

**INSTITUTO GEOFÍSICO - ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
INFORME MENSUAL: VOLCÁN COTOPAXI
ABRIL 2016**

ESTADO DEL VOLCÁN

El Instituto Geofísico viene monitoreando el volcán Cotopaxi, con varias técnicas que incluyen equipos sísmicos, de infrasonido, geodesia y geoquímicos (Fig.1). La red sísmica está compuesta de estaciones de banda ancha y de período corto. Los Inclínómetros o estaciones TILT (en inglés “*inclinación*”), miden la deformación ocasionada por la presión ejercida por la entrada o acumulación de nuevo material (magma, gases) en el edificio volcánico y se mide en micro-radianes. De manera análoga, la red AFM, está compuesta de estaciones con sensores para el monitoreo de lahares. Las estaciones de monitoreo geoquímico DOAS (*Differential Optical Absorption Spectrometer*), establecen una medida cuantitativa de las emisiones volcánicas de gas, en este caso SO₂, y para ello, utilizan la absorción espectroscópica de UV, que es capaz en tiempo real de tomar medidas automáticas de los flujos de gases totales de la emisión de SO₂ del volcán, con un tiempo de resolución de 5 minutos durante la luz del día.

La actividad interna del volcán durante el mes de abril de 2016 se ha mantenido, con niveles considerados como moderados con tendencia descendente. La actividad sísmica principalmente comprende eventos de fracturamiento interno (VT's), seguido de movilización de fluidos (LP's) y eventos híbridos, es decir, con comportamiento conjunto de fracturamiento y movilización de fluidos. En superficie, se han evidenciado leves columnas de emisión poco energéticas de vapor de agua y gases. Las situaciones climáticas presentaron lluvias en el sector, y estas produjeron pequeños lahares secundarios que se extienden dentro de los límites del Parque Nacional Cotopaxi sin causar afectación.

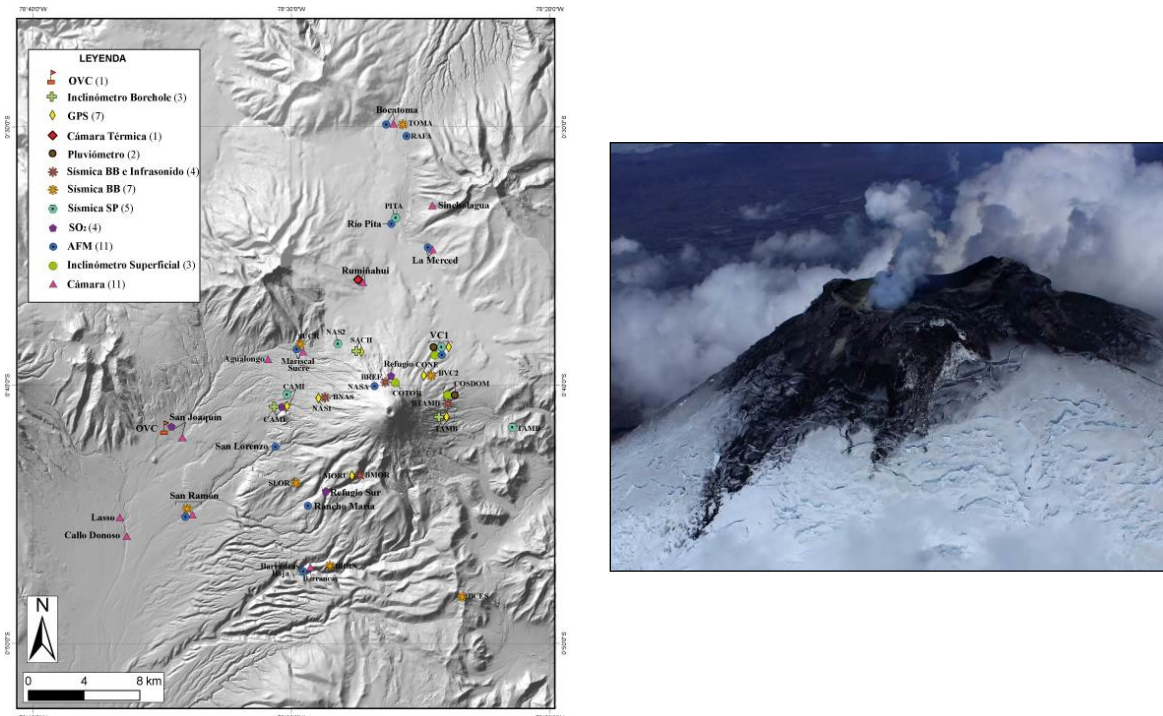


Figura 1. Redes de estaciones de monitoreo (IG-EPN), se incluye la nueva cámara instalada cerca de la quebrada Agualongo, al nor occidente del volcán.

ACTIVIDAD SÍSMICA

Durante Abril del 2016 se registraron 438 eventos Volcano-Tectónico (VT¹), 189 eventos de Largo Período (LP²), 46 eventos de tipo Híbrido (HB³), 2 explosiones (EXP⁴) y 2 eventos tremóricos⁵ (Tabla 1, Fig. 2a). Sin contar los eventos tremóricos, en el presente mes se produjeron 681 eventos discretos lo que representa un decremento con respecto al mes de Marzo (1057 eventos).

| MES | No. SEM/FECHA | ¹ VT | ² LP | ² VLP | ³ HB | ⁴ EXP | ⁵ TREM | TOTAL Semanal |
|---|---------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|-------------------|---------------|
| abr-16 | 1 01 al 07 | 119 | 58 | 3 | 7 | 0 | 2 | 187 |
| | 2 08 al 14 | 125 | 80 | 1 | 21 | 2 | 0 | 229 |
| | 3 15 al 21 | 74 | 32 | 1 | 6 | 0 | 0 | 113 |
| | 4 22 al 28 | 95 | 16 | 1 | 10 | 0 | 0 | 122 |
| | 5 29 al 31 | 25 | 3 | 0 | 2 | 0 | 0 | 30 |
| Total Mensual | | 438 | 189 | 6 | 46 | 2 | 2 | 681 |
| Promedio Diario Durante el Mes % | | 14.60 | 6.30 | 0.20 | 1.53 | 0.07 | 0.07 | 22.70 |
| Promedio Semanal del Mes % | | 62.57 | 27.00 | 0.86 | 6.57 | 0.29 | 0.29 | 97.29 |

Tabla 1. Resumen del número de eventos sísmicos semanal durante el mes de Abril.

La actividad sísmica relacionada con los eventos VT ha mostrado un descenso con respecto a al mes anterior (Fig. 2b), el volcán continúa principalmente con eventos volcano-tectónicos (VT entre 3 y 30 por día) (Fig. 2b). Se han registrado pocos episodios de tremor de emisión y sismos de tipo LP (Fig. 2c). El número de explosiones es menor con respecto al mes anterior. Se registraron pocos eventos VT en la zona de PITA, al norte del volcán.

El valor de amplitud sísmica que es una variable proporcional a la energía sísmica, se muestra en la figura 2d, en la estación más cercana al cráter BREF, (Figura 2d). Durante las dos primeras semanas del mes se observaron varios ciclos de alta amplitud (~ 800 cuentas) que poco a poco fueron de decreciendo durante las tercera y cuarta semana del mes hasta llegar a niveles considerados como el nivel de fondo de la actividad volcánica (~ 50 cuentas) (Figura 2d).

(a)

¹ VT: Evento debido a fractura de rocas por esfuerzos ocasionados por intrusión de magma sin movimiento de este.

² LP/VLP: Eventos debidos al movimiento de fluidos magmáticos (menos viscosos). LP tiene un contenido de frecuencia > 1 Hz, mientras que VLP puede presentar frecuencias por debajo y por encima de 1 Hz.

³ HB: Evento debido a fractura de rocas ocasionada por fluidos y su posterior movimiento.

⁴ EXP: Evento relacionado con la emisión violenta de materiales volcánicos hacia la superficie terrestre .

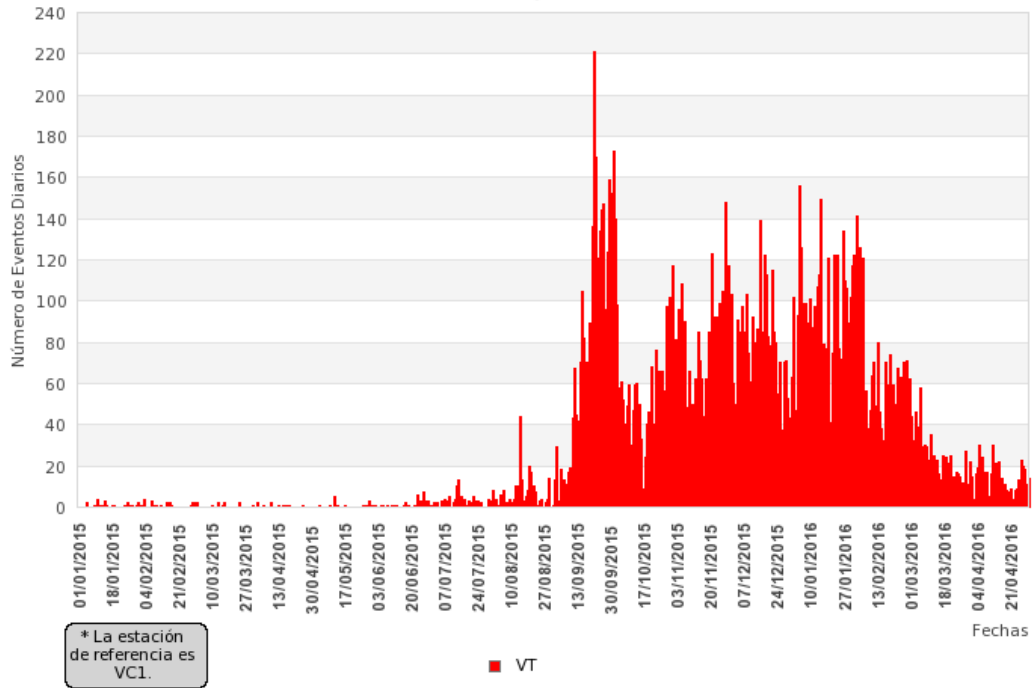
⁴ HB: Evento debido a fractura de rocas ocasionada por fluidos y su posterior movimiento.

⁴ EXP: Evento relacionado con la emisión violenta de materiales volcánicos hacia la superficie terrestre .

⁵ TREMOR: Sucesión de eventos de largo periodo provocados por el flujo continuo de gases y/o magma.

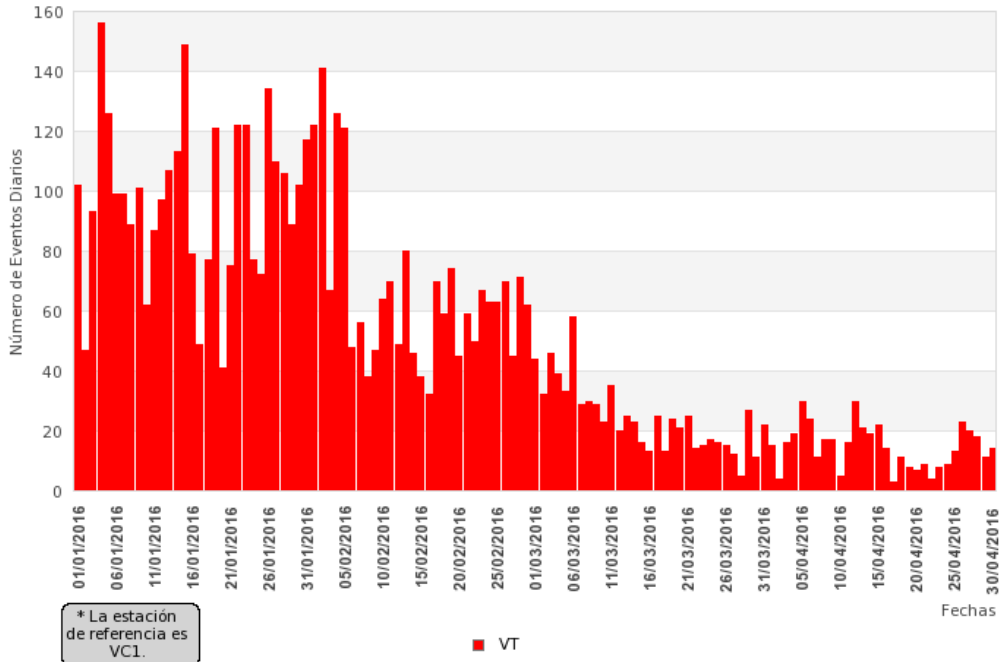
Teléfonos: (2) 2225-655; (2) 222-5627; Fax: (593-2) 256-7847

Número Diario de Eventos Volcánicos - v. Cotopaxi
Entre 01/01/2015 y 30/04/2016

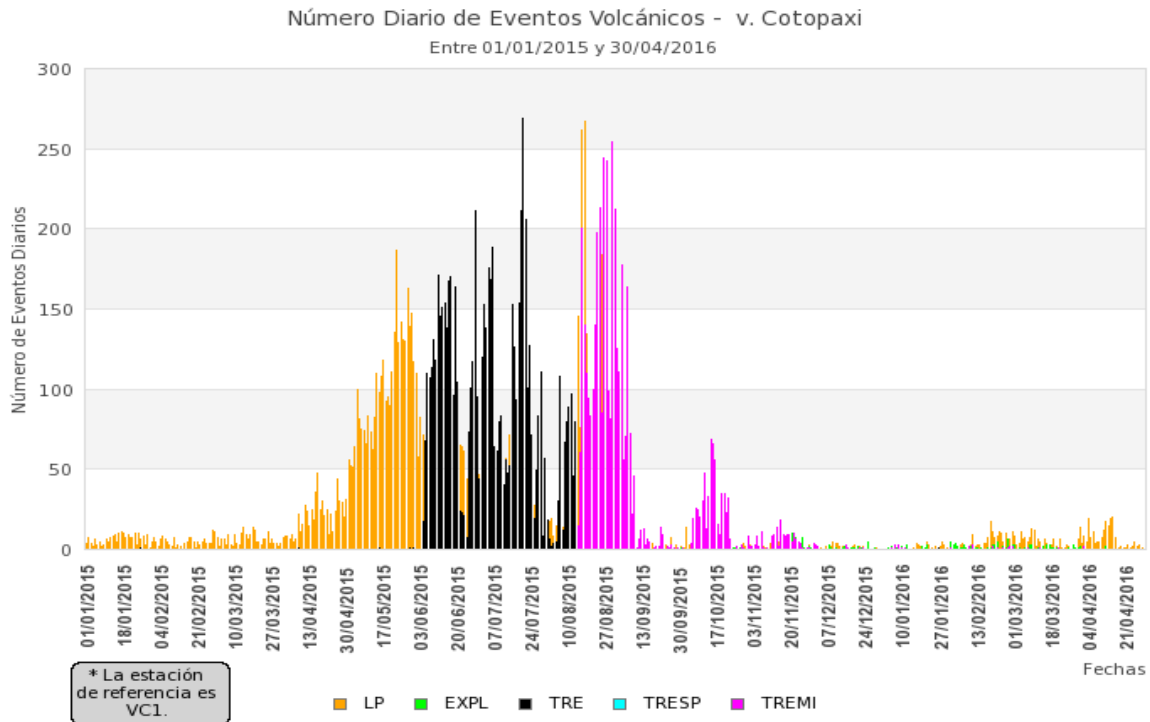


(b)

Número Diario de Eventos Volcánicos - v. Cotopaxi
Entre 01/01/2016 y 30/04/2016



(c)



(d)

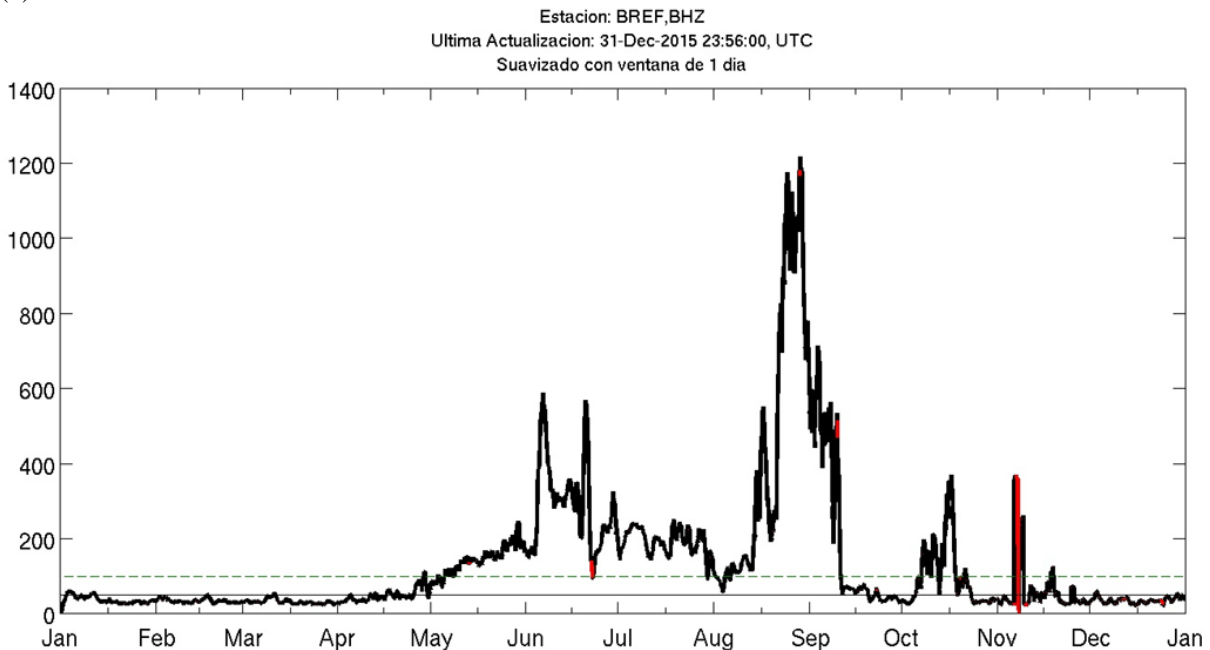


Figura 2. Resumen de la actividad sísmica en el volcán Cotopaxi. (a) Número de eventos discretos tipo VT (volcano-tectónicos) entre el 2015 y el 2016, (b) Número de eventos discretos tipo VT (volcano-tectónicos) entre el Enero 2016 y Abril 2016, (c) Número de eventos LP (largo periodo) y eventos tremóricos entre el 2015 y el 2016, (d) Amplitud sísmica instantánea liberada por el Cotopaxi. Los datos de esta curva fueron filtrados entre 2 y 8 Hz tomándose una muestra por minuto y luego promediando todas las muestras por un día. Las curvas en rojo son los días en que hubo cortes de datos.

LOCALIZACIÓN DE EVENTOS DISCRETOS

En la figura 3 se observa la localización de los principales eventos en el Cotopaxi. En el mes de abril se han registrado 681 eventos discretos, de los cuales 104 han podido ser localizados.

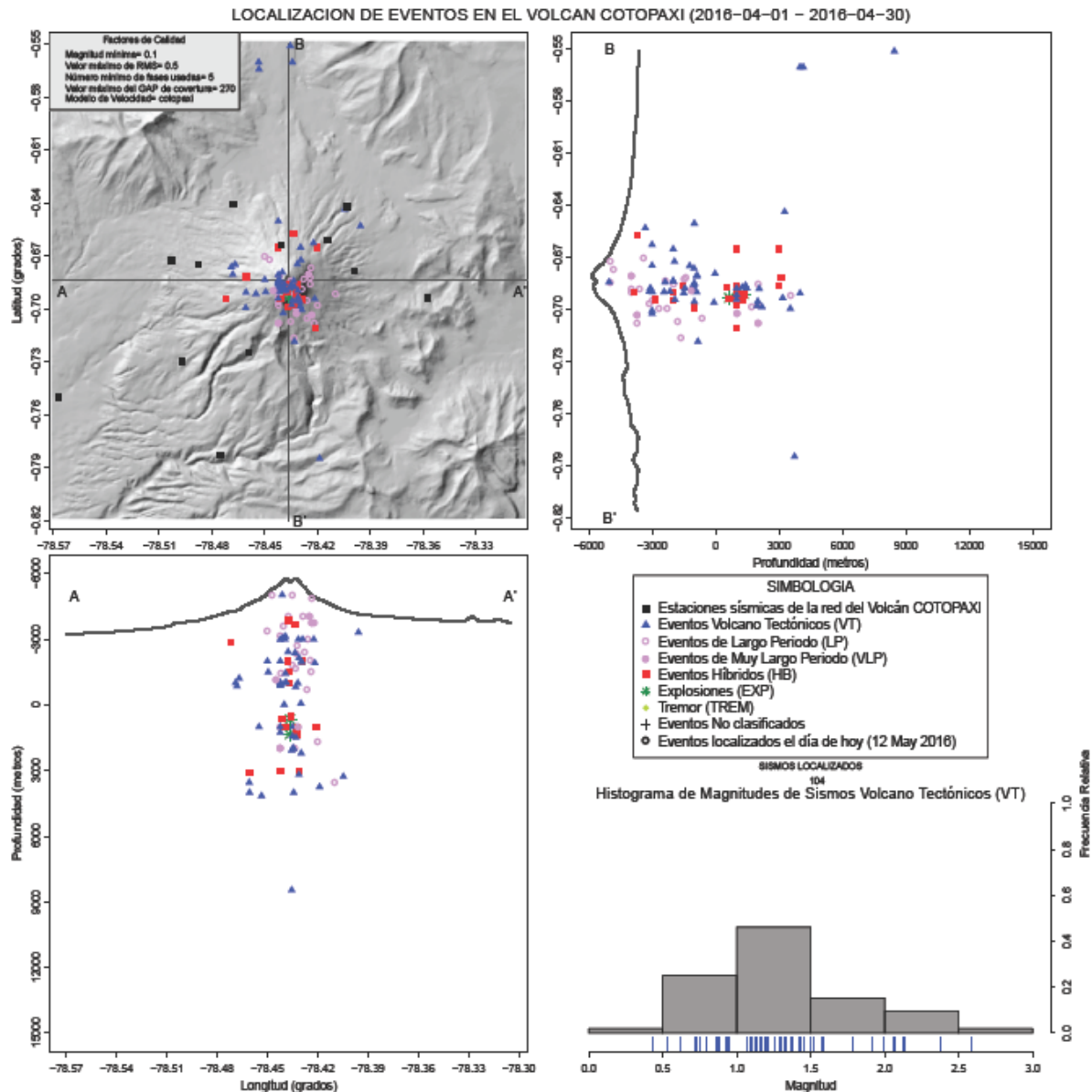


Figura 3. Localización de eventos en el volcán Cotopaxi del mes de Abril del 2016.

En la figura anterior se muestra como la mayoría de los eventos se encuentran entre 1 y 14 km de profundidad. Se puede apreciar dos grupos de eventos mismos que están entre 1 y 5Km; y otro grupo entre 6 y 9K y poseen magnitudes entre 0.5 a 3.0Mlv. Algunos de estos eventos se localizaron en el flanco N-O, cerca de la zona de PITA.

TENDENCIAS DE DEFORMACION DE LOS FLANCOS



INSTITUTO GEOFISICO ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

La red geodésica del IG que monitorea la deformación del volcán Cotopaxi está constituida por la siguiente instrumentación: una red de 5 inclinómetros electrónicos, una red de 5 estaciones GPS y una red de 7 bases de medición con distanciómetro electrónico (EDM). Ocasionalmente se efectúa medidas de interferometría de radar-satélite (InSAR), cuando se dispone de las imágenes satelitales correspondientes y cuando se ha efectuado el procesamiento de las mismas; sin embargo, no se han obtenido buenos resultados dado que el volcán está cubierto en su parte superior por una capa glaciaria y de nieve, lo que impide realizar medidas adecuadas.

Los datos obtenidos para el mes de abril, muestran un patrón de inclinación negativa, sugiriendo deflación, tanto en los segmentos norte y suroccidental; mientras se observa una leve inflación del sector oriental y suroriental. Hay que considerar que la tendencia del movimiento regional es hacia el sector N.

RESUMEN GENERAL DE LA EMISIÓN DE SO₂

La medición del flujo de SO₂ es un componente fundamental en la evaluación de la actividad eruptiva de los volcanes, pues da indicios directos de la presencia, volumen y tasa de ascenso del magma. En el volcán Cotopaxi, el IG-EPN cuenta con una red de cuatro estaciones autónomas de medición remota de flujos de SO₂, basadas en la técnica Espectroscopia Óptica de Absorción Diferencial (DOAS) y un instrumento portátil (mini-DOAS) para el mismo fin. Las medidas se realizan en las horas de iluminación solar y su calidad está sujeta a las condiciones meteorológicas. Adicionalmente, se usa la información de diversos sensores satelitales que miden la concentración de SO₂ emitida por el volcán (TOMS, OMI, SCIAMACHY y GOME-2).

Cambios en la red de monitoreo de SO₂ de volcán de Cotopaxi:

Personal del Instituto Geofísico realizaron cambios en el volcán Cotopaxi durante el mes de septiembre para mejorar la red de monitoreo de SO₂. La estación NASA fue movida de las cercanías del volcán para reducir el impacto de la ceniza en las mediciones (08/09/2015). Ahora se denomina SAN JOAQUIN. Además, se instalaron dos nuevas estaciones, se nominadas CAMI y REFUGIO SUR, situadas al oeste y sudoeste del volcán, respectivamente.

Información de vientos

Durante el mes de abril de 2016 el viento sobre el volcán Cotopaxi tuvo una orientación preferencial hacia el SW-WNW (224°-349°) con muy pocas variaciones en otras direcciones. Las velocidades variaron entre 3 y 15 m/s con una velocidad promedio de 6 m/s (Figura 4).

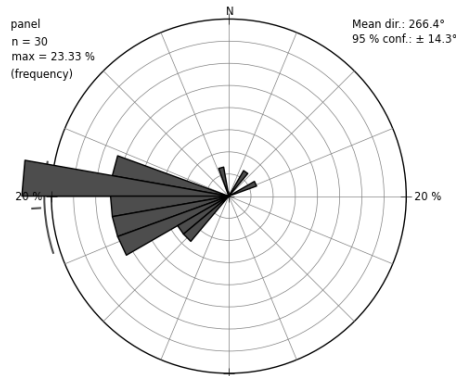


Figura 4. Direcciones preferenciales del viento en el volcán Cotopaxi para el mes de abril de 2016.

Resumen general de la emisión de SO₂

Los valores de desgasificación registrados durante el mes de enero en el volcán Cotopaxi variaron entre 277-1194 t/d. El máximo valor (1194 t/d) se registró el 14 de abril en la estación Refugio Sur ubicada al SW del volcán (Figura 5).

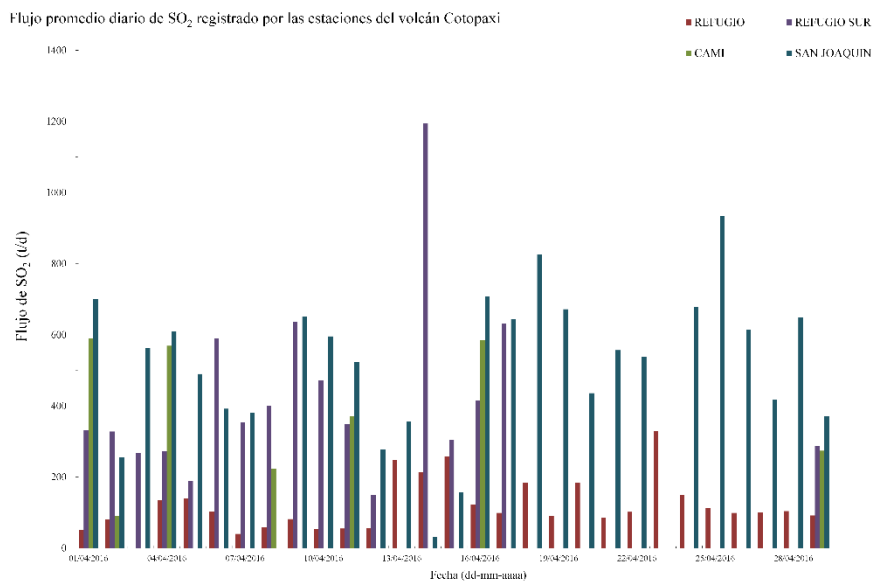


Figura 5. Representación del máximo promedio diario flujo de SO₂ por las estaciones del volcán Cotopaxi durante abril de 2016.

Las emisiones de SO₂, registradas en el volcán Cotopaxi durante abril 2016, muestra un decremento comparado con el mes anterior, cabe recalcar que los valores continúan inferiores a los registrados durante la crisis (Figura 6).

Emisiones de SO₂ en el volcán Cotopaxi (enero 2015-presente)

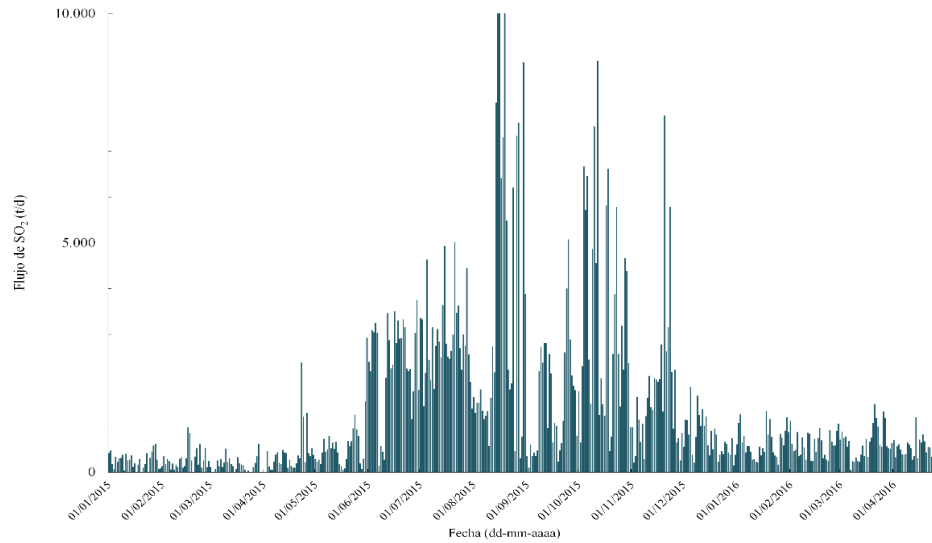


Figura 6. Representación del flujo diario de SO₂ emitido por el volcán Cotopaxi desde enero 2015 hasta el fin de abril 2016.

Medidas válidas del flujo de SO₂

El máximo valor de SO₂ (1194 t/d) registrado en la estación Refugio Sur está asociado con 2 medidas válidas. Durante abril 2016, el número de medidas válidas promedio registrado en cada estación (tabla 2).

| | REFUGIO | CAMI | SAN JOAQUIN | REFUGIO SUR |
|----------------------------------|----------------|-------------|--------------------|--------------------|
| Numero de medidas validas | 26 | 14 | 19 | 4 |

Tabla 2. Numero de mediciones válidas para el mes de marzo de 2016.

El número promedio de medidas válidas muestra un decremento respecto al mes anterior en las estaciones Refugio y Refugio Sur, por otra parte se muestra un incremento en Cami y San Joaquín. (Figura 7).

Número de medidas válidas de las estaciones permanentes en el volcán Cotopaxi (enero del 2015-presente)

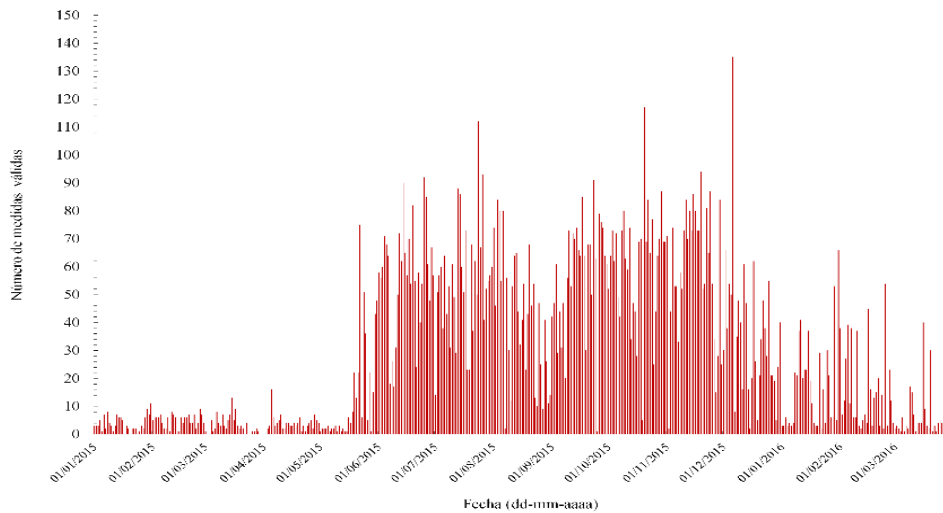


Figura 7. Representación del número de medidas válidas en asociación con el flujo de SO₂ máximo diario - registradas en volcán Cotopaxi, desde enero 2015 hasta el fin de marzo del 2016.

Funcionamiento de las estaciones

Durante el mes de abril de 2016, las estación Refugio registró medidas durante 28 días, Refugio Sur 27 días, San Joaquín 17 días y Cami durante 7 días.

Instrumento móvil

Las bajas emisiones de SO₂ registradas durante abril han hecho que sea imposible detectarlo usando Mobile DOAS en la carretera Panamericana. Además la dirección del viento orientado al SW-WNW hace que sea imposible realizar travesías móviles porque no existen caminos adecuados que corten perpendicularmente la pluma de gas, en la zona SW del volcán.

Estadísticas mensuales

En lo que respecta a las estadísticas mensuales: el valor promedio, el valor máximo, la variabilidad y la emisión total estimada han disminuido respecto al mes de marzo.

| Parámetros | Marzo 2016 | Abril 2016 |
|-----------------------------|-------------------|-------------------|
| Valor medio (t/d) | 647 | 557 |
| Variabilidad (1σ) | 347 | 204 |
| Valor máximo (t/d) | 1479 | 1194 |
| Emisión estimada (t) | 20056 | 16144 |

Tabla 3. Comparación de los parámetros estadísticos de la desgasificación de SO₂ en el volcán Cotopaxi, para los meses de marzo y abril de 2016.

Estos valores han sido calculados a partir de los valores máximos diarios registrados en las estaciones permanentes de la red de monitoreo de SO₂ en volcán Cotopaxi durante marzo y abril de 2016.

OBSERVACIONES VISUALES

Las observaciones visuales se las efectúa desde el Instituto Geofísico en Quito por medio de diversos instrumentos ópticos. Adicionalmente se reciben imágenes en tiempo real de 5 cámaras de video instaladas alrededor del volcán. Se cuenta igualmente con los reportes de observaciones visuales y auditivas de los colegas del IG que continuamente visitan el volcán. También se efectúan regularmente vuelos sobre el volcán durante los cuales se realizan mediciones térmicas, fotografías digitales y observaciones visuales.

Situación Climática

Durante el mes de abril, las condiciones climáticas en el sector del volcán Cotopaxi estuvo caracterizado por días nublados acompañados de lluvias de diferente intensidad. Las lluvias más fuertes registradas generaron lahares secundarios con caudales promedio de 2 - 10 m³/s, exceptuando los ocurridos el 2 y 14 de abril que descendieron por el sector noroccidental y occidental del volcán, con un caudal pico aproximado de 20-28 m³/s. El área de afección de estos flujos de agua lodosa está restringida a los límites del Parque Nacional Cotopaxi y no constituyen una amenaza para zonas pobladas e infraestructura.

Actividad Superficial

La actividad superficial de este mes registró emisiones de vapor de agua y gases, cuyas alturas están entre los 100 y 200 metros sobre el nivel del cráter, y que principalmente se dirigen hacia el occidente y suroccidente del volcán. Excepcionalmente, se observaron columnas de hasta 1,4 km sobre el nivel del cráter; ninguna ha registrado emisiones de ceniza (Figura 8).

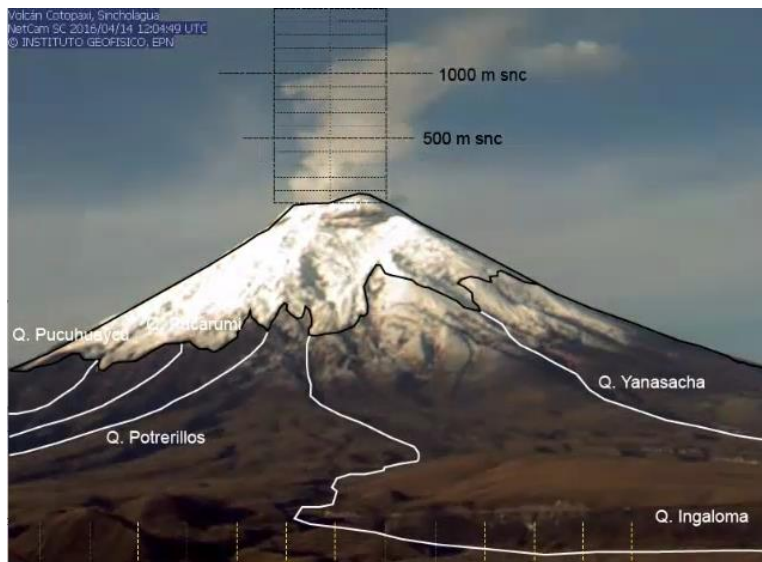


Figura 8: Vista del flanco nortel del volcán Cotopaxi y su columna de vapor de agua que alcanza una altura de 1400 msnc. Fotografía: Cámara de Sincholagua 14/04/2016 IG-EPN.



INSTITUTO GEOFISICO ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

Lahares Secundarios:

Por efecto de las lluvias generadas a lo largo del mes de abril de 2016, se han producido 10 lahares secundarios en el volcán Cotopaxi. Estos eventos se generan principalmente por lluvias intensas que se producen en la parte alta del volcán y arrastran pendiente abajo material suelto fácilmente removible que al bajar por las quebradas gana velocidad e incorpora rocas y otro tipo de escombros que se encuentren en el fondo del cauce. Los lahares secundarios se transportan tanto cuanto la pendiente y su propia energía lo permitan, depositándose en zonas de menor pendiente donde pierden su capacidad para fluir.

Todos los lahares han descendido por la quebrada Cutzualo (ubicada en el flanco occidental del volcán) que se interseca con la quebrada Agualongo cerca de su confluencia con la vía principal del Parque Nacional Cotopaxi. Las fechas en que se registró el descenso de lahares son: 1, 2, 9, 14, 15, 17, 28, 29 y 30 de abril. En cada una de las fechas mencionadas se registró un evento a excepción de los días 2 y 17 en que se produjeron 2 lahares diarios. Adicionalmente los días 7, 12 y 26 de abril se registró únicamente el descenso de agua lodosa.

Los caudales y volúmenes de estos lahares son muy pequeños, se encuentran en el rango de 2-10m³/s. Sólo los eventos producidos el 2 y 14 de abril sobrepasaron estos rangos, con caudales pico similares de entre 20-28 m³/s. Debido a su pequeña magnitud no han producido mayor impacto en infraestructura ni en zonas habitadas, transportándose siempre dentro de los límites de Parque Nacional Cotopaxi.

AA/ VV / CB /DS/FJV/GV/FN
INSTITUTO GEOFÍSICO
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
12/Mayo/2016