

# Un sistema automatizado de pronóstico de dispersión de cenizas y su monitoreo en tiempo real para el volcán Popocatepetl

Hugo Delgado Granados<sup>1</sup>, Agustín García Reinoso<sup>2</sup>, Eric Téllez Ugalde<sup>1</sup>, Jorge Zavala Hidalgo<sup>2</sup> y Adolfo Magaldi<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Vulcanología, Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México – hdelgado@unam.mx

<sup>1</sup> Departamento de Vulcanología, Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México – etellezu@igeofisica.unam.mx

<sup>2</sup> Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, Universidad Nacional Autónoma de México – agustin@atmosfera.unam.mx

<sup>2</sup> Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, Universidad Nacional Autónoma de México – jzavala@atmosfera.inam.mx

<sup>3</sup> Escuela Nacional de Estudios Superiores, Juriquilla, Universidad Nacional Autónoma de México – adolfo.magaldi@gmail.com

**Palabras clave:** Mapas, peligro volcánico, metodologías.

El volcán Popocatepetl ha estado muy activo desde el 21 de diciembre de 1994. Su actividad, a lo largo de los casi 30 años de actividad eruptiva ha sido de carácter explosivo (principalmente de tipo vulcaniano), alternado con actividad efusiva (construcción de domos de lava).

La actividad explosiva ha producido columnas de cenizas con diferentes tamaños, de hasta ~20 km de altitud y con una dispersión que ha llegado hasta los EUA. Sin embargo, la lluvia de cenizas importante se ha restringido a los ~65 km alrededor del cráter con evidencias de caída de cenizas en las ciudades de México y Puebla principalmente.

El monitoreo de la actividad eruptiva ha sido llevada a cabo por el Centro Nacional de Prevención de Desastres, conjuntamente con investigadores de la Universidad Nacional Autónoma de México, principalmente del Instituto de Geofísica, durante los años que lleva en actividad el volcán.

Este monitoreo ha consistido principalmente en la vigilancia sísmica, la deformación, las emisiones de gases volcánicos y el monitoreo de aguas de manantiales cercanos, entre otras líneas de trabajo.

Sin embargo, a pesar de los estudios de emisiones de cenizas volcánicas, su estudio y elaboración de mapas de peligro volcánico, el monitoreo de las cenizas que emite el volcán ha sido un tema complejo. Las condiciones de monitoreo de cenizas son especialmente complejas durante la noche y en época de lluvias, cuando no existe visibilidad y se dificulta saber si existe una nube de cenizas o no, o si la nube de

cenizas es densa o no, moviéndose hacia la Ciudad de México.

La Ciudad de México se encuentra a ~60 km de distancia del volcán y elementos de infraestructura importantes tales como el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (AICM, a ~65 km del cráter), o el nuevo Aeropuerto Internacional Felipe Ángeles (AIFA, ~70 km del cráter).

El volcán Popocatepetl se encuentra entre los volcanes de emisión de gases más grandes del mundo, y la Ciudad de México (CDMX) se encuentra entre las áreas pobladas más grandes del planeta. Las emisiones de gases y cenizas representan una fuente de "contaminación" para los habitantes de la CDMX y una amenaza para la salud de las personas y los animales, para la infraestructura y la navegación aérea. Por ello, es muy importante contar con un sistema de previsión y seguimiento de emisiones para prevenir exposiciones y riesgos.

Si bien no se ha evaluado la magnitud de la contaminación del volcán a la CDMX, existen estudios que documentan la presencia de productos volcánicos en la ciudad. Las emisiones de ceniza volcánica han provocado el cierre del aeropuerto de la CDMX, el más grande del país, con un importante impacto económico. Debido a la corta distancia entre la ciudad y su aeropuerto al volcán (36 y 70 km respectivamente desde el cráter), hay muy poco tiempo para reaccionar a la actividad eruptiva, particularmente durante la noche bajo condiciones tormentosas.

Se ha desarrollado un sistema para anticipar los

patrones de dispersión de los productos de emisión y su seguimiento. Por un lado, se ha establecido un sistema de predicción mediante datos meteorológicos de alta resolución y una rutina mediante código Fall3D. Este sistema de pronóstico se opera tanto en el Centro Nacional para la Prevención de Desastres (CENAPRED) como en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el cual se visualiza en línea. Por otro lado, se ha instalado un radar Doppler banda X a 11 km al norte del volcán a 4000 msnm para

identificar y dar seguimiento a la dispersión de ceniza.

Además, se está llevando a cabo la rehabilitación del sistema de monitoreo de SO<sub>2</sub> utilizando una red DOAS permanente, así como el despliegue del espectrómetro FTIR para el monitoreo de una gran variedad de especies volcánicas que podrían dar una pista sobre la actividad eruptiva.

Aquí reportamos los resultados del pronóstico contra el monitoreo de la dispersión de cenizas.

### AGRADECIMIENTOS

Se agradece cumplidamente al Gobierno de la Ciudad de México, a través de la Secretaría de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación por el apoyo al proyecto de investigación "*Sistema de Pronóstico de Dispersión y transporte de productos del volcán Popocatepetl hacia la Ciudad de México*"

### REFERENCIAS

- ▶ Centro Nacional de Prevención de Desastres. (2021). Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. <https://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/44.pdf>
- ▶ Delgado, H. (2022). Elaboración de mapas de peligro geológico: Pasado, presente y futuro [Diapositiva PowerPoint]. [https://www.ugm.org.mx/docs/webinar/2012/31\\_Agosto\\_2012\\_webinario.pdf](https://www.ugm.org.mx/docs/webinar/2012/31_Agosto_2012_webinario.pdf).
- ▶ Ley Federal de Protección Civil. (6 de junio de 2012). última reforma DOF 20-05-2021. Diario oficial de la Federación, México. [https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPC\\_200521.pdf](https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPC_200521.pdf).