

CIRCULAR DE ASESORAMIENTO

CA: 138.005
FECHA: 05/04/16
REVISIÓN: 1
EMITIDA POR: D.G.A.C.

ASUNTO: CONTROL DE CENIZAS VOLCANICAS EN AERODROMOS

Sección A – Propósito

La presente circular de asesoramiento sobre Control de Cenizas Volcánicas en Aeródromos constituye un documento cuyos textos contienen métodos, e interpretaciones con la intención de aclarar y de servir de guía a los operadores de aeródromos en el Estado Plurinacional de Bolivia y para el cumplimiento de los requisitos establecidos en el RAB-138 y su Apéndice 2.

Sección B – Alcance

El alcance está orientado a los siguientes aspectos:

- a. Proporcionar una ayuda a los operadores de aeródromos para la correcta interpretación del requisito RAB-138 y su Apéndice 2.
- b. Proporcionar lineamientos de como cumplir de una manera aceptable con los requisitos antes listados.

Sección C – Introducción

- a. Este circular proporciona lineamientos sobre el Plan de Contingencia para el Control de Cenizas Volcánicas en los Aeródromos, que debería contemplar un conjunto de aspectos básicos, que permitan la mitigación de las condiciones existentes y sus consecuencias sobre la seguridad de las operaciones, contemplando acciones antes, durante y después de la precipitación de cenizas volcánicas.
- b. El Plan debería ser incorporado como un capítulo del Plan de Emergencia del Aeródromo (PEA), ya que básicamente es una situación ambiental de la misma índole que una tormenta, un evento sísmico, etc., en el cual deberán intervenir la mayoría de los actores del Plan de Emergencia, con tareas específicas para atender este tipo de situaciones.

Sección D – PLAN DE CONTROL DE CENIZAS VOLCÁNICAS EN AERODROMOS

1. Plan de Contingencia

- a. El plan debe contener:
 1. Disposiciones de carácter permanente antes de una erupción
 2. Medidas de Alerta y Gestión de Riesgo
 3. Medidas de mitigación y limpieza específicas para cada sistema que afecte la seguridad operacional. Desde la caída inicial de las cenizas en el aeropuerto hasta el cierre del aeropuerto
 4. Procedimientos de coordinación y comunicaciones entre las distintas áreas involucradas, incluyendo cronograma de reuniones de seguimiento y coordinación durante la contingencia.

5. Tareas de limpieza y remediación posteriores a la finalización de la actividad volcánica y/o precipitación de cenizas.
 6. Disposiciones de revisión y mejora del plan
- b. Considerando los puntos mencionados anteriormente, los cuales constituyen una guía inicial y básica que los Estados podrán perfeccionar y modificar en base a sus experiencias, conocimientos adquiridos y las mejores prácticas de la industria, a continuación se detallan una serie de aspectos que deben tenerse en cuenta en cada uno de los puntos antes mencionados.

2. Disposiciones de carácter permanente antes de una erupción

- a. Las disposiciones relativas a la caída de cenizas volcánicas en el aeródromo pueden estar incluidas en la parte del plan de emergencia de aeropuerto relacionada con desastres naturales o ser elaboradas como un documento independiente, integrante de dicho plan.
- b. En cualquier caso, el plan debe comprender un conjunto completo de procedimientos que determinan la función y las responsabilidades de todo el personal de aviación civil y de otros organismos en el aeropuerto y, de ser pertinente, fuera del aeropuerto en el caso de que una erupción volcánica amenace por acumular cenizas volcánicas en las inmediaciones del aeropuerto.
- c. Las medidas que deben adoptarse para asegurar que el aeropuerto pueda aplicar procedimientos de emergencia con rapidez y eficacia comprenden:
 1. Realizar un análisis de vulnerabilidad del equipo y de las instalaciones para determinar cuáles serían más afectados por las cenizas, cuales estarían adecuadamente protegidos y cuales necesitarían una modificación a corto, mediano o largo plazo.
 2. Preparar una lista por prioridades de las instalaciones que deben mantenerse en funcionamiento y cuales pueden cerrarse y/o desconectarse y por cuanto tiempo.
 3. Asegurarse de que se podrán mantener adecuadamente abiertos los canales de alerta e información con organismos vulcanológicos / geológicos y con el Servicio Meteorológico, con los medios de comunicaciones locales y con las entidades de gobierno local y Nacional en caso de peligro de erupción volcánica y/o precipitación de cenizas.
 4. Establecer planes y procedimientos para dar la alerta y notificar la condición presente o inminente, reducir las operaciones, acelerar el mantenimiento, proteger instalaciones críticas y retirar cenizas.
 5. Dar la alerta a los ATS y al personal de Operaciones para que se notifique a las aeronaves prontamente, cuando se reciban informes o avisos sobre la presencia de cenizas.
 6. Disponer de un determinado nivel de abastecimiento de repuestos para los equipos críticos, filtros, equipo o elementos de sellado, limpieza y retiro de cenizas.
 7. Planificar actividades prolongadas de limpieza y mantenimiento durante todo el período de operación, aumentar la dotación de personal de mantenimiento y entrenar grupos de limpieza y recolección de cenizas.
 8. Asegurarse de que se dispone de suficiente agua y energía de reserva para prestar apoyo a operaciones de limpieza, en caso de que fallen las fuentes normales de energía.

3. Medidas de Alerta y Gestión de Riesgo

- a. Cuando el impacto meteorológico de la ceniza volcánica y sus implicancias en la operación persisten por períodos prolongados, la programación de vuelos se puede tornar compleja y hasta obligar a demoras y cancelaciones en los vuelos...

- b. Con el objeto de maximizar las oportunidades de operación, sin poner en riesgo la seguridad, los operadores de aeródromo y los operadores aéreos deben considerar distintas fuentes de datos; entre ellos los peloteos de dispersión y de concentración (Modelo Experimental de Dispersión y Concentración de Cenizas Volcánicas) del VAAC de jurisdicción, TAF, METAR, NOTAMS, PIREPS, etc.
- c. Los elementos de medición deben incluir algunos o varios de los siguientes sistemas:
1. Aeronaves no tripuladas con medidores de concentración de partículas que se despachan ante la determinación del observador MET.
 2. Observadores en las Estaciones MET aeroportuarias.
 3. Modelización del Servicio Meteorológico Nacional.
 4. Medición de partículas en superficie de los Aeródromos.
 5. Lanzamiento de radiosondas con medidores de concentración de partículas sobre el aeropuerto, con un alcance de 4.000 mts. que mide telemetría y concentración en capas.
 6. Cualquier otro sistema o método que permita obtener datos de composición, densidad, tamaño de partículas, desplazamiento, etc. de la
- d. La combinación de datos provenientes de estas fuentes y la experiencia acumulada hasta ahora en cada oportunidad en la que las operaciones se llevan a cabo en este entorno (inspección de aeronaves, medición de PH, boroscopías, análisis microscópicos, etc.), requiere que la información recopilada deba ser analizada por un equipo compuesto por representantes de todas las áreas.
- e. Como resultado del análisis indicado en el **punto 3.d.** de esta circular, se debe definir una matriz de riesgo por parte de los explotadores aéreos para el despacho en ambientes con ceniza volcánica.
- f. Los valores de referencia utilizados se deben ajustar a la especificación de densidad de ceniza establecido por el fabricante de la aeronave ($2 \mu\text{gr}/\text{m}^3$) como valor aceptable máximo para realizar las operaciones en espacio aéreo con ceniza volcánica.
- g. La mitigación a nivel del terreno del aeródromo debe incluir exigentes trabajos de limpieza de pista, márgenes y franjas de pista, calles de rodaje y plataforma, basados principalmente en recolección mecánica (dependiendo del espesor del asiento) y barrido de depósitos con agua a presión.
- h. En los paños verdes de franja de pista, franja de rodajes y bordes de plataforma, se podrán emplear productos aglutinantes del tipo orgánico en forma de regado por dispersión, como el Lignosulfonato de Sodio que es un subproducto obtenido en la industria del papel por el proceso de sulfito de la madera, resultando un polímero natural con bajo contenido de azúcares, que permite mantener a un nivel aceptable de asentamiento las cenizas depositadas en las áreas adyacentes al área de movimiento del aeropuerto, hasta niveles de viento que no sean superiores a los 15 nudos.
- i. Si después del análisis se determina un nivel de riesgo tal que pueda afectar las operaciones aéreas, el operador del aeródromo debe incluir en el plan y llevar a la práctica durante su ejecución, las siguientes acciones:
1. Mantener abiertos los canales de comunicación para alerta e información en caso de peligro con organismos vulcanológicos / geológicos y con el Servicio Meteorológico, con los medios de comunicaciones locales y con las entidades de gobierno local y Nacional.
 2. Ejecutar los procedimientos para la alerta y notificación de la situación, a los ATS y al personal de Operaciones para que se notifique a las aeronaves prontamente, cuando se reciban informes o avisos sobre la presencia de cenizas.

4. Medidas de mitigación y limpieza específicas para cada sistema que afecte la seguridad operacional(desde la caída inicial de las cenizas en el aeropuerto hasta el cierre del aeropuerto)

- a. Al notificarse una erupción que pudiera depositar cenizas volcánicas en el aeropuerto, se debe iniciar inmediatamente medidas de protección, tales como:
 1. almacenar equipo no esencial,
 2. sellar o cubrir partes abiertas de las aeronaves y de los motores de las aeronaves, equipo de tierra, edificios estratégicos y equipo electrónico o de computadora, etc.
- b. El operador del aeropuerto debe tomar una decisión respecto a la viabilidad o necesidad de continuar las operaciones de aeronaves en el aeropuerto. Para ello debe realizar un análisis en el que considere factores tales como el número de aeronaves despachadas antes de que la caída de las cenizas, que mientras duren las operaciones, especialmente de salida, se reduciría el número de aeronaves y de pasajeros que permanezcan en tierra expuestos a la caída de cenizas, los costos asociados a la inactividad de las aeronaves que queden en tierra y los que implicarán su posterior recuperación, etc.
- c. Por otro lado, continuar con la operación de las aeronaves, acrecienta el riesgo de causar daños a los motores de aeronaves u ocasionar que disminuya la visibilidad local por el movimiento continuo de las cenizas sobre las pistas; de modo que las operaciones ulteriores deberían de esperar por más y más tiempo hasta que las cenizas se depositen por completo, lo cual implica ampliar los intervalos de operación entre aeronaves, etc.
- d. Mientras las operaciones de aeronaves sean restringidas, se debe completar el sellado de las partes abiertas de aeronaves estacionadas, de equipo en tierra que no se utilice, de algunos edificios estratégicos y de equipo electrónico y de computadora etc.
- e. A medida que disminuyen las operaciones de aeronaves se pueden retirar del servicio más unidades de equipo de tierra, limpiarse, lubricarse con aceites, sustituirse los filtros y cubrirse o almacenarse el equipo.
- f. En el caso que se produzcan erupciones volcánicas en forma sucesiva por un período prolongado o cuando la magnitud de la contaminación por ceniza volcánica lo exija, debe analizarse y de resultar necesario, procederse al cierre total del aeródromo.
- g. La técnica más eficaz para reducir los daños con las cenizas volcánicas es evitar utilizar los equipos, hasta que la ceniza pueda retirarse. Esta táctica solamente es aceptable por períodos breves de tiempo puesto que las operaciones deben reanudarse en el menor tiempo posible.

5. Técnicas básicas de mitigación de cenizas volcánicas para protección de aeronaves y equipamiento sensible del Aeródromo

- a. **Pistas, Plataformas y Rodajes.** A los fines de permitir la continuidad de las operaciones aéreas, se deben limpiar inmediatamente las pistas, plataformas, calles de rodaje y franjas. Entre las técnicas básicas de limpieza se incluyen:
 1. Mojar las cenizas con un camión tipo regador u otro método
 2. Recoger las cenizas mediante cargadores frontales, palas o transportadores de cinta.
 3. Acumular dichas cenizas en áreas de basuras donde se tenga la seguridad que las mismas no se dispersarán nuevamente, lo cual puede lograrse manteniendola húmeda.
 4. Barrer y aspirar las cenizas residuales luego quitar con agua.
 5. Empujar las cenizas hacia el borde de la pista y mezclarla con la tierra mediante técnicas agropecuarias, como por ejemplo el arado, o bien cubrirlas con algún aglomerante líquido.

6. Instalar dispersores en los bordes de la pista para controlar la suspensión de cenizas por el chorro de los motores o los vórtices de los extremos de ala.
 7. Mantener los residuos mojados en calles de rodajes y plataformas
- b. **Sistemas CNS.** La protección de los sistemas CNS requiere tratamiento específico y particular ante la presencia de ceniza volcánica. Entre las técnicas de protección que deben proporcionarse se incluyen las siguientes:
1. Adecuada protección de las antenas y sus componentes
 2. Sellado de las cajas de los equipos de transmisión, señalización y sistemas de iluminación para impedir la entrada de cenizas.
 3. Aumento de la frecuencia de limpieza y mantenimiento de los sistemas que requieren enfriamiento de aire o disponen de relés por contactos.
 4. Sellar los edificios, controlar los accesos y aspirar el calzado y la ropa del personal que ingresa.
 5. Desactivar y proteger en recintos estancos, el equipamiento que no sea estrictamente imprescindible para una operación segura.
- c. **Equipo Auxiliar de Tierra.** Las turbinas de gas, los compresores de aire y los equipos de aire acondicionado funcionan mediante la ingestión de grandes volúmenes de aire. Entre las técnicas empleadas para proteger estos equipos, durante su funcionamiento en períodos con presencia de ceniza, se incluyen las siguientes:
1. limpieza y mantenimiento constantes;
 2. no lavar el equipo con agua, porque hace que la ceniza se convierta en barro e inunde el interior del equipo;
 3. utilizar aspiradores para retirar la ceniza depositada en el equipo;
 4. cambiar el aceite y los filtros con mayor frecuencia; y
 5. si es necesario introducir modificaciones en el diseño para mejorar el filtrado del aire o gas ingresado al equipo.
- d. **Computadoras.** La limpieza continua y la protección de los componentes de sistemas de computadoras deben permitir el funcionamiento ininterrumpido, en cualquier condición, excepto si hay una intensa caída de cenizas, situación en la cual, se debe suspender el funcionamiento de estos sistemas. Entre las técnicas empleadas se incluyen las siguientes:
1. acondicionar el aire circundante para mantener las cenizas fuera del equipo;
 2. utilizar métodos de filtrado más fino y si es necesario y factible complementar con forzadores de aire de mayor tamaño que los de tamaño estandarizados, que están instalados en dichos equipos;
 3. humidificar el aire circundante (p. ej., alfombras mojadas) ayudará a controlar la entrada repetida de cenizas;
 4. pueden soplar las cenizas depositadas sobre el equipo con aire a presión. Si el aire es demasiado seco las descargas estáticas pudieran dañar componentes delicados (p. ej., circuitos integrados), si el aire es demasiado húmedo, se abarrotarán las cenizas. Se recomienda que el aire a presión, a aplicar tenga una humedad relativa del 25 al 30 por ciento;
 5. las cenizas pueden tener una elevada carga estática y ser difíciles de desalojar por lo que se recomienda el uso de cepillos para desalojar las partículas;

6. se debe disminuir el período de recambio de filtros y de ser necesario utilizarsepre filtros o filtros adicionales;
 7. debe tenerse la precaución de que dichos sistemas funcionen en ambientes aislados y si es posible, en locales situados en el interior de edificios mayores (concepto de caja doble), que permitan recircular el aire contaminado y aumentar la capacidad de acondicionamiento del mismo, para evitar la contaminación del recinto en el que se instalen los equipos.
- e. **Sistemas Radar y Ópticos.** Se debe interrumpir el funcionamiento de la mayoría del equipo radar en las zonas de caída más intensa de cenizas. Las tácticas de mitigación más sencillas consisten en cesar las operaciones. Entre las técnicas de limpieza se incluyen las siguientes:
1. reparar y limpiar los circuitos de alta tensión;
 2. lavar los cojinetes de rotores de antenas, volver a lubricar y cubrir los cojinetes expuestos;
 3. Se deben soplar o lavar con enormes cantidades de agua los componentes ópticos que tengan cenizas acumuladas. No hay que barrer, cepillar o frotar puesto que esto causará abrasión en los sistemas ópticos;
 4. tener cuidado para que al lavar las cenizas, éstas no penetren en el montaje de los instrumentos ópticos de las aeronaves;
 5. desconectar el equipo radar no esencial para reducir el consumo de energía;
 6. transferir la cobertura radar a otras instalaciones, combinar sectores de control de tránsito aéreo;
 7. retirar y sustituir los cojinetes de las cámaras y limpiar los impulsores de los engranajes; y
 8. en aquellos aeródromos que mantengan sistemas de grabación de antigua tecnología, se debe proteger las cintas vídeo de cenizas porque esto causará “desprendimientos” y rayaduras.
- f. Se debe mantener una minuciosa vigilancia de las condiciones ambientales en el período posterior a la erupción, inclusive después de haber cesado la actividad volcánica, debido a que la precipitación y presencia de cenizas se puede prolongar durante semanas, dependiendo de la acción del viento, la falta de lluvias, etc.
- g. Se debe mantener activo el plan de control de cenizas volcánicas y estar en condiciones de realizar acciones inmediatas, en todo momento, ya que en determinadas situaciones, las condiciones meteorológicas y consecuentemente las condiciones operacionales del aeropuerto y de las rutas aéreas, pueden variar con significativa velocidad, afectando las operaciones y obligando a implementar nuevamente, las tareas de remediación / limpieza, antes descriptas.
- h. Los servicios de meteorología, ATS, etc. deben estar alerta, en los días posteriores al evento, porque la afectación puede llegar incluso a Aeródromos situados a cientos y miles de kilómetros del área de influencia del volcán, ya que el viento puede arrastrar la ceniza depositada tras la precipitación inicial y depositarla en lugares lejanos.

6. Procedimientos de coordinación y comunicaciones entre las distintas áreas involucradas, incluyendo cronograma de reuniones de seguimiento y coordinación durante la contingencia

- a. En el plan se debe incluir la información de contacto de todos los participantes, o incluir esta información en la sección del Plan de Emergencia del aeropuerto en la cual se establecen los mecanismos de alerta y coordinación de dicho plan, en el caso que ello sea aplicable, especialmente en aeródromos de baja complejidad, donde las tareas son ejecutadas por un reducido número de personas.
- b. El operador de aeródromo debe establecer un cronograma de reuniones de coordinación y toma de decisiones, el cual debe estar diagramado en base a períodos coincidentes con las predicciones de los VAAC respectivos, a fin de determinar las acciones inmediatas en base a la evolución de las condiciones meteorológicas y/o de la actividad volcánica.

7. Tareas de limpieza y remediación posteriores a la finalización de la actividad volcánica y/o precipitación de cenizas

- a. Una vez finalizado el fenómeno, se deben retirar las cenizas del aeropuerto y asegurarse su disposición final, para evitar que permanezcan en suspensión y sigan manteniendo condiciones de contaminación.
- b. Dependiendo de la cantidad de cenizas precipitada y de las condiciones climatológicas locales, la situación puede estabilizarse, permitiendo implementar acciones de remediación como la rotación y el arado de las franjas de pista, no obstante por lo general, no existe más alternativa que completar el retiro de las cenizas fuera del aeropuerto y asegurar su disposición final.
- c. Estas tareas además, consideran las acciones tendientes a la reanudación de las operaciones, entre las cuales se debe incluir medidas de coordinación entre los operadores aéreos, operadores aeroportuarios, prestadores de servicios ATS, dependencia ATFM, etc. Es de vital importancia una acción coordinada a fin de garantizar la seguridad, regularidad y ordenamiento del tránsito aéreo tanto en tierra como en vuelo, al momento de reanudarse las operaciones.

8. Disposiciones de revisión y mejora del plan

- a. Una vez concluidas las acciones contempladas en el Plan de Control de Cenizas Volcánicas, por haberse considerado finalizada la actividad y controlados los riesgos, el Responsable del Comité de Emergencia debe convocar a una reunión de evaluación y críticas a los fines de identificar oportunidades de mejora, en base a la experiencia adquirida y a la performance lograda durante la ejecución del plan.
- b. Con el aporte de todos los involucrados se deben realizar las modificaciones pertinentes para garantizar que en caso de un nuevo evento de esta naturaleza, se disminuyan aún más los riesgos y las acciones necesarias para lograrlo, sean aún más eficientes que las que ya se han ejecutado.




Grai. Brig. Aé. Edgar Petayra Quiroga
DIRECTOR EJECUTIVO a.i.
Dirección General de Aeronáutica Civil