Implementación de la red de monitoreo en tiempo real de gases volcánicos en el proceso de desgasificación en el volcán Misti

Jorge Alcántara[1,*], Fredy Apaza[1], Daniel Ramirez[1].

[1] **Observatorio Vulcanológico de INGEMMET, Barrio magisterial 2B-16 Yanahuara, Arequipa, Perú**
(*proyectosdgar07@ingemmet.gob.pe)

INTRODUCCIÓN

El volcán Misti es el tercer volcán peruano que supone mayor amenaza volcánica al ser el volcán más próximo a la segunda ciudad más grande e importante del Perú, la cual cuenta con 1.2 millones de habitantes y con importante infraestructura económica y social.

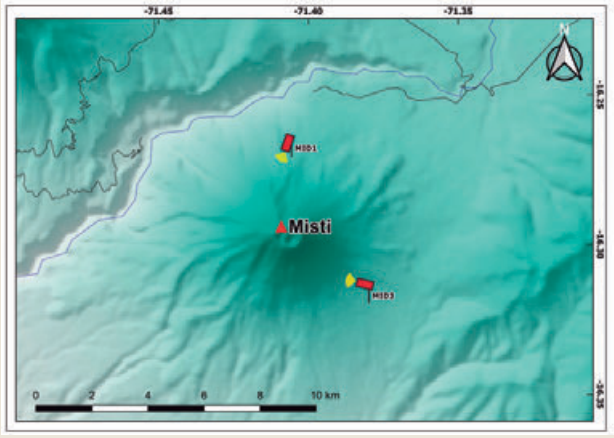
En el Perú, el observatorio Vulcanológico del INGEMMET inició el estudio y monitoreo de los principales gases volcánicos H2S, CO_2, y SO_2 en los volcanes peruanos desde el año 2005 mediante el muestreo directo y remoto de los mismos. Desde el 2013 somos parte del proyecto de cooperación internacional NOVAC (Red para la Observación del Cambio Volcánico y Atmosférico) que mide las tasas de emisión de gases de los volcanes en todo el mundo, con el objetivo de evaluar la actividad volcánica, pronosticar erupciones, investigar los procesos volcánicos y estudiar el impacto atmosférico de la desgasificación volcánica. En el año 2016 se pone en marcha dos redes de monitoreo de dióxido de azufre (So2), la primera en el volcán Ubinas que cuenta con dos estaciones y la segunda en el volcán Sabancaya que actualmente cuenta con tres estaciones, en el año 2021 se implementa una tercera red de monitoreo de So_2 en el volcán Misti que cuenta con dos estaciones NOVAC equipada con un escáner DOAS. Así mismo INGEMMET es parte del proyecto DECADE (Desgasificación de Carbono de la Tierra Profunda) del Observatorio de Carbono Profundo (DCO) que es una comunidad mundial para comprender las cantidades, movimientos, formas y orígenes del carbono en la Tierra, en el año 2022 se instala un equipo Multigas que mide la concentración de SO_2y Co_2 en el cráter del volcán Misti que complementa la red de monitoreo de gases volcánicos. Estas redes cuentan con transmisión de datos en tiempo real para el monitoreo permanente del proceso de desgasificación volcánica.

El presente resumen presenta los resultados de las mediciones de flujos de SO_2 en el volcán Misti desde noviembre del 2021 con los instrumentos DOAS.

METODOLOGÍA

El uso de instrumentos de espectroscopia de absorción óptica diferencial ultravioleta (DOAS) para la medición de emisiones de gases volcánicos ha sido implementado en 42 volcanes alrededor del mundo, como indica Galle et al. (2010) este instrumento utiliza la luz solar dispersa en la región UV para derivar la abundancia de So_2 y posteriormente calcular el flujo de gas utilizando la información de velocidad y dirección del viento.

La red de monitoreo de SO_2 del volcán Misti cuenta con instrumentos DOAS que se componen de un



▶ Fig. 1 – Red de monitoreo de SO2 del Volcán Misti

espectrómetro en miniatura (Ocean Optics Inc.), una PC integrada, una fibra óptica, un telescopio y un receptor GPS. El telescopio recoge la luz ultravioleta dispersada desde aerosoles y moléculas de gas en la atmósfera haciendo mediciones o escaneos de horizonte a horizonte, la fibra óptica transfiere la luz desde el telescopio al espectrómetro, el espectrómetro detecta la luz ultravioleta y la convierte en números digitales, estos números son los espectros para la evaluación posterior del gas; el GPS registra la posición del sistema y da la hora estándar universal y finalmente la PC integrada recoge los espectros y gestiona la comunicación de datos (Kern et al., 2016).

Se necesita dos paquetes de software para ejecutar los procesos del instrumento DOAS, descargar los datos y realizar el postproceso de los datos. El software Kongo se ejecuta en la PC integrada en el campo, este ejecuta las mediciones y guarda los datos en la tarjeta de memoria, por otro lado, el software NOVAC se ejecuta en la computadora del observatorio, este se conecta con el instrumento en campo a intervalos de tiempo y comprueba si hay nuevos datos para descargar. Los resultados de la tasa de emisión de So2 se obtienen en el postprocesamiento de los datos, esto también se realiza en el software NOVAC (Kern et al, 2016).

Para complementar a esta red de monitoreo de SO2 se ha implementado un equipo Multigas de medición permanente, este está localizado en el cráter del volcán Misti (5600 m s.n.m). Esta estación proporcionará concentraciones de SO_2 y Co_2 emitidos por las fumarolas del antiguo domo de lava.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el periodo de funcionamiento de la red de monitoreo de SO_2 se ha logrado realizar 5,400 mediciones o escaneos, a razón de 20 escaneos por día en promedio, que lograron captar las emisiones de SO2 durante las horas de luz solar (~10h).

Desde noviembre del 2021 los dos instrumentos DOAS han ido trabajando en simultaneo desde distintos flancos del volcán (Fig. 1) con el fin de abarcar mayor área de medición, por lo que es posible que solamente uno de los instrumentos DOAS logre captar el SO_2 en determinado momento, esto debido a que las emisiones cambian su dirección por las condiciones meteorológicas, dirección del viento. En la

Fig. 2 – Fotografías de la instalación multiparamétrica en el cráter del volcán Misti, se muestran el equipo multigas, cámara de vigilancia y el sensor de presión y temperatura.

Figura 3 se muestran los flujos de SO_2 durante el año 2022, aquí se puede observar que las emisiones de SO2 en los meses de enero a marzo no superan las 1,000 Ton/día, luego, a mediados de marzo se logra apreciar el incremento en los flujos llegando a registrar un máximo de 2,900 ton/día, posterior a esta fecha las emisiones han variado desde valores pequeños de flujo a valores moderados que superan las 1,000 ton/día. El flujo acumulado de SO_2 (Línea roja) evidencia pequeñas tendencias de incremento en la desgasificación del volcán Misti.

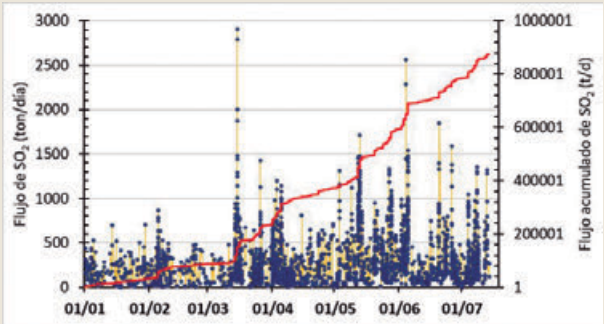
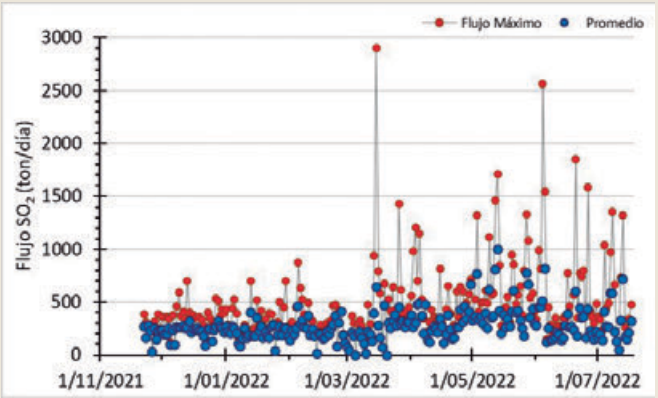


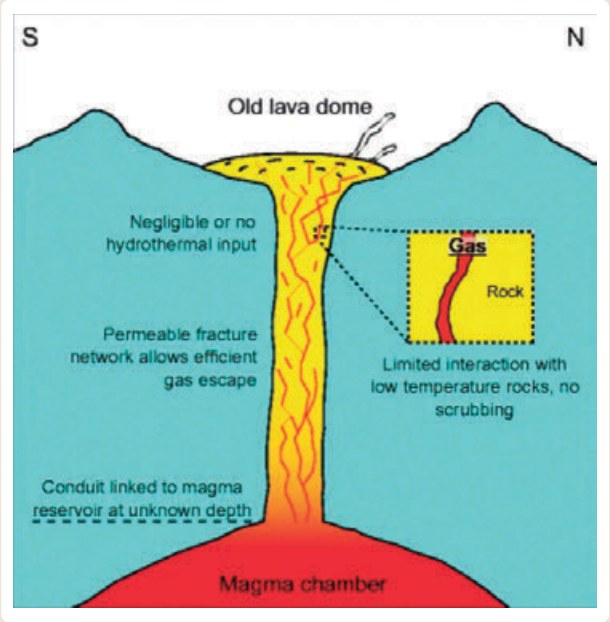
Fig. 3 – Flujos de SO_2 medidos por los instrumentos DOAS de la red de monitoreo del volcán Misti.

Según Moussallam et al. (2017) el volcán Misti presenta una fuente magmática relativamente poco profunda, un conducto permeable y una vía de desgasificación estable que permite la desgasificación continua, lo cual podemos observar durante los 9 meses del funcionamiento de la red de monitoreo de SO_2, donde los promedios diarios de flujo superan las 100 ton/día (Figura 4).



▶ Fig. 4 – Flujos Máximo y promedio por día de So_2 medidos por los instrumentos DOAS de la red de monitoreo del volcán Misti.

El monitoreo de las emisiones de So_2 del volcán Misti, en este periodo de estabilidad en el conducto volcánico con un sistema permeable que permite la desgasificación continua de gases, nos permitirá identificar cualquier cambio que ocurra en el sistema magmático o el conducto volcánico. Como plantea Moussallam et al. (2017) cualquier cambio de la temperatura o composición del magma, después de un evento de recarga, debería producir un cambio resaltante en diversos parámetros, por ejemplo, la disminución en el flujo total de gases debido a un cambio en las vías de desgasificación o colapso de la red de poros del conducto (Figura 5), esto causaría la variación del domo ya que este no ha presentado ningún cambio en los últimos 15 años.



▶ Fig. 5 – Esquema del sistema de desgasificación del volcán Misti, tomado de Moussallam et al. (2017).

CONCLUSIONES

La red de medición de gases volcánicos instalada en el volcán Misti está registrando información muy valiosa para la comprensión del funcionamiento del sistema volcánico Misti, siendo una técnica complementaria a las demás técnicas del monitoreo multidisciplinario de volcanes.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece de manera especial al área de monitoreo volcánico del Observatorio Volcanológico del INGEMMET, al proyecto NOVAC y al proyecto DECADE.

REFERENCIAS

- Galle, B., Johansson, M., Rivera, C., Zhang, Y., Kihlman, M., Kern, C., Lehmann, T., Platt, U., Arellano, S., Hidalgo, S. (2010). Network for Observation of Volcanic and Atmospheric Change (NOVAC)–A global network for volcanic gas monitoring: Network layout and instrument description, J. Geophys. Res., 115, D05304, doi:10.1029/2009JD011823.
- Kern, C., Arellano, S. (2016). NOVAC Instrument User Manual. Optical Remote Sensing Group, Department of Radio and Space Sciences, Chalmers University of Technology, Göteborg, Sweden.
- Moussallam, Y., Perters, N., Masias, P., Apaza, D., Barnie, T., Ian Schipper, C., Curtis, A., Tamburello, G., Aiuppa, A., Bani, P., Giudice, G., Pieri, D., Gerard Davies, A., Oppenheimer, C. (2017). Magmatic gas percolation through the old lava dome of El Misti volcano. Bull Volcanol 79, 46, https://doi.org/10.1007/s00445-017-1129-5.