

AMENAZAS VOLCÁNICAS POTENCIALES

Flujos Piroclásticos: (también llamados nubes ardientes) Son mezclas muy calientes ($> 200^{\circ}\text{C}$) de gases, ceniza y fragmentos de roca que descienden desde el cráter por los flancos del volcán, desplazándose a grandes velocidades (50-100 km/h). Ocurren durante erupciones explosivas grandes. La peor consecuencia ante la generación de un flujo piroclástico es el derretimiento parcial del glaciar y generación de grandes volúmenes de agua que pueden formar lahares como sucedió el 26 de junio de 1877.

Gases Volcánicos: El contacto directo con altas concentraciones de gases volcánicos puede provocar irritación a los ojos y sistema respiratorio de los seres vivos. En muy elevadas concentraciones pueden incluso producir la muerte. También puede provocar la destrucción de la vegetación. Adicionalmente, ciertos gases volcánicos pueden reaccionar con el agua de la atmósfera formando compuestos ácidos, los cuales dan lugar a la ocurrencia de lluvias ácidas altamente corrosivas.

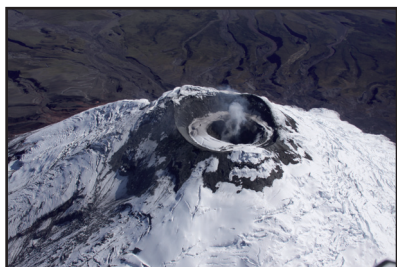


Figura 6. Emisión de gases observada el 17 de octubre del 2016 (Foto: P. Ramón-IGEPN)

Flujos de lava: Son derrames de roca fundida muy caliente, originados en el cráter o en fracturas del volcán que descienden por los flancos y los valles del cono viajando a bajas velocidades (pocos km/h). Las coladas de lava han sido fenómenos comunes en la evolución geológica del Cotopaxi.

Avalanchas de Escombros: Son grandes deslizamientos de una parte del edificio volcánico, que pueden suceder en un volcán como resultado de la inestabilidad y posterior colapso de sus flancos. Son muy rápidas, móviles y arrasan con todo lo que se encuentra a su paso. El volcán Cotopaxi experimentó un colapso de este tipo hace aproximadamente 4500 años AP. Estos eventos son muy poco frecuentes.

Flujos de lodo y escombros o lahares: Los lahares son mezclas de material rocoso de origen volcánico con agua proveniente de fuertes lluvias o fusión del casquete glaciar. Son los fenómenos más peligrosos en caso de una erupción grande del volcán Cotopaxi. Debido a su alta velocidad pueden mover y arrastrar objetos de gran tamaño y peso tales como puentes, vehículos, árboles, etc.

Los lahares pueden clasificarse de acuerdo a su origen como: primarios o syneruptivos y secundarios o posteruptivos de acuerdo a si están directamente relacionados o no a erupciones.

- **Lahares primarios:** ocurren cuando se derriten grandes volúmenes de hielo y nieve de los glaciares durante erupciones explosivas, generando una mezcla de rocas, material fino y agua. Estos lahares alcanzan largas distancias y fluyen a grandes velocidades (50-70 km/h).

- **Lahares secundarios:** se originan generalmente por lluvias torrenciales y/o continuas que ocurren sobre los flancos del volcán saturando los depósitos piroclásticos (Figura 7). Estos depósitos pueden ser regularmente removilizados pudiendo producir lahares con mucha frecuencia, pero de menor magnitud que los primarios.



Figura 7. Depósito de lahar secundario en la quebrada de Cutzualo - Volcán Cotopaxi, causado por las fuertes lluvias registradas el 13 de Enero de 2016 y la re-movilizaron de material volcánico (D. Andrade -IGEPN)

Caídas de ceniza y cascajo: Durante las erupciones volcánicas, fragmentos de roca pulverizada son expulsados desde el cráter. Este fenómeno es bastante común en todas las erupciones del Cotopaxi y ha provocado grandes pérdidas en la agricultura y ganadería, así como el colapso de algunas edificaciones en erupciones pasadas. Debido a la dirección predominante de los vientos hacia el occidente, las zonas ubicadas en esa dirección serían las más afectadas en caso de caída de ceniza (Figura 8).



Figura 8. Caída de ceniza en el lado occidental del volcán Cotopaxi (Fotos: J. Bernard - IRD y S. Almeida - IGEPN)

Referencias Bibliográficas

- Andrade D., Hall M., Mothes P., Troncoso L., Eissen J-P., Samaniego P., Egred J., Ramón P., Rivero D., Yepes H., (2005). Los Peligros volcánicos asociados al Cotopaxi. Serie Los Peligros Volcánicos en el Ecuador N°3. Corporación Editora Nacional, IG-EPN, IRD.
- Bernard, Benjamin, Jean Battaglia, Antonio Proaño, Silvana Hidalgo, Francisco Vásconez, Stephen Hernandez, and Mario Ruiz. "Relationship between Volcanic Ash Fallouts and Seismic Tremor: Quantitative Assessment of the 2015 Eruptive Period at Cotopaxi Volcano, Ecuador." Bulletin of Volcanology 78, no. 11 (November 2016). doi:10.1007/s00445-016-1077-5.
- Gaunt, H. Elizabeth, Benjamin Bernard, Silvana Hidalgo, Antonio Proaño, Heather Wright, Patricia Mothes, Evelyn Criollo, and Ulrich Kueppers. "Juvenile Magma Recognition and Eruptive Dynamics Inferred from the Analysis of Ash Time Series: The 2015 Reawakening of Cotopaxi Volcano." Journal of Volcanology and Geothermal Research, October 2016. doi:10.1016/j.jvolgeores.2016.10.013.
- Hall, Minard, and Patricia Mothes. "The Rhyolitic-andesitic Eruptive History of Cotopaxi Volcano, Ecuador." Bulletin of Volcanology 70, no. 6 (April 2008): 675-702. doi:10.1007/s00445-007-0161-2.
- Mothes, Patricia A., Minard L. Hall, and Richard J. Janda. "The Enormous Chillos Valley Lahar: An Ash-Flow-Generated Debris Flow from Cotopaxi Volcano, Ecuador." Bulletin of Volcanology 59, no. 4 (1998): 233-244.
- Mothes P., Hall M., Espín Bedón P., Vásconez F., Sierra D., Córdova M., Santamaría S., Marrero J., Andrade D., (2016). Reedición y Actualización Del Mapa De Amenazas Del Volcán Cotopaxi - Zona Sur. IG-EPN, IGM
- Mothes P., Hall M., Espín Bedón P., Vásconez F., Sierra D., Andrade D., (2016). Reedición y Actualización Del Mapa De Amenazas Del Volcán Cotopaxi - Zona Norte. IG-EPN, IGM
- Wolf T., (1878). Memorias sobre el Cotopaxi y su última erupción acaecida el 26 de junio de 1877. Imprenta El Comercio, Guayaquil, 45pp

VOLCÁN COTOPAXI



Foto: P. Mothes-IGEPN

BREVE RESUMEN DE SU HISTORIA, ACTIVIDAD ERUPTIVA Y AMENAZAS POTENCIALES

Pedro Espín, Daniel Sierra, Patricia Mothes, Silvana Hidalgo,
Edwin Telenchana
2017

INSTITUTO GEOFÍSICO ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

f /instituto.geofisico

@IGecuador

YouTube /institutogeofisico



SISMOS ECUADOR

Ladrón de Guevara E11-253, Aptdo 2759.

Casilla 17-01-2759

Telef: (593-2) 2225-655; 2507-144; 2507-150 ext 631

Fax: (593-2) 2567-847

Quito - Ecuador

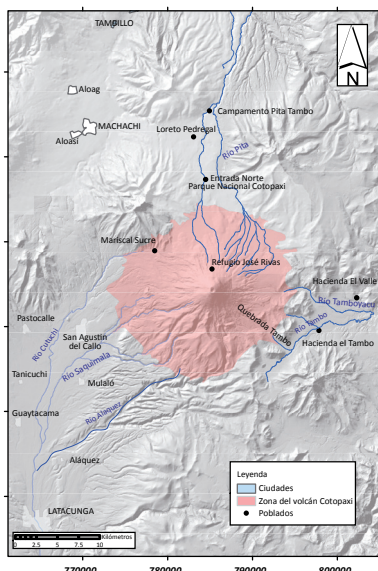
www.igepn.edu.ec

VOLCÁN COTOPAXI

El Cotopaxi es un volcán activo que se ubica en la cordillera Real de los Andes Ecuatorianos a 50 km al Sureste de Quito, 35 km al Norte de Latacunga y 75 km al Noroeste de Tena. Está cubierto por un casquete glaciar con un área de 11.56 km².

Las quebradas ubicadas en los flancos del volcán alimentan tres sistemas fluviales principales: **Cutuchi** (al Sur), **Tambo** (al Este) y **Pita** (al Norte).

Figura 1. Ubicación del Volcán Cotopaxi, drenajes principales en las zonas Norte, Sur y Oriental.



Este volcán forma un cono simétrico con pendientes de hasta 35° (Figura 2) y un diámetro basal de ~20 km. El diámetro del cráter es de 800 m en sentido N-S y 650 m en sentido E-O.

Figura 2. Volcán Cotopaxi visto desde el sector de Tambopaxi (foto: P. Ramón-IGEPN)

HISTORIA ERUPTIVA

Los estudios geológicos demuestran que el Cotopaxi empezó a formarse hace ~500 mil años con una actividad eruptiva muy explosiva caracterizada por magmas de composición riolítica cuyos depósitos pueden ser observados en la zona sur del volcán (Hall y Mothes., 2008). Posteriormente, el volcán tuvo un período de reposo durante ~400 mil años.

Durante el período comprendido entre 13 200 AP y 4 500 AP, el Cotopaxi reanudó su actividad y produjo seis erupciones riolíticas de gran tamaño. Al finalizar esta etapa ocurrió un deslizamiento de enormes proporciones (avalancha de escombros) que afectó a gran parte del flanco noreste del edificio y generó un enorme lahar denominado "Lahar del Valle de Los Chillos". Sus depósitos se han encontrado en regiones tan alejadas del volcán como la provincia de Esmeraldas, lo cual sugiere que este enorme flujo llegó hasta el Océano Pacífico (Mothes et al., 1998; Hall y Mothes, 2008).

En tiempos históricos el Cotopaxi ha presentado 14 erupciones importantes, de las cuales destacan las de: 1532, 1742, 1744, 1768 y 1877. Estas erupciones afectaron severamente las áreas aledañas y distales al volcán, causando pérdida de vidas humanas y de animales, daños a propiedades, así como crisis económicas regionales (Wolf, 1878). El volcán Cotopaxi inició una nueva fase eruptiva el 14 de agosto del 2015, la misma que concluyó a finales de noviembre del mismo año (Bernard et al., 2016).

REACTIVACIÓN DEL COTOPAXI EN 2015

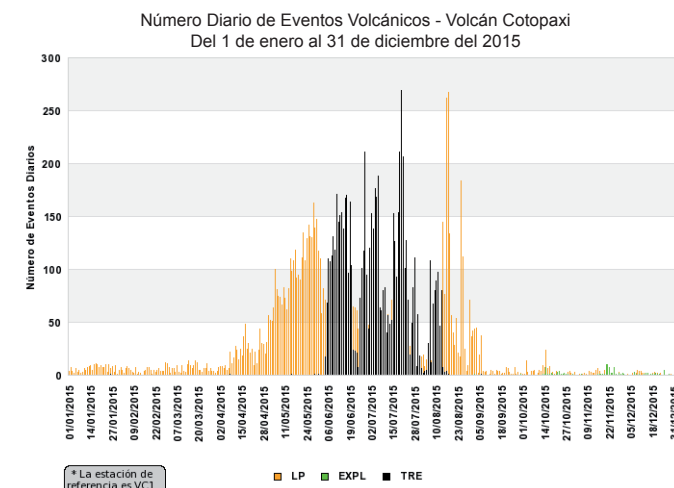


Figura 3. Número de eventos sísmicos desde enero hasta diciembre 2015. El IG-EPN mantiene al Volcán Cotopaxi bajo vigilancia sísmica desde 1986.

La actividad sísmica del volcán Cotopaxi mostró un incremento desde mediados del mes de abril del 2015, acentuándose en el mes de mayo, cuando se alcanzó un total de 3000 sismos volcánicos (Figura 3). Este incremento es considerado alto con respecto al nivel de fondo (~300 sismos/mes) y en comparación con la crisis sísmica de 2001-2002 (la más importante registrada antes del 2015).

La emisión de dióxido de azufre (SO₂) también se incrementó y se observó actividad fumarólica desde lugares tan distantes como Quito y Latacunga a partir de junio del mismo año. Por otra parte la red de geodesia usada para medir la deformación del volcán detectó pequeños cambios en el flanco oriental y otros más acentuados en el flanco occidental.

Estos signos premonitores precedieron a las explosiones hidromagmáticas (Gaunt et al., 2016) del 14 de agosto de 2015 a las 04h02 y 04h07 TL, con las cuales se inició la actividad eruptiva.

Durante los meses siguientes la actividad superficial fue moderada y se caracterizó por una fuerte emisión de gases y ceniza que afectó principalmente a las zonas ubicadas al occidente del volcán y que concluyó a finales de noviembre del 2015.

RED DE MONITOREO DEL VOLCÁN COTOPAXI

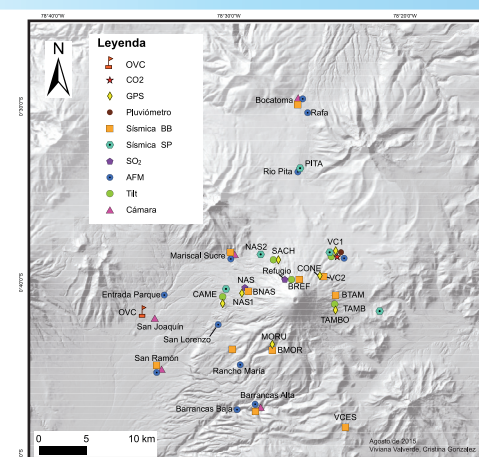


Figura 5. Red de Monitoreo Volcán Cotopaxi.

La red de monitoreo del volcán (Figura 5) permitió observar los signos premonitores antes mencionados y alertar a las autoridades y ciudadanía de una posible reactivación, meses antes de las primeras explosiones del 14 de Agosto de 2015. Gracias al apoyo de SGR, MICS, USGS y CHALMERS, se fortaleció la red de monitoreo existente con la instalación de nuevos instrumentos, que robustecieron el sistema de monitoreo. Actualmente la red de monitoreo consta de: 16 estaciones sísmicas; 5 detectores de infrasonido y 13 de lahares; 7 cámaras, 1 cámara térmica, 12 líneas de control de deformación, 5 inclinómetros, 7 estaciones GPS y 4 de medición de SO₂. La red transmite en tiempo real los 365 del año y los datos son procesados en el Centro de procesamiento, información y alertas tempranas sísmicas y volcánicas, TERRAS (IG-Quito). El centro TERRAS envía información continuamente a las autoridades y organismos de respuesta sobre el estado del volcán. Con esto se pretende comunicar oportunamente la posibilidad de una actividad eruptiva, así como la detección de fenómenos secundarios asociados a ésta (lahares).

RED DE CENIZÓMETROS



Figura 6. Cenizómetro ubicado en el volcán Cotopaxi (foto: M. Córdova-IGEPN)

Con el fin de cuantificar la cantidad de ceniza emitida por el volcán se instaló una red de cenizómetros desde Julio del 2015 (Figura 6) que para finales del mismo año llegaron a un total de 37 estaciones. Los datos obtenidos a través de esta red permite llevar un control periódico de la dispersión y el volumen de ceniza que emite un volcán (Bernard, 2013). Esta red permite recolectar muestras no alteradas que son analizadas en laboratorio, entre otras cosas, para conocer su composición y evaluar los dinámicos eruptivos asociados. De este análisis se sabe que durante el periodo eruptivo Agosto-Noviembre 2015 el Cotopaxi emitió 860 mil m³ de ceniza (Bernard et al., 2016).