

## **Las turbulencias en aviación aerocomercial. Puntos de vista operativo, meteorológico y jurídico.**

---

Por comandante TLA Klevert Pereira, meteorólogo Raúl Rodano, abogado Carlos María Vassallo, fiscal competente en investigaciones accidentes aéreos Carlos Rívolo.

La cantidad de eventos de turbulencias en nivel de crucero que se dan en vuelo a partir del fenómeno del cambio climático global trae por consecuencia mucho malestar a la tripulación y terror al pasaje que más que a menudo se lesionan contra techo, asientos, apoyabrazos y gavetas superiores donde se acomodan los equipajes de mano.

Uno de ellos fue el que afectará al vuelo de Lufthansa del 11 de noviembre de 2024 en ruta de Buenos Aires con destino Frankfourt -LH 511- durante el cruce del océano atlántico siendo objeto de turbulencia severa, causando lesiones de consideración a once personas entre tripulantes y pasajeros, el cual será objeto de análisis de este trabajo.

Nos ha parecido interesante que este artículo tenga dos visiones técnicas, la de un experimentado piloto, el comandante Klevert Pereira y nuestro habitual colaborador el meteorólogo, asesor de Aerolíneas Argentinas Raúl Rodano.

También tenemos dos visiones jurídicas, la primera a cargo del Dr. Carlos Vassallo en tanto refiere a las responsabilidades de la transportista en el caso, y sus posibles y limitadas causales de su eximición, y en la intervención final el

Fiscal Carlos Rívolo trata el tema de la investigación judicial de accidentes e incidentes graves.

### **Sección 1- Breve comentario desde la cabina de vuelo.**

*por Klevert Pereira<sup>1</sup>*

Un Boeing 747-8 matrícula D-ABYP de Lufthansa que operaba en la ruta entre Buenos Aires y Frankfurt sufrió un evento de turbulencia severa durante el vuelo. Se producen momentos de pánico y zozobra, dado que, en menos de un minuto, la velocidad de la aeronave disminuye de 946 km/h a 450 km/h descendiendo miles de pies.

La aeronave había partido del aeropuerto internacional de Ezeiza a las 6:02 de la tarde del lunes con destino Frankfurt (Fráncfort del Meno) en Alemania y, según reporta [AIRLIVE](#), mientras volaba a 33.000 pies (10.058 metros) entre Sudamérica y África se encontró con turbulencia. Datos de RADARBOX muestran que los pilotos intentaron, sin éxito, evitar la meteorología adversa y ascendieron hasta 35.000 pies (10.668 metros).

Este incidente es un nuevo recordatorio a los pasajeros respecto a dos cuestiones: primero, siempre seguir las instrucciones de los tripulantes de cabina; y segundo, por más que se apaguen las luces indicadoras del cinturón de seguridad, siempre hay que dejárselo puesto porque nunca se está totalmente libre de riesgo de un evento de turbulencia, más aún en vuelos de largo recorrido en los que uno puede quedarse dormido y no llegar a escuchar nuevas advertencias de la tripulación.

En este vuelo no hubo que lamentar víctimas fatales, pero son muchos otros casos en los que hubo pasajeros que no tuvieron tal suerte.

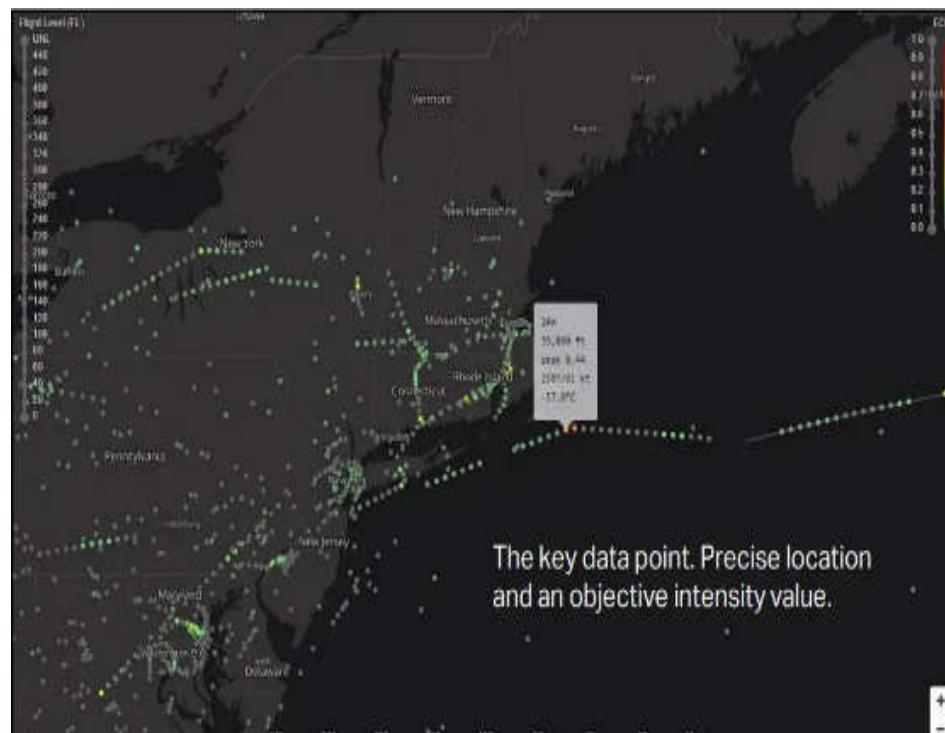
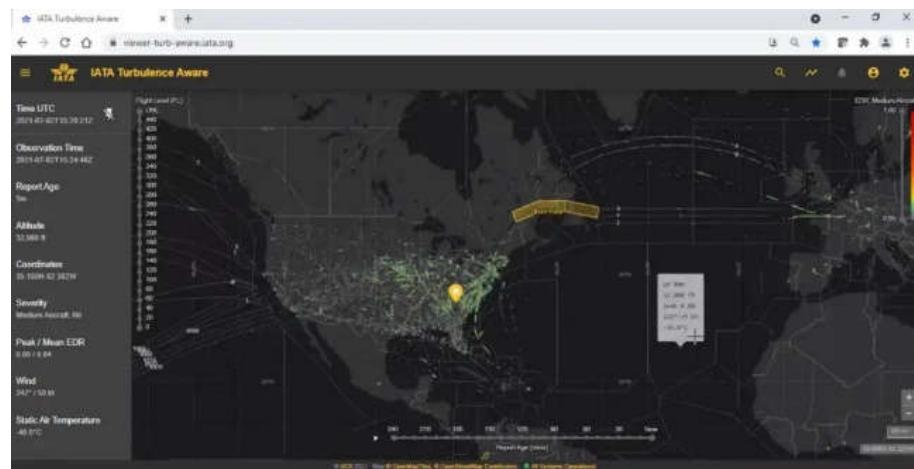
---

<sup>1</sup> Aviador Militar y Civil Comercial con 11400 horas de vuelo. El autor es: Asesor Senior de Aviación Civil Internacional de Price Water House Coopers desde 2002. Instructor OACI Gestión del Transporte Aéreo Comercial Internacional. Instructor de seguridad en la aviación AVSEC, Handling, Catering y Mercancías Peligrosas. Responsable de AVSEC AIR CLASS Líneas Aéreas Cargo URUGUAY. Ex Director de AVSEC Director Nacional Aviación Civil e Infraestructura Aeronáutica URUGUAY. Profesor de Transporte Comercial Internacional en la Escuela de Formación Profesional de Comercio Exterior y Aduana en Escuela de Aduanas Uruguay

La industria aerocomercial viene trabajando hace bastante en la prevención de incidentes provocados por turbulencia. Si bien la tecnología ha avanzado mucho en las últimas décadas, la amenaza sigue latente. En 2018 IATA lanzó la plataforma [Turbulence Aware](#), la cual permite que las aerolíneas puedan compartir entre sí información en tiempo real sobre turbulencia en ruta, ayudándolas de esta manera a evitar ese fenómeno a la hora de planear los vuelos.

Según [IATA](#), los desafíos de la gestión de la turbulencia irán creciendo a medida que el cambio climático continúe impactando en los patrones meteorológicos.

La plataforma: (ver imágenes)



- Todos los informes están codificados por colores.
- Los puntos grises representan áreas sin turbulencia y los puntos de colores representan diferente intensidad de turbulencia según la escala de la derecha.
- El filtro de nivel de vuelo (altitud) de la izquierda se puede utilizar para evaluar la intensidad de la turbulencia en diferentes niveles de vuelo.
- El control deslizante de tiempo en la parte inferior permite a los usuarios ver informes de turbulencia desde ahora hasta cuatro horas antes.
- El usuario puede hacer clic en el punto y ver un informe detallado como se muestra a la izquierda, incluido el tiempo, altitud, posición de la aeronave, valores de turbulencia media y máxima, así como viento y datos de temperatura.
- Operacionalmente, los pilotos y despachantes pueden mostrar su ruta planificada de vuelo y almacenar los datos de turbulencia alrededor de su trayectoria de vuelo.
- El acceso a los datos históricos está disponible para la investigación y el análisis posterior al vuelo.

Así lo explicó hace un par de años Brent King, jefe de eficiencia en las operaciones de vuelo, durante el IATA Media Day de 2021:

*“Imaginemos una aeronave que vuela en condiciones de aire despejado cuando de repente entra en un área de turbulencia. durante el encuentro de turbulencia, los datos de sensores existentes, como el TAS (true airspeed), AOA (angle of attack) se envían a un algoritmo dentro del bus de aviónica. Este algoritmo calcula los valores de intensidad de turbulencia EDR (tasa de disipación de remolinos) que indican el estado de la atmósfera alrededor de esa aeronave, por lo que es un valor absoluto independiente de la aeronave (las aeronaves de diferentes tamaños en la misma ubicación atmosférica calcularán teóricamente el mismo valor EDR). el impacto de la turbulencia en aviones de diferentes tamaños variará para el mismo valor de EDR. por ejemplo, una EDR de 0,24 será una turbulencia moderada para un A320, pero ligera para un B777.*

*El informe EDR se compila y envía a través del ACARS (aircraft communication addressing and reporting system) o wifi a tierra.*

<https://fpaw.aero/sites/default/files/115/watts.pdf> (EDDY DISSIPATION RATE (EDR) AUTOMATIC TURBULENCE REPORTS)

Continúa Brent King diciendo:

*"Es importante saber que el proceso que acabo de mostrar se basa en un software de cálculo e informes de EDR de código abierto y gratuito desarrollado por NCAR (Centro Nacional de Investigación Atmosférica de EE. UU.) y está disponible para cualquiera que desee para implementarlo. se llama algoritmo de viento vertical NCAR versión 2. Este es un ejemplo de estos puntos de datos que se muestran en el visor Turbulence Aware de IATA.*

*Cuando hablamos de estos informes objetivos, así es como lucen. cada punto (informe) contiene información operativa específica. similar a la aplicación de navegación para automóviles WAZE que indica baches en el camino delante de usted, pero en este caso «baches» en el cielo".*

### **1.1 Acciones por parte de los pasajeros, controladas por la tripulación de cabina de pasajeros.**

- El cinturón, siempre puesto.
- Los pasajeros siempre sentados en sus respectivas butacas.
- Atención permanente a los avisos de cabina, tanto orales como letreros lumínicos.

Pasajeros de diversos vuelos, expresan que las turbulencias se sienten como quien se sube a las más severas montañas rusas, con varios instantes de ingravidez, donde las viandas de los cáterin flotan por el techo y caen sobre las faldas, pelo y por todas partes; los bolsos de mano se salen de sus compartimientos y agrede a tripulantes y pasajeros, así como acorde a la

violencia de las mismas, hasta las propias personas golpean contra todo obstáculo, dañando los físicos de quienes menor contextura física poseen, entre ellos niños.

Los hechos de turbulencias severas se han producido con frecuencias más reducidas, recordemos el vuelo del día 2 de julio de 2024, del Boeing 787-9 *Dreamliner* matrícula EC-MTI con 325 pasajeros a bordo cumplía el vuelo UX45 de Madrid (España), a Montevideo (Uruguay), cuando fue alcanzado por una turbulencia en el océano atlántico, casi llegando a la costa brasileña. Experimentó una "fuerte" turbulencia la madrugada del lunes y fue desviado a Brasil "debido a la naturaleza de la turbulencia y por razones de seguridad", dijo la aerolínea.

El avión aterrizó de manera segura en el aeropuerto internacional de natal en São Gonalo do Amarante y varios pasajeros fueron atendidos por heridas graves y en el cual un niño de 2 años quedó atrapado en techo de la cabina tras turbulencia en vuelo y otro pasajero experimentó la misma situación quedando atorado en los compartimientos de equipaje y rompiendo parte del techo interno de la aeronave.

Entre lesiones leves y hospitalizados rondaron los 30 heridos.

## **1.2 Consejos de la IATA (Asociación Internacional de Transporte Aéreo)**

La página de la IATA aconseja tanto medidas para mantener la seguridad de los pasajeros, la tripulación como las de reducir los costes de combustible.

Las turbulencias van en aumento y los productos actuales para rastrearlas y evitarlas tienen importantes limitaciones, debido a su localización imprecisa, subjetividad y desfase temporal.

Para garantizar la seguridad de los pasajeros y el personal de cabina, los pilotos de la aviación comercial y de negocios mantienen encendidas las señales de cinturón de seguridad y cambian a menudo de altitud en busca de un aire más suave, esto hace que los viajeros se sientan limitados y pierdan la confianza en las instrucciones de seguridad, y también puede provocar ineficiencias de combustible.

Los pilotos y despachantes de aeronaves necesitan información precisa que señale la ubicación y la intensidad de las turbulencias, para asesorar mejor a los pasajeros y a la tripulación y optimizar el consumo de combustible.

Las turbulencias son un importante problema de seguridad. Cada año, un número significativo de personas resultan heridas por turbulencias sin llevar puesto el cinturón de seguridad en tanto los TCP corren un riesgo especial debido al cumplimiento de sus obligaciones laborales que las encuentran de pie o sin su cinturón de seguridad. Ocasionalmente, las turbulencias obligan a desviar un avión, con todas las molestias y costes asociados que ello conlleva. En tanto se carezca de información precisa para orientarse, los pilotos pueden optar por minimizar el riesgo, pero esto puede repercutir negativamente en los costes de combustible y sanciones o llamados de atención en muchas aerolíneas.

Tan relevante es el tema que en breve se llevará a cabo el Foro de la IATA sobre “*Concienciación en tema de turbulencias*” en Lisboa, Cascais PORTUGAL 18 de noviembre<sup>2</sup>

El evento brindará a los delegados la oportunidad de conectarse con aerolíneas que ya son parte del programa y que utilizan EDR en sus operaciones, hablar con OEM y otros proveedores de soluciones sobre posibles opciones de implementación.

#### Esquema de contenido

- Adquirir conocimientos técnicos sobre la implementación de informes de turbulencia.
- Ver estadísticas de datos clave
- Descubrir cómo otras aerolíneas/integradores utilizan los datos

---

<sup>2</sup> <https://www.iata.org/en/services/data/safety/turbulence-platform/>,

<https://www.iata.org/contentassets/046e5aafe97745b9a576e2285048f13e/2023-06-06-02-sp.pdf>

Quiénes asisten: Pilotos técnicos, Despachantes, Administradores de EFB, Ingenieros de software y aviónica, Integradores de datos, Proveedores de soluciones de informes EDR, La dirección busca mejorar la seguridad y la eficiencia operativa.

### *1.3 Testimonios en Delta, Swiss International Airlines.*

"Al incorporar datos de *Turbulence Aware* en las herramientas de pilotos, despachadores y meteorólogos, delta ha obtenido beneficios en materia de seguridad, comodidad del cliente, integridad de los horarios y eficiencia".

EL capitán Patrick Burns, vicepresidente de operaciones de vuelo y piloto jefe del sistema de delta expresa: - "*el gran cambio fue que ahora sabemos si recibimos una alerta o un valor, eso es un hecho, eso se mide, no hay discrepancias y es un hecho físico de lo que está sucediendo en ese momento en esa área del espacio aéreo*".

Thomas Weber, responsable de despacho de vuelos de *Swiss International Airlines* "*el enfoque colaborativo de la IATA para crear Turbulence Aware con datos de código abierto significa que las aerolíneas tendrán acceso a los datos para mitigar mejor las turbulencias. se espera que el uso de Turbulence Aware junto con la aplicación Flight Weather Viewer, propiedad de Delta, se base en las reducciones significativas que ya hemos visto tanto en las lesiones de la tripulación relacionadas con las turbulencias como en las emisiones de carbono año tras año*".

Jim Graham, vicepresidente senior de operaciones de vuelo de *Delta Air Lines*: "*EDR es una herramienta poderosa para tomar decisiones sobre cambios de altitud y cambios de ruta, especialmente en vuelos internacionales de larga distancia, debido a su objetividad y facilidad de uso. hasta ahora, los vuelos sobre el pacífico se han basado en gran medida en predicciones de datos meteorológicos y la capacidad de los pilotos para obtener informes de turbulencia en tiempo real es limitada.*

*Sin embargo, ahora es posible obtener los datos EDR más recientes utilizando el wifi del avión para obtener un estado en ruta más preciso a través de*

herramientas meteorológicas integradas que se ejecutan en los EFB. como resultado, no sólo se logra una selección de altitud eficiente y un vuelo cómodo con menos temblores, sino que también reduce el riesgo de lesiones en la cabina. Esperamos que en el futuro se sumen más aerolíneas y que los datos EDR<sup>3</sup> sigan creciendo" ya que existen turbulencias muy severas y destructivas en los borde y en el interior de nubes de desarrollo vertical, como los "*cumulo nimbos*" que rara vez se encuentran solos, sino que forman cadenas de extremo peligro.

#### **1.4-Conclusiones del piloto.**

- 1- Los pilotos en la actualidad son sorprendidos por situaciones atmosféricas de turbulencias en aire claro, las cuales no se encuentran alertados, y someten tanto a las aeronaves como a su tripulación y pasajeros a vivir momentos de pánico, de agresión violenta e incertidumbre de vida de un momento para otro.
- 2- La Tripulación de Cabina de Pilotaje por lo general intenta eludir el área afectada, sin poseer conocimientos claros de su dimensión y ubicación certera, pues las turbulencias en aire claro no pueden ser observadas por la visión humana, sino hoy día tan sólo por mediciones tecnológicas aún no muy desarrolladas.
- 3- El eludir el área afectada implica ascensos tratando de reconocer mejores niveles de vuelo, con mayor tranquilidad o distanciarse del lugar apartándose de la ruta de vuelo, con el consiguiente gasto de combustible y pérdidas de tiempo, lo cual encarecen el vuelo y no lo hacer rentable para las aerolíneas, así como el hecho de causar contratiempos en la mayoría de los pasajeros.
- 4- El equipo de vuelo, tanto Tripulación de Cabina de Pilotaje y Cabina de Pasajeros, deben esmerarse de que los pasajeros permanezcan en sus asientos con los cinturones abrochados, lo cual resulta contra natural, tratándose de vuelos que rondan las 18 horas.
- 5- La Tripulación debe de mantener en todo momento informados a los pasajeros de las medidas de seguridad necesarias para lograr mantenerlos sin riesgos, pero con el correr de las horas, cae la concentración de atención, existe distracción tanto por efecto del sueño, de la atención a entretenimientos de

---

<sup>3</sup> La tasa de disipación de remolinos (EDR) es una medida de la intensidad de la turbulencia en el aire. Se utiliza para cuantificar la actividad turbulenta en una escala numérica.

pantallas o lecturas, mismo por acción de atención del Catering o conversaciones diversas.

---

## **Sección 2 - INFORME DEL ENTORNO METEOROLÓGICO AFECTANDO AL VUELO LH511**

Por Raúl Rodano<sup>4</sup>

Llevé varias horas procesando y analizando datos del entorno meteorológico del evento. Los modelos de predicción anticipaban que en la hora y lugar del hecho (valores estimados) se darían condiciones para actividad convectiva severa (Sistema Convectivo de Mesoescala Tropical). Las imágenes satelitales en bandas infrarrojas correspondientes a ese lugar y hora confirman esta predicción. Es decir 6 horas antes del suceso se sabía que esa no era la mejor ruta.

Estoy hablando de las condiciones meteorológicas estimadas y luego confirmadas en la ruta elegida, sin abrir juicio sobre los motivos por los cuales LH tomó esa decisión. No siempre la Meteorología es el único factor para considerar (rutas de menor costo, economía de combustible, puntualidad de los vuelos, combustible extra por posibles desvíos, escalas técnicas para recarga de combustible, etc) En la toma de decisiones muchas veces estos factores pesan más que la tan maltratada Seguridad Operacional<sup>5</sup>.

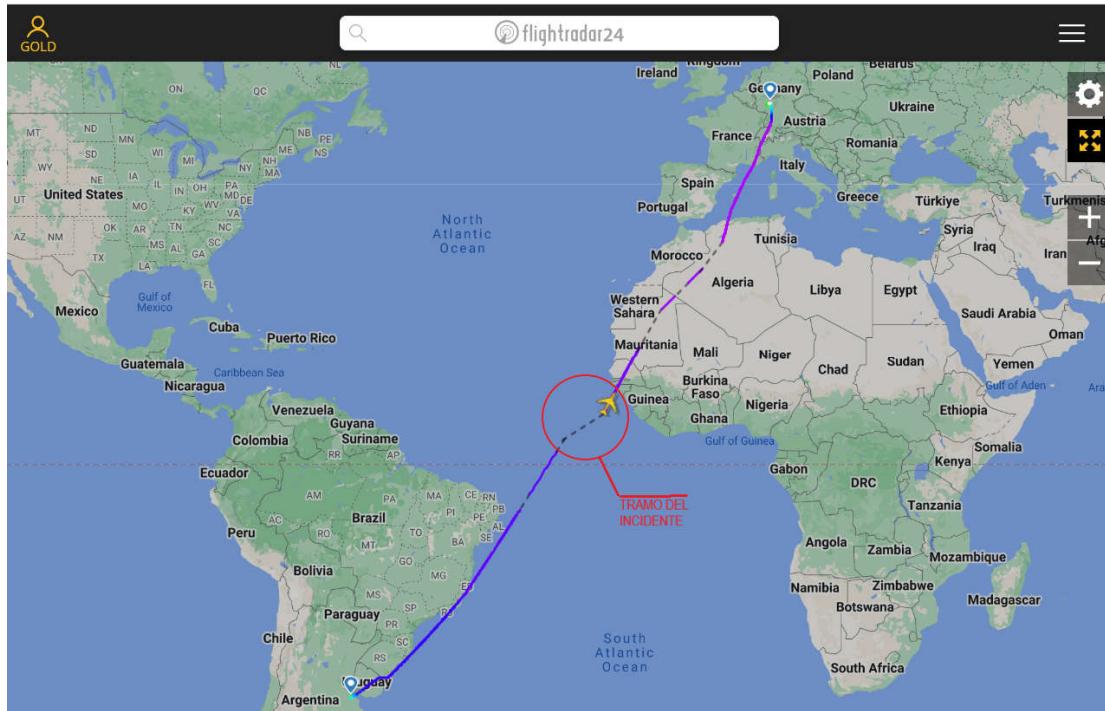
---

<sup>4</sup> El autor es: Egresado en el año 1967 de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la U.B.A. como Técnico en Meteorología Sinóptica (Orientación Aeronáutica). Entre 1968 y 1979 ocupé cargos en distintas dependencias del SMN y el Servicio Meteorológico de la Armada Argentina. Jefe del Área Meteorología de Aerolíneas argentinas y en áreas de Operaciones, Centro de Control Operacional, Central Meteorológica. Asesoramiento a vuelos domésticos, regionales e internacionales del grupo empresario. Docente en Meteorología Aeronáutica en el Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. Actualmente es Asesor Meteorológico Gerencia Área de Planificación Estratégica de las Operaciones de Aerolíneas Argentinas

<sup>5</sup> FAA AC No: 00-24C: \*"Weather recognizable as a thunderstorm should be considered hazardous, as penetration of any thunderstorm can lead to an aircraft accident and fatalities to those on board".

## 2.1 Síntesis del Incidente.

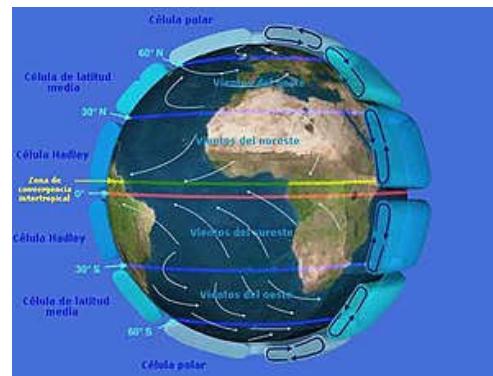
Un Boeing 747-8 de Lufthansa, matrícula D-ABYP, vuelo LH-511 BUE / FRA con 329 pasajeros y 19 tripulantes, se encontraba en ruta EZE / FRA pasando por la Zona de Convergencia Intertropical, encontrando sorpresivamente turbulencia de intensidad moderada a severa, 5 pasajeros y 6 tripulantes de cabina sufrieron heridas leves como resultado de las turbulencias.



### - Zona de convergencia intertropical (ITZ)

La Circulación General de la Atmósfera en un modelo de planeta con superficie uniforma, se comporta simétricamente con respecto a la línea ecuatorial.

Los distintos sistemas de presión que se generan (anticiclones y depresiones semipermanentes) generan en la zona tropical a nivel del mar, entre  $23^{\circ}\text{N}$  y  $23^{\circ}\text{S}$ , el enfrentamiento de viento del NE



del hemisferio norte (Alisios del NE), con viento del SE del hemisferio sur (Alisios del SE).

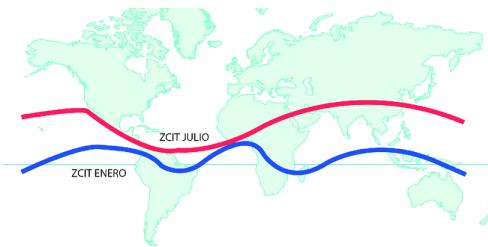
Llamamos a esta configuración Convergencia Intertropical, la cual produce en la línea de contacto entre NE y SE fuertes y persistentes corrientes verticales.

Si a esto le sumamos el alto contenido de vapor de agua existente en la zona tropical, reunimos los ingredientes básicos para la generación de tormentas convectivas de gran desarrollo vertical.

Como se dijo, este sería el comportamiento en un planeta ideal homogéneo y perfectamente esférico.

Este no es el caso del planeta Tierra, principalmente por existir en él grandes extensiones oceánicas, continentales e importante orografía. Entre otras cosas esto afecta notablemente el clima a lo largo de la Zona de Convergencia Intertropical (ITZ), generando desde zonas de poca o ninguna presencia nubosa hasta áreas de continuas y persistentes formaciones convectivas de características severas.

- *Variación estacional*

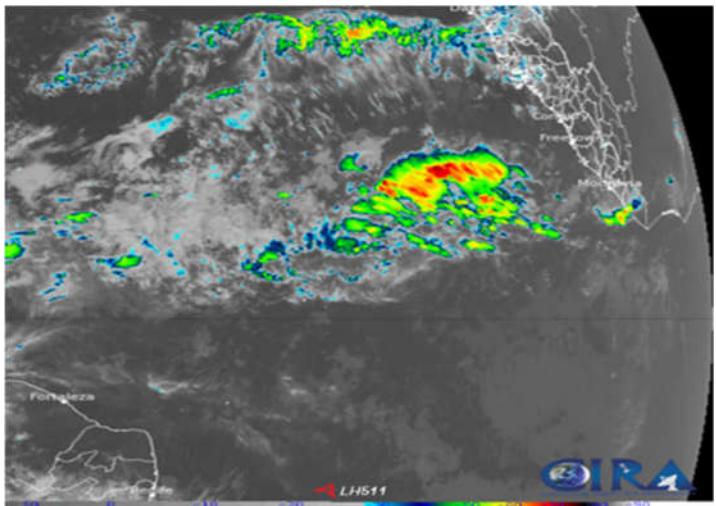


Sabido es que el eje de rotación de la Tierra está inclinado respecto del plano de la órbita terrestre en  $23^{\circ}$ , lo cual da origen a las estaciones del año. De esta manera la ubicación de la Zona de

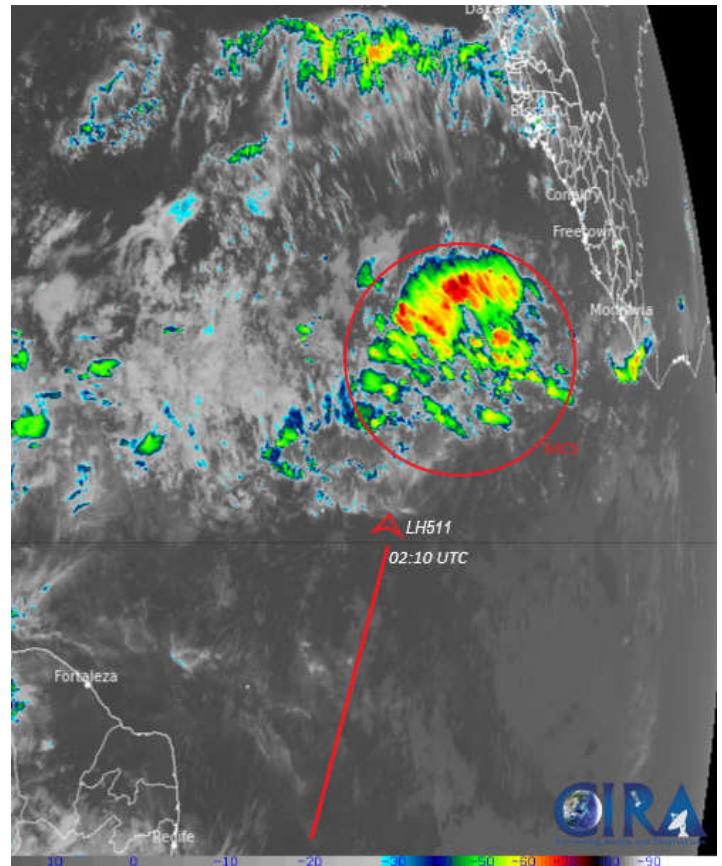
Convergencia Intertropical, la cual sigue el movimiento aparente del sol (Norte al Sur y Sur al Norte) a lo largo del año, migra desde  $23^{\circ}\text{N}$  en verano del hemisferio norte hacia  $23^{\circ}\text{S}$  en verano del hemisferio sur.

## 2.2 *Trayectoria del vuelo.*

La ruta volada por el LH511 fue la programada según el plan de vuelo emitido por Operaciones de la Empresa. Pasado Rio de Janeiro seguía sobre el mar próximo a la costa, hasta lateral de Recife donde comienza el cruce del Atlántico a 02:14 UTC



Próximo al cruce del Ecuador 01:58 UTC comienza a enfrentar actividad de tormentas con desarrollos convectivos, con topes compactos a FL360<sup>6</sup> y overshooting top's (OT's)<sup>7</sup> hasta FL450. Esto corresponde a un “Sistema Convectivo de Mesoescala”<sup>8</sup>(MCS) afectando el tramo de ruta entre 1° y 8°N, lo cual le ocasiona desvíos que lo llevan a pasar muy cerca de los núcleos convectivos más severos.

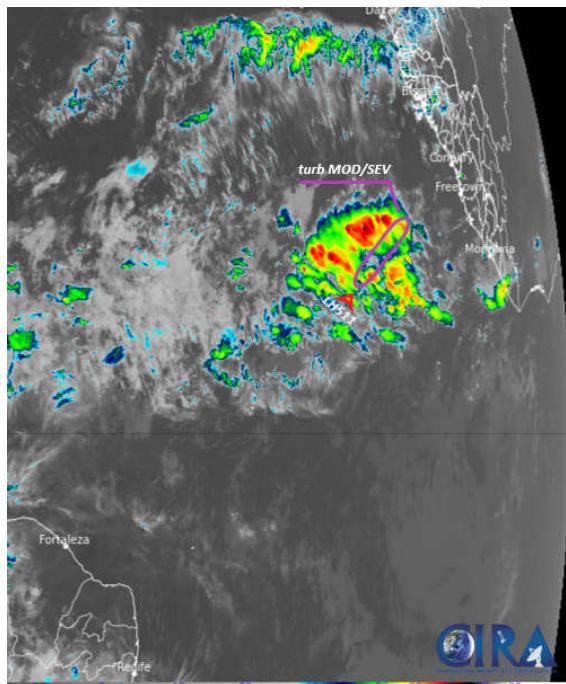


<sup>6</sup> La altitud de vuelo se mide en pies y se abrevia en centenas de pies con prefijo FL (Flight Level)  
Ejemplo: FL310 31000 pies

<sup>7</sup> Overshooting Tops (OT's): Torres convectivas por encima del tope convectivo general

<sup>8</sup> Sistema Convectivo de Mesoescala (MCS) Grupo extenso de células convectivas que interactúan entre sí, ocupando cientos de Km de diámetro y con muchas horas de duración.

Se inicia un ascenso de FL330 hasta FL350 tratando de evitar la turbulencia. Durante el ascenso y cruzando FL340 se produce un intenso, aunque breve, golpe de turbulencia severa a 03:46 UTC, pasándose de una velocidad de 511kt



a 180kt en 39 segundos para subir nuevamente a 580kt en 3 minutos. Estas violentas variaciones en velocidad califican para turbulencia severa, relacionada en este caso por una trayectoria muy próxima a los núcleos

más activos del MCS<sup>9</sup>.



<sup>9</sup> Sistemas Convectivos de Mesoescala.

### *-Sistemas Convectivos de Mesoescala (MCS)*

Estas zonas de los complejos nubosos MCS son consideradas como “NO GO” por la industria. No sólo se generan turbulencias severas/extremas, sino también intrusiones de aire muy cálido de la baja estratosfera. El encuentro repentino con estos “bolsones calientes” imponen un deterioro severo a la performance de la aeronave, con pérdida momentánea del control.

Aumentos instantáneos de 20 a 25°C respecto a la temperatura de crucero, ejemplo: SAT -52°C pasan en segundos a -30°C. La respuesta de la aeronave suele ser un violento descenso buscando una densidad del aire adecuada.

### *- Otros casos similares*

Este evento ocurre muy próximo a la zona en que se desencadenó la tragedia del vuelo AF447 (01Jun2009), en circunstancias meteorológicas similares, pero de mayor intensidad y extensión que las que estamos analizando, con una total pérdida de control cayendo al mar sin sobrevivientes.

-En Junio 30 de 2024 el vuelo UX45 de AIR EUROPA desde MAD a MVD encuentra turbulencia severa descendiendo en NATAL, BR con 30 heridos a bordo

-El 18 de Oct de 2022 el vuelo AR1133 MAD/EZE de Aerolíneas Argentinas encuentra turbulencia severa en medio del Atlántico, con 12 heridos a bordo.

-11 de Octubre 2018 el vuelo AR1303 MIA/EZE de Aerolíneas Argentinas enfrenta turbulencia severa sobre el Amazonas con 15 heridos a bordo.

### *-Conclusiones del meteorólogo.*

En todos estos eventos el factor común fue la cercanía a los núcleos convectivos de mayor intensidad, tocando la zona “No Go”.

A pesar de contarse en la actualidad con tecnología y herramientas para la predicción de este fenómeno, la Industria sigue jugando con la toma de este tipo de riesgo, priorizando el ahorro de combustible, la puntualidad o la no cancelación o demora dejando la tan mentada “Seguridad Operacional” o la “Mejora Contínua” a segundos o terceros planos, según la compañía que se trate.

El arsenal de instrumentos de última generación (radares, satélites, estaciones automáticas y modelos de predicción numéricos), permite al meteorólogo predecir con mucha precisión en tiempo y espacio la ocurrencia de éstos y muchos otros fenómenos.

En la actualidad ningún vuelo comercial debiera ser sorprendido por fenómenos de turbulencias MOD a SEV ni mucho menos enfrentar actividad convectiva no prevista.

La capacitación de pilotos, despachantes y meteorólogos aeronáuticos en materia de meteorología está muy por debajo de las nuevas exigencias de la Aviación Comercial.

De tanto en tanto nos sacude la noticia de incidentes con pasajeros heridos o, peor aún, catástrofes sin sobrevivientes.

Existen en el tope de los MCS condiciones meteorológicas violentas y extremas, poco conocidas, que configuran entornos caóticos para los cuales ninguna aeronave fue diseñada.

Las 300 toneladas de un wide body<sup>10</sup> pierden sus valores normales de sustentación, ángulo de ataque, equilibrio entre peso y sustentación. El viento relativo adopta cualquier dirección respecto de la cuerda aerodinámica media. Esto define la “Zona No Go”.

---

<sup>10</sup> Avión comercial de cabina ancha, característica dos pasillos, de 7 a 10 asientos por fila, cantidad de pasajeros de 200 a 850, utilizados en vuelos de largo alcance y alta densidad de pasajeros.

---

## **Sección 3. Efectos jurídicos. Responsabilidad en daños por turbulencias.**

*Por Carlos María Vassallo<sup>11</sup>*

A partir del informe de Rodano se desprende que el evento fue continuo e in crescendo en intensidad hasta alcanzar la actividad convectiva severa al límite del no go. Los pasajeros se encontraban anoticiados e instruidos por la tripulación y carteles indicadores de permanecer en sus asientos con cinturones abrochados, sin embargo 6 de ellos se lesionaron por no encontrarse atados y 5 tripulantes de cabina que estaban en su tarea de ayudar y auxiliar a los pasajeros, funciones propias de los TCP.

Fue así como todas las personas que reportan lesiones a partir del movimiento brusco de la aeronave motivada por las turbulencias severas se golpearon con el techo de la cabina de pasajeros y a su arribo a FRA<sup>12</sup> fueron hospitalizadas con traumatismos de distinta consideración, aunque el informe refería a lesiones leves.

Para encuadrar jurídicamente este accidente, conforme los parámetros de la definición del Anexo 13<sup>13</sup> debemos destacar que el vuelo cumplía un transporte aéreo de pasajeros internacional y tanto Argentina<sup>14</sup> como Alemania<sup>15</sup> ambas partes del Convenio de Montreal de 1999. Es entonces que si para ambos países, de embarque y destino rige el mismo ordenamiento legal, corresponde aplicar al siniestro el citado Convenio. Este principio de aplicación surge del

---

<sup>11</sup> El autor es: Doctor en Ciencias Jurídicas, Magíster en Ciencias de la Legislación. Profesor Emérito Titular de Derecho Aeronáutico y Espacial de la Universidad del Salvador. Profesor Titular del INDAE, de la Universidad a Distancia de Madrid. Presidente del Centro de Estudios de Derecho Aeronáutico y Espacial (CEDAE). Miembro del Consejo Directivo del Instituto Iberoamericano de derecho aeronáutico. (Madrid). Ex abogado del grupo empresario Aerolíneas-Austral. Dirigió la Unidad Asuntos contenciosos y judiciales por 30 años.

<sup>12</sup> FRA código IATA de aeropuerto de Frankfurt del Meno, principal aeropuerto de Frankfort y uno de los más grandes de Europa.

<sup>13</sup> Accidente aeronáutico es un suceso que ocurre entre el momento en que una persona entra en la aeronave con la intención de volar y el momento en que todas las personas han abandonado la aeronave, causando: 1) la muerte o lesiones graves a una persona, 2) daños o fallas estructurales que requieran reparación importante, o 3) la desaparición de la aeronave o su inaccesibilidad.

<sup>14</sup> Ley 26,461 B.O. 11-2-2009-

<sup>15</sup> Ratifica el Convenio el 29 de abril de 2004-

Convenio de Viena sobre el Derecho de los Tratados de 1969 art. 30,4, (b)<sup>16</sup> que habilita el uso de las normas comunes de derecho internacional aplicables entre las partes (como tratados, costumbre, principios generales) para interpretar un tratado.

Situándonos entonces en el CM/99 en el art. 17 establece un régimen de responsabilidad del transportista de atribución objetiva -con dispensa de la prueba de culpa- cuando el daño se hubiese producido a bordo de la aeronave o en las operaciones de embarque y desembarque, tal nuestro caso en estudio.

Sin embargo, esta responsabilidad objetiva tiene un límite cuantitativo también previsto por el mismo CM/99 en su artículo 21 nº1 hasta 139.000 derechos especiales de giro<sup>17</sup>, aproximadamente u\$s 200.000. Introduce una importante modificación este convenio en su nº2 en tanto se puede demandar por encima de este monto y el transportista tiene la posibilidad de oponer dos excepciones de exculpación, probando que el daño no fue debido a su negligencia o que el daño se debió “exclusivamente” a la culpa de un tercero contemplando una responsabilidad subjetiva agravada con inversión de la carga de la prueba, tal como era regla general en el art 20 del Sistema de Varsovia<sup>18</sup>.

Como todos los accidentes son una concatenación de situaciones que al coincidir lo provocan<sup>19</sup>, la doctrina es coincidente que dada la dificultad que progrese una excepción del art. 21 CM/99 estaría virtualmente en vigencia la ilimitación de responsabilidad para muerte y lesiones de pasajeros, con lo cual se puede demandar por sobre el límite indicado de los DEG 139.000. El pasajero lesionado o los deudos en caso de muerte siempre deberán probar la extensión del daño efectivamente sufrido pues la indemnización no es tasada.

Si bien las aerolíneas tienen la obligación de garantizar la seguridad de sus pasajeros, y de allí la responsabilidad objetiva, también existe la obligación del

---

<sup>16</sup> "...b) En las relaciones entre un Estado que sea parte en ambos tratados y un Estado que sólo lo sea en uno de ellos, los derechos y obligaciones recíprocos se regirán por el tratado en el que los dos Estados sean partes".

<sup>17</sup> Actualizado a diciembre de 2024. <https://cedaeonline.com.ar/2024/12/13/editorial-6/>

<sup>18</sup> Convenio de Varsovia de 1929 art.20."...no será responsable si prueba que él y sus representantes adoptaron todas las medidas necesarias para evita el daño o que les fue imposible adoptarlas..."

<sup>19</sup> Teoría de James Reason, de los agujeros del queso suizo -gruyere.

pasajero de seguir las instrucciones de seguridad, para evitar encuadrar el daño en la culpa de la víctima. En el caso de una lesión por negarse a usar el cinturón de seguridad, la aerolínea podría argumentar que la responsabilidad recae en el pasajero si este no siguió las indicaciones, podría eximirse de responsabilidad total o parcial. Esto dependerá de las circunstancias exactas y razones del no uso esgrimidas por el pasajero desobediente. Téngase en cuenta que no se dan juicios de este tenor en tanto esas lesiones las cubren las pólizas de seguros aeronáuticos que tiene un score muy alto de cumplimiento para evitar pérdida de reputación en el mercado asegurador.

Un caso relevante de fallecimiento de un pasajero por causa de una turbulencia severa sucedió en el vuelo Singapore Airlines SQ321 en mayo del 2024 cuando el Boeing 777-300ER que cumplía el vuelo Londres a Singapur. Sucedió durante el servicio del desayuno razón por la cual los carros y TCP que cumplían con el servicio volaron dentro de la cabina estrellándose en el techo, al igual que otros pasajeros que no estaban con cinturón de seguridad. Nótese que la meteorología adversa provoca un descenso abrupto de aproximadamente 6 000 pies (1 800 m) en pocos minutos. Decenas de pasajeros fueron hospitalizados con lesiones graves en Bangkok.

Aunque lo más grave sucedió con el pasajero Geoffrey Kitchen, británico de 73 años, que murió en el incidente, aparentemente por un ataque cardíaco durante la turbulencia. Por eso entiendo que debe considerarse su deceso provocado por un “accidente aéreo” presupuesto necesario que habilita la indemnización, art 17 nº1 CM/99<sup>20</sup>.

Otro tema para considerar por el demandante será la jurisdicción ante la cual podrá interponer la demanda. Allí como respuesta tenemos el “fórum shopping” previsto en el art.33 nº1 de CM/99 con cuatro opciones: domicilio del transportista, su oficina principal, oficina del conducto de venta del tkt, lugar de destino que para el caso de lesiones y muerte se extiende a una quinta jurisdicción, prevista en el mismo artículo nº2, “en el Estado Parte en que el

---

<sup>20</sup> “El transportista es responsable del daño causado en caso de muerte o lesión de un pasajero, por la sola razón de que el **accidente** que causó la muerte o lesión se haya producido a bordo de la aeronave o durante cualquiera de las operaciones de embarque o desembarque”

*pasajero tiene su residencia principal y permanente en el momento del accidente, siempre que hacia o desde el cual el transportista explote sus servicio”.*

Entonces es relevante ver el ejercicio de esa quinta jurisdicción no solo desde el reclamante, que reitero, será el lugar de residencia permanente del lesionado o fallecido, sino del transportista para no dejarlo en indefensión si la compañía aérea no tuviere explotación de sus servicios en el lugar, lo que implica una oficina comercial, gerencia, empleados y asesor legal habitual disponible.

Aclara el numeral 3º que la nacionalidad del pasajero no determina la jurisdicción, sino su residencia permanente, diferencia importante que habitualmente lleva a confusiones. En el caso del pasajero británico fallecido, este tenía su residencia permanente en Thornbury Gloucestershire, Inglaterra por lo que tenían la opción sus deudos de iniciar la acción en ese país, aunque no hay constancias de su promoción. Es probable que haya habido un acuerdo extrajudicial pagado por la aseguradora de la transportista.

Respecto de los antecedentes recientes, tal el caso del accidente del Boeing 737 Max, de Lion Air se paga en acuerdos privados 1,2 millones de dólares como base a solteros sin hijos y en el caso de víctimas casadas y con hijos las indemnizaciones estuvieron entre los 2 y 3 millones de dólares, es decir muy superior a la suma prevista en el art. 21 de CM/99, extremo que ratifica que la limitación de responsabilidad para muerte o lesiones ha sido superada por la ilimitada.

Los seguros que cubren a las personas que habitual u ocasionalmente realizan funciones a bordo -TCP -están bajo la relación de dependencia del explotador, quien, por manda legal en Argentina, está obligado a darles cobertura de seguro por riesgos del trabajo en los términos de la ley 24.557.

A los fines del cumplimiento el artículo 191 del código aeronáutico argentino remite a su artículo 87 que dice: “*La regulación de las relaciones laborales del personal aeronáutico será regida por las leyes de la materia*”.

La ley de la materia es entonces la ya citada ley 24.557 que en su artículo dos dispone que “están obligatoriamente incluidos en el ámbito de la ART: ... b) los trabajadores en relación de dependencia del sector privado...”

En cuanto al objeto de nuestro estudio, la ley de riesgos de trabajo incluye a todo el personal, sea tripulante o de tierra, ya que la obligación de asegurar a los dependientes por los riesgos en general y el costo del aseguramiento es a cargo del explotador.<sup>21</sup>

Para llevar un ejemplo concreto, de cómo resuelven estas cuestiones las transportistas, en el caso de Aerolíneas Argentinas SA, contrata por obligación legal una ART que cubre a sus empleados mientras se desempeñen como tales en los viajes en todo el mundo. Asimismo, les contrata cobertura de viajes tipo de mercado, tipo seguro del viajero vg. assist card o universal assistance entre otros, que es más amplia y eficiente que la ART nacional, para que en caso de que suceda un evento en el exterior cubierto, el empleado pueda recibir con premura la asistencia médica necesaria y luego de superada la urgencia podrá repetir contra la ART.

También se pueden cubrir los excedentes, y en tal sentido AR y otras Cía. Aéreas locales han tomado una cobertura en exceso de la ART para cuando se agota la cobertura de la misma denominada RC patronal. Esta se activa, conforme valoración de la póliza a partir de los USD 100.000. Yendo a un ejemplo concreto, si a un tripulante sufriera un accidente catastrófico y sus derechohabientes probaran dolo o culpa grave de la Cia aérea empleadora y se diera el caso de que, juicio mediante, hubiera que pagarle USD 500.000, la ART pagará lo que legalmente corresponda, la Cia Aérea la diferencia entre lo pagado por la ART y el piso de la póliza RC Patronal que lo pusiéramos a modo de ejemplo en USD 100.000 y esa cobertura patronal pagaría el exceso.

Además, dentro de la póliza de Aero hay disponible un seguro de Accidentes Personales y que cubren a los empleados de la Cía.

---

<sup>21</sup> BALIAN Eduardo Néstor, Código Aeronáutico comentado y anotado ed Astrea Buenos Aires 2013

Es necesario para completar el marco jurídico referirnos brevemente al tema de los seguros aeronáuticos RC pasajeros que se aplican a los casos de accidentes provocados en vuelos aerocomerciales.

El Convenio de Montreal de 1999 en su artículo 50 prescribe que los Estados Parte exigirán a sus transportistas mantener un “seguro adecuado” que cubra su responsabilidad en virtud del presente Convenio. De allí las leyes aeronáuticas nacionales, en virtud del principio de uniformidad, han incluido exigencias similares, en el caso argentino Título 10º del Código Aeronáutico que obligan a constituir un seguro que cubra los daños previstos el Título 7º. Por otra parte, no se autorizará a una aeronave extranjera a ingresar en el espacio aéreo nacional si no justifica tener asegurados los daños que puedan producirse a personas y cosas transportadas y a los terceros en superficie.

El régimen de pagos adelantados se encuentra vigente en Argentina desde el 10 de octubre de 2024 con el decreto 809/2024<sup>22</sup> que implementa el sistema de pagos adelantados para víctimas y familiares de accidentes de aviación civil previsto en el artículo 28 del Convenio de Montreal de 1999. Aplica a las compañías aéreas que presten servicios de transporte aéreo de pasajeros, regulares y no regulares, internos e internacionales.

Debemos inferir que rige para todas las compañías aéreas comerciales con licencia de explotación válida (CESA) por la autoridad aeronáutica de la República Argentina, que son las que operan mediante normativas RAAC 121 y 135. En el caso en estudio la aeronave de Lufthansa protagonista del evento al ser una línea aérea comunitaria se rige el art. 28 de Convenio de Montreal de 1999 incorporado por su “ley nacional” que es el Reglamento (CE) 2027/97 y su modificación por el Reglamento (CE) 889/02 al referirse a los obligados al cumplimiento de sus normas de pagos adelantados, dice que estarán a cargo de la “compañía aérea comunitaria”, es decir, también con certificación válida de la Comunidad<sup>23</sup>.

---

<sup>22</sup> Publicado en BO 10-09-2024 y conforme art 7 del decreto su vigencia será a los 30 días de publicado.

<sup>23</sup> VASSALLO Carlos María, Derechos del Usuario del Transporte Aéreo, Nuevo reglamento comentado. Editorial Algoritmo 2025 pág. 200.

Cuando la norma dice pasajeros lesionados, debe entenderse pasajeros con billete de pasaje emitido en cualquier tipo de clase e incluso los gratuitos cuando se realiza en un servicio de transporte aéreo, ya sea bajo RAAC 121 o 135, regular o no regular. En cuanto al alcance de “derechohabientes”, el artículo 3, “Definiciones”, dice: “Persona cuyo derecho deriva del pasajero víctima del accidente aéreo”.

Este pago adelantado esta “topeado” uniformemente en la Unión Europea y en Argentina en DEG 16.000 y se deberá hacer efectivo como máximo a los 15 días de conocido el vínculo con el pasajero<sup>24</sup>. Decimos topeado como límite del pago adelantado en tanto la proporcionalidad será evaluada por la transportista respecto del caso particular. Por ejemplo, una fractura de un brazo con inmovilidad por 30 días será menor al máximo del pago adelantado, en tanto cuando el siniestro fuere un fallecimiento, se evaluarán los gastos de los derechohabientes y se los solventará cubriendo las necesidades fundamentales: expensas, colegios, gastos en alimentación, etc hasta el límite de los 16.000 DEG.

Tanto las indemnizaciones finales como los pagos adelantados en definitiva lo pagan las compañías de seguros de las aerolíneas que están obligadas a tomarlos sin franquicia.

Las aseguradoras de riesgos aeronáuticos y sus reaseguradoras del LLOYDS de Londres tienen una historia de buen cumplimiento con las obligaciones comprometidas en sus pólizas.

No obstante, para el caso de incumplimiento con el pago del siniestro del riesgo asegurado, ya se encuentra en vigencia el Reglamento General de Infracciones de la Aviación Civil, aprobado por Decreto 816/2024, que tipifica en el artículo 20 nº15 como infracción de carácter muy grave, el incumplir con el pago o abonar fuera de término la compensación establecida en el Reglamento de pagos indemnizatorios adelantados a la liquidación final de la indemnización que pudiere corresponderle en caso de muerte o lesión corporal a los pasajeros que sean víctimas de un accidente de aviación civil comercial.

---

<sup>24</sup> Art 7 decreto 809/2024.

Conclusiones legales.

- Producido el accidente, con lesiones o muerte de pasajeros se indemnizará a víctimas o deudos en forma ilimitada.
  - Las transportadoras deberán cubrir con carácter mandatorio los riesgos obligatoriamente con seguros de responsabilidad civil adecuados.
  - En cuanto al personal aeronáutico que no es alcanzado por Montreal 99 las transportistas toman un seguro obligatorio de ART y un exceso de cobertura a partir del piso de la póliza RC Patronal. Además, dentro de la póliza de Aero hay disponible un seguro de Accidentes Personales y que cubren a los empleados de la Cía. más una póliza de asistencia tipo del viajero para una eficiente y rápida atención.
  - El transportista pagará el llamado pago adelantado a víctimas y familiares de accidentes de aviación civil, en término de 15 días de conocido el vínculo.
  - El nuevo reglamento de infracciones prevé para su incumplimiento sanciones de multa y/ cancelación de concesiones o autorizaciones otorgadas para la explotación de servicios de aerocomerciales.
- 

## **Sección 4. La Investigación de Accidentes e Incidentes Aéreos como Investigación Compleja.**

*Por Carlos Rivolo<sup>25</sup>.*

### **1. Introducción.**

---

<sup>25</sup> El autor es abogado. Univ de Buenos Aires - 1991. Fiscal criminal y correccional federal. Profesor de grado y posgrado universidades nacionales e internacionales. Posgrado en reglas internacionales contra la corrupción. UCA. Especialista en justicia constitucional y DDHH – orientación justicia penal y delitos complejos – Univ de Bologna – Italia. Posgrado en Técnicas de Litigación oral. Univ de San Diego, California, USA. ex Presidente de la Asociación de fiscales y funcionarios de la nación (período 2016-2022)

La investigación de accidentes e incidentes aéreos constituye una de las formas más paradigmáticas de investigación compleja dentro del ámbito penal y técnico-administrativo contemporáneo. Su singularidad radica no sólo en la multiplicidad de actores involucrados, sino también en el entrelazamiento de dimensiones jurídicas, científicas, sociales y mediáticas que concurren en su desarrollo. Como advierte la experiencia comparada, estos procesos presentan un alto grado de sensibilidad pública y demandan una respuesta institucional coordinada entre organismos nacionales e internacionales.

## **2. Factores que determinan su complejidad**

Existen múltiples elementos que confluyen para definir una investigación de este tipo como “compleja”. En primer término, su impacto social: cada suceso aéreo de magnitud genera una inmediata repercusión colectiva, no sólo por la pérdida de vidas humanas, sino también por la afectación de la confianza pública en el sistema aeronáutico y en las instituciones encargadas de su control. En segundo lugar, tales investigaciones suelen implicar la aplicación novedosa del derecho, en particular en materia penal, administrativa y de responsabilidad internacional. Las normas de aviación civil —fundadas en la Convención de Chicago de 1944— interactúan con disposiciones penales internas, configurando un espacio de interpretación jurídica donde la precisión técnica se convierte en una herramienta de justicia.

A ello se suma la posible comisión de nuevos o inusuales ilícitos, que abarcan desde la violación de protocolos de seguridad y negligencias operativas hasta conductas dolosas vinculadas con fraudes, ocultamientos o irregularidades en el mantenimiento y gestión de aeronaves.

Por otra parte, el despliegue de recursos humanos y materiales es significativo. La magnitud del evento exige la participación coordinada de peritos especializados, técnicos de diferentes disciplinas, personal de rescate, fuerzas de seguridad y autoridades judiciales, todo lo cual incrementa el nivel de complejidad logística y probatoria.

También incide la presencia de figuras públicas o influyentes entre las víctimas o involucrados, lo que potencia el interés de los medios de comunicación y

condiciona la percepción social del proceso investigativo. Finalmente, la distancia geográfica del lugar del hecho —en ocasiones de difícil acceso— agrega un componente operativo adicional que debe ser previsto en la estrategia inicial de investigación.

### ***3. Estrategias del fiscal ante una investigación compleja***

El rol del fiscal en este tipo de investigaciones es determinante. Su función excede la mera dirección formal del proceso penal: debe asumir una conducción estratégica, capaz de armonizar la rigurosidad técnica con la tutela de los derechos de las víctimas y la transparencia institucional.

Entre las estrategias esenciales se destacan:

- La carga de la prueba y la formulación precisa de la acusación, sustentada en evidencia científicamente validada.
- El tratamiento adecuado de las partes y las víctimas, garantizando su participación informada y el respeto por su dignidad.
- La determinación de las causas inmediatas del hecho, lo cual implica la intervención oportuna en el lugar del suceso, el secuestro y preservación del material probatorio, la cadena de custodia, la definición del comando operativo y la toma de declaraciones testimoniales.
- El análisis de las causas mediadas, que puede involucrar la reconstrucción de sistemas financieros, impositivos o institucionales que subyacen al evento, así como las dinámicas de control interno de las empresas aeronáuticas y de los organismos estatales.

El fiscal debe asimismo comprender las reglas del juego y la idiosincrasia del sector aeronáutico, sin descartar hipótesis alternativas ni limitarse a las líneas de investigación convencionales. Resulta esencial involucrar la mayor cantidad posible de datos y actores de la comunidad directamente o indirectamente afectada, con el objetivo de construir una investigación sistémica que permita establecer responsabilidades individuales y de conjunto.

### ***4. Dimensión jurídica y cooperación internacional***

La investigación judicial de accidentes aéreos encuentra su fundamento normativo en el Anexo 13 a la Convención de Chicago de 1944, instrumento esencial del Derecho Aeronáutico Internacional. Dicho Anexo establece las obligaciones de los Estados en materia de investigación técnica, cooperación y transparencia informativa, procurando ante todo la prevención de futuros siniestros más que la sanción penal de los responsables. No obstante, cuando del análisis técnico surgen indicios de conducta delictiva, la investigación judicial debe articularse con las autoridades aeronáuticas, preservando la independencia funcional de ambas esferas.

### **5. Conclusiones**

- La investigación de accidentes e incidentes aéreos constituye un espacio de interacción entre el derecho penal, el derecho aeronáutico y las ciencias técnicas, donde el fiscal desempeña un papel central en la reconstrucción de la verdad y la protección del interés público.
- Su abordaje exige rigor metodológico, apertura interdisciplinaria y una visión integral de los sistemas que intervienen en la seguridad aérea.
- Como bien se ha dicho, los sucesos ocurren en el aire, pero los conflictos se resuelven en la tierra: allí donde el Estado, a través de sus instituciones judiciales, debe garantizar que cada investigación compleja sea también una oportunidad de aprendizaje y fortalecimiento institucional.