



CARACTERIZACIÓN PRELIMINAR DE LA ACTIVIDAD SÍSMICA Y DE DESGASIFICACIÓN PASIVA DE VOLCANES ACTIVOS DE LOS ANDES CENTRALES DEL NORTE DE CHILE

J. Clavero¹, V. Soler², A. Amigo³

¹ *Servicio Nacional de Geología y Minería-Chile, jclavero@sernageomin.cl*

² *CSIC-España*

³ *University of Bristol-United Kingdom*

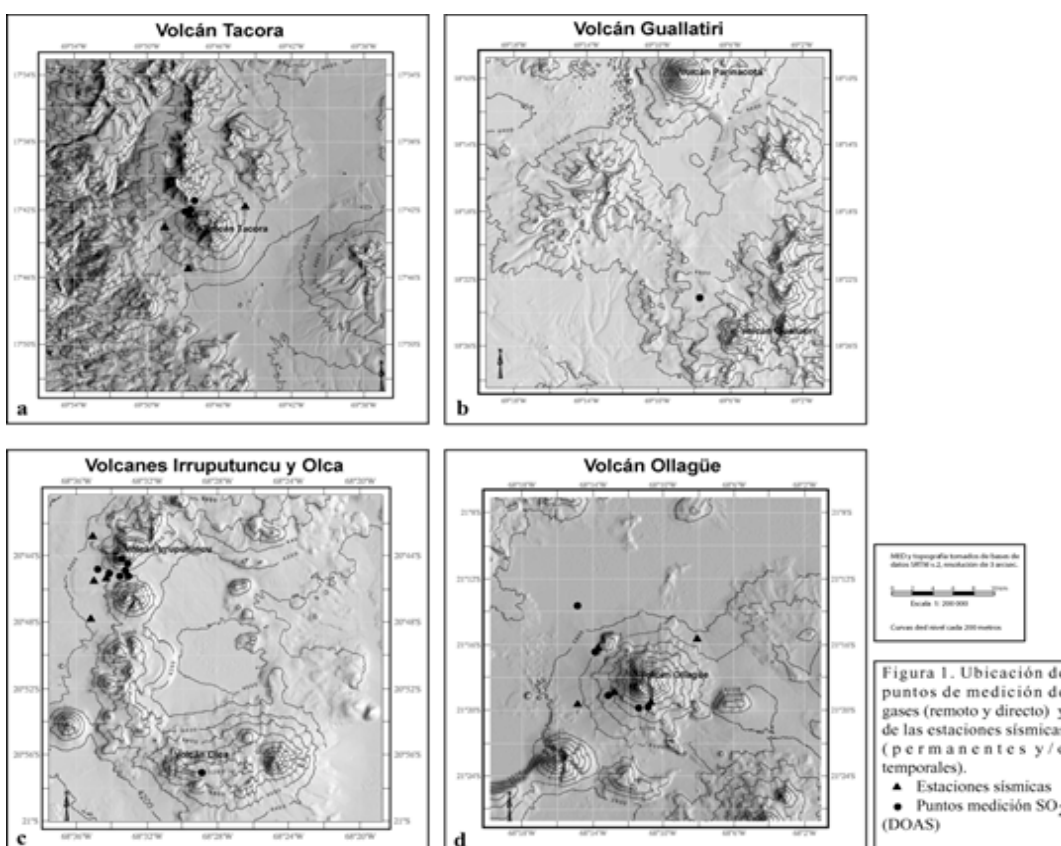
INTRODUCCIÓN

El segmento austral de los Andes Centrales, comprende una serie de volcanes activos, algunos de los cuales han tenido erupciones históricas (Simkin y Siebert, 1994), así como una serie de volcanes que presentan desgasificación pasiva (no eruptiva) permanente. De los volcanes de los Andes Centrales del norte de Chile, sólo el Láscar ha sido objeto de estudios sistemáticos de sus procesos de desgasificación (*i.e.* Andres *et al.*, 1991) y sísmicos (*i.e.* Gardeweg, 1994). El presente trabajo resume los estudios en curso desde fines del año 2004 (Clavero *et al.*, 2005), como parte del Programa de Riesgo Volcánico del Sernageomin, en conjunto con instituciones extranjeras, para caracterizar la actividad de base tanto sísmica como de desgasificación de diversos volcanes de este segmento. De esta manera se pretende poder registrar los cambios en caso de ocurrir procesos de reactivación. Secundariamente, se pretende establecer cuál es y cuál ha sido el aporte de SO₂ a la atmósfera de estos volcanes en los últimos 30 años, e inferir cuáles son los procesos que pueden determinar los distintos niveles de emisión de diversas fases gaseosas. A continuación se señala los resultados preliminares obtenidos para los volcanes incorporados hasta hoy, de norte a sur: Tacora, Guallatiri, Irruputuncu, Olca y Ollagüe.

METODOLOGÍA (RESUMIDA)

Se ha utilizado estaciones sísmicas de una componente desde diciembre de 2004 en los volcanes Tacora, Irruputuncu y Ollagüe. El sistema consiste en un registrador de 16 bits, con frecuencia de 50 muestras por segundo y un sismómetro HS-1 (Geospace Corp.) de 2Hz de frecuencia natural. Las emisiones de SO₂ fueron medidas a través de un equipo DOAS (Espectroscopia de Absorción

Óptica Diferencial) facilitado por M. Wattson. Las especificaciones de este equipo y de la metodología empleada pueden encontrarse en Galle *et al.* (2003). Cabe señalar que los resultados presentados en este trabajo deben ser considerados aún preliminares. Las emisiones difusas de CO₂ se midieron mediante la técnica de cámara de acumulación (Chiodini *et al.*, 1996), empleando un espectrómetro infrarrojo no dispersivo LiCor LI-820 con rango de hasta 20.000 ppm.



RESULTADOS PRELIMINARES

La Fig. 1 muestra la ubicación de las estaciones sísmicas instaladas en algunos de los centros volcánicos en estudio, así como la ubicación de los puntos de medición de emisiones de SO₂. Por la densidad de puntos no se ha graficado los lugares de medición de CO₂. La figura 2 muestra un registro sísmico tipo del volcán Tacora, en diciembre de 2004.

Volcán Tacora (17,7°S; 69,8°W; 5.980 m snm) Ubicado en el extremo norte de Chile en la I^a región (Fig. 1a), corresponde a un complejo de domos y lavas-domo, activo al menos desde hace 700 ka, con actividad solfatarica permanente en su flanco W. Las mediciones de SO₂ señalan flujos

de 0,01 a 0,02 Ton/día en las tres fumarolas de mayor intensidad (C° máx. 40 ppm.m). Las mediciones de CO_2 difuso señalan valores entre 0,4 y 492,4 g.m²/d.

Volcán Guallatiri (18,4°S; 69.2°W; 6.070 m snm) Ubicado al sur del volcán Parinacota, I^a región (Fig. 1b), corresponde a un complejo de domos y lavas-domo dacítico, con escasos depósitos piroclásticos y actividad fumarólica permanente en las partes altas de los flancos oeste y sur. Las mediciones de SO_2 señalan concentraciones máximas de ca. 30 ppm.m.

Volcán Irruputuncu (20.7°S; 68.6°W; 5.163 m snm) Pequeño complejo de domos y lavas-domo esencialmente de composición dacítica con depósitos de bloques y ceniza asociados, ubicado al interior de Iquique, I^a región (Fig. 1c). Presenta actividad solfatárica permanente en su cráter, en donde las mediciones de SO_2 señalan flujos de ca. 21 a 50 Ton/día (C° máx. de 900 ppm.m). Las mediciones de CO_2 difuso señalan valores entre 0,1 y 19,9 g.m²/d.

Volcán Olca (20.9°S; 68.5°W; 5.407 m snm) Ubicado al sureste del volcán Irruputuncu (Fig. 1c), también en la frontera con Bolivia, es parte de un complejo volcánico mayor junto al volcán Paruma. Las mediciones de SO_2 señalan concentraciones máximas de 35 ppm.m.

Volcán Ollagüe (21.3°S; 68.2°W; 5.868 m snm) Ubicado al NE de Calama, en la frontera con Bolivia (Fig. 1d), corresponde a un estratovolcán, activo desde hace al menos 1.200 ka y que presenta actividad fumarólica permanente en la parte alta del flanco S, cercana a los domos más recientes. Las mediciones de SO_2 señalan flujos de ca. 4,5 a 9,1 Ton/día (conc. máx de 400 ppm.m). Las mediciones de CO_2 difuso señalan valores entre 0,1 y 7,4 g.m²/d.

DISCUSIÓN

Las emisiones de CO_2 difuso están esencialmente confinadas a los sectores cercanos a las fumarolas, disminuyendo drásticamente al alejarse de éstos. En el caso del volcán Tacora el área de emisión es mayor al existir un campo de fumarolas de mayor extensión. Las fuentes hidrotermales cercanas a los centros eruptivos, en cambio, muestran fuertes emisiones de CO_2 (aguas cargadas de anhídrido carbónico).

Las mediciones de SO_2 muestran flujos relativamente bajos en comparación con otros volcanes activos de los Andes del Sur (*i.e.* Witter et al., 2004). Esto podría deberse a diversos factores, entre los cuales está la composición primaria de los magmas. Sin embargo, un factor que

puede ser preponderante es la importante depositación de azufre en forma de sales y azufre nativo en las partes altas de los sistemas volcánicos, incluso generando coladas de azufre, lo que dio origen a numerosas faenas mineras en el pasado (p.ej. Tacora, Irruputuncu y Ollagüe). Esto podría generar un empobrecimiento relativo en SO₂ de los gases liberados a la atmósfera.

La actividad sísmica registrada hasta hoy es bastante intensa y está marcada principalmente por dos tipos de eventos: aquellos asociados al movimiento de fluidos en subsuperficie y, por lo tanto, asociados a procesos de desgasificación habituales, y aquellos más profundos asociados a fracturamiento y/o movimiento de magma.

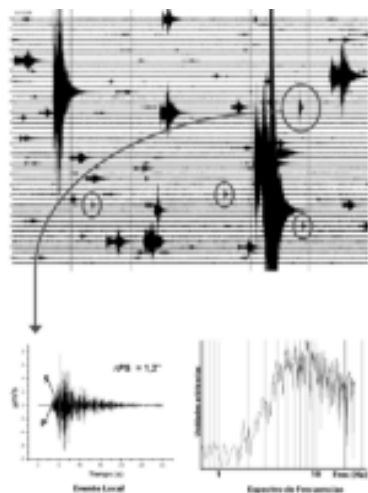


Figura 2. Registro sísmico volcán Tacora día 16/12/2004. En círculos, los sismos volcánicos.

AGRADECIMIENTOS

El presente estudio es financiado por los proyectos F. Andes C-13860 (JC), Fondecyt 1040137 (JC), y VULMAC (INTERREG IIIB Azores-Madeira-Canarias) financiado por la UE (VS). AA agradece el apoyo de D. Hodgkin Post. Award (NERC, UK). Los autores agradecen la ayuda de G. Anabalón, M. Wattson (U. Bristol), J. Lemp (SNGM), I. Ramos (U. de Chile), E. Polanco (UNAM) y P. Carracedo. Contribución al Programa de riesgo volcánico del Servicio Nacional de Geología y Minería, autorizada y patrocinada por la Subdirección Nacional de Geología.

REFERENCIAS

- Andres, R. *et al.* 1991. Excessive sulfur dioxide emissions from Chilean Volcanoes. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 46, 323-329.
- Chiodini, G., Frondini, F., Raco, B. 1996. Diffuse emission of CO₂ from the Fossa crater, Vulcano Island (Italy). *Bulletin of Volcanology* 51: 41-50.
- Clavero, J. *et al.* 2005. Preliminary seismic and diffuse CO₂ flux characterization of active volcanoes from the Central Andes of northern Chile. *Proceedings of the IASPEI General Assembly, Santiago, Chile.*
- Galle, B. *et al.* 2003. A miniaturised ultraviolet spectrometer for remote sensing of SO₂ fluxes: a new tool for volcano surveillance. *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 119 (1-4): 241-254.
- Gardeweg, M. 1994. Volcán Láscar: Geología y Evaluación del Riesgo Volcánico, Altiplano IIª Región. Informe inédito, Servicio Nacional de Geología y Minería, 169p.
- Witter, J. *et al.* 2004. Volatile degassing, petrology, and magma dynamics of the Villarrica lava lake, southern Chile. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, vol. 134 (4), p. 303-337.