

VOLCÁN TUNGURAHUA

Monitoreo térmico y cambios morfológicos del cráter, 24/01/2018

B. Bernard, A. Grouazel, J. Gualpa, M. Almeida, S. Santamaría

Área de Vulcanología



Figura 1. Cráter del volcán Tungurahua (foto: A. Grouazel, 11/01/2018).

Resumen

El 11 de enero del 2018 se ascendió a la cumbre del volcán Tungurahua para realizar el monitoreo térmico del cráter mediante medidas directas con termocupla e imágenes térmicas. Tanto las fumarolas externas como internas del cráter presentan temperaturas iguales o inferiores a 85 °C, sin cambios comparando con las últimas medidas realizadas el 5 de marzo del 2017 (82 °C). La temperatura máxima aparente (TMA) del fondo del cráter es de ~69.3

°C. Tampoco muestra cambios comparando con la medida del ascenso del 17 de febrero del 2017 (~68.6 °C), y es significativamente menor a la temperatura medida del ascenso del 11 de noviembre del 2009 (258.7 °C). La TMA de las paredes del cráter (45-53.4 °C) también ha disminuido de manera considerable comparando con las medidas de 2017 (110.8-111 °C). Estos parámetros confirman la disminución de la actividad interna del Tungurahua observada en los últimos 22 meses.

Adicionalmente se realizó un sobrevuelo con dron para obtener una ortofoto y un modelo digital de superficie (DSM) del cráter con alta resolución (~5 cm/px). Los resultados indican que la zona del cráter ha cambiado significativamente debido a la actividad eruptiva durante el periodo 2008-2016. El fondo del cráter se encuentra en la misma ubicación geográfica que en 2008 pero con una diferencia de altura de +47 m. El cráter inferior tiene 77×58 m de diámetro y entre 15 y 30 m de profundidad. El cráter superior, de 335×300 m de diámetro y entre 72 y 148 m de profundidad, es significativamente más grande que el de 2008 y el de 2011. La acumulación máxima de material en el cráter externo es de entre +17 m (borde NW) y +57 m (borde SSW) desde 2008.

Es importante notar que la nueva configuración del cráter superior podría favorecer el derrame de flujos de lava y de nubes ardientes por el flanco noroccidental en caso de nueva actividad eruptiva.

1. Monitoreo térmico

1.1. Medidas directas

Se midió la temperatura de 16 fumarolas pertenecientes a 2 zonas fumarólicas: el borde externo nororiental (1 punto) y el cráter externo (15 puntos desde NE hasta S). La temperatura de la fumarola del borde externo nororiental (F01 = 81.8 °C) es similar a los valores medidos en el mismo sitio el 15 de noviembre del 2009 (85°C) y el 5 de marzo del 2017 (82.0 °C). Para la zona fumarólica del cráter externo (F02 a F16) se encontró valores que varían entre

72.3 y 85 °C, temperaturas que exceden apenas la temperatura de ebullición del agua a la altura del cráter (83.6 °C). No se percibió olor a SO₂ o H₂S en las fumarolas.

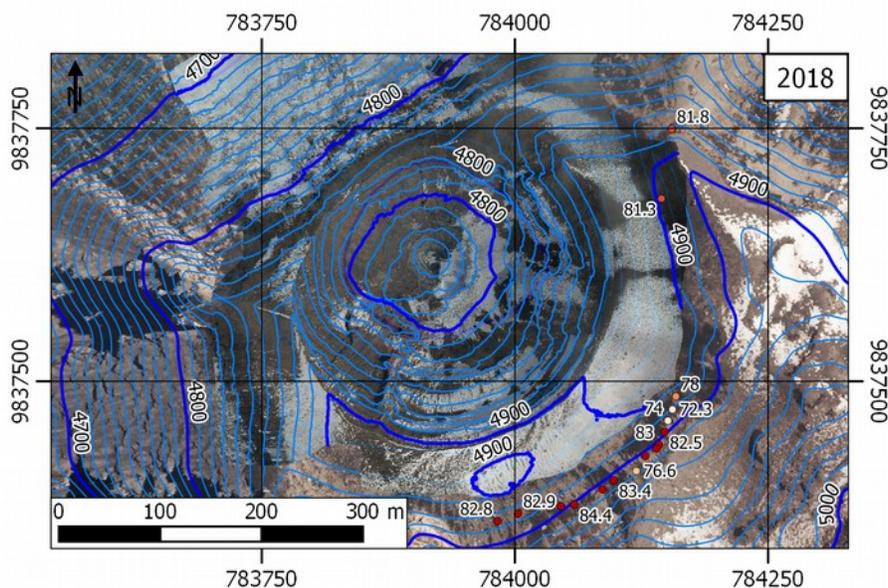


Figura 2. Temperaturas (°C) de las fumarolas de las zonas del borde externo nororiental y del cráter externo (ortofoto y DSM: B. Bernard).

Imágenes infrarrojas

Mediante el análisis de las imágenes infrarrojas capturadas desde varios puntos de vista en el borde del cráter, se obtuvieron los valores de temperatura máxima aparente (TMA) para 4 zonas: 1) la pared interna Sur; 2) el fondo del cráter; 3) la pared interna Norte; 4) la zona fumarólica del cráter externo (Fig. 3).

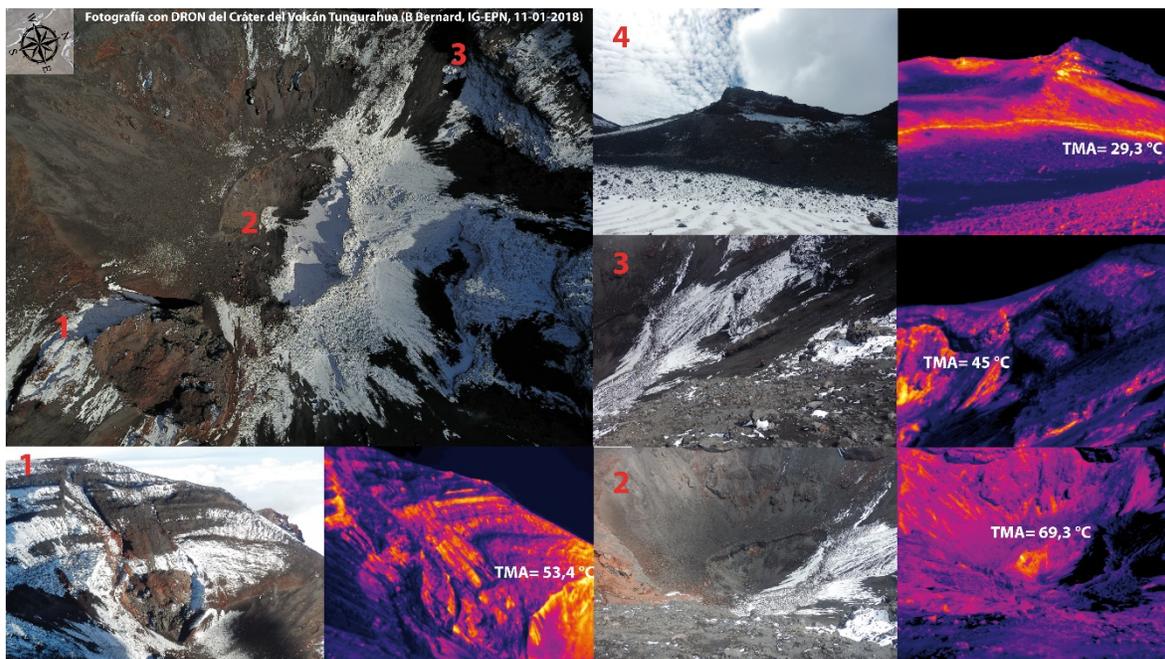


Figura 3. Fotos e imágenes térmicas del cráter del volcán Tungurahua (fotos e imágenes: B. Bernard; análisis: M. Almeida). La primera fotografía es una fotografía vertical del cráter tomada con el dron con los sitios de medición.

Comparando estos resultados con los valores obtenidos en ascenso anteriores, se observa una disminución significativa de la TMA en el fondo del cráter entre 2009 y 2017 y una estabilización entre 2017 y 2018. Sin embargo, entre 2017 y 2018 se nota una disminución de la TMA de las paredes del cráter.

Fecha	15/11/2009	17/2/2017	11/1/2018
Pared interna Sur	-	110.8 °C	53.4 °C
Fondo del cráter	258.7 °C	68.6 °C	69.3 °C
Pared interna Norte	-	111 °C	45 °C
Zona fumarólica del cráter externo	-	-	29.3 °C

Tabla 1. Temperaturas Máximas Aparentes del cráter del volcán Tungurahua medidas durante ascensos a la cumbre.

2. Cambios morfológicos del cráter

Se realizó una serie de fotos aéreas del cráter superior con la ayuda de un dron volando a 100 m sobre el nivel del cráter. Se obtuvo una ortofoto y un modelo digital de superficie con una resolución de ~5 cm/px. Se puede observar claramente varias estructuras encajadas que podrían definir diferentes cráteres. De estas estructuras se destacan dos que definen un cráter superior y un cráter inferior. El cráter superior tiene una forma semi-elíptica de 335 m de largo por 300 m de ancho, alargado en la dirección NE-SW. El cráter inferior tiene una forma más irregular con 77 m de largo y 58 m de ancho y está alargado en la dirección NNE-SSW. En el fondo del cráter inferior se observan dos pequeñas depresiones sub-circulares coalescentes que podrían corresponder a los ventos del volcán. Estas depresiones están alineadas en una dirección N-S y tienen respectivamente 4.8 m (N) y 3.1 m (S). El fondo del cráter se encuentra a 4761 m sobre el nivel del mar (s.n.m.) mientras que el borde del cráter superior se encuentra entre 4833 m s.n.m. (borde NW) y 4909 m s.n.m. (borde SSW), lo que significa una profundidad de entre 72 y 148 m.

Comparando con las ortofotos y los modelos digitales de terreno realizados en 2008 y 2011 se nota un claro cambio morfológico del cráter. Se observa un crecimiento sistemático del cráter superior (100×94 m en 2008, 244×218 m en 2011), una elevación del fondo (+47 m en total) y del borde (entre +17 m al NW y +57 m al SSW) del cráter asociado a una acumulación significativa de material eruptivo que da forma a un cono interno. Desde 2011 el borde noroccidental del cráter superior coincide casi con el borde del cráter externo mientras que en 2008 se encontraba a una distancia de 75 m. El fondo del cráter se encuentra a 72 m bajo el nivel del borde del cráter externo noroccidental, mientras que en 2008 y 2011 se encontraba a 102 m y 82 m bajo el nivel respectivamente.

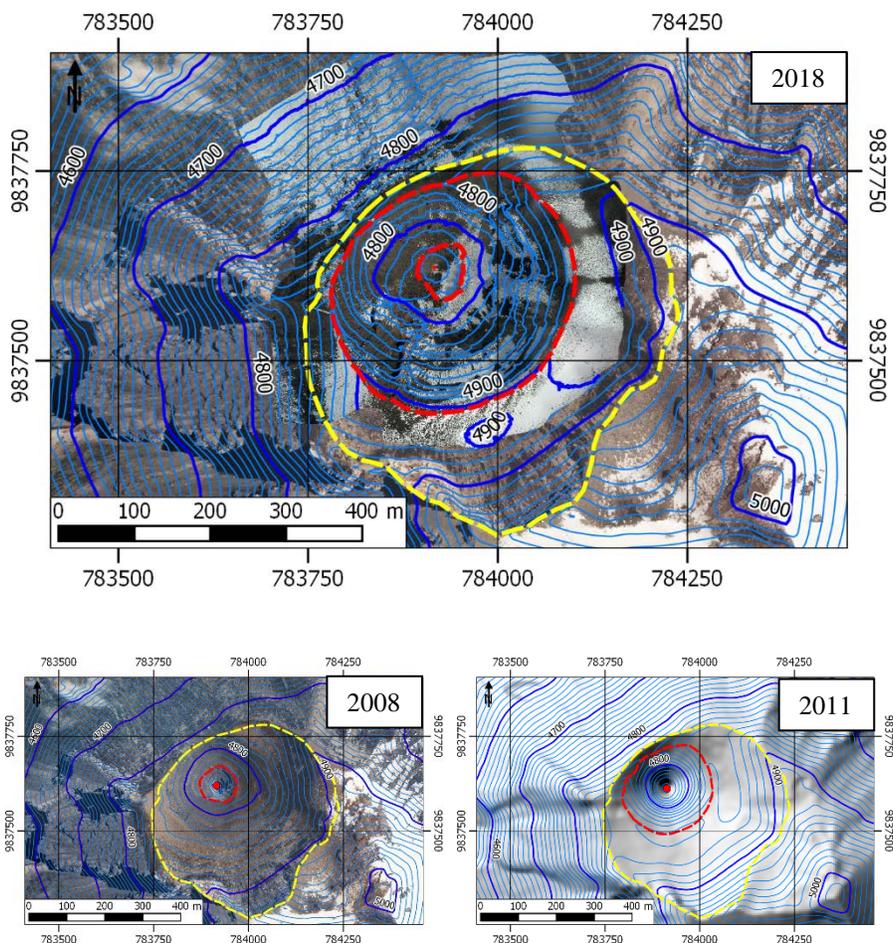


Figura 4. Evolución temporal del cráter del volcán Tungurahua entre 2008 y 2018. Ortofoto y DSM 2018: B. Bernard. Ortofoto y Modelo Digital de Terreno 2008: proyecto BID. Modelo Digital de Terreno 2011: SIGTIERRAS. Líneas punteadas rojas: cráteres; línea punteada amarilla: cráter externo; puntos rojos: vento.

Fecha	2008	2011	2018
Área (m ²)	7105	42122	78256
Perímetro (m)	303	739	998
Diámetro máximo (m)	100	244	335
Diámetro mínimo (m)	94	218	300
Altura máxima (m s.n.m.)	4783	4873	4909
Altura mínima (m s.n.m.)	4767	4829	4833
Fondo (m s.n.m.)	4714	4748	4761
Profundidad máxima (m)	69	125	148
Profundidad mínima (m)	53	81	72

Tabla 2. Características morfológicas del cráter superior del Tungurahua.

Conclusiones

Los resultados del monitoreo térmico indican que no hubo cambios en las temperaturas de las fumarolas y del fondo del cráter desde las últimas visitas en febrero y marzo del 2017, las cuales son inferiores a los valores obtenidos mientras el volcán se encontraba en erupción. Sin embargo, se nota una disminución de la temperatura de las paredes del cráter. Estos resultados confirman la disminución de actividad interna del volcán Tungurahua en los últimos 22 meses.

Gracias a la nueva ortofoto y el nuevo modelo digital de superficie de la zona del cráter se pudo definir con precisión la estructura actual del cráter y notar la diferencia con las imágenes de 2008 y 2011. Estos cambios morfológicos permiten cuantificar el crecimiento del cono interno debido a la actividad eruptiva entre 2008 y 2016.

Es importante notar que desde 2011 el borde noroccidental del cráter superior coincide con el borde del cráter externo. Adicionalmente se redujo la diferencia de elevación entre el fondo del cráter y el borde noroccidental. La nueva configuración del cráter superior podría favorecer el derrame de flujos de lava y de nubes ardientes (corrientes de densidad piroclásticas) por el flanco noroccidental en caso de nueva actividad eruptiva.