



EL IMPACTO DE LA ACTIVIDAD VOLCÁNICA EN LA AVIACIÓN

EMISIONES VOLCÁNICAS (GAS Y CENIZA) A LA ATMÓSFERA, MEDIDAS, MONITOREO DE NUBES Y PREDICCIÓN

Guillermo Vega Gowrzong
Especialista Regional, Meteorología Aeronáutica
Oficina Regional NACC de la OACI
22-26 de septiembre de 2014, Ciudad de México, México



Contenido:

- Antecedente
 - El problema de las cenizas volcánicas y la aviación
 - El establecimiento del IAVW
 - Que se ha hecho (IAVW)?
- El IAVW, IAVWOPSG y el IVATF
- La erupción del volcán Eyjafjallajökull (14 de abril de 2010, Islandia)
- Coordinación de los VAAC con las MWOs y ACCs
- Tendencias en el suministro del servicio MET para la navegación aérea internacional
- Ejemplo de avisos de ceniza volcánica
- Composición de la ceniza y gases volcánicos
- Investigaciones sobre la detección de la ceniza volcánica

Nueva definición de ceniza volcánica



➤ Séptima Reunión del IAVWOPSG,
marzo 2013, Bangkok, Tailandia

Conclusión 7/16 Definición de ceniza visible y discernible para uso operacional

- a) se define la ceniza visible como “ceniza volcánica observada por el ojo humano” y no ser definida cuantitativamente por el observador
- b) se define la ceniza discernible como “ceniza volcánica detectada por impactos definidos en/sobre la aeronave o por acuerdo de técnicas in-situ de sensores remotos”.



● El problema de la ceniza volcánica (VA) y la aviación

- 24 de junio de 1982, un B747 de Kuala Lumpur a Perth perdió potencia en los 4 motores, se desvió de forma segura,
- Tres semanas más tarde, otro B747 en ruta a Melbourne reportó un incidente similar
- Sospecha: Volcán Galunggung, Indonesia
- Amenaza seria, el potencial de causar un accidente grave a una aeronave
- Mientras tanto se desarrollaron una serie de directrices

Establecimiento del IAVW



IAVW

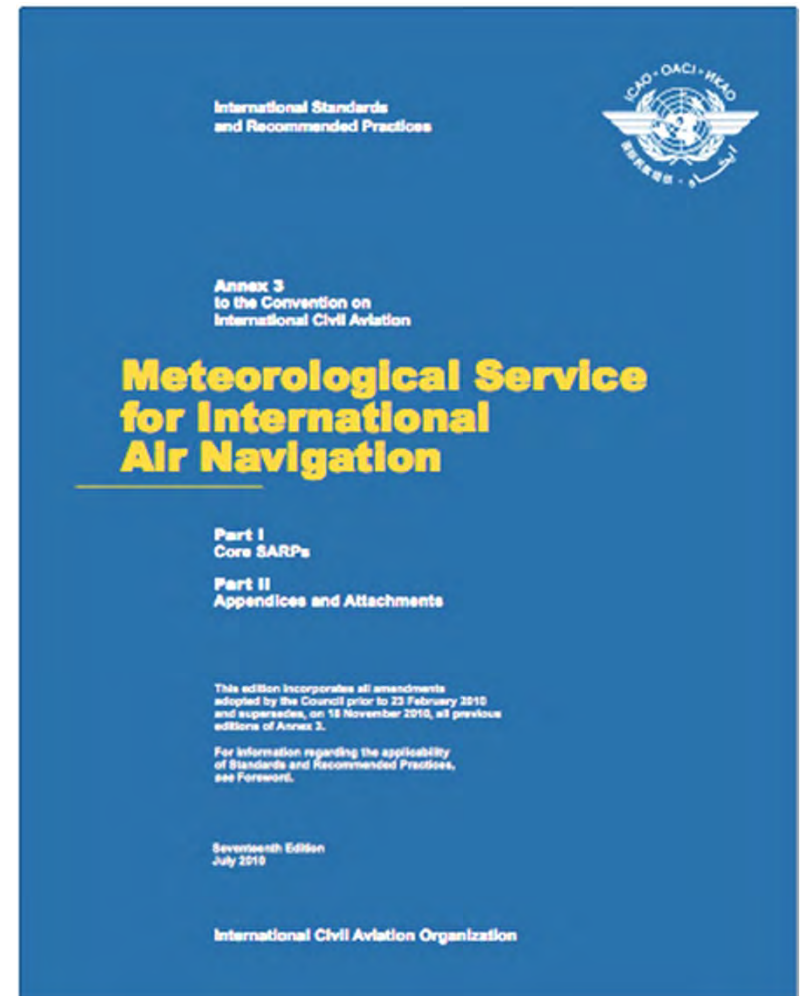
- La Vigilancia de los volcanes en las aerovías internacionales (IAVW) fue establecido por la OACI en una estrecha coordinación con la Organización Meteorológica Mundial (OMM), noviembre de 1987
- Ayudó a la aviación civil de manera importante a mitigar los peligros significativos causados por las erupciones volcánicas y la ceniza volcánica en la atmósfera
- Desde los años 80's y por medio de una estrategia de colaboración guiado por la OACI, la IAVW se convirtió en un sistema de monitoreo y notificación a nivel global
- Este sistema lo componen: observatorios vulcanológicos, oficinas meteorológicas, oficinas de vigilancia meteorológicas (MWOs), incluyendo los centros de avisos de ceniza volcánica (VAACs), las unidades de servicio de tránsito aéreo y los usuarios

Material de Orientación sobre Cenizas Volcánicas



Anexo 3 de OACI/Regulaciones Técnicas de la OMM [C 3.1]

- Capítulo 3, Apéndice 2, Tabla A2-1, Plantilla para mensajes de aviso de cenizas volcánicas
- *La seguridad de vuelo y las cenizas volcánicas*, Doc 9974
- *Manual sobre la vigilancia de los volcanes en las aerovías internacionales (IAVW) – Procedimientos operacionales y lista de puntos de contacto*, Doc 9766. Documento en línea en la página de la OACI.
- *Manual sobre nubes de cenizas volcánicas, materiales radiactivos y sustancias químicas tóxicas*, Doc 9691



Qué se ha hecho al respecto?

- En el ínterin se desarrollaron directrices
- Se hicieron las enmiendas a los Anexos y los procedimientos (1987) (se asistió al VAWSG, Estados y Organismos Internacionales)
- Como?
 - ✓ AIREP (Pilotos)
 - ✓ SIGMETs (Oficina de vigilancia meteorológica –MWO)
 - ✓ NOTAMs (Control de tránsito aéreo – ACC)
 - ✓ Los gestores de rutas aéreas (Reguladores)

Qué se ha hecho al respecto?

- ✓ El establecimiento de la IAVW en el Anexo 3 (desde noviembre de 1998)
- ✓ Acuerdos internacionales para monitorear y suministrar avisos a las aeronaves de la presencia de cenizas volcánicas en la atmósfera

IAVW-IAVWOPSG



IAVWOPSG

- Lo constituyen Estados, Organismos Internacionales y Usuarios
- Ocho reuniones desde 2002, la última en febrero 2014 en Melbourne, Australia
- Se hacen revisiones continuas de los requisitos y provisiones
- Actualización de material de orientación
- Propuestas para desarrollar nuevos procedimientos
- Seguimiento de las Conclusiones formuladas por las siete reuniones anteriores

Agencia Europea de la Seguridad Operacional de la Aviación



Nivel de Seguridad Operacional

- La inmediata seguridad operacional del vuelo se asegura por la evasión de operaciones en nubes volcánicas de alta densidad (ej. ceniza visible o discernible)
- Para lograr lo anterior, se requiere que los operadores se mantengan informados con los últimos datos que permita tomar decisiones tácticas en la planificación del vuelo y posibles cambios en ruta
- La estadística de la seguridad operacional ha sido buena, no han habido incidentes de encuentros de aeronaves con ceniza volcánica de alta densidad desde los 80s/inicio de los 90s cuando los VAACs se establecieron

Agencia Europea de la Seguridad Operacional de la Aviación



La contribución a este éxito estriba en:









- Aumento en las herramientas para monitorear (satelital, observaciones en tierra y aire)
- Mejoras en las técnicas de pronóstico
- SIGMETs y NOTAMs
- Reportes de la tripulación de vuelo
- El concepto de evitar las operaciones en nubes de ceniza visible permanece como un fuerte principio de apoyo

La erupción del volcán Eyjafjallajökull

- Produjo una interrupción extrema al tráfico aéreo en Europa (parte oeste y norte) y el este del Atlántico Norte
- Estimaciones de la IATA indicó que el impacto le costó a las aerolíneas de Europa 1.7 billones de Euros
- La afectación en la economía global fue mucho mayor, más de 5 billones en PIB se perdieron por este evento
- Fue el mayor cierre del espacio aéreo desde la Segunda Guerra Mundial
- Fue el evento más perturbador en la historia de la aviación civil por causa natural










Composición del gas volcánico



-  H₂O vapor de agua
-  CO₂ dióxido de carbono
-  SO₂ dióxido de azufre
-  CO monóxido de carbono
-  H₂S sulfuro de hidrógeno
-  HCL cloruro de hidrógeno
-  HF fluoruro de hidrógeno
-  He helio

Composición de la Ceniza Volcánica



| | | |
|---|-------------------------|----------------------|
|  | SiO_2 | dióxido de silicón |
|  | Al_2O_3 | óxido de aluminio |
|  | Fe_2O_3 | óxido de hierro |
|  | CaO | óxido de calcio |
|  | Na_2O | óxido de sodio |
|  | MgO | óxido de magnesio |
|  | K_2O | óxido de potasio |
|  | TiO_2 | dióxido de titanio |
|  | P_2O_5 | pentóxido de fósforo |

IAVW y el IAVWOPSG



IAVW Y el IAVWOPSG



¿Por qué se Vigila la Ceniza Volcánica?



- * La ceniza es severamente abrasiva a partes sensibles de motor a reacción
- * La ceniza se funde y reúne dentro de motores a reacción
- * Puede llevar a lecturas erróneas y avería del motor

Izquierda: Daño hecho al parabrisas de un avión que se encontró con ceniza. Es casi opaco. (Alaska, USA)

Derecha: Daño hecho al avión. (Filipinas)

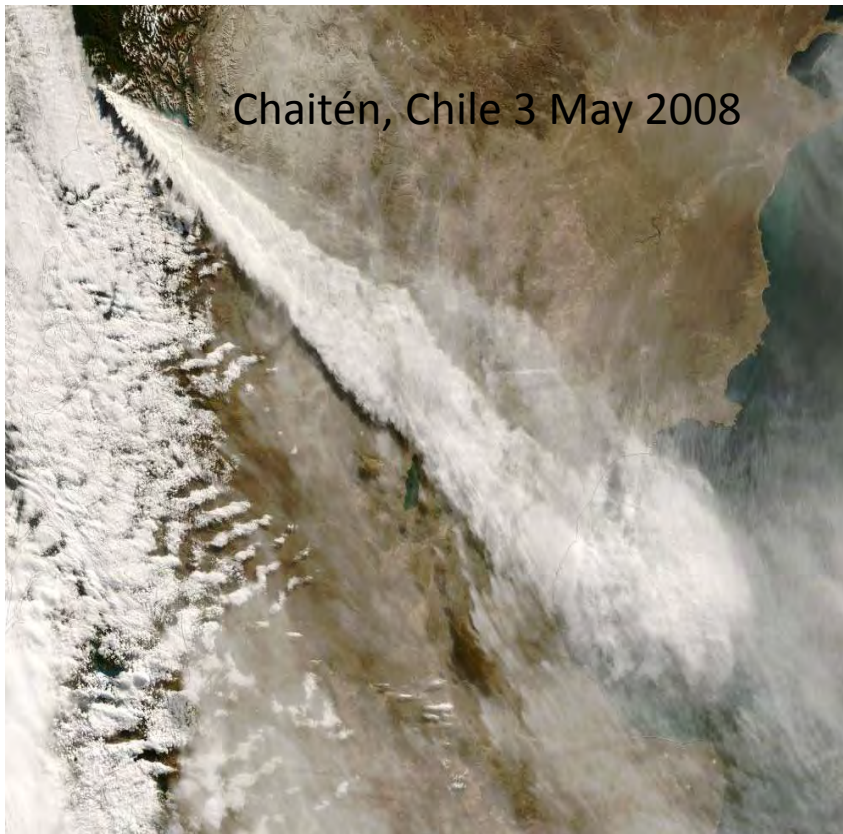


Efectos de la ceniza volcánica

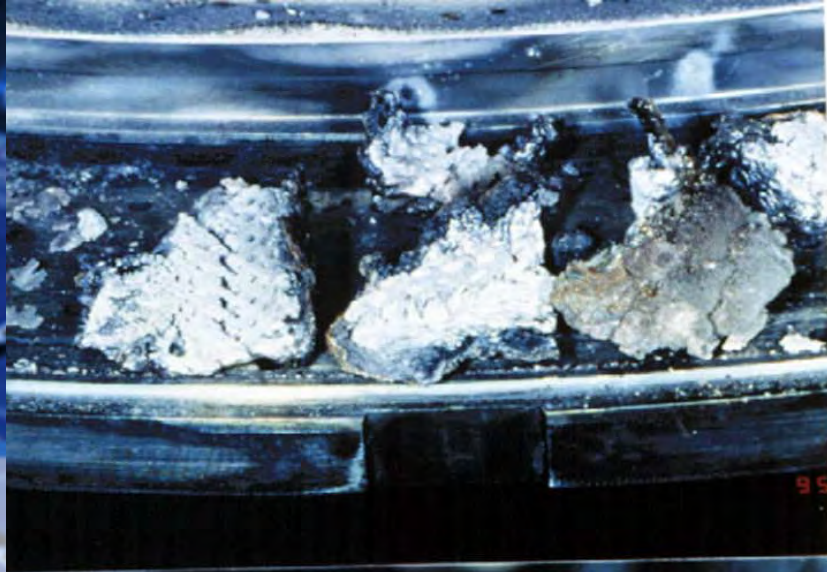


A través de las décadas han ocurrido muchas interrupciones en los aeropuertos y encuentros de aeronaves por las nubes de ceniza en la atmósfera que han resultado ser muy costosos y ha constituido una amenaza para la vida.

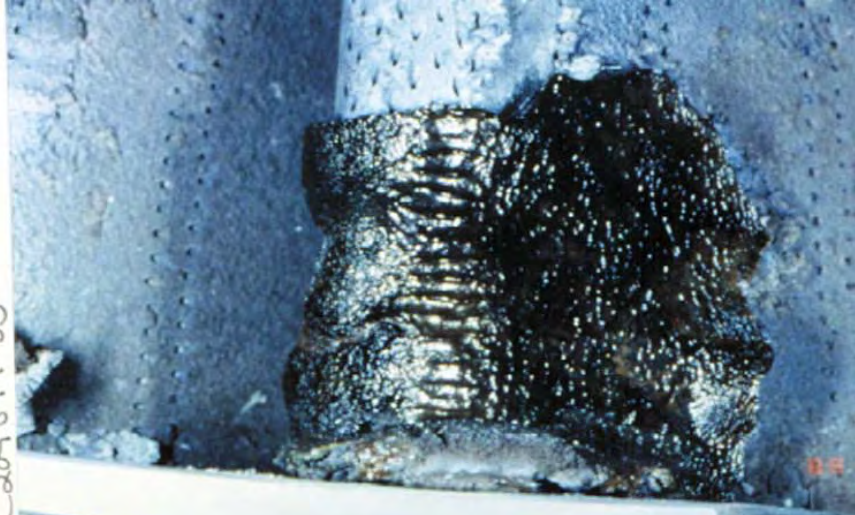
Los avisos de erupción, seguimiento de la nube de ceniza y la educación sobre este tema, han prevenido muchos desastres.



Depósitos de ceniza en el interior de la turbina



209899-33



209899-30

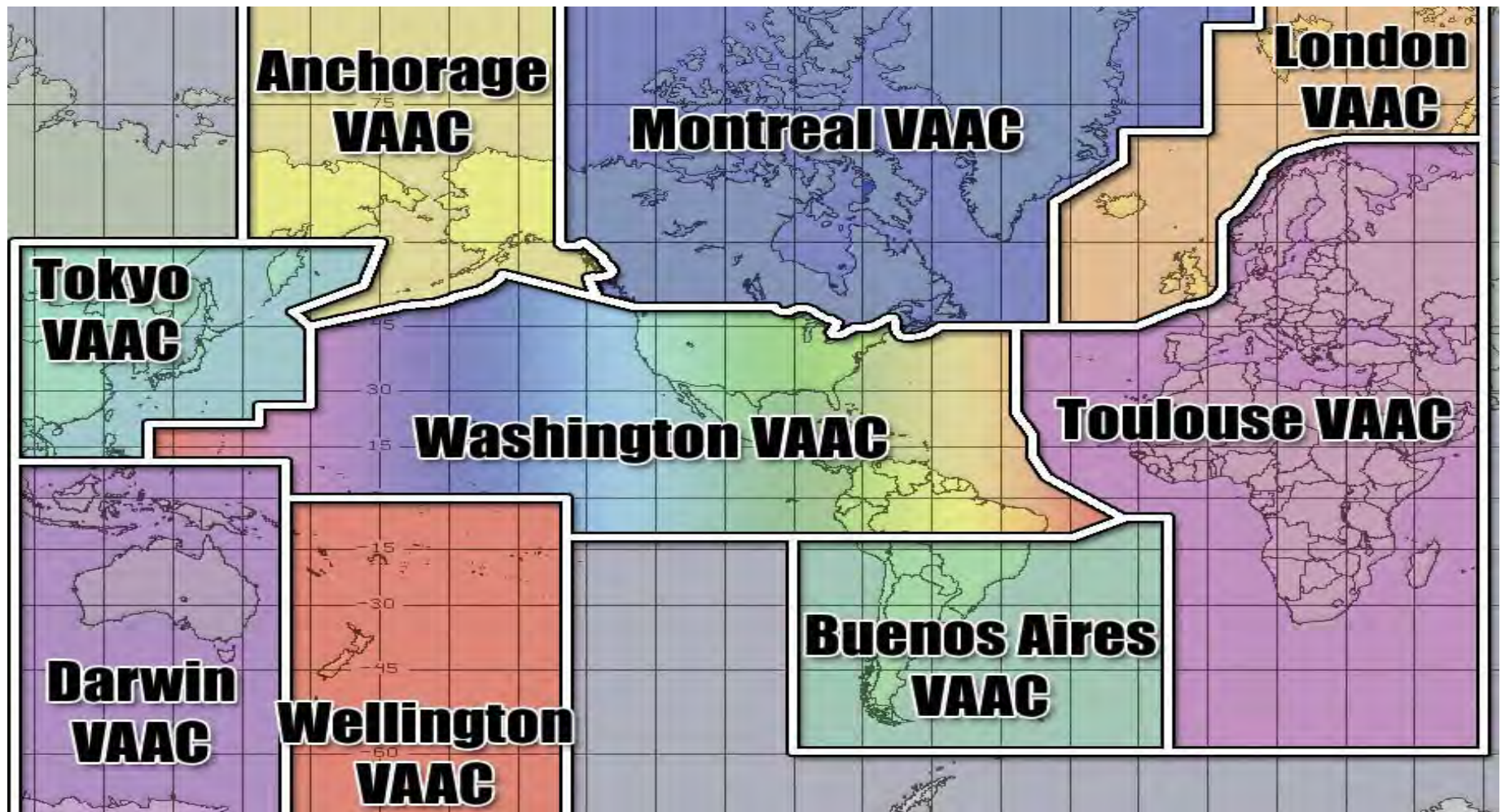


La designación de los VAACs



- ✈️ La OACI ha designado en base al asesoramiento de la OMM a determinados centros meteorológicos especializados para que tengan la capacidad necesaria para actuar como centros sobre de cenizas volcánicas (VAAC).
- ✈️ Estos centros proporcionan asesoramiento a las MWOs y los centros de control (ACCs) en su zona de responsabilidad en cuanto a la trayectoria pronosticada de las cenizas volcánicas y en cuanto a los niveles de vuelo que probablemente estarían afectados

Centros de avisos de cenizas volcánicas, (VAAC), Washington



VAAC de Washington



- 🌱 Tres productos divulgados por el VAAC de Washington
- El aviso de ceniza volcánica (VAA)
 - El Gráfico de ceniza volcánica (VAG)
 - El modelo de trayectoria conocido como HYSPLIT (The Hybrid Single Particle Lagrangian Integrated Trajectory Model)

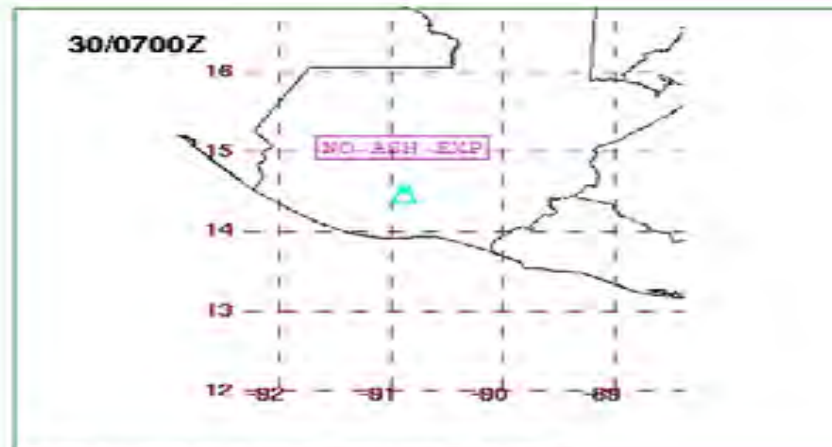
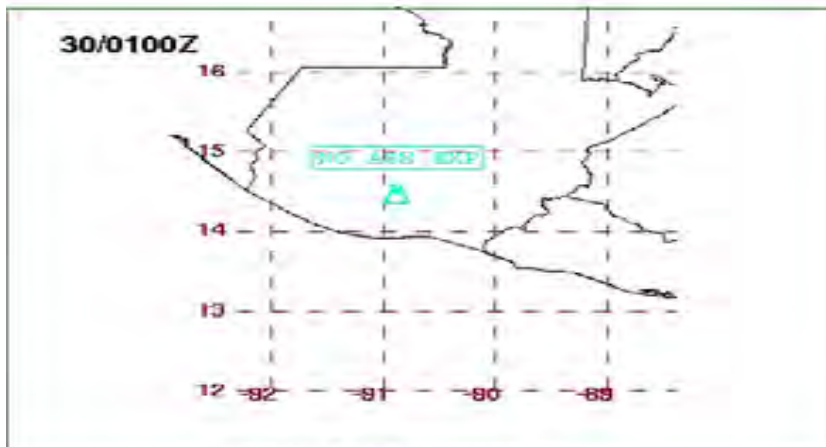
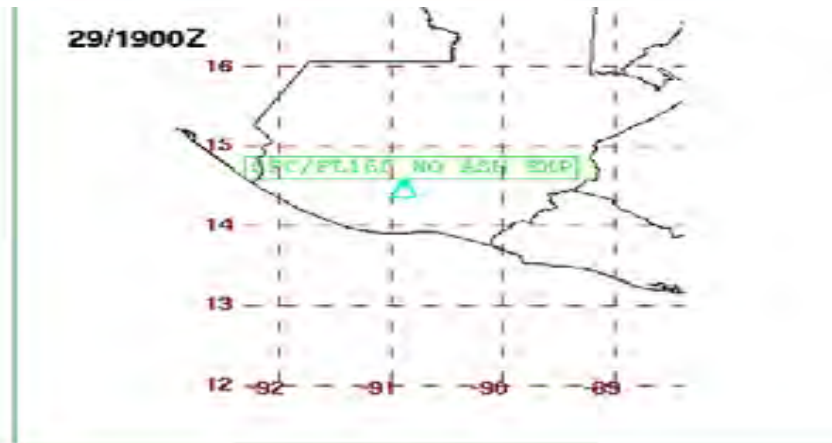
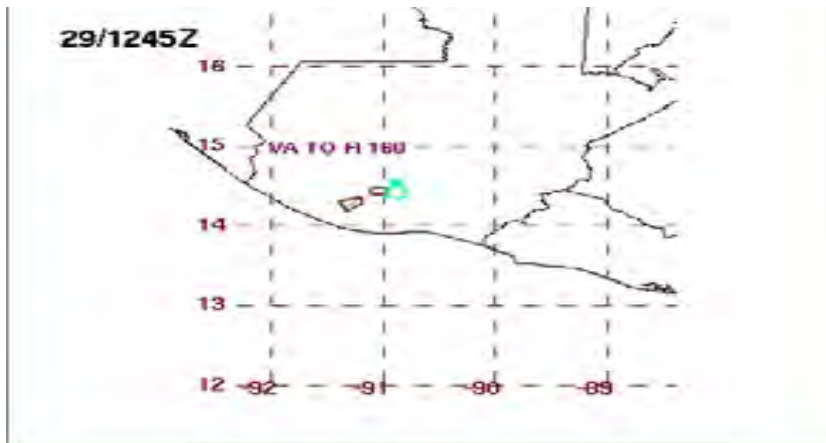
VAAC de Washington



El aviso de ceniza volcánica

FVXX20 KNES 291316
VA ADVISORY
DTG: 20120929/1316Z
VAAC: WASHINGTON
VOLCANO: FUEGO 1402-09
PSN: N1428 W09052
AREA: GUATEMALA
SUMMIT ELEV: 12346 FT (3763 M)
ADVISORY NR: 2012/059
INFO SOURCE: GFS WINDS. INSIVUMEH. GOES-14
ERUPTION DETAILS: DISCREET PUFFS OF VA
OBS VA DTG: 29/1245Z
OBS VA CLD: SFC/FL160 N1428 W09106 - N1428 W09059 –
N1423 W09058 - N1423 W09105 - N1428 W09106
MOV W 10-15KT SFC/FL160 N1421 W09112 - N1417 W09111 –
N1411 W09119 - N1419 W09123 - N1421 W09112 MOV W 10-15KT
FCST VA CLD +6HR: 29/1900Z SFC/FL160 NO ASH EXP
FCST VA CLD +12HR: 30/0100Z NO ASH EXP
FCST VA CLD +18HR: 30/0700Z NO ASH EXP
RMK: MORNING VISIBLE IMAGERY SHOWS DISCREET
PUFFS OF VA MOVING W AND WSW FROM THE SUMMIT.
INSIVUMEH REPORTS VA 500M TO 900M ABOVE SUMMIT
WITH FINE ASHFALL. ...SCHWARTZ NXT ADVISORY: WILL BE ISSUED BY 20120929/1915Z

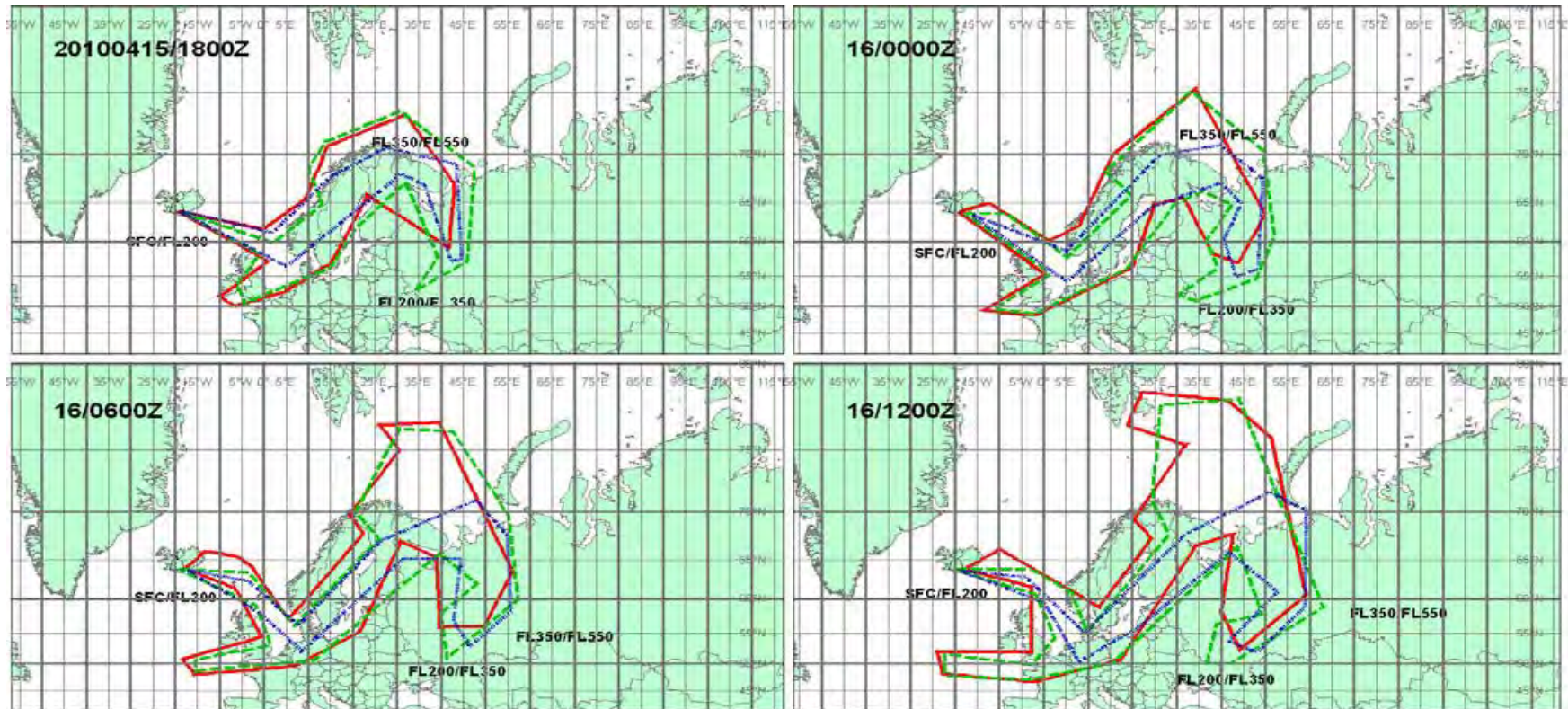
Gráfica de ceniza volcánica, VAAC de Washington



VOLCANIC ASH ADVISORY
DTG: 20120929T1316Z
VAAC: WASHINGTON
VOLCANO: FUEGO 1402-09
AREA: GUATEMALA
SUMMIT ELEV: 12376 FT (3783 M)
ADVISORY NR: 2012059

INFO SOURCE: GFS WINDS, INSIVUMEH, GOES-14
ERUPTION DETAILS: DISCREET PUFFS OF VA
RMK: MORNING VISIBLE IMAGERY SHOWS DISCREET PUFFS OF VA
MOVING W AND WSW FROM THE SUMMIT. INSIVUMEH REPORTS VA 500M
TO 900M ABOVE SUMMIT WITH FINE ASHFALL. ... SCHWARTZ
NXT ADVISORY: WILL BE ISSUED BY 20120929T1915Z

Ejemplo del modelo de Transporte y dispersión de CV del VAAC de Londres




VA ADVISORY
 DTG: 20100415/1800Z
 VAAC: LONDON
 VOLCANO:
 EYJAFJALLAJOKULL
 PSN: N6338 W01937
 AREA: ICELAND

SUMMIT ELEV: 1666M
 ADVISORY NR: 2010/007
 INFO SOURCE: ICELAND MET OFFICE
 AVIATION COLOUR CODE: RED
 ERUPTION DETAILS: SIGNIFICANT ERUPTION
 CONTINUING. PLUME REACHING FL150, BUT
 POSSIBLY OCCASIONALLY TO FL330

RMK: ASH CONCENTRATIONS WITHIN THE INDICATED AREAS ARE
 UNKNOWN
 NXT ADVISORY: 20100416/0000Z

VAAC de Washington



 Contribución de los observatorios vulcanológicos para preparar el aviso y gráfica de ceniza volcánica

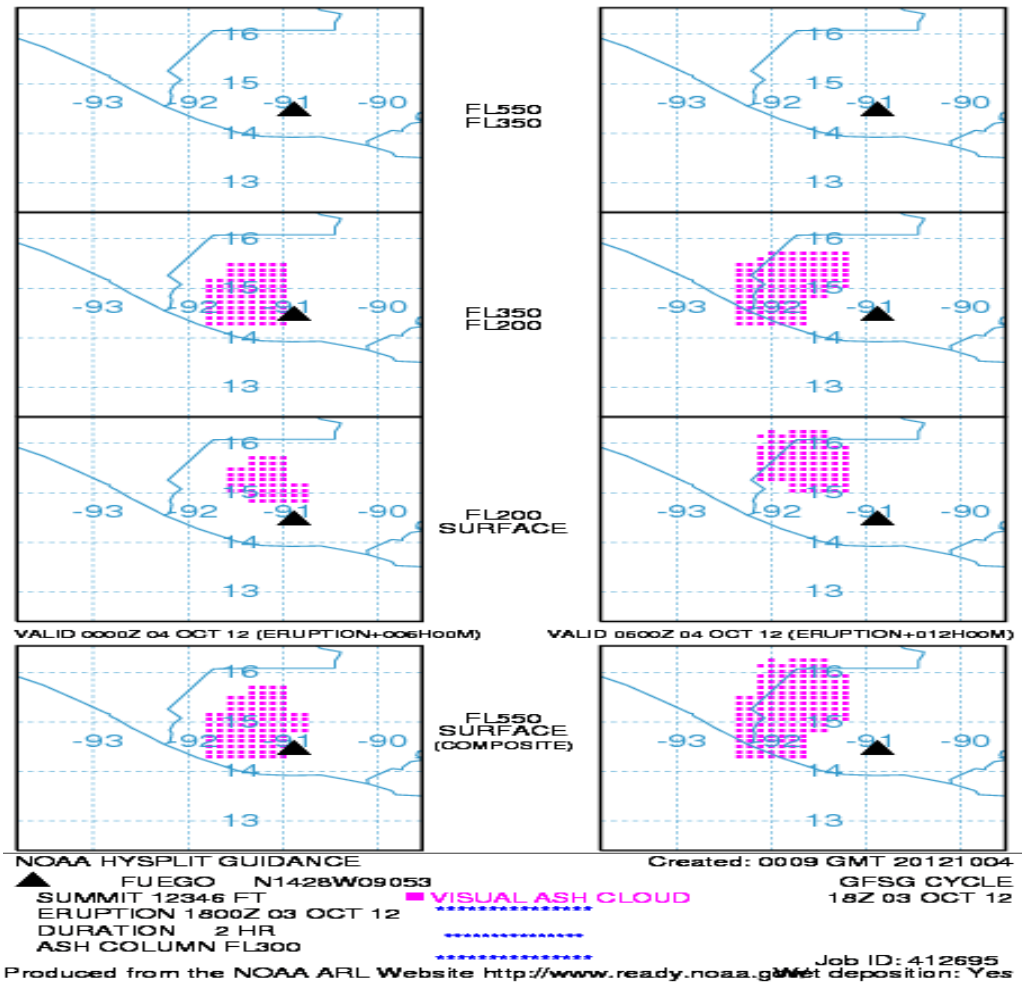
- Hora de la erupción
- Determinación de la altura de la pluma de ceniza
- Dirección y velocidad de la pluma de ceniza
- Contenido de la pluma (gases, vapor de agua, SO₂ , etc.)
- Información adicional para el usuario en la sección de Remarks

VAAC de Washington



The Hybrid Single Particle
Lagrangian Integrated
Trajectory Model
(HYSPLIT)

Este es un modelo de
Transporte y Dispersión



VAAC de Washington



➤ En general, el VAAC de Washington tiene dos metas principales

1. Salvar vidas por la emisión oportuna de avisos, gráficos y pronósticos que sean fáciles de leer e interpretar
2. Ahorrarle dinero a las aerolíneas por medio de mejores pronósticos para realizar una mejor planificación de vuelo

➤ Dos cosas importantes necesita el VAAC de Washington de los Observatorios Vulcanológicos y la MWO

1. Reportes con actualizaciones continuas del Observatorio y la MWO
2. Mejor comunicación entre los tres grupos involucrados con datos actualizados de: teléfono, fax y e-mail

Desarrollos vigentes en la detección de la ceniza volcánica



- ✈️ Investigaciones recientes de una subsidiaria de Airbus, Innovative Works, ha confirmado la prueba exitosa del sistema LIDAR (Light Detection and Ranging) un sistema de detección que funciona bajo el principio del radar, pero que utiliza la luz proveniente de un láser
- ✈️ Lo que el LIDAR ve es a lo sumo un segundo por adelantado, tiempo suficiente para que la máquina reaccione y haga los ajustes a las alas antes de que la aeronave se encuentre con la turbulencia.

Desarrollos vigentes en la detección de la ceniza volcánica



- ❖ Lo novedoso de esta investigación es el uso del LIDAR pero con sensores que propaga luz ultravioleta (UV) a razón de 60 pulsos por segundo provenientes de cuatro fuentes a bordo de la aeronave.
- ❖ La luz UV es dispersada por las moléculas de nitrógeno y oxígeno y es crítica en esta aplicación.
- ❖ Normalmente se utiliza el LIDAR pero con radiación IR, para esto se necesitan aerosoles, mientras que el LIDAR UV no necesita aerosoles en el aire para detectar movimiento.
- ❖ Los aerosoles, gotas de agua, polvo, partículas de los autos son abundantes cuando las aeronaves hacen la aproximación, sin embargo, son relativamente escasos a altitudes donde se produce turbulencia en aire claro.

Desarrollos vigentes en la detección de la ceniza volcánica



- ✈️ Basado en lo anterior, las aerolíneas podrían beneficiarse de la habilidad del LIDAR para identificar partículas en el aire y más aún si esas resultan ser ceniza volcánica
- ✈️ Teniendo el LIDAR UV a bordo podría resultar ser capaz de determinar si es seguro operar la aeronave después de que se produzca una erupción como la del Eyjafjallajökull en abril de 2010

Datos Satelitales de NASA para Mejorar los Pronósticos de Ceniza Volcánica



- ✈️ Actualmente, la NASA tiene un número de instrumentos en el espacio que pueden "ver" las partículas de ceniza volcánica
- ✈️ Cada uno de estos sensores provee información sobre la ceniza, que ayudan a detectar, localizar y caracterizar las propiedades físicas y químicas de la pluma de ceniza
- ✈️ Sin embargo, ninguno de estos instrumentos te da un panorama completo de la pluma de ceniza y sus constituyentes para informar efectivamente a la comunidad de la aviación de este peligro. Eso está cambiando

Datos Satelitales de NASA para Mejorar los Pronósticos de Ceniza Volcánica



- ✈️ La erupción del volcán Eyjafjallajökull fue un evento dramático que tuvo un impacto económico fuerte e hizo que los de NASA se fijaran más en cada uno de los satélites
- ✈️ Así que pensaron en integrar todas las imágenes satelitales por medio de un algoritmo matemático para producir mejores pronósticos
- ✈️ La ventaja sería permitir a los VAACs producir un aumento de los avisos que preparan

Datos Satelitales de NASA para Mejorar los Pronósticos de Ceniza Volcánica



- ✈️ Con el proyecto CALYPSO de NASA, provee datos en 3D para alimentar los modelos de trayectoria con información nueva sobre la altura de la pluma y localización
- ✈️ Usa un sistema LIDAR para proporcionar una vista 3D de las partículas atmosféricas tal como la ceniza volcánica
- ✈️ La combinación de observaciones de CV de CALYPSO y la trayectoria de un modelo lagrangiano ofrecerá un potencial a los VAACs de tener una mayor capacidad al usarlo y mejorar la seguridad operacional alrededor del mundo



MUCHAS GRACIAS!

Guillermo Vega
Especialista Regional
Meteorología Aeronáutica
gvega@icao.int
<http://www.icao.int/>