

Depósitos laháricos en la Formación Los Molles en Chacay Melehue, Neuquén: evidencia de volcanismo jurásico en la cuenca neuquina

Eduardo J. LLAMBÍAS¹ y Héctor A. LEANZA²

¹ Centro de Investigaciones Geológicas – CONICET. Calle 1 – n° 644 - 1900 La Plata. E-mail: llambias@cig.museo.unlp.edu.ar

² Servicio Geológico Minero Argentino – CONICET. Av. Julio A. Roca 651 - Piso 10 - 1322 Buenos Aires.

E-mail: hleanz@secind.mecon.gov.ar

RESUMEN. Se describen depósitos laháricos en la comarca de Chacay Melehue, en la región noroccidental de la provincia del Neuquén. Los mismos, que previamente habían sido interpretados como lavas almohadilladas o como formando parte de una secuencia turbidítica normal, se encuentran ubicados estratigráficamente en la Formación Los Molles del Grupo Cuyo. Merced a los ammonites presentes en la sección, se los atribuye a la cercanía del límite Toarciano - Aaleniano. Se estima que su origen se vincula a un paroxismo volcánico ocurrido en la zona del arco magmático ubicada algunas decenas de kilómetros al poniente.

Palabras clave: *Jurásico, Formación Los Molles, Grupo Cuyo, Cuenca Neuquina, Lahar.*

ABSTRACT. *Lahar deposits of the Molles Formation in Chacay Melehue, Neuquén: evidence of Jurassic volcanism in the Neuquén basin.* We describe lahar deposits from the Chacay Melehue area, in the north-western region of Neuquén province. These deposits, which have been previously interpreted as pillow lavas or as forming part of a normal turbiditic sequence, are stratigraphically located in the Los Molles Formation of the Cuyo Group. On the basis of ammonites found in the section, they are assigned to the proximity of the Toarcian – Aalenian boundary. Their origin appears to be related to a volcanic paroxysm occurring in the magmatic arc area located some tens of kilometers to the west.

Key words: *Jurassic, Los Molles Formation, Cuyo Group, Neuquén Basin, Lahar.*

Introducción

En el camino que une Chos Malal con Andacollo, a la altura de la clásica localidad jurásica de Chacay Melehue (Fig. 1), se destacan en la Formación Los Molles (Weaver 1931) dos potentes bancos grisáceos masivos, con mala selección, que contrastan con los delgados tramos pelíticos que los contienen. En este nivel del perfil también se encuentra un banco lentiforme de hasta 15 m de espesor compuesto por bloques provenientes de las pelitas subyacentes, de tamaño variado y distribución caótica. Los dos bancos masivos habían sido considerados previamente en la literatura como lavas submarinas con textura en almohadilla por Zöllner y Amos (1973) o como bancos originados en un tradicional contexto de sedimentación turbidítica (Gulisano y Gutiérrez Pleimling 1995), mientras que el banco con bloques de pelitas fue interpretado por Gulisano *et al.* (1984) como depósito de un flujo de detritos. A partir del estudio realizado por los autores, se postula por primera vez que los dos bancos masivos podrían ser considerados como lahares, al interpretarse que pudieron formarse mediante un mecanismo de flujo denso, de naturaleza cohesiva, dominado por componentes volcánicos y lubricados por agua a temperatura ambiente. Se estima que este enfoque resulta más coherente si se tiene en cuenta que el monótono mecanismo de sedimentación de los 850 m de lutitas

negras anóxicas dominado por procesos de tracción - decantación de la Formación Los Molles, se ve repentinamente interrumpido por la aparición de los exóticos niveles laháricos cuyo origen podría vincularse con un fuerte paroxismo volcánico ocurrido en la zona del arco mesozoico ubicado algunas decenas de kilómetros al occidente.

El interés de describir las intercalaciones laháricas en la Formación Los Molles se basa en que las mismas revelan la existencia de un volcanismo feno-andesítico contemporáneo con la sedimentación del Jurásico Temprano, ubicado en tierras emergidas no muy lejos de la línea de costa de la cuenca. Sin duda, el estudio de estos depósitos permitirá ampliar el conocimiento geológico de esta región y comprender la relación entre la sedimentación y la actividad magmática durante los comienzos de la sedimentación en la cuenca neuquina.

Posición estratigráfica y edad de los dos depósitos laháricos

Los dos depósitos de flujos densos motivo de esta nota están compuestos en su totalidad por fragmentos de andesitas y se encuentran ubicados estratigráficamente en la parte inferior de la Formación Los Molles, 150 m por encima de su base (Fig. 2). Definida por primera vez por Weaver (1931),

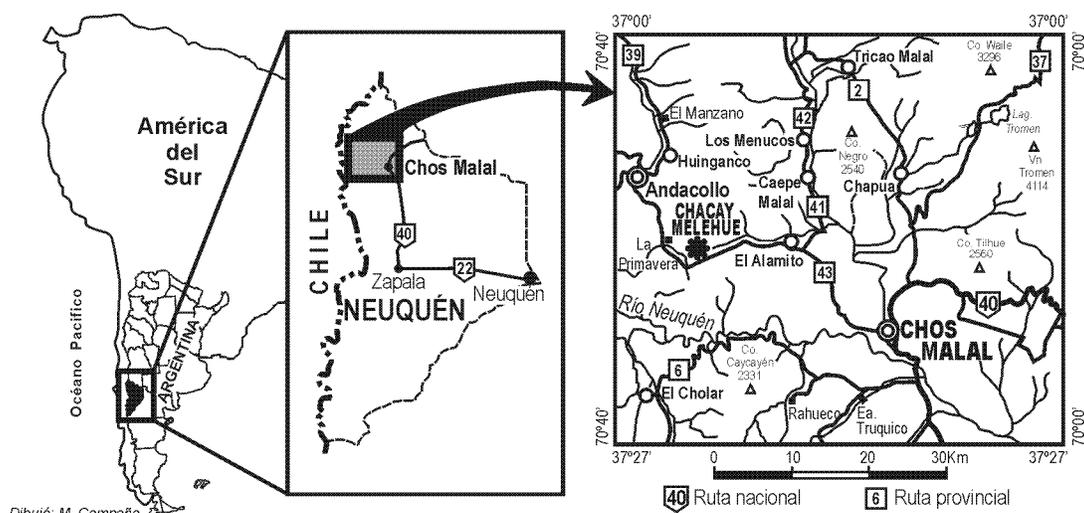


Figura 1: Mapa de ubicación. La Cordillera del Viento se extiende hacia el norte de Chacay Melehue.

esta unidad pertenece al Grupo Cuyo, que conforma el primer ciclo de sedimentación marina ocurrido durante el Jurásico en el centro y sur de la cuenca neuquina. En lo que se refiere a Chacay Melehue, se conocen varios estudios mayormente de índole estratigráfica y/o paleontológica, que hacen referencia a sus características y asignación cronológica (Dellapé *et al.* 1979, Rosenfeld y Volkheimer 1980, Riccardi y Westermann 1991a, 1991b, Riccardi 1993; Riccardi y Gulisano 1993; Gulisano y Gutiérrez Pleimling 1995, entre otros).

En Chacay Melehue los afloramientos de la Formación Los Molles se hallan restringidos a una faja que contornea el sector sudoriental del cierre austral del braquianticlinal de la cordillera del Viento (Leanza y Hugo 2004). Esta unidad está compuesta por más de 850 m de lutitas negras mayormente anóxicas, acumuladas mediante un mecanismo de régimen turbidítico. Se apoya en concordancia sobre la Formación La Primavera (Suárez y De La Cruz 1997) mediante una caliza basal muy similar a la de la Formación Chachil (Weaver 1942, Leanza 1990), siendo a su vez cubierta a través de un neto límite de secuencia por la Formación Tábanos. Teniendo en cuenta el perfil de Chacay Melehue presentado por Gulisano y Gutiérrez Pleimling (1995), los depósitos laháricos pueden adjudicarse a las cercanías del límite toarciense – aaleniano.

En Chile, la Formación Los Molles encuentra correlación con la Formación Nacientes del Bío Bío (Suárez *et al.* 1988, Suárez y Emparán 1997, De La Cruz y Suárez 1997), y más precisamente con los Miembros Icalma y Lolen – Pacunto, los cuales se encuentran dominados por rocas volcánicas, lavas andesíticas y basaltos con intercalaciones sedimentarias marinas subordinadas, representativas de un ambiente de arco, donde estimamos se originó presumiblemente el flujo lahárico que motiva esta nota.

Nomenclatura y característica de los depósitos laháricos

En las partes altas de las cadenas montañosas, caracteriza por una topografía abrupta y la existencia de abundante

material disgregado, se originan con frecuencia flujos densos lubricados por agua a temperatura ambiente. De acuerdo con el contenido de agua y a la cohesión del flujo, pueden distinguirse flujos de detritos cohesivos, y flujos hiperconcentrados no cohesivos (Coussot y Meunier 1996, Mulder y Alexander 2001). Cuando estos flujos se originan en las laderas de un estratovolcán activo reciben el nombre de lahar, vocablo de origen indonesio que ha sido utilizado en forma indistinta tanto para el proceso como para el depósito, lo cual implica cierta imprecisión en la nomenclatura. En este trabajo se utilizará el término de lahar para referirse al proceso, el cual es considerado como un flujo denso con definida composición volcánica, y el de diamictita para el nombre de la roca. En síntesis, lahar es un flujo de detritos o un flujo hiperconcentrado dominado por componentes volcánicos y lubricados por agua generalmente a temperatura ambiente.

Los lahares (véase la síntesis de Vallance 2000) alcanzan a recorrer grandes distancias porque al formarse en estratovolcanes, que comúnmente se elevan hasta unos 2 km sobre la superficie regional, adquieren en su inicio un elevado *momentum* (= masa x velocidad). Generalmente son flujos canalizados que pueden vencer obstáculos topográficos moderados y, al desaparecer las escotaduras del valle y disminuir la pendiente, forman lóbulos y abanicos. Estos flujos pueden continuar por debajo del agua sin perder su coherencia y en estos casos fueron denominados flujos *hiperpícnicos* por Mulder y Alexander (2001). Estos flujos subcúneos corresponden a flujos de detritos ya que por su cohesividad no se dispersan ni diluyen durante el transporte. Los lahares modernos con transporte subcúneo descriptos por Vallance y Scott (1997) se encuadran dentro de esta categoría.

La superficie de los lahares tiende a ser *hummocky* en las adyacencias del volcán por la mayor proporción de bloques y porque en muchos casos el flujo se inicia con un deslizamiento. En los sectores distales, donde han perdido parte de los bloques de mayor tamaño o se han enriquecido en agua, tienden a mostrar superficies planas e incluso pasan a escurrimientos fluviales ricos en arena. Los volúmenes son moderados, de alrededor de 0,1 km³, alcanzando los de mayor

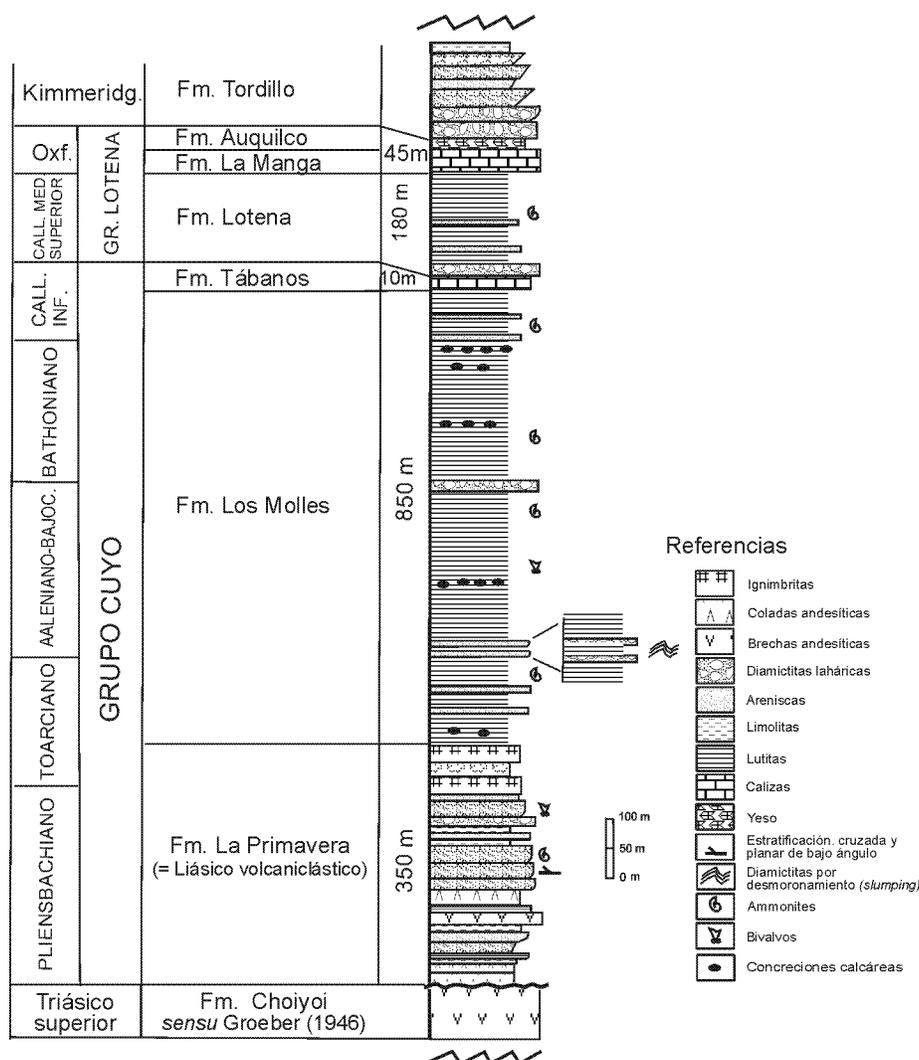


Figura 2: Perfil de Chacay Melehue, mostrando la posición de los depósitos laháricos. La denominación de Formación Choiyoi (= Choiyoilitense de Groeber, 1946; = Serie Porfírica Supratriásica, Groeber, 1929) difiere de la utilizada por Rolleri y Criado Roque (1970) en Mendoza.

desarrollo hasta 3,8 km³ (Vallance y Scott 1997) en tanto que las distancias recorridas son variables, del orden de decenas de kilómetros. En los Andes, por ejemplo, Mothes *et al.* (1998) consignaron distancias de hasta 326 kilómetros.

Características de los depósitos laháricos de Chacay Melehue

En el tercio inferior de la Formación Los Molles en Chacay Melehue se han individualizado dos bancos lenticulares de diamictitas separados por 4,60 m de pelitas negras (Fig. 3). En este tramo del perfil también se encuentran bancos arenosos, sin clastos de mayor tamaño, que pueden ser interpretados como bancos turbidíticos de mayor granulometría o como lahares que perdieron la carga sólida gruesa y pasaron a un escurrimiento de tipo fluvial que ingresó en la cuenca como un episodio turbidítico. En el mismo nivel estratigráfico donde están los dos bancos de diamictitas se encuentra un espeso

banco de hasta 15 m de espesor, no continuo lateralmente, caracterizado por contener bloques angulosos de tamaño muy diverso. Los bloques están compuestos mayormente por pelitas similares a las infrayacentes, por fragmentos provenientes de los bancos arenosos y en menor proporción, por fragmentos provenientes del lahar. Los bloques de mayor tamaño corresponden a las pelitas, alcanzando más de 2 m de longitud (Fig. 4a,b), y su característica principal es la de estar plegados. Este banco, cuya estructura interna es caótica, fue descrito por Gulisano *et al.* (1984) como un *pebbly mudstone* originado por un flujo de detritos y que interpretamos como el resultado de un desmoronamiento (*slumping*) local. La roca también es una diamictita y para diferenciarla de las originadas por el lahar la denominaremos *diamictita de desmoronamiento*. La inclusión de grandes bloques de pelitas distingue a este banco de los de diamictitas laháricas, que contienen escasos clastos de sedimentitas.

Los depósitos laháricos de Chacay Melehue (Fig. 4c) se caracterizan por formar bancos masivos, con pobre selección

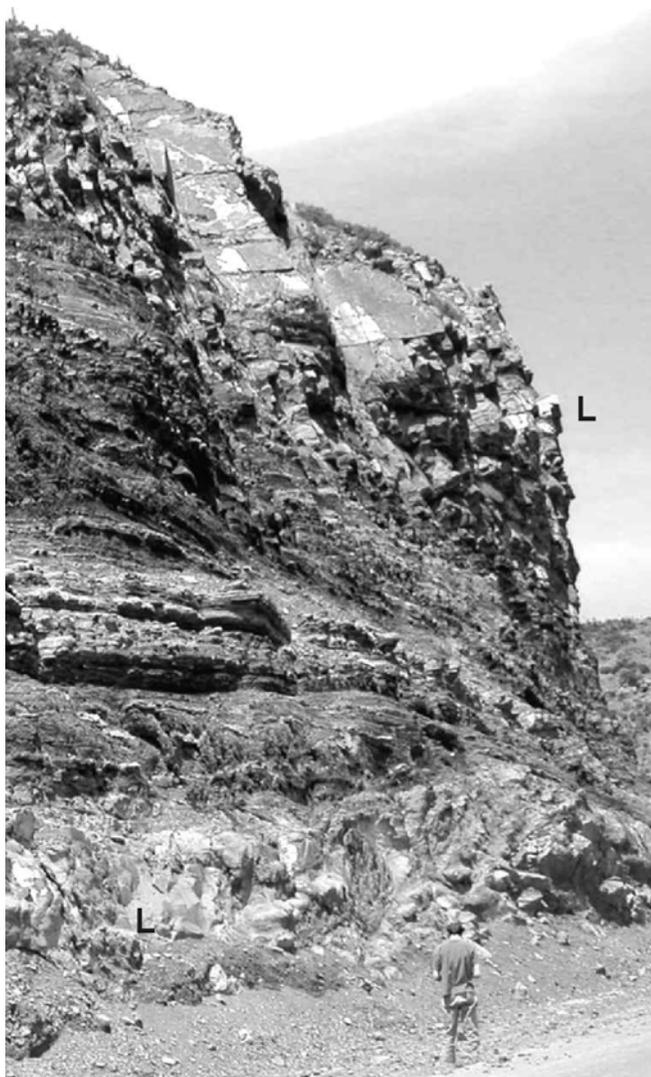


Figura 3: Aspecto de los dos bancos de diamictitas de origen lahárico en la Formación Los Molles, separados por 4,60 m de pelitas negras. Comarca de Chacay Melehue. Neuquén, Argentina.

y distribución desordenada de los clastos de mayor tamaño, con bases y techos groseramente planos en la escala mesoscópica del afloramiento (Fig. 4d,e), cuyo espesor individual alcanza hasta 2,50 metros. La estructura interna masiva y la mala selección de los clastos, que alcanzan a 0,80 m de diámetro, sugieren que se desplazaron como un flujo de detritos. En la base del lahar a veces se encuentra una capa arenosa a sabulítica (*sole layer* de Scott, 1988) de unos 10 cm de espesor que yace en contacto limpio con la roca infrayacente (Fig. 4h). Esta característica sugiere que el flujo del lahar no fue erosivo en este tramo, posiblemente debido al desacople mecánico entre el flujo y las rocas de la base.

Los clastos y la matriz tienen tonalidades oscuras y similar resistencia a la erosión (Fig. 4f), por lo cual no es fácil distinguir en primera instancia los clastos de la matriz, pudiendo confundírseles con un depósito con granulometría homogénea. Por esta propiedad, los clastos y la matriz se fracturan en forma similar. Sin embargo, en algunos bancos la matriz es

menos resistente que los clastos, por lo cual éstos sobresalen debido a la erosión diferencial (Fig. 4g). Asimismo, todos los clastos tienen una misma composición andesítica, revelando una única fuente de aporte y ausencia de incorporación de clastos con otras composiciones durante el transporte.

Los clastos son subredondeados (Fig. 4f,g), de composición andesítica, con tamaño variado desde fracción arena hasta bloques de 0,80 m de diámetro. La matriz consiste principalmente en arena fina, también con similar composición andesítica, reconocida por la abundancia de plagioclasa y escasez de cuarzo, y abundante vidrio pulverulento rico en inclusiones opacas. La proporción de arcillas es escasa. Clastos pertenecientes a las rocas subyacentes se encuentran en muy escasa proporción.

La andesita que constituye los clastos tiene texturas porfíricas con pastas ricas en plagioclasa acicular con marcada orientación por flujo, y entre ellas se encuentra una mesostásis vítrea (Fig. 5). El vidrio tiene tonalidades pardas rojizas, y es rico en inclusiones opacas. Está fresco, característica que también es común al vidrio pulverulento que forma parte de la matriz de la diamictita. La presencia de vidrio sin alteración y sin devitrificación sugiere que el depósito fue rápidamente sepultado y compactado, por lo cual no fue afectado por la meteorización ni tampoco por la presencia de agua con posterioridad a su depositación. Solamente se observan reemplazos parciales y grietas microscópicas rellenas por carbonatos, que posiblemente provienen de las sedimentitas adyacentes.

Los fenocristales más abundantes son de plagioclasa con hábito tabular corto (0,1 x 0,06 mm). En algunos clastos de andesita se observan fenocristales de plagioclasa de mayor tamaño con inclusiones globulares vítreas (textura panal de abeja), fenómeno común a muchas andesitas y que sugieren la inestabilidad de la plagioclasa durante la cristalización. No se han reconocido minerales ferromagnésicos, probablemente por su total alteración en carbonatos, los cuales también reemplazan en escasa proporción a los fenocristales de plagioclasa.

Discusión

La presencia de depósitos laháricos con clastos y matriz de composición andesítica intercalados en las turbiditas de la Formación Los Molles indica la existencia de estratovolcanes en las regiones emergidas adyacentes a la cuenca sedimentaria. La escasa proporción de clastos con otras composiciones sugiere que dichos volcanes se encontraban cerca de la línea de costa, ya que durante su transporte no incorporaron clastos exóticos. Asimismo, el hecho que el vidrio de los clastos de andesita y el de la matriz de la diamictita se encuentren frescos, permite inferir que el material suelto no fue meteorizado ni tampoco devitrificado por la presencia de gases calientes y, además, que fue sepultado rápidamente. Por esta característica, se puede postular que los volcanes eran activos durante la sedimentación de la Formación Los Molles.

Las características de los depósitos de lahares estudiados son similares a los depósitos de bloques y ceniza (*block and ash*) originados por el colapso de domos volcánicos. La similitud entre ambos tipos de depósitos se debe en parte a que

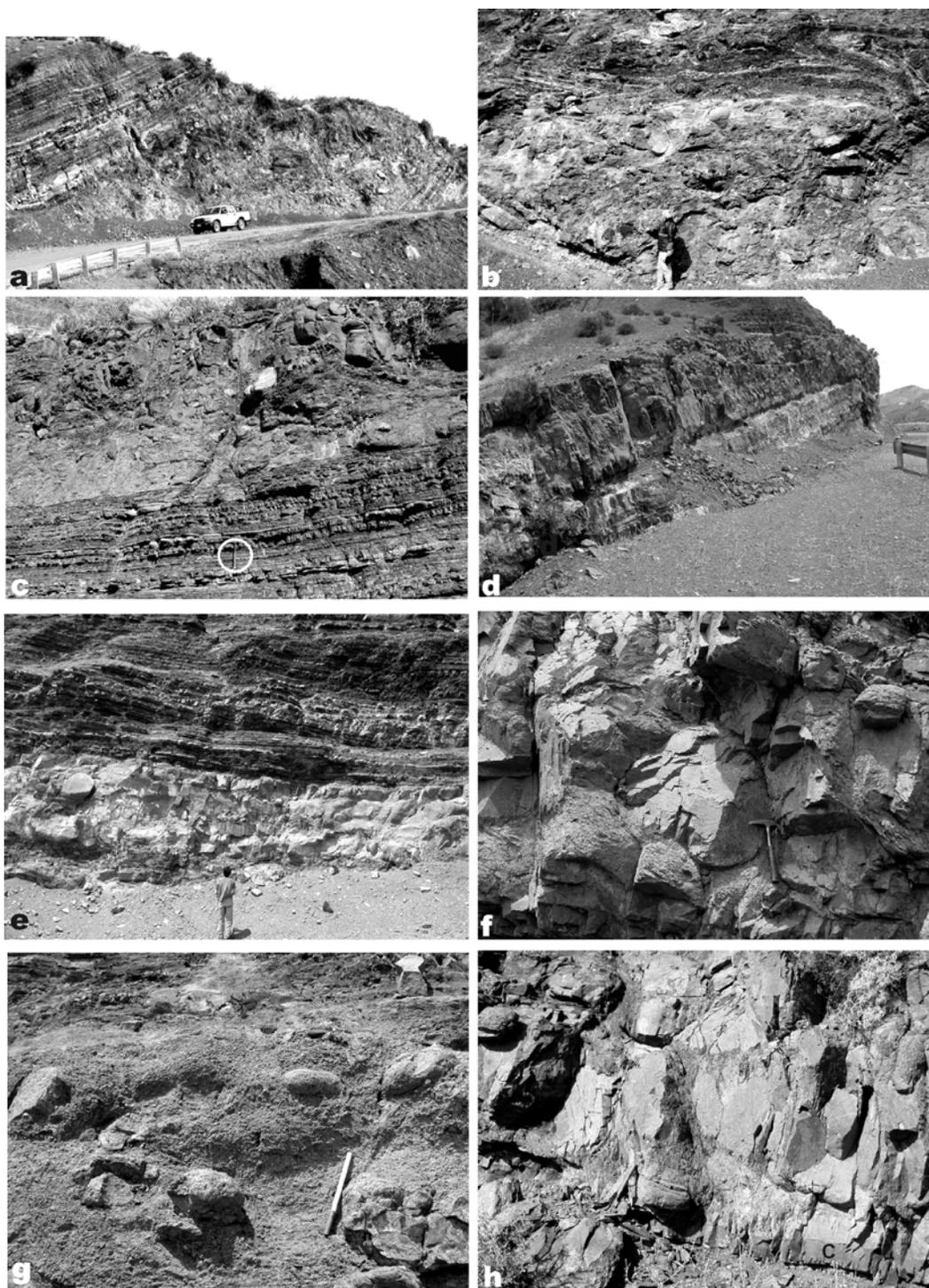


Figura 4: Distintos aspectos de la diamictita de desmoronamiento (a-b) y de las diamictitas laháricas (c-h) intercaladas en la Formación Los Molles, visibles en los destapes a lo largo de la ruta que une Chos Malal con Andacollo, en Chacay Melehue: **a)** aspecto general de la diamictita de desmoronamiento intercalada en la secuencia pelítica, que a la escala de la fotografía muestra base y techo planos; **b)** detalle de **a**, donde se aprecia el gran tamaño de los bloques de pelitas negras plegados (parte superior de la fotografía); **c)** banco de diamictita lahárica superior de 1,8 m de espesor. El martillo incluido en el círculo tiene 33 cm de largo. Las pelitas que lo separan del banco inferior tienen 4,60 m de espesor; **d)** aspecto tabular del banco ilustrado en **c**; **e)** banco de diamictita lahárica inferior, con abundantes clastos de andesita y con techo groseramente plano en la escala de la observación, **f)** detalle del banco de diamictita lahárica superior con un clasto de andesita subredondeado incluido en la matriz. Matriz y clastos se fracturan en forma similar; **g)** Diamictita lahárica con clastos subredondeados más resistentes que la matriz; **h)** distribución caótica de los bloques del banco de diamictita lahárica inferior. Como es común a otros depósitos laháricos, en la base se observa una capa casi continua de 10 cm de espesor de material fino (c) que yace en contacto neto con las pelitas infrayacentes. Este contacto sugiere un flujo no erosivo delimitado por una superficie de cizalla limpia.

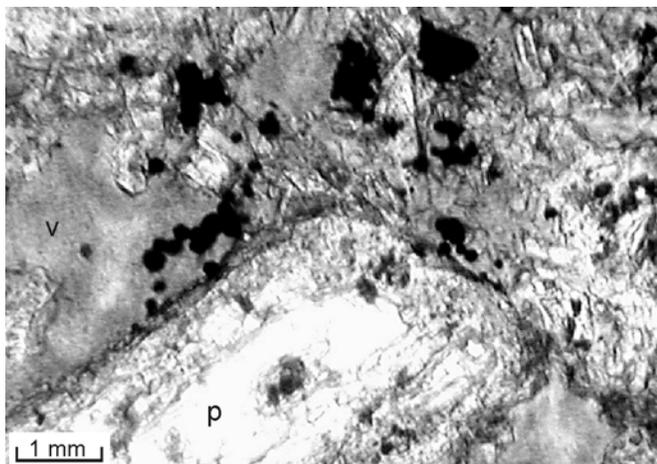


Figura 5: Sección microscópica, sin analizador, de un clasto de andesita de la diamictita lahática. Se destaca un fenocristal de plagioclasa (p) en una pasta mayormente vítrea (v). Además, se observan microfenocristales de magnetita y tablillas de plagioclasa.

en numerosas ocasiones los lahares se forman a partir de los depósitos de bloques y cenizas durante su desplazamiento, en particular en climas lluviosos (Miyabuchi 1999). Incluso, se ha propuesto que las lluvias torrenciales pueden desencadenar el colapso de los domos (Carn *et al.* 2004). En el presente trabajo se favorece el origen lahárico de los dos bancos de diamictita que se encuentran en la sección inferior del Grupo Molle por las siguientes características: 1) el vidrio está fresco y, además, no muestra signos de haber vesiculado ni fragmentado; 2) la ausencia de clastos exóticos, característica de unos pocos lahares, puede ser explicada porque el flujo descendió por las laderas de un estratovolcán situado cerca de la costa del mar. Cuando ingresó al mar era un flujo coherente de alta densidad que se deslizaba casi sin mezclarse con las pelitas del substrato; 3) el redondeamiento de los clastos de andesita puede deberse a meteorización catafilar de los bloques de andesita, conjuntamente con las colisiones entre ellos.

La actividad volcánica en la cuenca neuquina durante el Jurásico Temprano y Medio es conocida por las descripciones de abundantes volcanitas en la Formación Nacientes del Bío Bío (Suárez *et al.* 1988, Suárez y Emparán 1997, De La Cruz y Suárez 1997) situada en el margen occidental de dicha cuenca, a lo largo de la frontera de Argentina con Chile. Estos autores han descrito en el Miembro Icalma (Pliensbachiano a Toarciano) de la citada unidad rocas basálticas almohadilladas con afinidades tholeíticas, mientras que la actividad volcánica andesítica la describen en los Miembros Lolén – Pacunto (Aaleniano – Kimmeridgiano inferior) y Lonquimay (Bathoniano superior – Calloviano inferior). Por ello, se estima que los volcanes andesíticos que originaron los lahares forman parte del volcanismo andesítico acaecido durante el Jurásico Temprano. Una evidencia indirecta de volcanismo contemporáneo con la Formación Los Molles ha sido mencionada por diversos autores (*i.e.* Gulisano y Gutiérrez Pleimling 1995) al describir material tobáceo intercalado entre las sedimentitas de esta unidad. Asimismo, Gómez Pérez (2001) relacionó una construcción estromatolítica de la Formación Los Molles con una posible actividad volcánica.

En general, el origen de los lahares, en el caso que haya

suficiente agua disponible, se puede resumir de acuerdo con Crandell (1971) por: 1) una erupción en un volcán coronado por nieve o hielo; 2) sismos relacionados con un período de intensa actividad eruptiva que facilitaron el rápido drenado de lagos endicados; o 3) intensas lluvias que movilizan el material volcánico no consolidado. En cualquiera de estos tres escenarios el estratovolcán conserva su relieve intacto y posee abundante material suelto en sus empinadas laderas, por lo cual el lahar puede considerarse contemporáneo con la actividad volcánica.

El banco de diamictita de desmoronamiento estudiado aquí, tiene todos los atributos de un flujo de detritos (Gulisano *et al.* 1984), pero por el hecho de contener solamente bloques de pelitas se le puede atribuir un origen intracuenal y posiblemente el desmoronamiento fue favorecido por un ángulo de reposo crítico y por el ingreso catastrófico de los lahares. Además, el plegamiento de los bloques de pelitas sugiere que estas rocas todavía no se habían endurecido al momento de producirse el desmoronamiento.

No es casual que los depósitos laháricos y la diamictita de desmoronamiento se encuentren en el mismo nivel del perfil, coincidencia que sugiere una causa común entre ambas unidades. El ingreso catastrófico del lahar en el ambiente de sedimentación turbidítico pudo haber desestabilizado las pelitas previamente depositadas, causando el desmoronamiento parcial de ellas. Otra causa posible es que los lahares se hayan formado durante un período de actividad sísmica relacionada al volcanismo explosivo de los estratovolcanes. Ambas escenarios revelan que la actividad volcánica se desarrollaba cerca del borde de la cuenca y que también era contemporánea con la Formación Los Molles, conclusión que es soportada, como ya se ha mencionado, por la ausencia de alteración del vidrio de las andesitas. Además, el marcado contraste de estos bancos gruesos con la fina sedimentación marina indica que se formaron durante un evento de naturaleza catastrófica.

Los lahares de Chacay Melehue se comportaron como flujos hiperpícnicos, con escasa incorporación de clastos exóticos durante su trayecto subaéreo, y escasa mezcla con los sedimentos pelíticos infrayacentes durante su trayecto subáqueo, lo cual significa que el flujo era cohesivo e ingresó en el ambiente marino con alta densidad y elevado *momentum*, probablemente con forma lobular. Fenómenos similares han sido observados en lahares modernos como el de Osceola Puget Sound, Washington, Estados Unidos, con un recorrido subáqueo de 14 km (Vallance y Scott 1997), sin que el flujo perdiera la coherencia. Estas condiciones son propias de un relieve con fuertes pendientes.

Conclusiones

Los depósitos laháricos intercalados en las turbiditas de la Formación Los Molles se originaron en estratovolcanes andesíticos que estaban activos durante la depositación de esta unidad. Estos volcanes se encontraban cerca de la línea de costa.

Debido a la alta densidad y al elevado *momentum* del flujo, éste pudo desplazarse por debajo del agua sin perder su coherencia. Por estas características se puede inferir que el relieve tenía pendientes pronunciadas.

La estrecha relación entre los depósitos laháricos y el des-

moronomiento intracuencal es atribuida a la pendiente del talud de la cuenca y a la actividad volcánica y/o sísmica, de naturaleza catastrófica, relacionada con el volcanismo.

La presencia de estratovolcanes contemporáneos con la Formación Los Molles indica que la intensa actividad volcánica triásica tardía todavía continuaba durante el Jurásico Temprano a Medio en la región de Chacay Melehue.

Agradecimientos

Los autores expresan su sincero agradecimiento al Dr. M. Manassero y a la Dra. A. M. Sato (Universidad Nacional de La Plata - CONICET) por los interesantes comentarios vertidos sobre un borrador del manuscrito y al Dr. L. Spalletti (Universidad Nacional de La Plata - CONICET) por el análisis de la nomenclatura de las rocas. Asimismo, agradecen a la Dra. P. Sruga (CONICET - SEGEMAR) y al Dr. J. Viramonte (Universidad Nacional de Salta - Conicet) por la detallada revisión del manuscrito y el aporte de nuevas ideas sobre el mismo. Este trabajo fue financiado por el CONICET mediante el subsidio PIP 2095, y por el SEGEMAR en el marco Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Carn, S. A., Watts, R. B., Thompson, G., Norton, G. E. 2004. Anatomy of a lava dome collapse: the 20 March 2000 event at Soufrière Hills Volcano, Montserrat. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 131: 241-264.
- Cousot, P. y Meunier, M. 1996. Recognition, classification and mechanical description of debris flows. *Earth-Science Review* 40: 209-227.
- Crandell, D. R. 1971. Postglacial lahars from Mount Rainier volcano, Washington. U. S. Geological Survey Professional Paper 677, 75 p., Denver.
- De La Cruz, R. y Suárez, M. 1997. El Jurásico de la cuenca de Neuquén en Lonquimay, Chile; Formación Nacientes del Bío Bío (38°-39°). *Revista Geológica de Chile* 24(1): 3-24, Santiago.
- Dellapé, D. A., Mombrú, C., Pando, G., Riccardi, A. C., Uliana, M. A. y Westermann, G. E. G. 1979. Edad y correlación de la Formación Tábanos en Chacay Melehue y otras localidades de Neuquén y Mendoza, con consideraciones sobre la distribución y significado de las sedimentitas Lotenianas. *Obra Centenario Museo La Plata* 5: 81-105, La Plata.
- Gómez Pérez, I. 2001. Estromatolitos de aguas profundas en la Formación Los Molles (Neuquén, Argentina): ¿chimenea de metano en el fondo marino jurásico? *Revista de la Asociación Argentina de Sedimentología* 8(2): 1-14.
- Groeber, P. 1929. Líneas fundamentales de la geología del Neuquén, sur de Mendoza y regiones adyacentes. Dirección General de Minas, Geología e Hidrología, Publicación 58, 109 p., Buenos Aires.
- Groeber, P. 1946. Observaciones geológicas a lo largo del Meridiano 70. *Revista de la Sociedad Geológica Argentina* 1(3): 117-208.
- Gulisano, C. A., Gutiérrez Pleimling, A. R. y Digregorio, R. E. 1984. Esquema estratigráfico de la secuencia jurásica del oeste de la provincia del Neuquén. 9° Congreso Geológico Argentino, San Carlos de Bariloche, Actas 1: 236-259.
- Gulisano, C. A. y Gutiérrez Pleimling, A. 1995. Field guide: The Jurassic of the Neuquén Basin. a) Neuquén province. *Asociación Geológica Argentina, Serie E, Guías de Campo* 2: 1-111, Buenos Aires.
- Leanza, H. A. 1990. Estratigrafía del Paleozoico y Mesozoico anterior a los Movimientos Intermálicos en la comarca del cerro Chachil, provincia del Neuquén. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 45(3-4): 272-299, Buenos Aires.
- Leanza, H. A. y Hugo, C. A. 2004. Mesozoico. En: E. I. Rovere, A. Caselli, S. Tourn, H. A. Leanza, C. A. Hugo, A. Folguera, L. Ecosteguy y S. Geuna, 2004. Hoja geológica 3772-IV, Andacollo, provincia del Neuquén. Servicio Geológico Minero Argentino. Instituto de Geología y Recursos Naturales. Boletín 298, 107 p., Buenos Aires.
- Miyabuchi, Y. 1999. Deposits associated with the 1990-1995 eruption of Unzen volcano, Japan. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 89: 139-158.
- Mothes, P. A., Hall, M. L. y Janda, R. J. 1998. The enormous Chillos Valley lahar: an ash-flow-generated debris flow from Cotopaxi volcano, Ecuador. *Bulletin Volcanologique* 59: 233-244.
- Mulder, T y Alexander, J. 2001. The physical character of subaqueous sedimentary density flows and their deposits. *Sedimentology* 48: 269-299.
- Riccardi, A. C. 1993. Formación Los Molles. En: A. C. Riccardi y S. E. Damborenea (Eds.): *Léxico estratigráfico de la Argentina. Volumen 9: Jurásico. Asociación Geológica Argentina, Serie B, Didáctica y Complementaria* 21: 239-243, Buenos Aires.
- Riccardi, A. C. y Gulisano, C. 1993. Unidades limitadas por discontinuidades: su aplicación al Jurásico Andino. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 45(3-4): 346-364, Buenos Aires.
- Riccardi, A. C. y Westermann, G. E. G. 1991a. Middle Jurassic ammonoid fauna and biochronology of the Argentine-Chilean Andes. Part 3. Bajocian - Callovian Eurycephalitinae, Stephanocerataceae. *Palaeontographica A* 216(4-6): 111-145, Stuttgart.
- Riccardi, A. C. y Westermann, G. E. G. 1991b. Middle Jurassic ammonoid fauna and biochronology of the Argentine-Chilean Andes. Part 4. Bathonian-Callovian Reineckeidae. *Palaeontographica A* 216 (4-6): 111-145, Stuttgart.
- Rolleri, E. O. y Criado Roque, P. 1970. Geología de la provincia de Mendoza. 4as. Jornadas Geológicas Argentinas, Actas 2: 1-60.
- Rosenfeld, U. y Volkheimer, W. 1980. Turbidite und andere Rhythmite in tieferen Jura des Neuquén-Beckens (Argentinien). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen* 159(3): 379-421, Stuttgart.
- Scott, K. M. 1988. Origin, behaviour, and sedimentology of lahars and lahar-runout flows in the Toutle-Cowlitz River system. U. S. Geological Survey Professional Paper 1447 A, 74 p. Denver.
- Suárez, M. y De La Cruz, R. 1997. Volcanismo pliniano del Lias durante los inicios de la cuenca de Neuquén, Cordillera del Viento, Neuquén, Argentina. 8° Congreso Geológico Chileno, Actas 1: 266-270, Antofagasta.
- Suárez, M. y Emparán, C. 1997. Hoja Curacautín, Regiones de la Araucanía y del Bío Bío, escala 1 : 250.000. Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile, Carta Geológica de Chile 71(1), 105 p., Santiago.
- Suárez, M., Emparán, C. y De La Cruz, R. 1988. Lavas submarinas, rocas piroclásticas y turbiditas jurásicas en los Andes de Lonquimay (Latitud 38° - 39° S). Volumen Especial Resúmenes 5° Congreso Geológico Chileno [= Comunicaciones 39, p. 39], Santiago.
- Vallance, J. W. 2000. Lahars. En: Sigurdsson, H (Ed.): *Encyclopedia of Volcanoes*, Academic Press, 601-616, Nueva York.
- Vallance, J. W. y Scott, K. M. 1997. The Osceola mudflow from Mount Rainier: sedimentology and hazard implications of a huge clay-rich debris flow. *Geological Society of America Bulletin* 109(2): 143-162.
- Weaver, Ch. 1931. Paleontology of the Jurassic and Cretaceous of west central Argentina. *Memoir University of Washington* 1: 1-469, Seattle.
- Weaver, Ch. 1942. A general summary of the Mesozoic of South and Central America. *Proceedings 8° American Science Congress* (1940) 4, Geology: 149-193, Washington.
- Zöllner, W. y Amos, A. J. 1973. Descripción geológica de la Hoja 32b, Chos Malal, provincia del Neuquén. Servicio Nacional Minero Geológico, Boletín 143, 91 p., Buenos Aires.

Recibido: 13 de octubre, 2004

Aceptado: 27 de mayo, 2005