

# DESARROLLO DE TECNICAS DE ASIMILACION DE DATOS POR ENSAMBLES PARA EL PRONOSTICO DE DISPERSION DE CENIZA VOLCANICA

Soledad OSORES<sup>1</sup>, Arnau FOLCH<sup>2</sup>, Juan RUIZ<sup>3</sup>, Estela COLLINI<sup>4</sup>

[msosores@smn.gob.ar](mailto:msosores@smn.gob.ar)

<sup>1</sup>Servicio Meteorológico Nacional (SMN)

<sup>2</sup>Barcelona Supercomputing Center (BSC)

<sup>3</sup>Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CIMA)

<sup>4</sup> Servicio de Hidrografía Naval (SHN)

## RESUMEN

Los pronósticos numéricos de dispersión de ceniza volcánica son herramientas fundamentales para la toma de decisión en pos de garantizar la seguridad aérea. La principal fuente de incertidumbre en dichos pronósticos proviene del término fuente (ej., la altura de emisión y cantidad de masa inyectada por el volcán, distribución de tamaños de partículas, entre otros). En este trabajo se implementa y evalúa un sistema de asimilación de datos acoplado al modelo de dispersión FALL3D para la estimación simultánea de la distribución de ceniza y las características de la fuente de emisión. Los resultados prometen una reducción considerable del error en las estimaciones tanto de carga de masa de ceniza como de la concentración tridimensional.

## ABSTRACT

Numerical ash dispersion forecasts are important tools for decision making in order to guarantee flight safety. The main source of uncertainty these forecasts comes from the source term (e.g., column height, mass flow rate, total grain size distribution, among others). In this work, we implement and evaluate a data assimilation system coupled to the FALL3D ash dispersion model for the simultaneous estimation of ash distribution and the characteristics of the source term. These results promise a considerable reduction in ash mass loading and the three dimensional concentration errors.

**Palabras clave:** Ceniza volcánica, Ensemble, Análisis

## 1) INTRODUCCIÓN

Los pronósticos de dispersión de ceniza, permiten mitigar parte del impacto negativo de las plumas volcánicas sobre la salud humana y las actividades económicas (Osore 2018). Los modelos numéricos de dispersión de ceniza son una herramienta fundamental para la elaboración de dichos pronósticos, pero requieren de un adecuado conocimiento de los procesos que afectan la concentración de ceniza, el flujo atmosférico y de las propiedades de la fuente de emisión. En la práctica las propiedades de la fuente de emisión constituyen la mayor fuente de incertidumbre en dichos pronósticos, debido a la importancia que tienen en determinar la evolución de la pluma y debido a la dificultad que conlleva obtener estimaciones directas de dichas propiedades.

Los sistemas de asimilación de datos basados en ensambles permiten por un lado considerar la incertidumbre presente en las condiciones iniciales y en los pronósticos que de ellas se derivan a la vez que permiten estimar variables o parámetros que no pueden ser directamente observadas (como por ejemplo las propiedades de la fuente de emisión).

En este trabajo se implementa y evalúa un sistema de asimilación de datos basado en el método Ensemble Transform Kalman Filter (ETKF, Hunt et al., 2007) y el modelo de dispersión FALL3D (Costa et al. 2006), a este método se lo denomina ETKF-FALL3D (Osore, 2018).

## 2) METODOLOGÍA

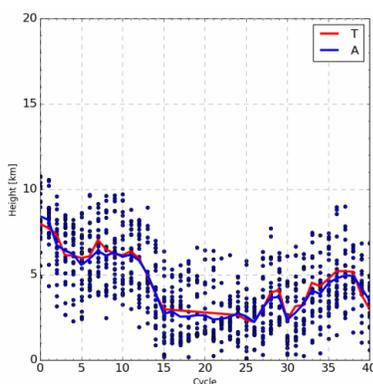
Para evaluar el sistema ETKF-FALL3D se realiza un experimento de simulación de observaciones, que se extiende entre el 4 y el 14 de junio de 2011, coincidente con los primeros días de la erupción del Cordon Caulle. Las observaciones generadas buscan simular estimaciones satelitales de la masa total de ceniza integrada en la vertical (carga de masa) en un dominio que contiene al volcán, de aproximadamente 400 km de extensión.

A partir de dichas observaciones se busca reconstruir con mayor precisión la distribución tri-dimensional de la concentración de ceniza y la evolución de la altura de la columna eruptiva junto con la de un parámetro que controla la distribución vertical de la fuente de ceniza. Estos parámetros fueron elegidos en base a un estudio de sensibilidad previo (Osore, 2018).

En los experimentos de asimilación se utiliza un ensamble de 25 miembros, en el que cada miembro utiliza una combinación de parámetros ligeramente diferente. Las observaciones simuladas son asimiladas con una frecuencia de 6 horas. La concentración y los parámetros estimados son comparados con la evolución de la simulación utilizada para generar las observaciones.

## 3) RESULTADOS Y CONCLUSIONES

La Figura 1, muestra la altura estimada, donde se puede observar que el sistema ETKF-FALL3D permitió realizar una adecuada reconstrucción de su evolución. Por otra parte se encontró también un



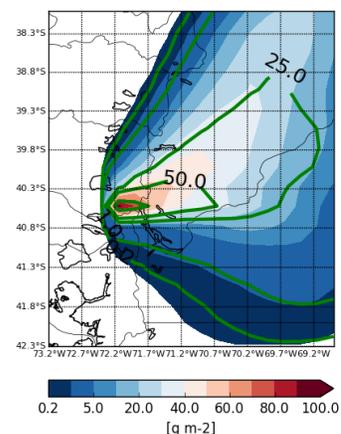
**Figura 1: Serie de parámetros verdaderos (rojo) y ensamble de parámetros optimizados (azul).**

impacto positivo, en términos del RMSE, en la estimación del campo de carga de masa y de la distribución tri-dimensional de la concentración de ceniza.

El spread del ensamble del pronóstico se mantuvo durante todo el experimento lo que permitió cuantificar la incertidumbre del problema, lo que brinda un valor agregado al tomador de decisión respecto a los

resultados determinísticos clásicos (Figura 2).

El sistema de asimilación presentado promete mejorar las condiciones iniciales de los pronósticos de dispersión y consecuentemente los pronósticos mismos.



**Figura 2: Spread (sombreado) y media de la carga de masa para el pronóstico del ciclo 8.**

## REFERENCIAS

**Costa A., Macedonio G. y Folch A., 2006:** A three-dimensional Eulerian model for transport and deposition of volcanic ashes, *Earth Planet. Sci. Lett.*, **241**, 634–647, doi:10.1016/j.epsl.2005.11.019.

**Hunt B. R., Kostelich E. J., Szunyogh I., 2007:** Efficient data assimilation for spatio temporal chaos: a local ensemble transform Kalman filter. *Physica D: Nonlinear Phenomena*, **77**, 437-471.

**Osore, 2018:** Evaluación de estrategias para el pronóstico numérico por ensambles de dispersión de ceniza volcánica en Sudamérica. Tesis doctoral, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales-UBA, 220 p.