

COMUNICACIÓN

ERUPCIONES HISTÓRICAS DEL VOLCÁN TROMEN: ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO Y GEOCRONOLÓGICO EN SU SECTOR NOROESTE

Leandro D'ELIA^{1,6}, Gerardo N. PÁEZ^{2,6}, Irene R. HERNANDO^{1,6}, Ivan A. PETRINOVIC^{3,7}, Gustavo VILLAROSA⁴, Andrés BILMES^{1,6}, Mariana BODAÑO⁶, Silvina GUZMÁN⁵, Guido BORZI⁶, Samanta SERRA VARELA⁶, Carolina MANZONI⁴, Valeria OUTES⁴, Agustín DELMÉNICO⁴, Catalina BALBIS⁷

¹ Centro de Investigaciones Geológicas, CONICET-UNLP. Calle 1 N° 644 (B1900TAC), La Plata, Argentina. E-mail: ldelia@cig.museo.unlp.edu.ar

² Instituto de Recursos Minerales, CIC-UNLP

³ Centro de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, CONICET-UNC

⁴ Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medio Ambiente, CONICET-UNCOMA

⁵ Instituto de Bio y Geociencias del Noroeste Argentino, CONICET-UNSA

⁶ Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP

⁷ Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, UNC

RESUMEN

Se estudiaron los productos más jóvenes del volcán Tromen en su sector NO. En base al análisis de reportes históricos en conjunto con datos geomorfológicos y una edad radiocarbono, se determinó que los últimos períodos de actividad del volcán Tromen son posteriores a 1400 d.C. Dos ciclos eruptivos constituidos por fenómenos de baja peligrosidad volcánica fueron registrados. El primero tuvo lugar entre los años 1400 y 1751 d.C. y el último entre 1820 y 1828 d.C. Los resultados obtenidos presentan relevancia para la evaluación del riesgo volcánico de las poblaciones cercanas.

Palabras clave: *Macizo del Tromen, actividad histórica, geomorfología, edad radiocarbono*

ABSTRACT

Historic eruption of Tromen volcano: Geomorphologic and geochronological analysis on its northwestern area

The youngest volcanic deposits of the NW flank of Tromen Volcano (Neuquén Province, Argentina) were addressed. Based on the analysis of historical reports, combined with geomorphologic and radiocarbon age determinations, the age of the volcanic activity was constrained to be younger than 1400 AD. Two volcanic cycles were recorded within this period, both constituted by low volcanic hazard products. The first one occurred between 1440 - 1751 AD, whereas the second one developed from 1820 to 1828 AD. The results of this work have relevance for the assessment of volcanic risk in the nearby towns.

Keywords: *Tromen Massif, historical activity, geomorphology, radiocarbon age*

INTRODUCCIÓN

El volcán Tromen (37° 08' 18" S, 70° 02' 40" W) constituye uno de los volcanes activos más importantes de los Andes Neuquinos (Fig. 1a). Forma parte de un complejo volcánico de edad pleistocena-holocena en donde se identificaron productos volcánicos tanto efusivos (domos y coladas) como explosivos (ignimbritas) con un rango composicional que abarca términos básicos a ácidos (Galland *et al.* 2007, Llambías *et al.* 2011). Al pie del volcán fueron también descritos depósitos volcániclos de bajada (Llambías *et al.*

2011). Sobre la base de crónicas y documentos escritos se conocen 6 erupciones históricas (1751-1752, 1820, 1822, 1823, 1827, 1828 d.C. en: Simkin y Siebert 1994, Galland *et al.* 2007, Llambías *et al.* 2011), aunque ninguna de estas edades ha sido confirmada por registros geológicos.

Las coladas y escoriales de composiciones básicas a intermedias que se desarrollan en el sector septentrional del volcán (Figs. 1a, b), han sido propuestas de manera indistinta como los productos de las últimas erupciones sobre la base de su preservación y escasa cobertura vegetal (Galland *et al.* 2007, Folguera *et al.* 2008,

Llambías *et al.* 2011). En el presente trabajo se presenta un estudio de los productos más jóvenes del volcán Tromen en su sector NO (Figs. 1a, b, c), realizado sobre la base del análisis de registros escritos y el estudio geomorfológico, apoyado con observaciones sedimentológicas, petrográficas y una datación radiocarbónica.

EL REGISTRO HISTÓRICO DEL VOLCÁN TROMEN

Se han propuesto dos ciclos eruptivos históricos para el volcán Tromen: un primer ciclo desarrollado en 1751-1752, plantea-

do en función de los reportes escritos por el Sacerdote Jesuita Bernardo Havestadt (Havestadt 1752 en Galland *et al.* 2007, Llambías *et al.* 2011), y un segundo ciclo en la década de 1820 de carácter más dudoso y sin una fuente clara (Simkin y Siebert 1994, Galland *et al.* 2007, Llambías *et al.* 2011).

Respecto al ciclo de 1751-1752 d.C., Brañes (2006) presenta una detallada traducción del latín al castellano del diario de viaje del Sacerdote Jesuita Bernardo Havestadt (titulado “*Res Chilensesvel Descriptio Status tum Naturalis, tum Civilis, tum Moralis Regni Populique Chilensis [...]*”, Havestadt 1777), quien escribió: “*7 de febrero (de 1752). Llegué a Tomen (Tromen), donde hay un valle y un lago (laguna del Tromen) al pie de dos volcanes que se llaman Punmahuida (Actualmente Volcán Tromen, nombre derivado del mapuche “Pun” que significa noche y “Mahuida” que significa sierra, literalmente “sierra oscura” o “sierra de la noche”, Groeber 1926), sin duda porque el humo que alguna vez arrojó fue tan espeso, negro y abundante, que siendo ya incluso tiempo de mediodía, introdujo las tinieblas de la noche y transformó el día en noche. Pues es cierto que a continuación anduve de acá para allá durante un íntegro espacio de ocho días por su lava (El Escorial del Tromen, según mapa de trayecto realizado por el Sacerdote Havestadt 1777), con enorme incomodidad y desgaste de los cuadrúpedos que arruinaban sus cascos.*” (Brañes 2006, con comentarios). Además del texto en latín, el mapa realizado por el Padre Havestadt, a su vez se confabula en orientar al lector en la dirección del reporte de una actividad eruptiva. En el mapa del sacerdote el volcán de Punmahuida se presenta con una simbología que denotaría su presunta actividad (simbolizada como una “flama”). Es importante destacar que otros 11 volcanes presentan esta simbología, entre ellos el Nevado de Longaví y el Domuyo. El primero no presenta registros eruptivos históricos (Selles *et al.* 2004), mientras que el segundo no registra actividad durante el Holoceno (Brousse y Pesce 1982). De esta manera, el Sacerdote Havestadt, más que presenciar una erupción del volcán Tromen, realiza una interpretación sobre el significado del

nombre que los mapuches daban al volcán Tromen, y a continuación relata sus problemas al atravesar los escoriales que se desarrollan hacia el noroeste del volcán, en las proximidades de la laguna del Tromen, y que se corresponden, al menos en parte, con algunas de las emisiones más jóvenes del volcán.

A diferencia del anterior, el ciclo eruptivo de la década de 1820 d.C. (Simkin y Siebert 1994) no tiene una fuente bibliográfica clara, y corresponde a una serie de comentarios personales realizados por el naturalista Rudolf Hauthal y el explorador Hans Steffen al mineralogista y geólogo alemán Ludwig Ferdinand Von Wolff (Von Wolff 1929). Con dificultad, estas citas pueden ser rastreadas hasta una carta que el naturalista alemán Eduard Pöppig le escribe a su colega Alexander Von Humboldt en 1837, enumerando una lista con los volcanes activos de Chile (Pöppig 1837). En su carta, Pöppig escribe: “*Volcán de Punmahuida (actualmente volcán Tromen), aproximadamente a 52 leguas al ENE de Antuco (Localidad de Antuco, Chile); se trata de una montaña doble con dos cráteres, de los cuales sólo uno está activo. Hizo una gran erupción en 1822, y una más pequeña entre 1827 y 1828. Se encuentra en el país de los Pebuenches, junto al antiguo camino que va desde Antuco a las Pampas. Para los Pebuenches era bien conocido.*” (traducido del alemán al castellano a partir de Pöppig 1837, con comentarios). Si bien Pöppig no cita la fuente de esta información, la revisión de sus textos demuestra una gran experiencia en volcanología, donde se detallan varias ascensiones a volcanes con actividad. Es muy probable que él mismo recolectara esta información a partir de fuentes orales durante su viaje por la región entre los años 1827 y 1832 d.C. (Pöppig 1835, 1837).

Las evidencias históricas permiten, por un lado, desestimar el ciclo eruptivo del 1751-1752 d.C., ya que el Padre Havestadt, más que presenciar una erupción del volcán Tromen, refiere al origen del nombre del volcán. El mapa del trayecto del Sacerdote Havestadt señala que recorrió la margen occidental del *Punmahuida* (actualmente volcán Tromen), entre el cerro Wayle y la laguna del Tromen (Havestadt

1777). De esta forma, al relatar como sorteó sus coladas se refiere a las actualmente denominadas lavas de “El Escorial” (Fig. 1a). Por otro lado Pöppig (1837), con posterioridad al viaje del Padre Havestadt, describe al volcán como “*una montaña doble con dos cráteres, de los cuales sólo uno está activo*”, permitiendo constatar un ciclo de actividad volcánica en el volcán Tromen, desarrollado durante la década de 1820 d.C.

ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO

Sobre la base del análisis geomorfológico, apoyado en observaciones sedimentológicas y petrográficas (Figs. 1a, k), se pudieron establecer 5 unidades geomorfológicas en el NO del volcán Tromen (Figs. 1b, c): 1) *Unidad de Construcción del Cono*; 2) *Depósitos de Flanco Remanente que incluyen (2a) Lavas en Bloques y (2b) Depósitos Aluviales Remanentes*; 3) *Unidad de Lavas en Bloques*; 4) *Depósitos de Planicie Actual (Sistemas aluviales, fluviales y lacustres)*; y 5) *Unidad de Lavas aa*. En este trabajo se abordaron las unidades más modernas del volcán, no habiéndose considerado las unidades de construcción del cono, para las que se refiere a los trabajos de Galland *et al.* (2007) y Llambías *et al.* (2011).

Depósitos de flanco remanente (2a y 2b)

Esta unidad, localizada en el faldeo de la ladera NO del volcán Tromen (Figs. 1b, c), presenta superficies parcialmente incididas por los sistemas de drenaje transitorio actuales. Exhibe secciones longitudinales suavemente cóncavas a planas, pudiéndose distinguir en algunos sectores geometrías semicónicas características de sistemas de abanicos. Se encuentra encajada en la Unidad de Construcción del Cono (Unidad 1) y cubiertas por la Unidad de Lavas en Bloque (Unidad 3) y por los depósitos de la Unidad de Planicie Actual (Unidad 4). Los depósitos de Flanco Remanente se constituyen de una intercalación de Lavas en Bloques (2a) y Depósitos Aluviales Remanentes (2b). Las lavas en bloques de esta unidad son de composición andesítica y aparecen en posiciones

supra e infrayacentes con respecto a los Depósitos Aluviales Remanentes (Unidad 2b; Figs. 1b, c). Presentan superficies ligeramente irregulares con importante cobertura vegetal, donde se distinguen formas remanentes de crestas de presión. En algunos sectores esta unidad se encuentra parcialmente cubierta por los flujos de lava en bloques de la unidad 3 (Figs. 1b, c). Los Depósitos Aluviales Remanentes de esta unidad fueron analizados mediante el desarrollo de calicatas. Se trata de bancos de entre 20 a 30 cm de espesor correspondientes a conglomerados medios a finos, masivos, matriz sostén, constituidos por fenoclastos volcánicos inmersos en una matriz limo-arenosa (Figs. 1d, e). Las características geomorfológicas-sedimentológicas, indican depósitos de flujos de detritos en facies proximales a distales (Blair y McPherson 1994), desarrollados previamente a la erupción que dio origen a las lavas en bloque de la Unidad 3. En la calicata 1 (37°05'5,23" S; 70°05'26,39" O; Figs. 1b, d) se registró la presencia de restos óseos identificados como fragmentos de costillas de mamíferos y de restos de roedores. El análisis radiocarbono (*Accelerator Mass Spectrometry (AMS) - Beta Analytic Radiocarbon Dating Laboratory, Miami, USA*) sobre el colágeno extraído del material óseo, reveló una edad convencional radiocarbono de 500 ± 30 años AP (Fig. 1g). El resultado calibrado a 2 Sigmas (95 % probabilidad) restringe la edad máxima de estos sistemas a tiempos históricos del siglo XV (1400-1440 d.C.).

Unidad de lavas en bloques (3)

Esta unidad se caracteriza por flujos de lavas en bloques de gran espesor denominados informalmente como "El Escorial" (Fig. 1a). Se distribuyen tanto a partir de un conducto desarrollado en la ladera norte del volcán Tromen, como de conductos satélites ubicados sobre la bajada norte. Son flujos simples con espesores de 40 m (Fig. 1h), con canales anchos de hasta 600 m, los cuales presentan un gran desarrollo superficial, tanto sobre las unidades previas formadoras del cono (Unidad 1), como también por sobre la Unidad Depósitos de Flanco Remanente (Unidad 2;

Figs. 1b, c). Se extienden hasta 7 km desde los centros emisores, generando lóbulos frontales profusos. Los canales muestran internamente estructuras de canales drenados en sectores proximales, mientras que en sectores medios presentan reactivación de flujos y amalgamación de flujos en los sectores distales. Esta unidad exhibe una cobertura vegetal del orden del 10 al 25 %, constituida mayormente por Colimamil y gramíneas xerófitas de la Patagonia (Coirones). Las partes terminales, próximas a la laguna del Tromen, se encuentran parcialmente cubiertas por sedimentos de granulometría arenosa de origen eólico y los bloques muestran una importante cobertura de líquenes. La facies de lava se compone de bloques con longitud en su eje mayor de 1 m promedio y máximos de hasta 5 m. La petrografía de las lavas arrojó una composición andesítica con fenocristales de plagioclasa con cribado grueso, clinopiroxeno y ortopiroxeno (Fig. 1i).

Depósitos de planicie actual (4)

Esta unidad está representada por registros derivados de sistemas aluviales, fluviales y lacustres vinculados a los sistemas de drenaje transitorio actuales. En el sector analizado, se disponen por encima de la Unidad de Depósitos de Flanco Remanente (Unidad 2) y la Unidad de Lavas en Bloque (Unidad 3).

Los depósitos asociados a sistemas aluviales aparecen como pequeños cuerpos de conglomerados y arenas desarrollados por encima de los Depósitos Aluviales Remanentes (Unidad 2a), cuya escala no permite cartografiarlos en este trabajo. Los depósitos de los sistemas fluviales están constituidos por gravas finas y arenas, principalmente con estratificación horizontal. Los depósitos asociados a sistemas lacustres están caracterizados por antiguos niveles aterrazados y líneas de costa localizados en la margen de la laguna Tromen o en pequeños mallines. Los niveles superiores se caracterizan por abundante cobertura vegetal, mientras que los inferiores se desarrollan como una zona de baja pendiente y escasa cobertura vegetal que se extiende entre 10 y 100 m por

fuera del perímetro del cuerpo actual de la laguna Tromen (2.100 m s.n.m.). La calicata desarrollada sobre esta unidad, en las proximidades de las lavas de El Escorial (Calicata 3; Fig. 1b), alcanzó unos 90 cm habiendo llegado al nivel freático. Los depósitos registrados pertenecen a limos y arenas finas limosas castaño oscuro a grisáceas y minoritariamente a arcillas, en bancos masivos de entre 4 a 15 cm de espesor (Fig. 1f). En el tramo analizado no se encontraron tefras que puedan ser correlacionadas con las últimas unidades eruptivas del volcán (Fig. 1f).

Unidad de lavas aa (5)

Esta unidad se caracteriza por flujos de lavas que se derramaron por la ladera O del volcán Tromen a partir de un sistema fisural localizado en la cumbre (Figs. 1b, c, j), alcanzando una distancia de alrededor de 5 km. Se trata de flujos compuestos, de tipo aa, con albardones bien definidos y canales angostos de 10 a 40 m de ancho y 5 m de espesor. En su sector de emisión esta unidad es cubierta por el cono de escoria que hoy constituye la máxima altura del volcán Tromen (Fig. 1j). Es importante destacar que esta unidad se encauza en las cabeceras de las redes de drenaje de los sistemas correspondientes a los depósitos de la Unidad de Planicie Actual (Unidad 4). Estos flujos de lava desarrollan hacia las partes terminales lóbulos pequeños, ocasionalmente mostrando crestas de presión. Las lavas presentan escasa cobertura vegetal, que no supera el 10 % y se compone mayormente de Coirones y en raras ocasiones de líquenes. La facies de lavas se compone de volcániclastos de 10 a 20 cm de diámetro medio y clastos máximos de 2 o 3 m. Petrográficamente las lavas son andesitas basálticas/basaltos con fenocristales de plagioclasa, olivino y minoritariamente clinopiroxeno, adicionalmente se reconocen enclaves microgranulares de igual composición.

CONSIDERACIONES FINALES

Las evidencias brindadas por los reportes históricos permiten, por un lado desesti-

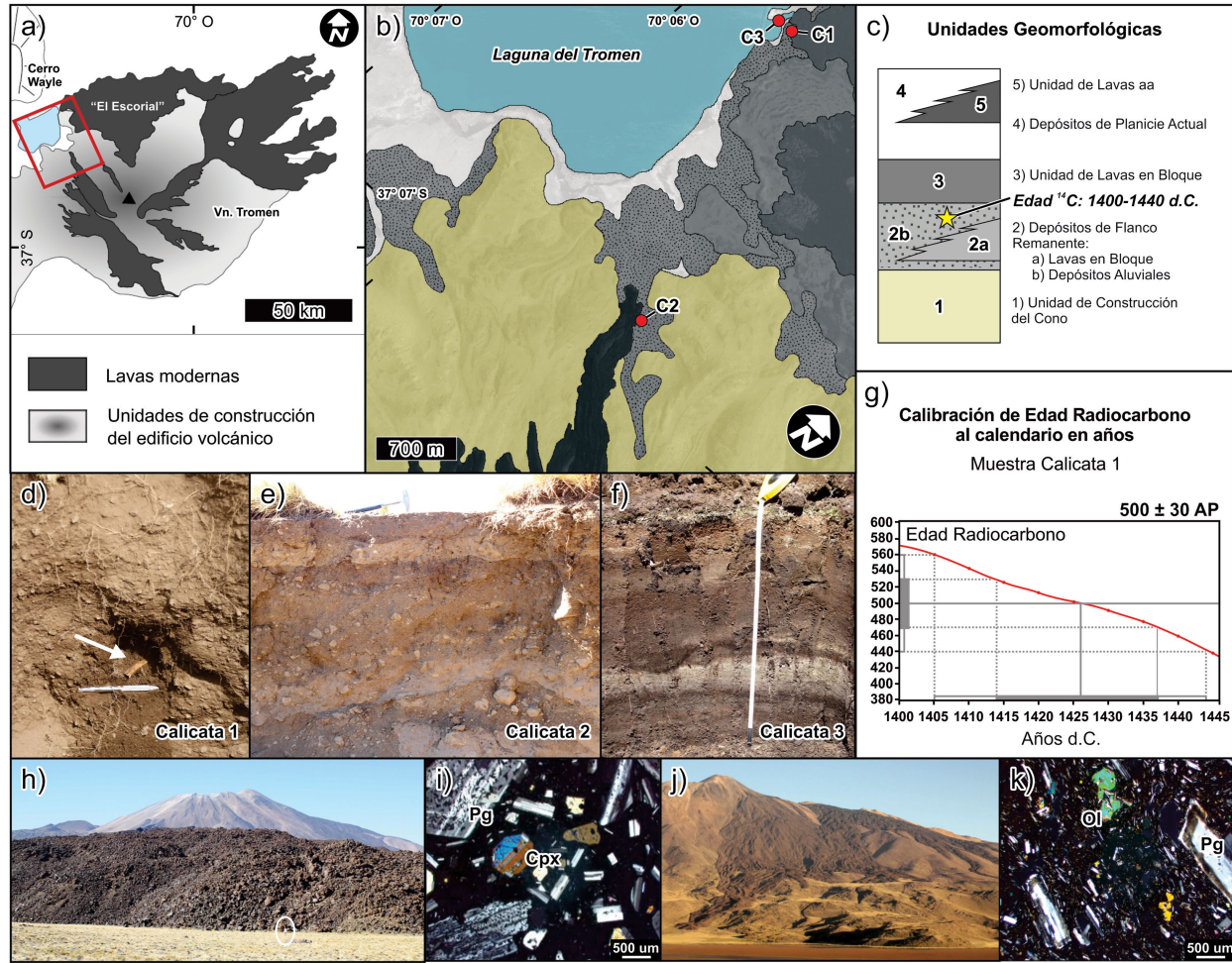


Figura 1: a) Figura esquemática del volcán Tromen (en el recuadro se detalla el área de estudio). b) Mapa geomorfológico del sector NO del volcán Tromen. (C1= Calicata 1, C2 Calicata 2, C3 = Calicata 3). c) Columna estratigráfica esquemática mostrando la relación de las unidades geomorfológicas presentes. d) Calicata 1. Detalle de los Depósitos de Aluviales Remanentes en facies distales (La flecha muestra localización del fósil de vertebrado recolectado para el análisis radiocarbono). e) Calicata 2. Detalle de las facies aluviales remanentes en sectores proximales. f) Calicata 3. Facies lacustres de la Unidad de Planicie Actual. Se muestran los depósitos masivos de arenas finas limosas y minoritariamente a arcillas. g) Diagrama de edad radiocarbono convencional (método AMD - Beta Analytic Radiocarbon Dating Laboratory). Resultado calibrado 2σ : 1400 - 1440 d.C. 95 % de probabilidad. h) Unidad de Lavas en Bloque. Lóbulo frontal de la colada El Escorial (Persona de escala marcada con un círculo). i) Microfotografía de la colada El Escorial (Pg=Plagioclasa, Cpx = Clinopiroxeno). j) Vista general de la Unidad de Lavas aa. k) Microfotografía de la facies de lavas de la Unidad de Lavas aa (Pg = Plagioclasa, Ol = Olivina).

mar al ciclo eruptivo del 1751-1752 d.C. dada la interpretación realizada sobre el texto del Padre Havestadt. Por otro lado, los reportes de Pöppig (1837) permiten constatar un ciclo de actividad volcánica durante tiempos históricos, desarrollado durante los años 1820-1828 d.C. Hasta el momento, las edades geocronológicas más jóvenes realizadas sobre las lavas del volcán, arrojan edades de alrededor de 100.000 años, y se corresponden con unidades lávicas previas a las abordadas en este trabajo (Kay *et al.* 2006). Por otra parte, los estudios geomorfológicos con los que se contaba hasta el momento (González Díaz y Folguera 2011), realizaron un

abordaje de tipo regional, considerando a las unidades lávicas 3 y 5, analizadas en este trabajo, dentro de una misma unidad. El análisis geomorfológico del sector NO del volcán, sustentado con observaciones sedimentológicas y petrográficas puntuales, permitió diferenciar 5 unidades geomorfológicas desarrolladas durante el Pleistoceno Superior-Holoceno. Las relaciones de superposición entre las unidades y los parámetros geomorfológicos permiten realizar un ordenamiento temporal. La Unidad de Depósitos de Flanco Remanente, acotada en este trabajo por una datación radiocarbónica al tope de los sistemas aluviales remanentes

(500 ± 30 años AP), presenta una edad histórica (i.e. ~ siglo XV). Este sistema es cubierto por la Unidad de Lavas en Bloques (El Escorial). De esta forma, la datación absoluta obtenida junto a las observaciones del Padre Havestadt restringen la edad de las lavas de El Escorial entre 1400 d.C. y 1751-1752 d.C. La Unidad de Lavas aa no sólo yace sobre los Depósitos Aluviales Remanentes, sino también rellena las cabeceras de los sistemas que constituyen los Depósitos de Planicie Actual. Este ordenamiento estratigráfico relativo, sumado a las diferencias geomorfológicas internas, las variaciones composicionales y el cambio

en los centros de emisión, sugieren que la Unidad de Lavas *aa* correspondería a un ciclo eruptivo más joven que el que originó a la Unidad de Lavas en Bloques (El Escorial). Estas evidencias, en conjunto con el reporte de Pöppig (1837), sugieren que la Unidad de Lavas *aa* (y los conos asociados) corresponden a los productos del ciclo eruptivo de 1820-1828 d.C.

El análisis histórico, geomorfológico y geocronológico, determinó que la actividad volcánica más joven del volcán Tromen es posterior a 1400 d.C., y fue desarrollada en dos ciclos eruptivos separados. En función de la edad geocronológica obtenida para el sustrato de la Unidad de Lavas en Bloques y a las crónicas del Padre Havestadt, el primer ciclo eruptivo se habría desarrollado entre los 1400 d.C. y 1751 d.C., mientras que, basados en los reportes de Pöppig (1837), el ciclo más joven se puede restringir al período comprendido entre 1820 y 1828 d.C. El registro volcano-sedimentario apunta a una actividad eruptiva predominantemente efusiva. Los paramentos geomorfológicos observados en el campo de lava norte indican una rápida acumulación de las unidades de lavas (e.g. Applegarth *et al.* 2010). Trabajos futuros tienen como objetivo abordar el análisis en detalle de estas unidades. Si bien el registro histórico del volcán Tromen estaría constituido por fenómenos de baja peligrosidad volcánica, dada la cercanía que existe entre los productos volcánicos históricos y la localidad de Buta Ranquil, los resultados del presente trabajo manifiestan la necesidad de abordar tareas de difusión y trabajos sociales de divulgación, a los efectos de informar sobre las consecuencias de una eventual erupción de similares características a las descriptas.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó en el marco del “CONVENIO DE ASISTENCIA TÉCNICA ENTRE EL CONICET Y LA HONORABLE LEGISLATURA DEL NEUQUÉN”, del PICT Raíces 265, PICT 2010 2046 y del SECyT 2012-2013 resol #360. Los autores agradecen al guar-

daparque del Área Natural Protegida volcán Tromen, Rodolfo “Rodi” Freire por su colaboración y logística en los trabajos de campo.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Applegarth, L.J., Pinkerton, H., James, M.R. y Calvari, S. 2010. Lava flow superposition: The reactivation of flow units in compound *aa* flows. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 194: 100-106.
- Blair, T.C. y McPherson, J.G. 1994. Alluvial fans and their natural distinction from rivers based on morphology, hydraulic processes, sedimentary processes, and facies assemblages. *Journal of Sedimentary Research*, A64: 450-489.
- Brañes, M. J. 2006. El Chilandúgú del padre Bernardo Havestadt. *Introducción y selección. Onomázein* 14: 65-99.
- Brousse, R. y Pesce, A. 1982. Cerro Domo: Un volcán cuartario con posibilidades geotérmicas, Provincia de Neuquén Argentina. V Congreso Latinoamericano de Geología, Actas 4: 197-208, Buenos Aires.
- Folguera, A., Zamora Valcarce, G., Miranda, F. y Leanza, H.A. 2008. El volcán Tromen: ríos de lava. Sitios de Interés Geológico de la República Argentina. CSIGA (ed.). Instituto de Geología y Recursos Minerales. Servicio Geológico Minero Argentino. *Anales* 46: 561-569. Buenos Aires.
- Galland, O., Hallot, E., Cobbold, P., Ruffet, G. y de Bremond d'Ars, J. 2007. Volcanism in a compressional Andean setting: A structural and geochronological study of Tromen volcano (Neuquén province, Argentina). *Tectonics* 26: TC4010. DOI: 10.1029/2006TC002011.
- González Díaz, E. F. y Folguera, A. 2011. Análisis geomorfológico del tramo medio e inferior de la cuenca de drenaje del río Curri Leuvú, Neuquén. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 68: 17-32.
- Groeber, P. 1926. *Toponimia Araucana*. Sociedad Argentina de Estudios Geográficos, *Anales* 2, 195 p. Buenos Aires.
- Havestadt, B. 1777. *Chilandúgú sive Res Chilenses vel Descriptio Status tumnaturalis, tumcivilis, tummoralis Regnipopulique Chilensis, inserta suislocis perfectae ad Chilensem Linguam Manductioni, Deo O.M. multisacmiris-modisiuvante opera, sumptibus, periculisque, Bernardi Havestadt Agrippinensisquondam*

Provinciae Rheni Inferiorisprimum Hostmariae in Westphalia, deinde in Americae Meridionalis Regno Chilensi e Societate Jesu Missionarii. Permissu Superiorum ac Rmi. & Eximii D. Ordinarii Coloniensis facultate specialii. Tomus I et II, 1034 p. Münster. <http://archive.org/>

- Kay, S.M., Burns, W.M., Copeland, P.C. y Mancilla, O. 2006. Upper Cretaceous to Holocene magmatism and evidence for transient Miocene shallowing of the andean subduction zone under the northern Neuquén basin. En Kay, S.M. y Ramos, V.A. (eds.) *Evolution of an Andean margin: A tectonic and magmatic view from the Andes to the Neuquén basin (35°-39°S lat)*, Geological Society of America, Special Paper 407: 19-60.
- Llambías, E., Leanza, H. y Galland, O. 2011. Agrupamiento volcánico Tromen-Tilhue. En Leanza, H., Arregui, C., Carbone, O., Danieli, J. y Vallés, J. (eds.) *Geología y Recursos Naturales de La Provincia de Neuquén*, Asociación Geológica Argentina: 627-636, Neuquén.
- Pöppig, E. 1835. *Reise in Chile, Peru und auf dem Amazonenstromewährend der Jahre 1827-1832*. 466 p. <http://books.google.com>
- Pöppig, E. 1837. *Über die Vulkane von Chili. Auseinbriefe des Herrn Professors Eduard Pöppigan Herrn Alexander Von Humboldt*. En Berghaus, H. (ed.) *Annalen der Erd-, Völker- und Staatenkunde. Band 3 (Vom 1 Oktober 1836 bis 31 März 1837)*: 217-220, Berlin. <http://archive.org/>
- Selles, D., Rodriguez, A. C., Dungan, M. A., Naranjo, J. A. y Gardeweg, M. 2004. Geochemistry of Nevado de Longavi volcano (36.2° S): a compositionally atypical arc volcano in the Southern Volcanic Zone of the Andes. *Revista Geológica de Chile* 31: 293-315.
- Simkin, T. y Siebert, L. 1994. *Volcanoes of the world: A Regional Directory, Gazetteer, and Chronology of Volcanism During the last 10,000 Years*. 2nd. ed, 368 pp. Geosciences Press., 368 p. Tucson.
- Von Wolff, L. F. 1929. *Der Vulkanismus, Band 2: Spezieller Teil 1 Teil Die Neue Welt (Pazifische Erdhälfte) der Pazifische Ozean und Seine Randgebiete*. 828 p. Stuttgart.

Recibido: 10 de diciembre, 2013

Aceptado: 16 de abril, 2014