

Doc 9974
AN/487



La seguridad de vuelo y las cenizas volcánicas

Gestión de riesgos de las operaciones de vuelo en que se sabe o se pronostica que habrá contaminación por cenizas volcánicas

Aprobado por el Secretario General
y publicado bajo su responsabilidad

Primera edición — 2012



Organización de Aviación Civil Internacional

Doc 9974
AN/487



La seguridad de vuelo y las cenizas volcánicas

**Gestión de riesgos de las operaciones de vuelo en que se sabe
o se pronostica que habrá contaminación por cenizas volcánicas**

Aprobado por el Secretario General
y publicado bajo su responsabilidad

Primera edición — 2012

Organización de Aviación Civil Internacional

Publicado por separado en español, árabe, chino, francés, inglés y ruso
por la ORGANIZACIÓN DE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL
999 University Street, Montréal, Quebec, Canada H3C 5H7

La información sobre pedidos y una lista completa de los agentes de ventas
y librerías pueden obtenerse en el sitio web de la OACI: www.icao.int

Primera edición, 2012

Doc 9974, La seguridad de vuelo y las cenizas volcánicas

Núm. de pedido: 9974

Esta publicación está disponible en la forma de archivo descargable
gratuitamente.

Consulte la Sección *Free Publications* del sitio web de la OACI
en www.icao.int

© OACI 2012

Reservados todos los derechos. No está permitida la reproducción de
ninguna parte de esta publicación, ni su tratamiento informático, ni su
transmisión, de ninguna forma ni por ningún medio, sin la autorización
previa y por escrito de la Organización de Aviación Civil Internacional.

ENMIENDAS

La publicación de enmiendas se anuncia en los suplementos del *Catálogo de publicaciones de la OACI*; el Catálogo y sus suplementos pueden consultarse en el sitio web de la OACI: www.icao.int. Los casilleros en blanco facilitan la anotación de esas enmiendas.

REGISTRO DE ENMIENDAS Y CORRIGENDOS

ENMIENDAS		
Núm.	Fecha	Anotada por

CORRIGENDOS		
Núm.	Fecha	Anotado por

PREÁMBULO

En el presente documento se proporciona una orientación que los Estados tal vez deseen recomendar a los explotadores y a las autoridades normativas para casos en que la contaminación por cenizas volcánicas represente un peligro para las operaciones de vuelo. La premisa subyacente es que cada explotador es responsable de este tipo de operaciones bajo la supervisión de la autoridad normativa del Estado correspondiente. El principio rector para estas operaciones es el uso de un enfoque de gestión de riesgos de seguridad operacional, que se describe en este documento.

Este documento se basa principalmente en la labor realizada en 2010 y 2011 por el Grupo especial internacional sobre cenizas volcánicas (IVATF) de la OACI y los aportes de los miembros del Grupo de expertos sobre operaciones, de la OACI, y se publica para que la información existente esté disponible tan pronto como sea posible. Siguen en marcha varias iniciativas pertinentes y es posible que se incluyan sus resultados, si procede, a medida que estas concluyan.

Entre las iniciativas en marcha que pueden ser pertinentes para el enfoque de gestión de riesgos de seguridad operacional relativos a cenizas volcánicas, se incluye la información proporcionada por los centros de avisos de cenizas volcánicas (VAAC) en el marco de la vigilancia de los volcanes en las aerovías internacionales de la OACI. Se están llevando a cabo tareas para correlacionar los pronósticos elaborados por los nueve VAAC designados con la orientación de prevención actual* para explotadores que figura en el *Manual sobre nubes de cenizas volcánicas, materiales radiactivos y sustancias químicas tóxicas* (Doc 9691) y el *Manual sobre la vigilancia de los volcanes en las aerovías internacionales (IAVW) — Procedimientos operacionales y lista de puntos de contacto* (Doc 9766) y armonizar el contenido de la información de asesoramiento de los VAAC en las interfaces regionales. Asimismo, se está trabajando para mejorar la información disponible para las aeronaves en vuelo y en el aeródromo a fin de garantizar la máxima seguridad operacional y una eficacia óptima.

En aras de la seguridad de vuelo, en caso de erupción volcánica se recomienda distribuir este documento. No debe ofrecerse para la venta ni utilizarse comercialmente sin el permiso escrito de la OACI.

* La orientación de prevención actual se refiere a las cenizas visibles o perceptibles. Es preciso definir estos términos de forma tal que se facilite su uso tanto en la etapa de despacho como en la etapa del vuelo en ruta (por ejemplo, descriptores cuantitativos). Se considera que esta información es fundamental para los procedimientos operativos que se pretende aplicar cuando se vuela en espacios aéreos expuestos a cenizas volcánicas.

El presente documento publicado por la OACI es fruto de un esfuerzo de colaboración entre las partes interesadas con objeto de incrementar la seguridad de las operaciones de vuelo en caso de erupción volcánica. Se ha firmado un acuerdo de colaboración con las organizaciones que figuran a continuación, que indica su contribución y respaldo valiosos, incluso en el uso del logotipo en este documento: Consejo Internacional de Aeropuertos (ACI), Organización de servicios de navegación aérea civil (CANSO), Asociación del Transporte Aéreo Internacional (IATA), Consejo Coordinador Internacional de Asociaciones de Industrias Aeroespaciales (ICCAIA), Federación Internacional de Asociaciones de Pilotos de Línea Aérea (IFALPA), Federación Internacional de Asociaciones de Controladores de Tránsito Aéreo (IFATCA).



ÍNDICE

	<i>Página</i>
Glosario	(ix)
Capítulo 1. Introducción.....	1-1
Capítulo 2. Orientación para los explotadores y las autoridades	2-1
Apéndice 1. Directrices para realizar una evaluación de riesgos de seguridad operacional.....	Ap 1-1
Apéndice 2. Procedimientos que deben tener en cuenta los explotadores de aeronaves al realizar una evaluación de riesgos de seguridad operacional.....	Ap 2-1
Apéndice 3. Peligros y riesgos que deben tener en cuenta los explotadores de aeronaves	Ap 3-1
Apéndice 4. Modelo de hoja de trabajo para la evaluación de riesgos de seguridad operacional.....	Ap 4-1
Apéndice 5. Directrices sobre la información de la actividad volcánica y la respuesta del explotador	Ap 5-1
Apéndice 6. Directrices para las CAA sobre la evaluación de la aptitud de los explotadores para realizar operaciones de vuelo seguras a zonas donde se pronostica contaminación por cenizas volcánicas o a aeródromos contaminados por esas cenizas	Ap 6-1
Apéndice 7. Modelo de matriz de evaluación de la seguridad operacional y los riesgos	Ap 7-1

GLOSARIO

Siglas

AIREP	Aeronotificación
AML	Libro de mantenimiento de la aeronave, o equivalente, por ejemplo, libro técnico de a bordo
AOC	Certificado de explotador de servicios aéreos
ASHTAM	Serie especial de NOTAM que notifica un cambio en la actividad de un volcán, una erupción volcánica y/o una nube de cenizas volcánicas que es de importancia para las operaciones de las aeronaves
ASR	Informe sobre seguridad aérea — utilizado por los explotadores para documentar sus incidentes de seguridad operacional
ATC	Control de tránsito aéreo
ATFM	Gestión de afluencia del tránsito aéreo
ATM	Gestión del tránsito aéreo
ATS	Servicios de tránsito aéreo
CAA	Autoridad de aviación civil
EDTO	Operaciones con tiempo de desviación extendido
IAVW	Vigilancia de los volcanes en las aerovías internacionales
IVATF	Grupo especial internacional sobre cenizas volcánicas (de la OACI)
LIDAR	Fotodetección y telemetría: tecnología de teledetección óptica que, entre otras cosas, sirve para detectar y medir el tamaño y la densidad de las partículas de cenizas volcánicas
MEL	Lista de equipo mínimo
MET	Meteorología o meteorológico
MWO	Oficina de vigilancia meteorológica
NOTAM	Aviso distribuido por telecomunicación que contiene información relativa al establecimiento, el estado o la modificación de cualquier instalación, servicio, procedimiento o peligro aeronáutico cuyo conocimiento oportuno es esencial para el personal que interviene en las operaciones de vuelo
PMA	Aprobación de fabricación de partes
SIGMET	Información relativa a fenómenos meteorológicos en ruta que puedan afectar la seguridad de las operaciones de las aeronaves
SMM	<i>Manual de gestión de la seguridad operacional</i> (Doc 9859 de la OACI)
SMS	Sistema de gestión de la seguridad operacional
STC	Certificado de tipo suplementario
TCH	Titular de certificados de tipo
VAA	Aviso de cenizas volcánicas
VAAC	Centro de avisos de cenizas volcánicas
VAG	Formato gráfico de los avisos de cenizas volcánicas
VAR	Notificación de actividad volcánica desde una aeronave (la parte en tiempo real de la VAR se expide de la misma manera que una AIREP especial)
VMC	Condiciones meteorológicas de vuelo visual
VOLCEX	Ejercicios periódicos de la OACI sobre cenizas volcánicas para validar y mejorar los planes y procedimientos regionales de contingencia sobre cenizas volcánicas.

Definiciones

Ceniza volcánica. Compuesto de minerales característicos de las erupciones volcánicas. Los minerales característicos de la mayoría de las cenizas volcánicas son el sílice y cantidades menores de óxidos de aluminio, hierro, calcio y sodio. El material vítreo del silicato es muy duro y sumamente abrasivo. Su punto de fusión está por debajo de la temperatura del quemador del motor de reacción, lo que implica riesgos adicionales. (Véase la Sección 2.1 del *Manual sobre nubes de cenizas volcánicas, materiales radiactivos y sustancias químicas tóxicas* (Doc 9691) de la OACI).

Estado de matrícula. El Estado en el cual está matriculada la aeronave.

Estado del explotador. Estado en el que se encuentra la oficina principal del explotador o, si el explotador no tiene oficina principal, su residencia permanente.

Explotador (de aeronaves). En el contexto de este documento, el término “explotador (de aeronaves)” hace referencia a los explotadores sujetos al Anexo 6 de la OACI — *Operación de aeronaves*, Partes I, II y III, que son explotadores de aviones o helicópteros autorizados a llevar a cabo operaciones de transporte aéreo comercial internacional o que intervienen en la aviación internacional general.

Nube de cenizas volcánicas. La totalidad del material expulsado de un volcán a la atmósfera y transportado por vientos en altura. Consta de cenizas volcánicas, gases y sustancias químicas¹ (Véase la Sección 2.1 del *Manual sobre nubes de cenizas volcánicas, materiales radiactivos y sustancias químicas tóxicas* (Doc 9691) de la OACI).

Oficial ejecutivo responsable. Dentro de una organización aprobada por una CAA, responsable ante esa CAA de velar por que la organización cumpla permanentemente las normas de seguridad operacional exigidas por la reglamentación y cualquier norma adicional especificada por la organización.

Proveedor de servicios. En el contexto de este documento, incluye las organizaciones de instrucción, los explotadores de aeronaves y las organizaciones de mantenimiento aprobadas, las organizaciones responsables del diseño de tipo y/o la fabricación de aeronaves, los proveedores de servicios de tránsito aéreo, los aeródromos, las MWO y los VAAC.

Zona afectada. Volumen de espacio aéreo, aeródromo u otra área en tierra, identificado por VAA/VAG y/o SIGMET como un lugar en el que se sabe que hay o se pronostica que habrá contaminación por nube de cenizas volcánicas.

Zona de peligro. En el contexto de la contaminación por nube de cenizas volcánicas, volumen de espacio aéreo identificado por NOTAM como espacio afectado por niveles conocidos o pronosticados de contaminación por nube de cenizas volcánicas que los Estados consideran que se debe comunicar a los explotadores.

1. Aunque el material específico al que se hace referencia solía ser la ceniza contenida en la nube volcánica, se entiende que también puede ser poco recomendable operar a través de otros elementos de la nube.

Capítulo 1

INTRODUCCIÓN

1.1 Las cenizas volcánicas se componen fundamentalmente de partículas vítreas duras y afiladas y rocas pulverizadas. Son muy abrasivas y, como están compuestas en gran medida de materiales silíceos, su temperatura de fusión está por debajo de la temperatura de funcionamiento de los motores de reacción modernos al empuje de crucero. La nube de cenizas volcánicas puede estar acompañada de soluciones gaseosas de dióxido de azufre (que, al combinarse con agua, forman ácido sulfúrico), cloro (que, al combinarse con agua, forma ácido clorhídrico) y otras sustancias químicas que son corrosivas para la célula de la aeronave y peligrosas para la salud. Por lo tanto, es evidente que las cenizas volcánicas en la atmósfera pueden representar un peligro grave para las aeronaves en vuelo. Así, las aeronaves deberían evitar encuentros con cenizas volcánicas.

1.2 Los pronósticos de cenizas volcánicas sirven para calcular, en una evaluación de riesgos de seguridad operacional, la probabilidad del peligro de que una aeronave se encuentre con cenizas volcánicas. Es posible mitigar el riesgo mediante procedimientos en vuelo eficaces. En el presente documento se establecen las directrices que los Estados tal vez deseen recomendar a los explotadores de aeronaves y las autoridades normativas para su adopción con el fin de evaluar el riesgo de seguridad de las operaciones de vuelo en zonas que, según los pronósticos, se verán afectadas por cenizas volcánicas o en aeródromos contaminados con cenizas volcánicas.

INDICADORES DE ENCUENTRO CON CENIZAS VOLCÁNICAS

1.3 En condiciones meteorológicas de vuelo visual (VMC) diurnas, es probable que el precursor de un encuentro con cenizas volcánicas sea la observación de calima o nube de cenizas volcánicas. Si observa una nube o calima que se sospecha podría contener cenizas volcánicas, la tripulación de vuelo debe saber que se avecina un encuentro con cenizas volcánicas y que es preciso tomar medidas para evitar el espacio aéreo contaminado.

1.4 Los indicadores de que una aeronave se encuentra con una nube de cenizas volcánicas se relacionan fundamentalmente con lo siguiente:

- *Olor.* Al encontrarse con cenizas volcánicas, la tripulación de vuelo suele notar un olor acre o a humo similar al de una descarga eléctrica, polvo quemado o azufre.
- *Calima.* La mayoría de las tripulaciones de vuelo, tripulaciones de cabina y pasajeros ven formarse calima dentro del puesto de pilotaje y/o la cabina de la aeronave. Es posible que se deposite polvo en las superficies.
- *Modificación de las condiciones del motor.* Pueden producirse aumentos de tensión, incendios en el escape y extinciones de llama. Es posible que cambien inesperadamente las temperaturas de los motores y aparezca un resplandor blanco en la admisión de los motores.
- *Velocidad aerodinámica.* Si la ceniza volcánica obstruye el tubo de Pitot, la velocidad aerodinámica indicada puede disminuir o fluctuar de forma irregular.
- *Presurización.* Puede variar la presión de la cabina e incluso producirse una pérdida de presurización.

- *Descargas estáticas.* Puede ocurrir un fenómeno similar a los resplandores o fuegos de San Telmo. En esos casos, pueden verse chispas azules que parecen elevarse por fuera del parabrisas o puede aparecer un resplandor blanco en los bordes de ataque de las alas o en la parte delantera de la admisión de los motores.

1.5 Cualquiera de estos indicadores debe bastar para alertar a la tripulación de vuelo de un encuentro con cenizas y deben tomarse medidas apropiadas para abandonar el espacio aéreo contaminado de la manera más rápida y segura que sea posible.

PELIGRO

1.6 El poder abrasivo de las cenizas volcánicas¹ puede ser muy perjudicial para las aeronaves. En la siguiente lista no exhaustiva se ofrecen ejemplos de lo que se puede esperar en caso de encuentro con cenizas que puede afectar:

a) la seguridad operacional inmediata de una aeronave:

- la falla o el mal funcionamiento de uno o más motores, que causa no sólo la disminución o pérdida total del empuje, sino también fallas en los sistemas eléctricos, neumáticos e hidráulicos. La ceniza volcánica contiene partículas cuyo punto de fusión está por debajo de la temperatura de funcionamiento del quemador de los turbomotores modernos; estas partículas luego se funden en la sección de la turbina, obstruyen la zona del reductor y disminuyen su eficiencia, lo que ocasiona sobrevoltajes en el motor y, posiblemente, extinciones de llama;
- la obstrucción de los sensores de Pitot y estáticos, con lo que se obtienen indicaciones de velocidad aerodinámica poco fiables y advertencias erróneas;
- el oscurecimiento parcial o total de los parabrisas; y
- la contaminación del aire de la cabina, por lo que la tripulación debe usar máscaras de oxígeno.

b) la seguridad operacional y los costos a más largo plazo que afectan al funcionamiento de la aeronave:

- erosión de los componentes externos de la aeronave;
- reducción de la eficiencia del enfriamiento electrónico y, dado que las cenizas volcánicas absorben el agua fácilmente, posibles cortocircuitos que causan una amplia variedad de fallas en los sistemas de las aeronaves y/o comportamientos anómalos;
- maniobras de la tripulación de vuelo para evitar la nube de cenizas volcánicas; esas maniobras podrían afectar a otras aeronaves próximas;
- depósitos de ceniza volcánica en una pista, que disminuyen el rendimiento de los frenos, especialmente si la ceniza volcánica está húmeda; en casos extremos, esto puede provocar el cierre de la pista; y

1. Aunque el material específico al que se hace referencia es la ceniza contenida en la nube volcánica, se entiende que también puede ser poco recomendable operar a través de otros elementos de la nube y dar lugar a peligros adicionales.

- altos niveles de contaminación de los sistemas de ventilación y presurización de las aeronaves. En particular, es posible que sea necesario realizar limpiezas o reemplazos en caso de contaminación del sistema de aire acondicionado y abrasión de los componentes rotatorios, contaminación del convertidor de ozono y obstrucción del filtro de aire.

RECURSOS PARA LA PREVENCIÓN DE ENCUENTROS CON CENIZAS

1.7 El comportamiento de los volcanes en erupción varía desde derrames silenciosos y constantes de lava hasta erupciones sumamente explosivas. Es posible que en las erupciones de mayor escala se despidan muchos kilómetros cúbicos de partículas vítreas y roca pulverizada (cenizas volcánicas) y gases corrosivos o peligrosos, a grandes alturas en la atmósfera, que pueden abarcar una zona amplia y tener una duración de horas a semanas e incluso meses. También es posible que las erupciones volcánicas representen una amenaza directa a la seguridad operacional de las aeronaves en vuelo y causen graves dificultades operacionales en los aeródromos y en los espacios aéreos situados a favor del viento respecto de la nube de cenizas volcánicas resultante, en particular, cuando las erupciones son de alta intensidad y/o prolongadas.

1.8 Por consiguiente, es fundamental disponer oportunamente de información fiable y coherente relativa a las cenizas volcánicas (observaciones y pronósticos) para mitigar el riesgo de seguridad operacional del encuentro de una aeronave con cenizas volcánicas. La disponibilidad de esa información desempeña un papel importante en la planificación estratégica previa al vuelo y la replanificación táctica en vuelo para evaluar las probabilidades de que tenga lugar un encuentro con nubes de cenizas.

1.9 Los nueve centros de avisos de cenizas volcánicas (VAAC) designados, que publican información de asesoramiento sobre el alcance y el movimiento de las cenizas volcánicas en la atmósfera, disponen de información de una variedad de sistemas de detección remota terrestre, aérea y satelital que se utiliza para inicializar modelos sofisticados de trayectoria/dispersión numérica y validar los pronósticos obtenidos. Esos modelos y pronósticos también suelen estar disponibles en las oficinas de vigilancia meteorológica (MWO) y se usan para preparar la información SIGMET en ruta. Cabe señalar que, independientemente de la sofisticación de las observaciones y los pronósticos de cenizas volcánicas, no se puede garantizar de manera definitiva el comportamiento de las cenizas en la atmósfera.

COORDINACIÓN DE LA RESPUESTA A UN SUCESO VOLCÁNICO

1.10 Muchos otros contribuyen con el sistema general de mitigación de riesgos volcánicos; por ejemplo, los proveedores de servicios de navegación aérea, con inclusión de las dependencias de servicios de información aeronáutica y de gestión de afluencia del tránsito aéreo (ATFM), los proveedores de servicios meteorológicos, entre ellos las MWO, los VAAC y los observatorios de volcanes, y los titulares de certificados de tipos de aeronaves y motores (TCH), los titulares de certificados de tipo suplementario (STC) y los titulares de las aprobaciones de fabricación de partes (PMA). Su cooperación en el suministro a los Estados, explotadores y CAA de la información necesaria para apoyar el proceso previo al vuelo y el proceso de toma de decisiones en vuelo y posteriores al vuelo es esencial para mantener la seguridad de las operaciones.

1.11 La información sobre sus procedimientos con respecto a las operaciones en zonas que, según los pronósticos, están contaminadas con cenizas volcánicas, o aeródromos cuya contaminación es conocida, está disponible en otros documentos de la OACI, tales como:

- Anexo 3 — *Servicio meteorológico para la navegación aérea internacional*;
- *Procedimientos para los servicios de navegación aérea (PANS) — Gestión del tránsito aéreo* (Doc 4444);

- *Manual sobre nubes de cenizas volcánicas, materiales radiactivos y sustancias químicas tóxicas* (Doc 9691);
- *Manual sobre la vigilancia de los volcanes en las aerovías internacionales — Procedimientos operacionales y lista de puntos de contacto* (Doc 9766); y
- Planes regionales de contingencia ATM de la OACI, como el *Plan de contingencia sobre cenizas volcánicas – Regiones EUR y NAT* (EUR Doc 019/NAT Doc 006 Parte II).

1.12 El presente documento, que ofrece asesoramiento a los Estados para abordar el papel del explotador de aeronaves y de la CAA del explotador, es complementario de los documentos mencionados.

1.13 Para garantizar una coordinación eficaz entre todos los interesados, se recomienda que los Estados alienten a los explotadores y sus CAA a participar en los ejercicios anuales de cenizas volcánicas (simulaciones) organizados por la OACI en varias regiones de la OACI. Por ejemplo, en la región Europa y Atlántico Septentrional (EUR/NAT), se dispone de información sobre ejercicios regulares en el sitio web de la oficina EUR/NAT de la OACI, <http://www.paris.icao.int/>.

Capítulo 2

ORIENTACIÓN PARA LOS EXPLOTADORES Y LAS AUTORIDADES

ESTADO

2.1 El Estado del explotador y/o el Estado de matrícula están obligados a mantener una vigilancia permanente y adecuada de los explotadores, incluida la vigilancia de sus Sistemas de gestión de la seguridad operacional (SMS). En el caso de que un Estado no cuente con normas sobre SMS vigentes o esté en proceso de promulgarlas, se prevé que el mismo proceso de supervisión y vigilancia garantice que se lleven a cabo evaluaciones de riesgos de seguridad operacional, como las evaluaciones para operar en los espacios aéreos donde se pronostica contaminación por cenizas volcánicas o en los aeródromos contaminados por esas cenizas.

2.2 Se procura que las medidas de control de la seguridad operacional que figuran en el presente documento sean lo suficientemente sólidas como para facilitar su aceptación, sin más investigaciones, por un Estado cuyo espacio aéreo se pronostica que se verá afectado por nubes de cenizas volcánicas. El Estado puede confiar en la capacidad de los explotadores de otros Estados para llevar a cabo operaciones seguras en su espacio aéreo. Sin embargo, de conformidad con el artículo 16 — *Inspección de aeronaves* — del *Convenio sobre Aviación Civil Internacional* (Doc 7300), otros Estados contratantes podrán examinar, a la llegada o antes de la partida, los certificados y otros documentos de un explotador previstos en el Convenio.

EXPLOTADOR DE AERONAVES

2.3 El proceso genérico de evaluación de riesgos de seguridad operacional de la OACI se describe en el *Manual de gestión de la seguridad operacional* (Doc 9859). Sería igualmente apropiado un enfoque que estuviese en línea con el SMS de un explotador. El material que figura en el presente documento está destinado a proporcionar información a los Estados para que asistan a los explotadores en la elaboración de la evaluación de riesgos de seguridad operacional, dentro de sus SMS, que contemple el peligro de encuentros con nubes de cenizas volcánicas.

2.4 **Responsabilidades**

- a) El explotador es responsable de la seguridad de sus operaciones.
- b) Con el fin de decidir si operar en los espacios aéreos donde se pronostica contaminación por cenizas volcánicas o en los aeródromos contaminados por esas cenizas, el explotador debe incluir en su SMS una evaluación de riesgos de seguridad operacional que sea identificable.

Nota.— Se brinda orientación para elaborar una evaluación de riesgos de seguridad operacional en los apéndices 1 (Directrices para elaborar una evaluación de riesgos de seguridad operacional), 2 (Procedimientos que se deben tener en cuenta al realizar una evaluación de riesgos de seguridad operacional) y 3 (Peligros y riesgos que deben tener en cuenta los explotadores de aeronaves). Cada explotador debe elaborar su propia lista de procedimientos y peligros, ya que éstos tienen que ser pertinentes para el equipo, la experiencia y los conocimientos específicos del explotador y las rutas en que opera.

- c) Antes de iniciar sus operaciones en los espacios aéreos donde se pronostica contaminación por cenizas volcánicas o en los aeródromos contaminados por esas cenizas, el explotador debe llevar a cabo la evaluación de riesgos de seguridad operacional como parte de su SMS. Durante la supervisión regular de sus explotadores, las CAA deben examinar, por regla general, la evaluación de riesgos de seguridad operacional como proceso identificable del SMS del explotador.
- d) El explotador debe haber convencido a su CAA de la exactitud y la calidad probables de las fuentes de información que emplea en sus SMS y de su propia competencia y aptitud para interpretar esos datos correctamente y resolver de forma fiable y adecuada toda contradicción entre las fuentes de datos.
- e) El explotador debe revisar su evaluación de riesgos de seguridad operacional si se producen cambios sustanciales en la integridad de dicha evaluación.
- f) La evaluación de riesgos de seguridad operacional del explotador debe tener en cuenta los datos publicados por los TCH pertinentes en relación con la susceptibilidad de las aeronaves que operan a los efectos de aeronavegabilidad relacionados con nubes de cenizas volcánicas, la naturaleza de esos efectos y las precauciones previas al vuelo, en vuelo y posteriores al vuelo que debe observar el explotador.
- g) El explotador debe garantizar que el personal que necesita estar familiarizado con los detalles de las evaluaciones de riesgos de seguridad operacional reciba toda la información pertinente (tanto previa al vuelo como en vuelo) para estar en condiciones de aplicar las medidas de mitigación apropiadas que se especifican en dichas evaluaciones, especialmente cuando la situación se aparta de cualquier hipótesis contemplada en ellas.
- h) El explotador debe asegurarse de remitir de inmediato los informes a la dependencia ATS más cercana mediante los procedimientos VAR/AIREP seguidos de una VAR más detallada al aterrizar y un registro en ASR y AML, si procede, ante:
 - 1) todo suceso relacionado con nubes de cenizas volcánicas;
 - 2) toda observación de actividad de cenizas volcánicas; y
 - 3) toda ocasión en que no se encontraron cenizas volcánicas en zonas donde se había pronosticado el encuentro.

2.5

Procedimientos

- a) El explotador debe contar con procedimientos documentados para la gestión de operaciones en los espacios aéreos donde se pronostica contaminación por cenizas volcánicas o en los aeródromos contaminados por esas cenizas.

Nota 1.— Los procedimientos deben incluir las medidas que debe tomar la tripulación en caso de encuentro con una nube de cenizas volcánicas (se están elaborando los textos de orientación conexos).

Nota 2.— Los procedimientos deben incluir la colaboración con la ATM y los explotadores de aeródromos a fin de coordinar las demoras y/o la reanudación de los servicios en el(los) aeródromo(s) afectado(s) por las cenizas volcánicas.

- b) Estos procedimientos deben garantizar que, en todo momento, las operaciones de vuelo se realicen dentro de los límites de seguridad aceptados, como se establece en el SMS, a pesar de cualquier variación en las fuentes de información, el equipo, la experiencia operacional o los procedimientos. Entre los procedimientos se deben incluir aquellos destinados a la tripulación de vuelo, los planificadores de vuelo, los despachadores y el personal de operaciones, ingeniería y mantenimiento, de manera que todos ellos estén en condiciones de evaluar correctamente el riesgo de que los vuelos se encuentren con espacios aéreos contaminados por nubes de cenizas volcánicas y planificar en consecuencia.
- c) El personal de mantenimiento e ingeniería debe contar con procedimientos que le permitan evaluar con precisión la necesidad de tareas de mantenimiento u otras actividades de ingeniería pertinentes y llevarlas a cabo.
- d) El explotador debe emplear, o contratar a través de un tercero, suficiente personal calificado y competente para tomar decisiones de gestión de riesgos operacionales bien sustentadas y velar por que su personal esté debidamente capacitado y actualizado.

Nota.— No se prevé impedir que el explotador obtenga los recursos necesarios de otras partes competentes.

- e) El explotador debe adoptar las medidas necesarias para dar a su personal de operaciones de vuelo la oportunidad de participar en los ejercicios sobre cenizas volcánicas que se lleven a cabo en su área de operaciones.

2.6 Información

Antes y durante las erupciones, diversos organismos meteorológicos y vulcanológicos de todo el mundo generan información valiosa para el operador. Las acciones de evaluación de riesgos y mitigación del explotador deben tener en cuenta la información que esté disponible durante cada fase de la secuencia eruptiva, desde la actividad precursora de la erupción hasta el final de la actividad eruptiva, y responder adecuadamente a esa información. En el Apéndice 5 se incluye material adicional.

TITULAR DE CERTIFICADOS DE TIPOS

2.7 Para el cumplimiento de su responsabilidad primordial para la seguridad de las operaciones, el explotador depende de la información del TCH del equipo que opera, como la relativa al control de mantenimiento o el reconocimiento de encuentros, necesaria para sustentar su evaluación de riesgos de seguridad operacional en los casos en que las nubes de cenizas volcánicas constituyen un peligro.

2.8 Por lo tanto, los THC deben poner a disposición de los explotadores una variedad de información importante para la evaluación de riesgos de seguridad operacional del explotador sobre los peligros asociados con las nubes de cenizas volcánicas. Esta información debe actualizarse a medida que se adquieren más conocimientos.

Nota.— En el Apéndice 2 se indica la variedad de información que puede necesitar un explotador.

AUTORIDAD DE AVIACIÓN CIVIL

2.9 El proceso de evaluación de riesgos de seguridad operacional de la OACI se describe en el *Manual de gestión de la seguridad operacional* (Doc 9859) de la OACI. Sería igualmente apropiado un enfoque que estuviese en línea con el SMS aprobado de una organización.

2.10 Se recomienda al Estado que la CAA supervisora de un explotador que pretende llevar a cabo operaciones en los espacios aéreos donde se pronostica contaminación por cenizas volcánicas o en los aeródromos contaminados por esas cenizas establezca una metodología para examinar el proceso de evaluación de riesgos de seguridad operacional del SMS del explotador en lo referente a las cenizas volcánicas. No debe impedirse al explotador operar a través, por encima o por debajo del espacio aéreo que según VAA, VAG o SIGMET se verá afectado, siempre y cuando el explotador haya demostrado que, de acuerdo con su SMS, tiene los medios para hacerlo de manera segura. La orientación que figura en el Apéndice 6 indica un proceso del que puede valerse la CAA para alcanzar ese resultado.

APÉNDICE 1

DIRECTRICES PARA REALIZAR UNA EVALUACIÓN DE RIESGOS DE SEGURIDAD OPERACIONAL

1.1 INTRODUCCIÓN

El proceso de evaluación de riesgos de seguridad operacional de la OACI se describe en el *Manual de gestión de la seguridad* (Doc 9859) de la OACI. Serían igualmente apropiados los enfoques alternativos que estuviesen en línea con el SMS aprobado de una organización.

La aplicación de un SMS, de conformidad con las normas del Estado, representa una aptitud clave para un explotador. El explotador debe elaborar toda evaluación de riesgos de seguridad operacional de acuerdo con los procesos de gestión de riesgos de su SMS autorizado.

Cuando no ha promulgado aún el marco normativo de los SMS, el Estado debería poder aceptar una evaluación de riesgos de seguridad operacional, siempre que el explotador haya puesto en marcha un SMS que, como mínimo:

- a) identifique los peligros para la seguridad operacional;
- b) garantice la aplicación de las medidas correctivas necesarias para mantener el desempeño acordado en materia de seguridad operacional;
- c) contemple el control continuo y la evaluación periódica del desempeño en materia de seguridad operacional; y
- d) procure la mejora continua del desempeño general del sistema de gestión de la seguridad operacional.

El riesgo es una evaluación de la probabilidad y la gravedad de las consecuencias adversas derivadas de un peligro. Para ayudar a un explotador a decidir sobre la probabilidad de encontrar un peligro que cause daños y para asistir en la posible mitigación de cualquier riesgo de seguridad operacional percibido, se debe tener en cuenta toda la información pertinente que esté disponible y consultar a las partes interesadas.

Se debe evaluar el riesgo de seguridad operacional de cada peligro mediante una hoja de trabajo para la evaluación de riesgos adecuada, como la que figura en el Apéndice 4. El riesgo de seguridad operacional debe inferirse teniendo en cuenta la gravedad del resultado del riesgo de seguridad que surja del peligro, junto con la probabilidad de que se produzca ese resultado.

La gravedad de las consecuencias adversas derivadas de un peligro determinado debe evaluarse por medio de una escala de gravedad adecuada.

Nota.— En el Manual de gestión de la seguridad operacional (Doc 9859) se incluye orientación adicional sobre evaluaciones de riesgos de seguridad operacional.

1.2 ETAPAS DEL PROCESO

Cuando está dirigido específicamente a la cuestión de vuelos previstos hacia los espacios aéreos donde se pronostica contaminación por cenizas volcánicas o en los aeródromos contaminados por esas cenizas, el proceso implica:

- identificar el peligro (es decir, el que surge de los peligros genéricos de los espacios aéreos o aeródromos donde se pronostica contaminación por cenizas volcánicas o de aquellos contaminados por esas cenizas con características que perjudican la aeronavegabilidad y operación de la aeronave);
- tener en cuenta la gravedad del peligro que se avecina (es decir, el nivel real de daño que se prevé que reciba una aeronave en particular a raíz de la exposición a la nube de cenizas volcánicas);
- evaluar la probabilidad de encontrar nubes de cenizas volcánicas con características que perjudiquen la seguridad de la operación de la aeronave;
- determinar si el riesgo resultante es aceptable y se encuentra dentro de los criterios de desempeño de riesgos de la organización;
- tomar medidas para reducir el riesgo de seguridad operacional a un nivel que sea aceptable para el Oficial ejecutivo responsable del explotador o su equivalente.

1.2.1 Identificación de los peligros

El peligro genérico, en el contexto del presente documento, es el espacio aéreo o los aeródromos pasibles de contaminación por cenizas volcánicas con características que perjudican la aeronavegabilidad y operación de la aeronave.

Dentro de este peligro genérico se incluye el peligro específico de que un explotador no haya obtenido la información necesaria para identificar adecuadamente ese peligro y elaborar una evaluación sólida del riesgo y la probabilidad de éxito de las medidas de mitigación seleccionadas. Para brindar asistencia a los explotadores con respecto a ese peligro específico, en el Apéndice 2 se incluye una orientación sobre la lista de procedimientos que deben tenerse en cuenta.

En el Apéndice 3 figura una lista donde se sugieren peligros y sus riesgos asociados.

Ninguna de esas listas es exhaustiva; el explotador debe elaborar su propia lista teniendo en cuenta su equipo, experiencia, conocimientos y tipo de operación específicos.

1.2.2 Gravedad de los riesgos

Para cada peligro se deben evaluar los posibles resultados o consecuencias adversos. Como ya se dijo, los resultados de esta etapa de la evaluación deben registrarse en una hoja de trabajo para la evaluación de riesgos de seguridad operacional (Apéndice 4).

1.2.3 Probabilidad de los riesgos

Para cada peligro se debe evaluar la probabilidad, ya sea de forma cualitativa o cuantitativa, de que se produzcan consecuencias adversas. Al evaluar probabilidades, deben tenerse en cuenta los siguientes factores:

- cualquier incertidumbre en la información disponible;

- la duración de la exposición al peligro y la gravedad conexas;
- todo dato sobre incidentes históricos o sucesos de seguridad operacional relativos al peligro. Esto puede obtenerse de los datos suministrados por los TCH, reguladores, otros explotadores, proveedores de servicios de navegación aérea, informes internos, etc.;
- la opinión de expertos de las partes interesadas pertinentes, en particular, de los TCH;
- el entorno operacional en el que se realizan las operaciones de vuelo.

Los resultados de esta etapa de la evaluación deben registrarse en una hoja de trabajo para la evaluación de riesgos de seguridad operacional (Apéndice 4).

1.2.4. Tolerabilidad de los riesgos

En esta etapa del proceso, es preciso clasificar los riesgos de seguridad operacional como aceptables o inaceptables.

La evaluación de la tolerabilidad será subjetiva y estará basada en datos cualitativos y opiniones de expertos hasta que se disponga de datos cuantitativos específicos sobre una serie de parámetros, tales como la incertidumbre respecto de la precisión del pronóstico de nubes de cenizas volcánicas, el rango probable de tolerancia del motor a la ingestión de ceniza y otros elementos de la nube de cenizas volcánicas considerando el tiempo y el estado del motor.

Luego se deben analizar las medidas de mitigación apropiadas para cada riesgo definido como inaceptable, registrar en una hoja de trabajo para la evaluación de riesgos de seguridad operacional y aplicar a fin de reducir los riesgos a un nivel que sea aceptable para el Oficial ejecutivo responsable, o su equivalente, del explotador.

No es posible mitigar todos los riesgos adecuadamente; cuando eso ocurra, no debe realizarse la operación.

1.2.5 Medidas de mitigación

Las propias medidas de mitigación pueden crear nuevos riesgos. Un SMS eficaz debe incorporar procedimientos para el control continuo de peligros y riesgos y personal calificado que determine las medidas de mitigación o detenga las operaciones afectadas.

Ante la posible creación de nuevos riesgos o un cambio de las circunstancias en las que se basaba la evaluación inicial, resulta esencial que el explotador se asegure de que la evaluación de riesgos de seguridad operacional se repita, según sea necesario, después de todo proceso de mitigación y, de forma periódica, como parte de las actividades de su SMS.

1.3 REGISTROS

Es preciso documentar los resultados de la evaluación de riesgos de seguridad operacional. Es necesario llevar a cabo, verificar y respaldar con pruebas las medidas de mitigación antes de iniciar las operaciones.

Se debe indicar con claridad toda hipótesis y examinar periódicamente la evaluación de riesgos de seguridad operacional según sea necesario para garantizar que las hipótesis y decisiones sigan siendo válidas.

Nota.— También se deben identificar y aplicar los requisitos de control del desempeño en materia de seguridad operacional mediante el sistema de gestión de riesgos de seguridad operacional de la organización.

APÉNDICE 2

PROCEDIMIENTOS QUE DEBEN TENER EN CUENTA LOS EXPLOTADORES DE AERONAVES AL REALIZAR UNA EVALUACIÓN DE RIESGOS DE SEGURIDAD OPERACIONAL

<i>Consideraciones</i>	<i>Medidas</i>
Preparación	
Titular de certificados de tipo	<p>El explotador debe solicitar el asesoramiento de los TCH de la aeronave y los motores con los que opera en relación con las operaciones en espacios aéreos posiblemente contaminados y/o desde/hacia aeródromos contaminados por cenizas volcánicas. Ese asesoramiento debe incluir:</p> <ul style="list-style-type: none"> — las características de la aeronave o el motor cuya aeronavegabilidad sea susceptible a efectos relativos a las cenizas volcánicas; — la naturaleza y gravedad de esos efectos; — el efecto de las cenizas volcánicas en operaciones desde/hacia aeródromos contaminados; — las precauciones previas al vuelo, en vuelo y posteriores al vuelo conexas que debe observar el explotador, entre ellas, las modificaciones que sea necesario efectuar a los manuales de operación de la aeronave, los manuales de mantenimiento de aeronaves, la lista maestra de equipo mínimo/desviaciones en despacho o sus equivalentes, que son materiales de apoyo necesarios para el explotador; — las inspecciones recomendadas de mantenimiento de la aeronavegabilidad relativas a las operaciones en espacios aéreos contaminados por cenizas volcánicas y desde/hacia aeródromos contaminados por cenizas volcánicas; estas pueden consistir en instrucciones para el mantenimiento de la aeronavegabilidad u otro tipo de asesoramiento.
Personal del explotador o sus proveedores de servicios	<p>El explotador debe publicar procedimientos de planificación de vuelos, operaciones, ingeniería y mantenimiento que garanticen que:</p> <ul style="list-style-type: none"> — el personal responsable de la planificación de vuelos está en condiciones de evaluar correctamente el riesgo de encuentros con espacios aéreos o aeródromos contaminados por nubes de cenizas volcánicas y de planificar en consecuencia; — la planificación de vuelos y los procedimientos operacionales permiten a la tripulación evitar las zonas y los aeródromos cuyo nivel de contaminación por cenizas volcánicas es inaceptable; — las tripulaciones de vuelo conocen los posibles signos de ingreso en una nube de cenizas volcánicas y ejecutan los procedimientos correspondientes; — el personal de mantenimiento e ingeniería es capaz de evaluar la necesidad de tareas de mantenimiento u otras actividades y de llevarlas a cabo.

Consideraciones	Medidas
Procedimientos del explotador	
Provisión de una mejor vigilancia durante el vuelo	<p>El explotador debe:</p> <ul style="list-style-type: none"> — controlar de cerca y continuamente la información VAA, VAR/AIREP, SIGMET, NOTAM y ASHTAM y la información de sus tripulaciones relativa al peligro de las nubes de cenizas volcánicas; — asegurarse de que su Unidad de operaciones, o su equivalente, y sus tripulaciones, tienen acceso a trazados SIGMET y NOTAM de la zona afectada; — garantizar que se comunica oportunamente a sus tripulaciones y planificadores la información más reciente.
Planificación de vuelos	<p>El explotador debe elaborar una evaluación de riesgos de seguridad operacional para los vuelos planificados a zonas donde se pronostica contaminación por cenizas volcánicas o a los aeródromos contaminados por esas cenizas. La CAA debe examinar esa evaluación en el transcurso de la supervisión normal del SMS del explotador. El proceso del explotador debe ser suficientemente flexible para permitir una nueva planificación con poca anticipación si cambian las condiciones.</p>
Salida, destino y aeródromos de alternativa	<p>Para el espacio aéreo que se atravesará o los aeródromos en uso, el explotador debe determinar y tener en cuenta:</p> <ul style="list-style-type: none"> — el grado conocido o pronosticado de contaminación; — cualquier requisito adicional de rendimiento de las aeronaves; — las consideraciones de mantenimiento requeridas; — los requisitos de combustible para reencaminamiento y espera prolongada.
Política de encaminamiento	<p>El explotador debe determinar y tener en cuenta:</p> <ul style="list-style-type: none"> — el período más corto para ingresar en la zona que, según pronósticos, está contaminada y el período más corto para sobrevolarla; — los peligros de sobrevolar la zona contaminada; — las consideraciones relativas al descenso en crucero y el descenso de emergencia.
Política de desviación	<p>El explotador debe determinar y tener en cuenta:</p> <ul style="list-style-type: none"> — la distancia máxima permitida desde un aeródromo de alternativa adecuado; — la disponibilidad de aeródromos de alternativa fuera de la zona donde se ha pronosticado la contaminación; — la política de desviación tras un encuentro con cenizas volcánicas.

Consideraciones	Medidas
<p>Lista de equipo mínimo/Guía de desviaciones en despacho</p>	<p>El explotador debe tener en cuenta restricciones adicionales para el despacho de aeronaves con elementos inoperativos que puedan afectar:</p> <ul style="list-style-type: none"> — los sistemas de aire acondicionado; — las purgas del motor; — el sistema de presurización; — el sistema de distribución de la energía eléctrica; — las computadoras de datos aeronáuticos; — los instrumentos de reserva; — los sistemas de navegación; — las instalaciones de deshielo; — los grupos electrógenos; — el grupo auxiliar de energía (APU); — el sistema anticolidión de a bordo (ACAS); — el sistema de advertencia y alarma de impacto (TAWS); — los sistemas de aterrizaje automático; — el suministro de oxígeno para la tripulación; y — el oxígeno adicional para los pasajeros. <p>(Nota.— Esta lista no es exhaustiva).</p>

Consideraciones	Medidas
Procedimientos para la tripulación de vuelo	
<p>Procedimientos operacionales normalizados</p>	<p>El explotador debe garantizar que las tripulaciones estén familiarizadas con los procedimientos operacionales normales y anormales y, en particular, con cualquier cambio relativo a:</p> <ul style="list-style-type: none"> — la planificación previa al vuelo; — el control en vuelo de las zonas afectadas por nubes de cenizas volcánicas y los procedimientos de prevención; — la política de desviación; — las comunicaciones con el ATC; — el control en vuelo de motores y sistemas que puedan verse afectados por la contaminación por nubes de cenizas volcánicas; — el reconocimiento y la detección de nubes de cenizas volcánicas; — las indicaciones en vuelo de encuentros con cenizas volcánicas; — los procedimientos a seguir en caso de encuentros con cenizas volcánicas; — la medición poco fiable o errónea de la velocidad aerodinámica; — los procedimientos extraordinarios para motores y sistemas que puedan verse afectados por la contaminación por nubes de cenizas volcánicas; — los motores fuera de servicio y el reencendido de motores; — las sendas de escape; y — las operaciones desde/hacia aeródromos contaminados con cenizas volcánicas; <p>(Nota.— Esta lista no es exhaustiva).</p>

Consideraciones	Medidas
AML	El explotador debe asegurarse de que las tripulaciones: <ul style="list-style-type: none"> — hagan una anotación en el AML sobre todo encuentro real o previsto con cenizas volcánicas, ya sea en vuelo o en un aeródromo; — confirmen, antes del vuelo, la finalización de las tareas de mantenimiento relativas a las anotaciones en el AML sobre un encuentro con cenizas volcánicas en un vuelo previo.
Notificación de incidentes	El explotador debe especificar los requisitos de la tripulación de: <ul style="list-style-type: none"> — notificar encuentros con nubes de cenizas volcánicas en vuelo (VAR); — notificar encuentros con nubes de cenizas volcánicas después del vuelo (VAR); — notificar si no se produjeron encuentros en espacios aéreos que, según pronósticos, estaban contaminados; — presentar la notificación obligatoria de sucesos exigida por el Estado.

Consideraciones	Medidas
Procedimientos de mantenimiento	
Procedimientos de mantenimiento	Los explotadores que operan en zonas contaminadas por nubes de cenizas volcánicas o cerca de ellas deben: <ul style="list-style-type: none"> — aumentar la vigilancia durante las inspecciones y el mantenimiento periódico y efectuar los ajustes apropiados de las prácticas de mantenimiento; — haber elaborado un procedimiento de mantenimiento de la aeronavegabilidad que debe seguirse cuando se ha informado o se prevé un encuentro con nubes de cenizas volcánicas; — asegurarse de que se lleve a cabo una investigación minuciosa de todo signo de abrasiones inusuales o aceleradas, corrosión o acumulación de cenizas volcánicas; — cooperar en la notificación a los TCH y las autoridades competentes de sus observaciones y experiencias en las operaciones en zonas con contaminación por nubes de cenizas volcánicas; — cumplir todo requisito adicional de mantenimiento recomendado por el TCH.

Nota.— La lista precedente no es exhaustiva; el explotador debe elaborar su propia lista teniendo en cuenta su equipo, experiencia, conocimientos y tipo de operación específicos.

APÉNDICE 3

PELIGROS Y RIESGOS QUE DEBEN TENER EN CUENTA LOS EXPLOTADORES DE AERONAVES

(al efectuar una evaluación de riesgos de seguridad operacional para operaciones relativas a cenizas volcánicas)

1) Proceso/ actividad	2) Peligros	3) Defensas existentes	4) Defensas adicionales (del presente ejercicio de gestión de riesgos de seguridad operacional)	5) Suceso que afecta la seguridad operacional (y consecuencias intermedias)		6) Medidas de recuperación existentes (de sucesos que afectan la seguridad operacional)	7) Medidas de recuperación adicionales (de este ejercicio de gestión de riesgos de seguridad operacional)	8) Consecuencias/riesgos máximos (extremos)
				Suceso que afecta la seguridad operacional	Consecuencias intermedias			
Planificación de vuelos	Peligro Núm. 1 – Requisitos normativos o del explotador relativos a las operaciones en regiones volcánicas no incorporados correctamente en el proceso de planificación de vuelos	Véase nota	Véase nota	Encuentro inadvertido con cenizas volcánicas (con consecuencias intermedias, como se indica a la derecha)	a) Bloqueo de sondas Pitot/estática	Véase nota	Véase nota	Pérdida o indicaciones anómalas del equipo que depende de las señales Pitot/estática, p. ej.: velocidad aerodinámica
					b) Abrasión grave de ventanillas	Véase nota	Véase nota	Pérdida o reducción de la visión por los parabrisas delanteros del puesto de pilotaje
					c) Daño en turbina y compresor (en todos los motores)	Véase nota	Véase nota	Pérdida o reducción del empuje en todos los motores/aterrizaje forzoso de la aeronave
					d) etc.	Véase nota	Véase nota	

Planificación de vuelos	Peligro Núm. 2 – No se ha comunicado correctamente la información sobre concentración de cenizas volcánicas a las tripulaciones en la exposición verbal previa al vuelo	Véase nota	Véase nota			Véase nota	Véase nota	
	Peligro Núm. 3, etc.	Véase nota	Véase nota			Véase nota	Véase nota	
Notificación de cenizas volcánicas a la tripulación de vuelo	Peligro Núm. 1 – Notificación no transmitida debidamente a la tripulación en vuelo			Encuentro inadvertido con cenizas volcánicas (con repercusiones en la seguridad operacional)				Pérdida o reducción del empuje en todos los motores/aterrizaje forzoso de la aeronave
	Peligro Núm. 2 – Notificación no recibida por la tripulación en vuelo			Encuentro inadvertido con cenizas volcánicas (con repercusiones en la seguridad operacional)				Pérdida o reducción de empuje en todos los motores/aterrizaje forzoso de la aeronave
	Peligro Núm. 3, etc.							
Etc.								

Nota.— El explotador debe ocuparse de las columnas 3, 4, 6 y 7 en su proceso de evaluación de riesgos de seguridad operacional en operaciones en regiones volcánicas.

APÉNDICE 4

MODELO DE HOJA DE TRABAJO PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGOS DE SEGURIDAD OPERACIONAL

Núm.	Descripción del peligro	Descripción de las consecuencias del peligro	Controles existentes	Resultado (previo a la mitigación)			Otras medidas para reducir riesgos	Resultado (posterior a la mitigación)			Afectados por el riesgo	Medidas de control y examen
				Gravedad	Probabilidad	Tolerabilidad del riesgo		Gravedad	Probabilidad	Tolerabilidad del riesgo		
1	Volar a una zona de nubes de cenizas volcánicas	Pérdida del empuje: todos los motores	Prevención, procedimientos existentes para la tripulación	Alta	Remota	Inaceptable	Control de NOTAM, planificación de vuelo para evitar ingreso en zona de peligro, ejercicios QRH* para procedimientos relativos a cenizas volcánicas, aviso a tripulación sobre encuentros con cenizas volcánicas en vuelo	Alta	Sumamente remota	Examinar	Operaciones de vuelo	Garantizar que la tripulación disponga de la información más reciente. Control de informes de piloto y examen de procedimientos revisados de vuelo y operación

Ap 4-1

*Quick Reference Handbook.

APÉNDICE 5

DIRECTRICES SOBRE LA INFORMACIÓN DE LA ACTIVIDAD VOLCÁNICA Y LA RESPUESTA DEL EXPLOTADOR

5.1 PANORAMA GENERAL

El material que figura en este Apéndice está destinado a orientar al explotador sobre la variedad de información de la actividad volcánica que puede estar disponible durante un ciclo eruptivo y a indicar la posible respuesta del explotador. Se observa que las erupciones rara vez siguen un patrón de comportamiento definido.

5.2 ACTIVIDAD PRECURSORA DE ERUPCIÓN

- a) El explotador debe contar con un mecanismo sólido para asegurarse de estar constantemente atento a cualquier alerta de actividad volcánica precursora de erupción que pueda afectar sus operaciones. Es necesario que el personal que interviene comprenda la amenaza que representan esas alertas para la seguridad operacional; algunos explotadores incluyen esos conocimientos especializados en su Unidad de operaciones.
- b) El explotador cuyas rutas atraviesan vastas zonas volcánicas activas para las cuales tal vez no se disponga de alertas inmediatas IAVW debe definir su estrategia para obtener información sobre aumentos de la actividad volcánica antes de que se generen alertas de actividad precursora de erupción¹. Dicho explotador también debe asegurarse de que sus tripulaciones sean conscientes de que pueden ser las primeras en observar una erupción y, por lo tanto, deben estar atentas y dispuestas a velar por que esa información esté disponible para que se difunda más ampliamente con la mayor rapidez posible.

5.3 COMIENZO DE UNA ERUPCIÓN

- a) Ante la posible incertidumbre sobre el estado de la erupción durante las primeras etapas de un suceso y sobre la nube volcánica asociada, entre los procedimientos del explotador se debe incluir el requisito de que las tripulaciones inicien o acepten reencaminamientos para evitar el espacio aéreo afectado.
- b) El explotador debe garantizar que los vuelos se planifiquen de modo que se mantengan alejados de la zona afectada y que se tengan en cuenta los aeródromos de alternativa disponibles y los requisitos de combustible.

1. Por ejemplo, el explotador puede combinar la información del aumento de actividad con información sobre el perfil y la historia del volcán para determinar una política operacional, que podría incluir reencaminamientos o restricciones nocturnas. Esto sería útil para ocuparse del 60% de los volcanes, que no se monitorean.

- c) Se prevé que se tomen las siguientes medidas iniciales:
- determinar si podría verse afectada alguna aeronave en vuelo, alertar a la tripulación y brindar asesoramiento sobre reencaminamiento según corresponda;
 - alertar a la administración;
 - dar instrucciones a la tripulación de vuelo y revisar la planificación de vuelo y de combustible de conformidad con la evaluación de riesgos de seguridad operacional;
 - alertar a la tripulación de vuelo y al personal de operaciones de la necesidad de un mayor control de las notificaciones AIREP/VAR, SIGMET y NOTAM;
 - comenzar a recabar todos los datos que permitan determinar el riesgo;

Nota.— Si la dependencia ATFM correspondiente organiza teleconferencias periódicas de intercambio de datos, el explotador debe disponerse a participar;

- aplicar las medidas de mitigación identificadas en el proceso de evaluación de riesgos de seguridad operacional.

5.4 VOLCÁN EN ERUPCIÓN

- a) A medida que avanza la erupción, el explotador puede recibir del VAAC responsable VAA/VAG que definan, con la mayor precisión posible, la extensión vertical y horizontal de las zonas y capas de nubes de cenizas volcánicas. Como mínimo, el explotador debe controlar y tener en cuenta esa información del VAAC, como también la información SIGMET y NOTAM pertinente.
- b) Otras fuentes de información de que posiblemente se disponga son VAR/AIREP, imágenes satelitales y una amplia gama de información adicional de las organizaciones comerciales y estatales². El explotador debe planificar sus operaciones de conformidad con su evaluación de riesgos de seguridad operacional y también tener en cuenta la información proveniente de estas fuentes adicionales que considere correcta y relevante.

El explotador debe evaluar y resolver cuidadosamente las discrepancias o contradicciones entre las fuentes de información, en particular, entre la información publicada y las observaciones (informes de piloto, mediciones en vuelo, etc.).

- c) Dada la naturaleza dinámica de los peligros volcánicos, el explotador debe asegurarse de que la situación se controla de cerca y las operaciones se adaptan para adecuarse a los cambios en las condiciones.
- d) El explotador debe tener en cuenta que, según el Estado de que se trate:
- 1) es posible que se definan áreas afectadas o de peligro en las que se distingan diversos niveles de contaminación por cenizas volcánicas, como los umbrales de contaminación baja, media y alta que se están utilizando actualmente en Europa;

2. En los EE.UU., los explotadores que cuentan con la aprobación de sistemas mejorados de información meteorológica (EWINS) están autorizados a generar pronósticos del movimiento de vuelo, pronósticos de fenómenos meteorológicos adversos y otros avisos meteorológicos, incluso relacionados con la contaminación por cenizas, sobre la base de las observaciones meteorológicas suministradas por el Estado.

-
- 2) es posible que se definan áreas afectadas o de peligro que abarquen espacios aéreos que contienen cenizas volcánicas, independientemente del nivel de contaminación. Si no se les informa de una graduación de la contaminación por ceniza volcánica, los explotadores deben considerar que en toda la zona hay un nivel elevado de contaminación por cenizas volcánicas, a menos que la evaluación de riesgos de seguridad operacional del explotador les permita hacer lo contrario de manera segura.
- e) El explotador debe exigir informes a sus tripulaciones que operan en zonas que, según pronósticos, se verán afectadas, o cerca de esas zonas, relativos a todo encuentro con emisiones volcánicas y requisitos del ATC. Esos informes deben remitirse de inmediato a las autoridades responsables.
- f) A los efectos de la planificación de vuelos, el explotador debe abordar los límites horizontales y verticales de la zona de peligro a sobrevolar como lo haría con terrenos montañosos y modificarlos de conformidad con su evaluación de riesgos de seguridad operacional. El explotador debe tener en cuenta los riesgos de despresurización de la cabina o fallas en el motor que impidan mantener el vuelo horizontal al sobrevolar una nube de cenizas volcánicas, en especial, cuando se llevan a cabo operaciones EDTO. Deben evaluarse otras restricciones de la MEL en consulta con los TCH.
- g) Cuando el espacio aéreo ya no se encuentra contaminado por nubes de cenizas volcánicas, es posible que se emita un NOTAMC que cancele el NOTAM activo. Entonces se emitirá un nuevo NOTAM/ASHTAM para actualizar la situación.
-

APÉNDICE 6

DIRECTRICES PARA LAS CAA SOBRE LA EVALUACIÓN DE LA APTITUD DE LOS EXPLOTADORES PARA REALIZAR OPERACIONES DE VUELO SEGURAS A ZONAS DONDE SE PRONOSTICA CONTAMINACIÓN POR CENIZAS VOLCÁNICAS O A AERÓDROMOS CONTAMINADOS POR ESAS CENIZAS

6.1 PROCEDIMIENTOS

- a) Las presentes directrices tienen por objeto asistir a la CAA del Estado de matrícula/del explotador en la supervisión de explotadores que planean llevar a cabo operaciones en los espacios aéreos donde se pronostica contaminación por cenizas volcánicas o en los aeródromos contaminados por esas cenizas para los cuales la CAA exige el uso de SMS.
- b) Antes de iniciar sus operaciones en los espacios aéreos donde se pronostica contaminación por cenizas volcánicas o en los aeródromos contaminados por esas cenizas, el explotador debe llevar a cabo la evaluación de riesgos de seguridad operacional como parte del SMS. Durante la supervisión regular de sus explotadores, las CAA deben examinar, por regla general, la evaluación de riesgos de seguridad operacional como proceso identificable del SMS del explotador.
- c) El SMS brinda un método formal, sólido y transparente mediante el cual el explotador puede demostrar a la CAA su capacidad y aptitud para alcanzar resultados seguros en las operaciones a zonas donde se pronostica contaminación por cenizas volcánicas o a aeródromos contaminados por esas cenizas.
- d) El examen de la CAA en su proceso habitual de supervisión debe considerarse satisfactorio si el explotador demuestra su competencia y aptitud para:
 - comprender los riesgos asociados con las nubes de cenizas volcánicas y su efecto en el equipo en operación;
 - tener en claro los casos en que los peligros pueden superar los límites aceptables de riesgos de seguridad operacional;

Nota.— Se supone que se superan los límites aceptables de riesgos de seguridad cuando ya no existe un alto nivel de confianza en que la aeronave pueda continuar el viaje hacia su destino previsto o un aeródromo alternativo planificado;

- identificar y aplicar medidas de mitigación, incluida la suspensión de las operaciones para las que las medidas de mitigación no reducen el riesgo a valores que se encuentren dentro de los límites de riesgos de seguridad operacional;

Nota.— Esta evaluación suele registrarse en una hoja de trabajo oficial para la evaluación de riesgos de seguridad operacional (véase ejemplo en el Apéndice 4);

- elaborar, y ejecutar con eficacia, procedimientos sólidos para la planificación y operación segura de vuelos que atraviesen o eviten espacios aéreos posiblemente contaminados;
- seleccionar las fuentes correctas que se utilizarán para interpretar la información y solucionar adecuadamente las contradicciones entre dichas fuentes;
- tener en cuenta la información pormenorizada de su TCH respecto de los aspectos de aeronavegabilidad relacionados con cenizas volcánicas de la aeronave que opera y las precauciones previas al vuelo, en vuelo y posteriores al vuelo que debe observar;
- evaluar la competencia y actualización de su personal en relación con las funciones necesarias para operar con seguridad en las zonas donde se pronostica contaminación por cenizas volcánicas o en los aeródromos contaminados por esas cenizas y llevar a cabo las actividades de capacitación necesarias;
- emplear, o contratar a través de un tercero, suficiente cantidad de personal calificado y competente para desempeñar esas funciones;

Nota.— No se prevé impedir que el explotador obtenga los recursos necesarios de otras partes competentes.

- e) Al evaluar la aptitud del explotador para realizar operaciones de vuelo en zonas de cenizas volcánicas, la CAA debe tener en cuenta:
- que se apliquen las medidas de mitigación más significativas registradas por el explotador para obtener un resultado seguro;
 - que parezcan ser sólidos los procedimientos operacionales especificados por el explotador que revisten mayor importancia en materia de seguridad operacional;
 - que el personal del que depende el explotador para el desempeño de las funciones necesarias para operar con seguridad en las zonas donde se pronostica contaminación por cenizas volcánicas o en los aeródromos contaminados por esas cenizas esté capacitado en los procedimientos pertinentes y que su competencia esté evaluada.
- f) El análisis del SMS del explotador permite a la CAA examinar su competencia para efectuar análisis de peligros y su cultura de la seguridad operacional de forma coherente, y brinda a la CAA cierto grado de confianza. El Apéndice 7 contiene un ejemplo de un enfoque para una Matriz de evaluación de la seguridad operacional y los riesgos que sirve de orientación a las CAA en el proceso de examen de las evaluaciones de riesgos de seguridad operacional del explotador. Se admite que cada CAA modifique ese documento para adaptarlo a su enfoque de SMS. Se reconoce que, por su naturaleza, esa evaluación no se presta a un enfoque cuantitativo de fondo, aunque un enfoque de ese tipo sería bien recibido en su debido momento.
- g) Como parte de su supervisión regular del explotador, la CAA debe estar convencida de que sigue siendo válida una evaluación de riesgos de seguridad operacional aceptada para operaciones que ingresan en zonas o evitan zonas donde se pronostica contaminación por cenizas volcánicas o aeródromos contaminados por esas cenizas.

Nota.— Si un explotador no cumple una evaluación aceptable de riesgos de seguridad operacional y los recursos, conocimientos y procedimientos conexos, la CAA debe prohibir las operaciones en zonas donde se pronostica contaminación por cenizas volcánicas o en los aeródromos contaminados por esas cenizas.

6.2 APTITUDES

- a) La CAA debe tener una comprensión cabal de los principios y la metodología del SMS.
 - b) La CAA debe contar con los medios para imponer a sus explotadores las restricciones que sean necesarias para reducir al mínimo el riesgo de seguridad operacional que representan las cenizas volcánicas.
 - c) La CAA debe velar por que los miembros de su personal que examinan el SMS de un explotador reciban la capacitación y las actualizaciones adecuadas y alentarlos enérgicamente a que aprovechen toda oportunidad de participar en los ejercicios VOLCEX que se lleven a cabo en su área de operaciones.
 - d) Si una CAA considera que carece de los medios para examinar el SMS de un explotador y la evaluación conexas de riesgos de seguridad por cenizas volcánicas, debe obtener asistencia de una CAA que cuente con esos medios.
-

APÉNDICE 7

MODELO DE MATRIZ DE EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD OPERACIONAL Y LOS RIESGOS

OPERACIÓN

Explotador	
Núm. AOC	
Tipo(s) de aeronave(s)	
Motores	
Número de aeronaves	
Zonas de operación	

AUTORIZACIÓN

Cualquier respuesta negativa debería dar lugar a que la CAA retenga y retire su aceptación de la evaluación de riesgos de seguridad operacional.

¿Ha demostrado el explotador, de manera satisfactoria:	Una comprensión adecuada de la naturaleza y la ubicación de los peligros?	SÍ/NO
	Claridad con respecto a sus límites de riesgos de seguridad operacional?	SÍ/NO
	Procedimientos sólidos y documentados para garantizar que la operación se realice dentro de los límites?	SÍ/NO
	Competencia y aptitud adecuadas para llevar a cabo de forma fiable y permanente sus procedimientos documentados?	SÍ/NO
¿Ha documentado el explotador esas demostraciones?		SÍ/NO
Autorización	¿Ha sido aceptada la evaluación de riesgos de seguridad operacional? Esto implicaría que la CAA considera que el explotador puede operar, de conformidad con sus procedimientos, en las zonas donde se pronostica contaminación por cenizas volcánicas o en los aeródromos contaminados por esas cenizas.	SÍ/NO

EXAMEN

Cualquier elemento calificado de "inaceptable" debería dar lugar a restricciones operacionales, incluidas la prohibición y la suspensión de las operaciones.

Cualquier elemento calificado de "inaceptable" podría indicar una mayor probabilidad de que el explotador no pueda mantener normas aceptables, por lo que la CAA debería incrementar la vigilancia de ese explotador.

Factor	Calificado de			Notas
	Inaceptable	Aceptable	Mejor práctica	
Política de seguridad operacional ¹	No existe política, es inapropiada o su elaboración es deficiente.	Existe una política de seguridad operacional adecuada.	El compromiso de la dirección con la política de seguridad operacional es evidente en todas las actividades del explotador.	
	No se observa compromiso con la política ni medidas acordadas con ella.	La política se vincula con otras prácticas/actividades de la compañía.	La seguridad operacional forma parte de la mejora empresarial en todos los aspectos relevantes de la actividad del explotador.	
	El personal directivo superior no ha aprobado la política ni se la ha comunicado con eficacia al personal.	El personal directivo superior ha aprobado y difundido la política y todo el personal la comprende.	Pruebas de que la política ha sido aprobada y difundida por el personal directivo superior y que todo el personal la comprende y la aplica en sus actividades diarias.	
Comprensión de los riesgos	Los procedimientos y las prácticas operacionales no reflejan adecuadamente los riesgos y peligros de este tipo de actividad.	Los procedimientos y las prácticas operacionales reflejan adecuadamente los riesgos y peligros conocidos de este tipo de actividad.	Pruebas de que los procedimientos y las prácticas operacionales reflejan muy satisfactoriamente los riesgos y peligros conocidos de este tipo de actividad y el explotador intercambia información sobre los riesgos y peligros pertinentes de forma dinámica con la comunidad aeronáutica.	
	No se ha tomado ninguna medida para identificar o evaluar los peligros o riesgos específicos de esta operación en particular.	Se han identificado y clasificado según prioridades y de forma adecuada los peligros de esta operación en particular.	Pruebas claras de exámenes y actualizaciones periódicos de la evaluación de peligros y riesgos a la luz de la experiencia propia y ajena.	

1. La Política de seguridad operacional es uno de los componentes del SMS del operador y está sujeta a un requisito obligatorio en virtud del Anexo 6 de la OACI. Cabe esperar que se suspenda el AOC a todo explotador que no cuente con una política o mejor práctica de seguridad operacional aceptable.

<i>Factor</i>	<i>Calificado de</i>			<i>Notas</i>
	<i>Inaceptable</i>	<i>Aceptable</i>	<i>Mejor práctica</i>	
	No hay imagen documentada de los riesgos o peligros enfrentados ("Perfil de riesgos de seguridad operacional").	Perfil de riesgos de seguridad operacional documentado y aplicado.	El personal entiende el Perfil de riesgos de seguridad operacional y demuestra su compromiso con el control de los riesgos.	
	No se incluye la experiencia del explotador en ninguna imagen documentada de los riesgos o peligros enfrentados.	La experiencia del explotador en incidentes y sucesos se incluye en imágenes de los riesgos o peligros enfrentados.	Excelente comprensión de los riesgos relevantes, sobre la base del conocimiento propio y pruebas de otras fuentes.	

