



EMISIÓN DE SO₂ DEL VOLCÁN COPAHUE DURANTE EL PERÍODO 2021 – 2022, ESTUDIO A TRAVÉS DE IMÁGENES DE TROPOMI Y HYSPLIT

Paula A. Paez^(1,4), Enzo G. Martínez^(2,3), Sara M. P. Silva^(2,3), Ivana Colín⁽¹⁾ y Alberto T. Caselli^(2,3)

⁽¹⁾ Universidad Nacional de Río Negro (UNRN), Centro de Investigaciones y Transferencia de Río Negro, Río Negro, Argentina.

⁽²⁾ Universidad Nacional de Río Negro (UNRN), Instituto de Investigación en Geología y Paleobiología (IIPG), Laboratorio de Estudios y Seguimientos de Volcanes Activos (LESVA), General Roca, Río Negro, Argentina.

⁽³⁾ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Río Negro, Argentina.

⁽⁴⁾ E-mail: ppaez@unrn.edu.ar

Las erupciones volcánicas expulsan aerosoles y gases a la troposfera y estratosfera. Los volcanes liberan ceniza volcánica, vapor de agua (H₂O), y gases. El gas SO₂ es una de las especies más abundantes en las erupciones volcánicas y representa una gran preocupación en todo el mundo por sus posibles alteraciones del clima (Wang et al. 2018); a su vez es la especie más utilizada para estimar de la tasa de emisión, ya que suele ser el tercer gas más abundante en las emisiones volcánicas (después del CO₂ y el H₂O) (Paez et al., 2021).

El volcán Copahue está ubicado en Argentina (37 ° 45 'S; 71 ° 10.2' W; 2997 m snm) y sus emisiones incluyen dióxido de azufre (SO₂) y columnas de cenizas (Paez et al. 2022). Es considerado un sistema volcánico muy activo (Caselli et al. 2016). Este trabajo busca evaluar las emisiones de SO₂ del volcán Copahue durante el período 01/01/2021 hasta el 31/12/2022, a través del estudio combinado de imágenes de SO₂ recopiladas por el Instrumento de Monitoreo TROPOsférico (TROPOMI) y el uso del modelo de dispersión HYSPLIT, de modo de proporcionar información vital a entidades gestoras del riesgo. Se complementó con las tasas de emisiones obtenidas por el sensor de Espectrometría de absorción óptica diferencial (DOAS) del OVDAS-SERNOGERMIN y de OAVV SEGEMAR y un sistema de análisis de gases multicomponente (MultiGAS).

En el estudio de las emisiones volcánicas puede ocurrir que una imagen satelital incluya emisiones ocurridas hace varios días, es por ello que las imágenes satelitales proporcionan información valiosa sobre la dispersión del SO₂ en la atmósfera; pero es necesario complementarlo con otros sensores (DOAS y MultiGAS) junto con la determinación de la tasa de emisión. Para la estimación de las tasas de emisiones de SO₂ se utilizaron imágenes satelitales de TROPOMI utilizando la denominada técnica transversal (Theys et al. 2019) y la metodología descrita por Paez et al. (2022). Para evaluar la dispersión por el modelo HYSPLIT se utilizó la metodología descrita por (Paez et al., 2021) y para evaluar la edad de la pluma se siguió los lineamientos de Xia et al., (2024) .

En el período de estudio, se registró 18 sismos en agosto de 2021 y 6 sismos en noviembre de 2022, ambos clasificados como tipo largo período (LP) asociados con dinámica de fluidos (Segemar OAVV 2021, 2022). Se reportaron además que hubo un aumento progresivo de sismos del tipo LP comparado con los meses anteriores. Para cada uno de los eventos registrados se evaluó el alcance de la pluma y a partir de ello se seleccionó el estudio de eventos ocurridos en Agosto 2021 y Noviembre 2022. Cuando observamos las imágenes satelitales del 10/08 se observan dos plumas diferentes por lo que se combinaron imágenes de SO₂ recopiladas por TROPOMI con modelado de la dispersión de SO₂ con el software HYSPLIT, para reconstruir la emisión de SO₂ antes y después de la emisión. De este estudio se observa que el proceso de desgasificación iniciado el 09/08 arroja una emisión de 7472 tn/día dirigido hacia el Oeste (valor concordante con lo informado por Global Volcanism Program (Paez et al. 2022). El 10/08 se observan dos plumas de SO₂ una al norte del volcán Copahue con un valor de tasa de emisión de 483 tn/día y otra emisión dirigida hacia el O-NO a una latitud de -32° S con un valor de 6374 tn/día (ver Tabla 1); todas según estimaciones propias. Del estudio de la trayectoria de la dispersión se concluye que la segunda pluma de mayor presencia de SO₂ registrada por la imagen TROPOMI para el día 10/08 es la pluma

emitida el día 09/08 que fue dispersada por el viento predominantes del SSE, SE y ESE que desplazó esta emisión hacia el WNW (ver figura 1). La mayor emisión ocurrió el día 09/08, la imagen del SO₂ del TROPOMI del día 10/08 determina la presencia de una emisión más antigua, emitida 24 horas antes; sumar el SO₂ visible en esta imagen correspondería con una sobreestimación de la emisión. Las emisiones estimadas para el 15/11 y 16/11 se corresponden a emisiones de SO₂ de 360 tn/día y 2256 tn/día, respectivamente (tabla 1). Este artículo demuestra que la combinación de imágenes satelitales con modelos de dispersión permite generar información vital para un proceso de crisis en curso.

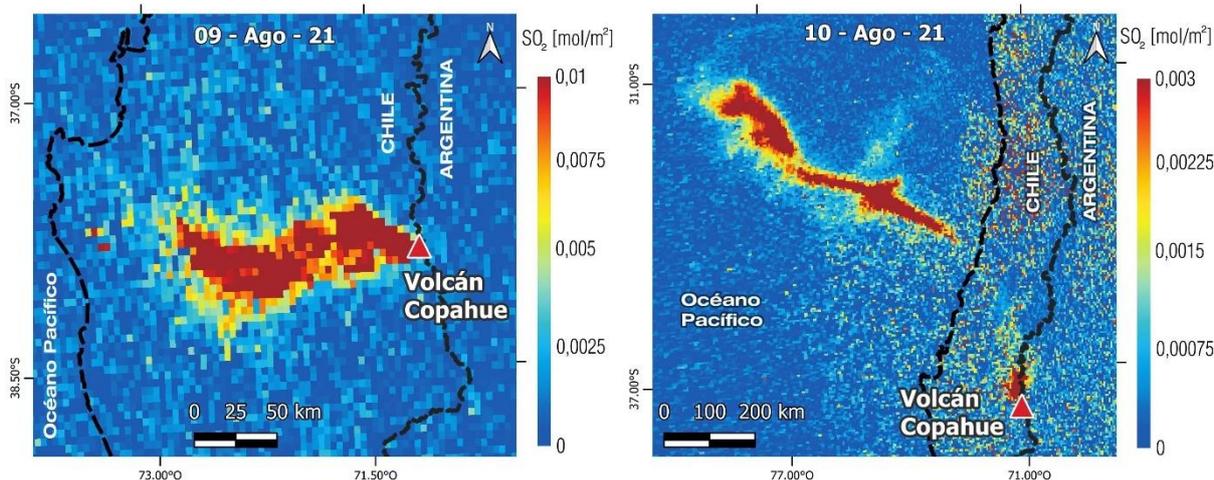


Figura 1. Emisión de SO₂ del Volcán Copahue en agosto del 2021 registrada por el sensor TROPOMI.

Fecha y hora de paso del sensor TROPOMI (UTC)	T _T (tn/día)	T _D (tn/día)	Observaciones
09/08/2021 18:44	7472	922 ± 142 (valor promedio mensual)	Dirección de la pluma W
10/08/2021 18:26	483		Dirección de la pluma N
	6374		Dirección de la pluma WNW
15/11/2022 17:24	360	2439.6	Dirección de la pluma ESE
16/11/2022 18:46	2256	1689.6	Dirección de la pluma SE
17/11/2022 18:27	s/dato	825.1	Dirección de la pluma SE

Tabla 1. Cuadro comparativo de tasas de emisión de SO₂ calculada según método Theys et al. (2019) (T_T (tn/día) y según datos del DOAS (T_D (tn/día).

SEGEMAR OAVV 2021. Red de Vigilancia Volcánica, Volcán Copahue. Recuperado el 05 de 09 de 2024, de https://oavv.segemar.gob.ar/show_reporte.php?id=2&m=8&a=2021

SEGEMAR OAVV. 2022. Red de Vigilancia Volcánica, Volcán Copahue. Recuperado el 05 de 09 de 2024, de https://oavv.segemar.gob.ar/show_reporte.php?id=2&m=11&a=2022

Paez, P. A., Cogliati, M. G., Caselli, A. T., & Monasterio, A. M. (2021). An analysis of volcanic SO₂ and ash emissions from Copahue volcano. *Journal of South American Earth Sciences*, 110(May 2020), 103365. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2021.103365>

Paez, P.A., Cogliati, M.G. and Caselli, T.A., 2022. Estudio de la emisión de SO₂ por el volcán Copahue entre Enero y Agosto de 2021. XVI Congreso Geológico Argentino, Actas 3: 389-409, Buenos Aires.

Caselli, A.T., Velez, M.L., Agosto, M., Liccioli, C. and Vaselli, O., 2016. Prehistoric to historic volcanic activity at Copahue volcano. *Copahue Volcano*, pp.49-59.

Wang, Z., Zheng, F., Zhang, W. and Wang, S., 2018. Analysis of SO₂ Pollution Changes of Beijing-Tianjin-Hebei Region over China Based on OMI Observations from 2006 to 2017. *Advances in Meteorology*, 2018(1), p.8746068.

Theys, N., Hedelt, P., De Smedt, I., Lerot, C., Yu, H., Vlietinck, J., Pedernana, M., Arellano, S., Galle, B., Fernandez, D. and Carlito, C.J.M., 2019. Global monitoring of volcanic SO₂ degassing with unprecedented resolution from TROPOMI onboard Sentinel-5 Precursor. *Scientific reports*, 9(1), p.2643.

Xia, C., Liu, C., Cai, Z., Wu, H., Li, Q., & Gao, M. (2024). Tracking SO₂ plumes from the Tonga volcano eruption with multi-satellite observations. *IScience*, 27(4), 109446. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2024.109446>

