCAB) ha examinado los incidentes con fracturas óseas desde 2016 y ha descubierto que las turbulencias fuertes pueden producirse en cualquier momento durante el ascenso, el crucero o el descenso, lo que dificulta su predicción, y que el fuerte aumento de los incidentes con fracturas óseas de 2022 se debió, presumiblemente, a los cambios ambientales asociados con la reanudación de los vuelos tras la recuperación de la COVID-19, y que la mayoría de las lesiones ocurrieron en la sección de popa de la aeronave.



2.3 Tras el examen, la JCAB emitió una carta de advertencia a determinados explotadores japoneses el 30 de junio de 2023. En la carta se solicitaba a las tripulaciones de vuelo que se coordinasen con la tripulación de cabina para activar la señal de abrocharse el cinturón de seguridad con antelación cuando se prevean turbulencias en el aire. Además, se instaba a las y los auxiliares de a bordo a recomendar al público pasajero "que mantengan en todo momento el cinturón de seguridad abrochado, por debajo de la cintura y sin que quede flojo, mientras estén sentados", y a tomar medidas para evitar autolesionarse (por ejemplo, absteniéndose de ofrecer servicios en vuelo cuando se prevean turbulencias).

2.4 En cuanto a los explotadores de Singapur, la mayoría de los encuentros con turbulencia fuerte y de las lesiones se registraron durante la fase en ruta del vuelo. Como parte de su esfuerzo continuo para prevenir lesiones causadas por turbulencias, la Administración de aviación civil de Singapur (CAAS) emitió una circular de asesoramiento para dar orientación a los explotadores de Singapur en cuanto a la elaboración de procedimientos operacionales normalizados (SOP) y otras medidas, como la incorporación de hipótesis relacionadas con las turbulencias a los objetivos de instrucción de los explotadores. Además, la CAAS examina junto con sus explotadores sus procedimientos de gestión de turbulencias para determinar su relevancia con respecto a las tendencias meteorológicas actuales. No obstante lo anterior, aún puede hacerse más para prevenir las lesiones causadas por turbulencias, a saber, intercambiar información sobre turbulencias en tiempo real para minimizar los encuentros con turbulencia y el público pasajero y la tripulación de cabina dispongan de suficiente tiempo de reacción para sujetarse.

2.5 Las aeronotificaciones especiales (ARS) que contienen información sobre los encuentros con turbulencia son fuentes esenciales para reconocer la existencia de este fenómeno. En el Anexo 3 — *Servicio meteorológico para la navegación aérea internacional* se exige que todas las aeronaves realicen observaciones especiales cada vez que se encuentren con turbulencias moderadas o fuertes y que informen de los resultados mediante ARS. En el Anexo 11 — *Servicios de tránsito aéreo* se recomienda a las dependencias de servicios de tránsito aéreo (ATS) que transmitan la ARS a las demás aeronaves afectadas, así como a otras partes interesadas, incluida la oficina de vigilancia meteorológica (MWO) que les corresponde. A continuación, la MWO considera la posibilidad de expedir información meteorológica significativa (SIGMET), para difundirla a los explotadores y a las tripulaciones de vuelo. La mejora de la disponibilidad de ARS, alentando a los explotadores a informar y a las dependencias de servicios de tránsito aéreo (ATS) a la difusión de la información, enriquecería la información sobre la observación de turbulencias, mejoraría aún más los servicios sobre el tiempo en ruta y contribuiría a la seguridad operacional de la aviación.

2.6 En el Anexo 3 se exige que las aeronaves notifiquen las turbulencias en términos del índice de disipación de la corriente en torbellino (EDR) cuando se utilice el enlace de datos aire-tierra. Dichas aeronaves también están obligadas a realizar observaciones ordinarias y a informar de los resultados mediante aeronotificaciones (AIREP). La realización de observaciones ordinarias y la notificación de las turbulencias en EDR ofrecen ventajas, entre las que cabe citar: 1) observaciones e informes cuantitativos, frente a las percepciones convencionales de los miembros de la tripulación de vuelo; 2) obtención de un gran número de informes que abarcan turbulencias más débiles; y 3) registro de la posición exacta del encuentro, frente a los informes manuales que a menudo se realizan después de pasar la zona de turbulencia. Si las observaciones y los informes ordinarios y cuantitativos sobre turbulencias se generalizasen en el sistema de aviación del futuro y los informes pudiesen ponerse rápidamente a disposición de las partes interesadas, un mayor número de aeronaves podría tomar trayectorias de vuelo más seguras cambiando de ruta en vuelo, según sea necesario. Los informes también facilitarían la prestación de servicios avanzados de información sobre el tiempo en ruta, incluidas mejoras del pronóstico de turbulencias. También sería beneficioso considerar la posibilidad de realizar un análisis de las carencias de las normas y métodos recomendados (SARPS) de la OACI a fin de determinar las posibles lagunas en el tratamiento de los encuentros con turbulencia en la aviación civil. Por ejemplo, la incorporación de los requisitos pertinentes del Anexo 3 sobre la notificación de turbulencias por las aeronaves al Anexo 6 — *Operación de aeronaves* podría ayudar a los explotadores de servicios aéreos en la implementación

2.7 Aplicación de tecnologías avanzadas, como los sistemas de detección y aviso de turbulencias, que utilizan la fotodetección y telemetría (LIDAR) Doppler de a bordo para dar respuesta a un encuentro con turbulencia. El LIDAR Doppler detecta la corriente de aire mediante la emisión de luz láser y la recepción de las luces dispersas reflejadas por los aerosoles (partículas finas como gotas de agua y polvo) que flotan en la atmósfera. El sistema desarrollado mide la luz retrodispersada de los aerosoles delante de la aeronave, lo que le sirve para detectar y advertir a las pilotas y pilotos de la turbulencia en aire claro por delante. La Agencia de Exploración Aeroespacial del Japón (JAXA) ha hecho una demostración del uso de la tecnología LIDAR Doppler en una serie de ensayos en vuelo con aeronaves pequeñas y grandes¹.

2.8 Mediante el uso de la información sobre el flujo de aire obtenida de la detección delante de la aeronave, se calculan las entradas de los mandos que permitirán a la aeronave volar en la turbulencia sin tambalearse. En el modo de piloto automático normal, el cálculo solo refleja el estado actual de la aeronave, pero al utilizar también la información sobre el flujo de aire por delante de la aeronave, es posible calcular las entradas de los mandos que pueden contrarrestar completamente los efectos de la turbulencia. Los resultados del cálculo de los mandos se transmiten a los actuadores, que mueven las superficies de los

¹ [Topics | R&D of onboard safety avionics technology to prevent turbulence-induced aircraft accidents \(SafeAvio\) | Sky4All | Research & Development | Aviation Technology Directorate \(jaxa.jp\)](#)

mandos de vuelo en preparación para la turbulencia del flujo de aire con el fin de reducir el tambaleo de la aeronave.

2.9 Además de los servicios convencionales de AIREP y de información meteorológica, también puede ser útil establecer y analizar las tendencias de las turbulencias en función de las características regionales, del terreno o estacionales, y compartirlas con las tripulaciones y las partes interesadas sin demora. Por ejemplo, las turbulencias inducidas por el terreno pueden causar la salida de pista de las aeronaves que aterrizan; aunque el riesgo de seguridad operacional de esas salidas de pista varía de un aeropuerto a otro, los datos históricos de vuelo acumulados por las divisiones de seguridad operacional de los vuelos de las líneas aéreas y los informes de las pilotas y pilotos son extremadamente valiosos para consolidar la fiabilidad del análisis de las condiciones del viento.

2.10 JAXA, con la cooperación de varios explotadores japoneses, está elaborando un sistema de apoyo a la determinación de las condiciones de viento en los aeropuertos, para uso de las pilotas y pilotos y las despachadoras y despachadores de vuelo. Este sistema tiene como objetivo: a) proporcionar orientación de alta resolución sobre las turbulencias que reproduce el flujo de aire a través de las irregularidades del terreno utilizando la simulación a gran escala (Large Eddy Simulation), un método de análisis del viento que se ha utilizado ampliamente en los últimos años, y b) analizar los cambios constantes de las turbulencia en el aeropuerto de destino; predecir las condiciones con un tiempo reducido de anticipación y entregar la información en el formato simple que necesitan las pilotas y los pilotos.

2.11 Asimismo, en los dispositivos de maletín de vuelo electrónico (EFB) de las pilotas y los pilotos ha aumentado el número de otras herramientas informáticas de detección de turbulencias y fenómenos meteorológicos, como Turbulence Aware de la Asociación del Transporte Aéreo Internacional (IATA)². Estas herramientas pueden superponer la información sobre las turbulencias y la información meteorológica de varias fuentes diferentes para las rutas de vuelo previstas y reales. Si se conecta a una red adecuada, la información puede actualizarse a fin de complementar los tableros de a bordo para la presentación de la información meteorológica y permite la transmisión de datos AIREPS y EDR, que se pueden emplear para actualizar la información presentada a otros pilotos y pilotas. La mejora de la concienciación es un factor de mitigación clave para reducir la gravedad de los encuentros con turbulencia, ya que permite a las pilotas y pilotos tomar medidas para evitarlas o aplicar medidas de gestión de turbulencias.

3. CONCLUSIÓN

3.1 Dado que los encuentros con turbulencia ocupan un lugar destacado en las cifras globales de accidentes de aeronaves y se tratarán como una categoría adicional de sucesos en la edición 2026-2028 del GASP, la OACI, los Estados miembros y la industria deberían cooperar para aumentar el número de actividades destinadas a reducir el riesgo de seguridad operacional.

3.2 Si bien puede suponerse que la turbulencia, en cuanto fenómeno natural, es difícil de controlar, existe y se seguirá desarrollando toda una serie de métodos para reducir los riesgos que plantea para la seguridad operacional, que van desde actividades de concienciación para el público pasajero hasta la utilización de la tecnología. Puede ser útil que la OACI elabore textos de orientación, organice talleres y webinarios, y considere la posibilidad de actualizar los elementos de las mejoras por bloques del sistema de aviación (ASBU) del GANP para que a los Estados, los fabricantes de equipos originales (OEM), los

² [Turbulence Aware: https://www.iata.org/en/services/data/safety/turbulence-platform/](https://www.iata.org/en/services/data/safety/turbulence-platform/)

fabricantes de aeronaves y los explotadores les resulte más fácil desarrollar y adoptar tecnologías como el LIDAR Doppler para reducir los riesgos de seguridad operacional conexos. La estrecha colaboración de todas las partes interesadas es crucial para determinar qué obstáculos técnicos deben superarse a fin de que soluciones como el sistema LIDAR Doppler de a bordo se conviertan en una aplicación práctica que se incorpore a las aeronaves en el futuro.

3.3 A la luz de lo anterior, se invita a la Conferencia a convenir en la siguiente recomendación:

Recomendación 2.3/x — Los encuentros con turbulencia como riesgo mundial de seguridad operacional

Que la Conferencia:

- a) reconozca en la edición 2026-2028 del Plan Global para la Seguridad Operacional de la Aviación (GASP) que los encuentros con turbulencia siguen siendo un riesgo mundial de seguridad operacional;
- b) aliente a los Estados y a la industria a que compartan experiencias o mejores prácticas relativas a los encuentros con turbulencia con las partes interesadas;
- c) aliente además a los Estados y a los explotadores a que consideren la posibilidad de adoptar las disposiciones necesarias para mejorar la disponibilidad de las aeronotificaciones, en particular de las aeronotificaciones especiales (ARS), particularmente las de carácter ordinario que contienen información cuantitativa sobre turbulencias;
- d) inste a la comunidad científica y meteorológica a que investigue cómo mejorar los modelos de predicción de turbulencias en aire claro (CAT), reduciendo las áreas de probabilidad;
- e) solicite a la OACI que organice un taller o webinar sobre los encuentros con turbulencia, y que actualice los elementos de las mejoras por bloques del sistema de aviación (ASBU) del Plan Mundial de Navegación Aérea (GANP) para que a los Estados, los fabricantes de equipos originales (OEM), los fabricantes de aeronaves y los explotadores les resulte más fácil desarrollar y adoptar tecnologías como la fotodetección y telemetría (LIDAR) Doppler; y
- f) solicite que la OACI examine qué anexos deberían enmendarse en consecuencia para reflejar y mejorar los requisitos sobre la notificación de encuentros con turbulencia por parte de las aeronaves y su uso.

— FIN —