

Detección de emisiones de ceniza con radar Doppler

Geoffroy Avard¹, Matthias Hort²

¹ Observatorio de Vulcanología y Sismología de Costa Rica – geoffroy.avard@una.cr

² Universidad de Hamburg, Instituto de Geofísica, Alemana

Palabras clave: radar, ceniza, monitoreo.

1. Introducción

La ceniza volcánica tiene un alto impacto económico por su tamaño, su carácter abrasivo, y su composición. Partículas micrométricas viajan largas distancias y contribuyen a la contaminación del aire. Cuando la concentración es alta, bajan la visibilidad. Mezcladas a la lluvia hacen un lodo resbaloso. Depositadas sobre las plantas, los animales las pueden ingerir. Menor a 10 μm , se pueden acumular en los pulmones. Por su contenido en vidrio pueden generar irritaciones y conjuntivitis. Rayan las ventanas y fundan a baja temperatura dañando los motores por ejemplo. Por su contacto con la pluma del volcán, transportan gases volcánicos ácidos hacia el suelo contaminando el agua y afectando la salud de los seres expuestos. Finalmente por ser fragmentos de rocas, el peso de la capa de ceniza daña las plantas o las infraestructuras débiles (Ayrís y Delmelle 2012; De Schutter et al., 2015).

La ceniza es particularmente una preocupación para la seguridad del tráfico aéreo (Bonasia et al., 2014; Biass et al., 2014). Considerando la densidad del tráfico aéreo alrededor de las capitales de cualquier país del mundo y la velocidad de desplazamiento de los aviones, la detección rápida de ceniza en la atmosfera es primordial para minimizar el peligro asociado.

2. Actividad eruptiva del volcán Turrialba

Al fin de octubre del 2014, el volcán Turrialba, Costa Rica, entró en erupción después de 150 años de calma y una reactivación gradual de 18 años. En 2015 y 2016, erupciones generaron varios cierres del aeropuerto internacional de San José, la capital. Por estar a 35 km del volcán, bajo el viento dominante, la ceniza a veces llegó en menos de 20 min en San José, donde vive el 60% de la población del país. Las emisiones pasivas afectaron la actividad humana de cientos de miles de personas por semanas, principalmente en 2016. La actividad agrícola y de ganadería cerca del volcán fue muy afectada por estas emisiones frecuentes y a veces abundantes de ceniza (Alvarado et al., 2016).

Hasta el fin del 2016, el volcán presentaba una actividad explosiva asociada a la apertura de su conducto. Las emisiones de ceniza eran relacionadas con la actividad sísmica lo que permitió alertar las autoridades de las manifestaciones del volcán

independientemente de la visibilidad. A partir del fin del 2016 – inicio del 2017, el volcán entró en una actividad de sistema abierto: la actividad sísmica bajó, el contenido juvenil de la ceniza aumentó, erupciones estromboleanas fueron observadas, emisiones pasivas de ceniza ocurren sin tremor... En consecuencia, la tasa de emisión de ceniza disminuyó cual redujo el impacto de la ceniza sobre la actividad humana, y la detección de la ceniza es posible solamente por observación directa o por cámara web cuando la visibilidad lo permite. Pero este tipo de actividad siempre puede aumentar y rápidamente afectar a la actividad humana como fue el caso el 26 de setiembre del 2017 cuando una interacción hidrotermal generó una explosión que levanto la ceniza de 1500 m encima del volcán, o cuando la emisión débil dura días como fue el caso al inicio de enero del 2018, afectando la salud de la población de la capital.



Fig. 1 – Micro Rain Radar instalado en el volcán Turrialba cubierto de ceniza el 10 de enero del 2018

3. Instalación de un radar Doppler en el volcán Turrialba

Para mejorar la detección de la ceniza, en julio del 2017 el Observatorio de Vulcanología y Sismología de Costa Rica (OVSICORI) en colaboración con la Universidad de Hamburg instaló un radar Doppler para micro lluvia (Micro Rain Radar system, MRR Pro) modificado (Fig.1). Radares parecidos fueron probados sobre los volcanes Stromboli, Erebus, Yasur, Merapi, Santiaguito o Colima (Meier et al., 2015). Este sistema opera a 24.23 GHz con una

modulación de 50 MHz a fin de detectar partículas de mínimo 1 mm. Es un radar fijo que siempre observa encima del cráter activo, desde una distancia de 1.8 km, haciendo una adquisición a 1 Hz. Su ángulo de observación es 1.5° es decir un círculo aparente de 80 m diámetro, encima del cráter, es decir 16° encima del horizonte. Se enfoca sobre las 3 ventanas encima del cráter activo y una intermedia entre el radar y el volcán a fin de discriminar a la lluvia. Los datos son transmitidos al OVSICORI por modem LTE donde se procesa en tiempo real. El radar permite la detección de partículas cual concentración es relacionada a la reflectividad de la señal, y su velocidad aparente en la dirección de observación es medida por el efecto Doppler.

4. Aplicación a la explosión del volcán Turrialba del 26 Setiembre del 2017

El 26 de setiembre del 2017, una explosión a las 9:50 am generó una pluma cual se levantó de 1500m encima del volcán. Tal evento generó una señal de 9 minutos de alta reflectividad solamente en las 3 ventanas encima del cráter, y una velocidad aparente máxima de ~14 m/s alejándose del radar. No había lluvia y la erupción fue confirmada por observación con la cámara web.

A la excepción de este evento energético, desde la instalación del radar, el volcán tuvo principalmente emisiones de ceniza pasivas de poca densidad aparente y de velocidad del mismo orden de magnitud que la lluvia. Por ser del mismo orden que el ruido ambiente es detectable cuando el nivel de ruido es bajo.

Entonces el radar es un equipo de costo parecido a una estación sísmica que tiene el potencial de complementar la red de monitoreo con aplicación directa para la gestión de riesgos pero necesita más investigación para detectar eventos débiles en condiciones climáticas difíciles. Tal detección no es indispensable para la aviación por ser muy cerca del nivel del suelo pero afecta a los pueblos cercanos del volcán.

Referencias

- Alvarado, G.E., Brenes-André, J., Barrantes, M., Vega, E., de Moor, J.M., Avard, G., Dellino, P., Mele, D., DeVitre, C., Di Piazza, A., Rizzo, A.L., Carapezza, M.L. 2016, La actividad explosiva del volcán Turrialba, (Costa Rica), en el periodo 2010-2016. *Rev. Geol. Am. Central.* 55, 7-60.
- Ayris, P., Delmelle, P. 2012. The immediate environmental effects of tephra emission. *Bull. Volcanol.* 74, 1905-1936.
- Bonasia R., Scaini, C., Capra, L., Nathenson, M., Siebe, C., Arana-Salinas, L., Folch, A. 2014. Long-range hazard assessment of volcanic ash dispersal for a Plinian eruptive scenario at Popocatepetel volcano (Mexico): implications for civil aviation safety. *Bull. Volcanol.* 76, 789
- Biass, S., Scaini, C., Bonadonna, C., Folch, A., Smith, K., Höskuldsson, A. 2014. A multi-scale risk assessment for tephra fallout and airborne concentration from multiple Icelandic volcanoes – Part 1: Hazard assessment. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* 14, 2265-2287.
- De Schutter, A., Kervyn, M., Canters, F., Bosshard-Stadlin, S.A., Songo, M., Mattsson, H.B. 2015. Ash fall impact on vegetation: a remote sensing approach of the Oldoinyo Lengai 2007-08 eruption. *J. Applied Volcanol.* 4, 15.
- Meier, K., Hort, M., Wassermann, J., Garaebiti, E. 2015. Strombolian surface activity regimes at Yasur volcano, Vanuatu, as observed by Doppler radar, infrared camera and infrasound. *J. volcano. Geotherm. Res.* 332, 184-195.