



AMBIENTE TECTÓNICO TRIÁSICO SUPERIOR-JURÁSICO INFERIOR ASOCIADO AL METAMORFISMO DIASTATERMAL DE LA CUENCA NEUQUINA

Rodrigo Javier SUÁREZ*, Pablo Diego GONZÁLEZ

Instituto de investigación en Paleobiología y Geología (UNRN-CONICET). R 8332 EXZ.
rodrigo_s_37@hotmail.com; pdgonzalez@unrn.edu.ar

*Dirección actual: Instituto de estudios andinos (UBA-CONICET).

RESUMEN

En este artículo se dan a conocer avances sobre el estudio del metamorfismo en rocas del sinrift de la cuenca Neuquina y su relación con el marco tectónico y evolutivo del margen Andino durante el Triásico-Jurásico.

Producto del flujo calórico anómalo relacionado a la apertura de la cuenca Neuquina y sumado al posterior enterramiento que sufrieron las rocas del sinrift, fueron afectadas por un metamorfismo de muy bajo grado. Posteriormente, las distintas etapas de deformación compresiva acaecidas a partir del Jurásico Medio, exhumaron y enfriaron las rocas, llevándolas fuera del campo metamórfico. Las características y evolución de este metamorfismo son afines al modelo de metamorfismo diastatermal.

Palabras clave: Sinrift; arco volcánico; metamorfismo de muy bajo grado; cuenca de back arc; anomalía térmica.

ABSTRACT

Tectonic setting Upper Triassic-Lower Jurassic associated to diastathermal metamorphism of the Neuquen basin. In this article we show advances about study of metamorphism in rocks of the syn-rift from Neuquen basin and its relationship with tectonic framework and evolutive of the Andean margin during Upper Triassic-Lower Jurassic.

Due to anomalous heat flow related to the opening of the Neuquén basin and subsequent buried of the syn-rift rocks, were affected by a very low-grade metamorphism. Later, the rocks were exhumed and cooled through different stages of compressive deformation from Middle Jurassic. The characteristics and evolution of this metamorphism are similar to diastathermal metamorphic model.

Keywords: Syn-rift; volcanic arc; very low-grade metamorphism; back-arc basin; thermal anomaly.

INTRODUCCIÓN

La cuenca Neuquina se encuentra en el sector centro-occidental de la Argentina ocupando una posición de retro-arco respecto al arco magmático Andino. La evolución de la cuenca comienza por esfuerzos extensivos en el Triásico Medio (?) -Superior. La extensión de este período fue favorecida por un alto gradiente geotérmico (Llambías *et al.* 2007) y acompañada por volcanismo con tendencia bimodal que caracterizó el Ciclo Precuyano. Para el Jurásico Inferior-Medio migra el arco volcánico hacia el oeste (Cordillera de la Costa chilena) y la cuenca evoluciona con características de *back-arc* extensional hasta el Cretácico Inferior (Mpodozis y Ramos, 2008; Tunik *et al.* 2010). Desde el Jurásico hasta el Cre-

tácico se depositan en la cuenca cinco ciclos sedimentarios marinos y continentales, siendo el primero de ellos el Grupo Cuyo del Jurásico Inferior a Medio (Arregui *et al.* 2011a).

Debido al alto flujo calórico que presentó la cuenca en el estadio de sinrift, el Ciclo Precuyano y la base del Grupo Cuyo fueron afectados por un metamorfismo de muy bajo grado de tipo extensional (Suárez, 2016). Este metamorfismo fue identificado regionalmente, tanto en depocentros de la Precordillera Neuquina Sur (PNS) y Norte (PNN), como en depocentros del sub-suelo (Suárez, 2016).

El objetivo de esta contribución es caracterizar el ambiente tectónico asociado al metamorfismo diastatermal que presentan las rocas de la base de la cuenca Neu-

quina, teniendo en cuenta el análisis de las paragénesis minerales, microestructuras y trayectoria metamórfica de las rocas.

MARCO GEOLÓGICO

La edad de las rocas del basamento es, en sentido amplio, anterior al Triásico Medio y está constituido por los siguientes grupos de unidades (véase Cingolani *et al.* 2011): (1) Rocas metamórficas e ígneas del Silúrico-Devónico al Carbonífero inferior; (2) Rocas volcánicas y sedimentarias marinas del Carbonífero superior-Pérmico inferior y (3) Rocas volcánicas y piroclásticas del Pérmico-Triásico Inferior del Grupo Choiyoi.

En el Triásico Medio (?) -Superior durante la disgregación de Gondwana y vinculado a la actividad tectónica del proto-margen Andino (Franzese y Spaletti, 2001) se produce la extensión y depositación de las rocas asociadas a la etapa temprana del sinrift o Ciclo Precuyano. Son rocas principalmente volcánicas y volcanoclásticas, depositadas en hemigrábenes formados a partir de estructuras preexistentes en el basamento y de orientación general N-S a NO-SE. Presentan tendencia bimodal y

una geoquímica afín a las series orogénicas (D' Elia *et al.* 2012; Llambías *et al.* 2007).

Para el Jurásico Inferior-Medio el arco volcánico migra hacia el oeste (Cordillera de la Costa) y la cuenca evoluciona con características de *back-arc* extensional hasta el Cretácico Inferior Tardío (Mpodozis y Ramos, 2008; Tuniket *et al.* 2010). Durante el Jurásico se deposita el primer ciclo sedimentario de la cuenca, el Grupo Cuyo. Presenta un marcado diacronismo de Hettangiano-Sinemuriano en el norte a Pliensbachiano-Toarciense en centro de cuenca (Arregui *et al.* 2011b). La depositación de la base de este grupo está relacionado a la etapa de rift mientras que los términos superiores se depositaron en relación a la etapa de subsidencia generalizada o *post-rift* (Arregui *et al.* 2011b).

En la cuenca Neuquina se identifican tres periodos importantes de deformación compresiva. El primero de ellos, asociado a la convergencia oblicua del Jurásico Medio entorno a la dorsal de Huincul (Mpodozis y Ramos, 2008). Luego la deformación del Cretácico y más tarde la del Mioceno se asocian a pulsos de somerización de la placa de Nazca (Ramos y Kay, 2006).

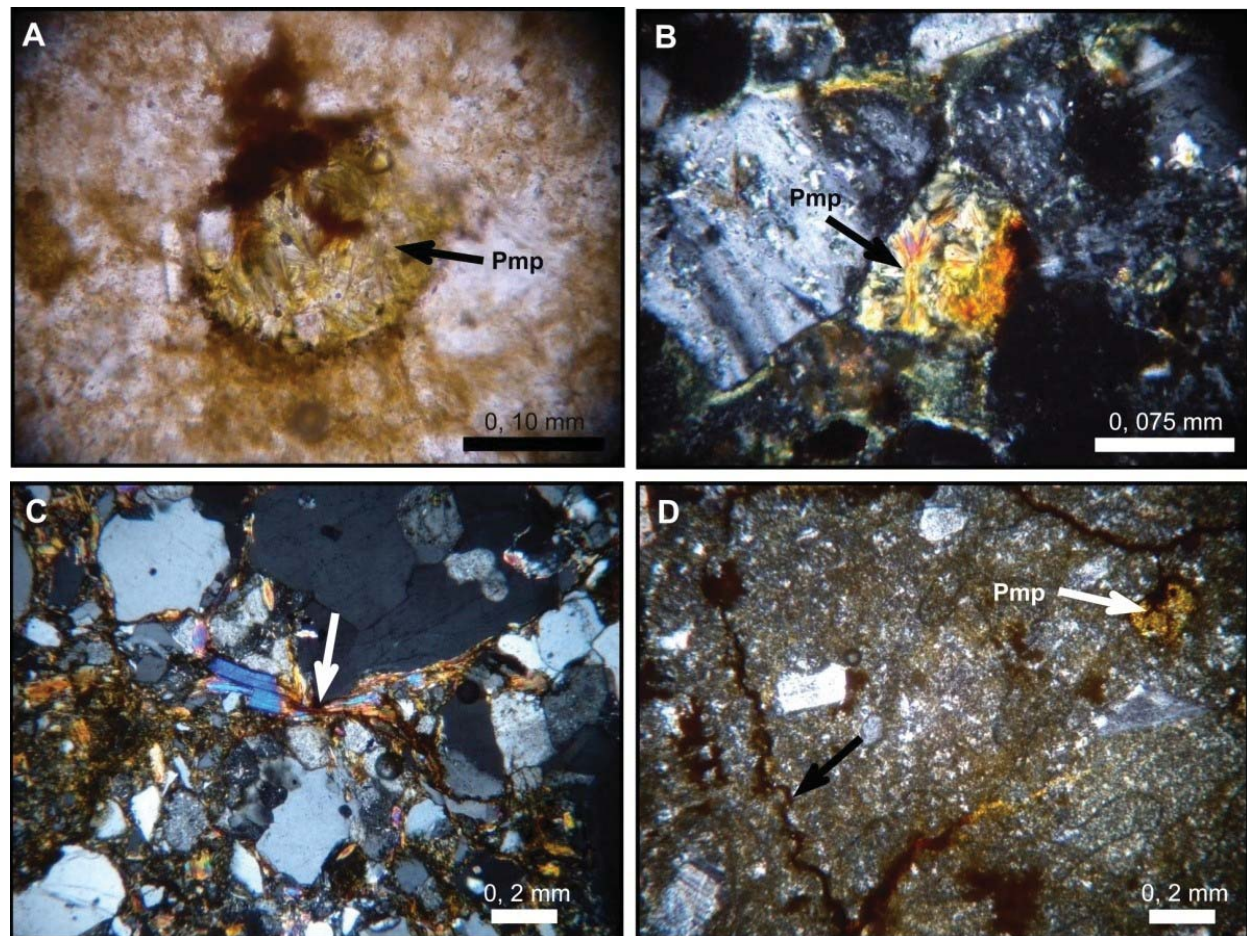


Figura 1. A) Pumpellyíta en una ignimbríta andesítica del CicloPrecuyano en la cordillera de Chachil. **B)** Pumpellyíta en una ignimbríta dacítica del CicloPrecuyano en la cordillera del Viento. **C)** Micro-boudin en muscovita (flechablanca) de la base del GrupoCuyo en el depocentro del Rahue. **D)** Microestilolita (flechanegra) en ignimbríta del CicloPrecuyano en la cordillera de Chachil.

METODOLOGÍA

Se muestrearon rocas volcánicas y volcanoclásticas del Ciclo Precuyano y de la base del Grupo Cuyo en los depocentros de la PNS (Rahue-Chachil) y PNN (cordillera del Viento y alrededores). Se llevó a cabo un estudio mineralógico y microestructural de las mismas en secciones delgadas bajo microscopio petrográfico (NIKON modelo Eclipse EPOL 200). La confección y el estudio de las secciones delgadas se llevó a cabo en los laboratorios del Instituto de Investigación en Paleobiología y Geología (UNRN-CONICET).

Las abreviaturas de los minerales fueron tomadas de Bucher y Grapes (2011).

RESULTADOS

En afloramientos de rocas volcánicas y volcanoclásticas del sinrift se identificó una mineralogía metamórfica de muy bajo grado en transición al campo diagenético. Cabe destacar que esta mineralogía también fue reconocida en rocas del subsuelo en los yacimientos Granito Negro (Rubinstein *et al.* 2007), Octógono Fiscal (Velo *et al.* 2014) y Cupén Mahuida (Schiuma *et al.* 2011), y son equiparables con las analizadas en esta contribución.

La mineralogía metamórfica principalmente se compone de arcillas, ceolitas, filosilicatos y aluminosilicatos de calcio (Fig. 1A y 1B) correspondientes a las facies prehnita-pumpellyíta y facies ceolita en el Ciclo Precuyano y a la facies ceolita en transición al campo diagenético en la base del Grupo Cuyo (más detalles en Suárez, 2016). En las rocas analizadas, la facies prehnita-pumpellyíta se caracteriza por presentar la paragénesis mineral-Qtz + Cal + Chl + Ep + Pmp + Prh, mientras que, en facies ceolita las rocas presentan Lmt + Sm + Ab + Qtz + Cal + Chl + Ep ± Pmp ± Prh.

El metamorfismo no está acompañado de estructuras tectónicas tales como foliaciones y lineaciones, pero sí está acompañado de microestructuras de compactación, siendo estas microestilolitas, microvetillas y *micro-boudins* (Fig. 1C y 1D). Estas microestructuras son coincidentes con un campo de esfuerzos propio del soterramiento.

INTERPRETACIÓN Y DISCUSIONES

Origen de la anomalía térmica productora del metamorfismo

El flujo calórico en los continentes depende de la edad e intensidad del último evento magmático, la distribución en la corteza de los elementos radioactivos y el aumento del calor proveniente del manto (Condie, 1997). Los sectores de la corteza continental afectados por un evento extensional, como los inicios de la cuenca Neuquina, tienen un gradiente geotérmico elevado respecto a otras. Sumado a esto, los modelos petrogenéticos

más recientes plantean una filiación de arco magmático para las suites precuyanas (D'Elia *et al.* 2012; Llambías *et al.* 2007). Por lo que, el evento magmático y el calor proveniente del manto, debido a la extensión, serían los factores causantes de la anomalía térmica en el sinrift.

Siguiendo el razonamiento previo, el alto flujo calórico productor del metamorfismo, está vinculado al atenuamiento de la litósfera, el ascenso astenosférico y en menor medida, a la adición de transferencia de calor por parte del magmatismo asociado al volcanismo del Ciclo Precuyano (Suárez, 2016; Fig. 2).

Trayectoria metamórfica en relación a la evolución de la cuenca

Durante el Triásico Superior-Jurásico Inferior, la cuenca Neuquina estuvo sometida a una tectónica extensional acompañada de un flujo calórico anómalo. Actualmente, como escenario geodinámico, se plantea un ambiente orogénico con extensión en el *back-arc* (Llambías *et al.* 2007; D'Elia *et al.* 2012). Hacia el Jurásico Inferior, se instala el arco magmático en la Cordillera de la Costa (Chile) y migra el volcanismo hacia el oeste (Llambías *et al.* 2007; Mpodozis y Ramos, 2008). En el retro-arco, junto con la migración del arco también lo hace la anomalía térmica, que se desplaza hacia el oeste y produce el descenso del flujo calórico en la cuenca. Relacionado a este fenómeno, se produce la transición del sinrift al postrift en la cuenca y la unificación de los depocentros aislados (hemigrábenes). Del Jurásico Inferior al Jurásico Medio continúa la sedimentación en la cuenca, aumenta el enterramiento de las secuencias del sinrift y se consolida el ambiente de *back-arc*. Ya en el Jurásico Medio, en los depocentros del sinrift el entorno de la dorsal de Huincul se identifica el primer episodio compresivo que produjo la inversión tectónica positiva de los depocentros (García Morabito, 2010) y comenzó con la exhumación de las rocas, llevándolas fuera del campo metamórfico. En los depocentros del norte de la cuenca el primer episodio de deformación compresiva se evidencia a partir del Cretácico Inferior (Ramos y Kay, 2006). De este modo, se puede interpretar que la edad del metamorfismo está comprendida entre la edad de la depositación de las rocas y la edad del primer evento compresivo que produce la exhumación y el enfriamiento de las rocas.

La secuencia de eventos descripta produce una trayectoria metamórfica de presión-temperatura-tiempo antihoraria.

CONCLUSIONES

Las rocas del sinrift de la cuenca Neuquina presentan metamorfismo diastaternal de muy bajo grado asociado a la extensión del Triásico Superior-Jurásico Inferior. La anomalía térmica productora del metamorfismo estaría relacionada al atenuamiento de la litósfera, el ascenso

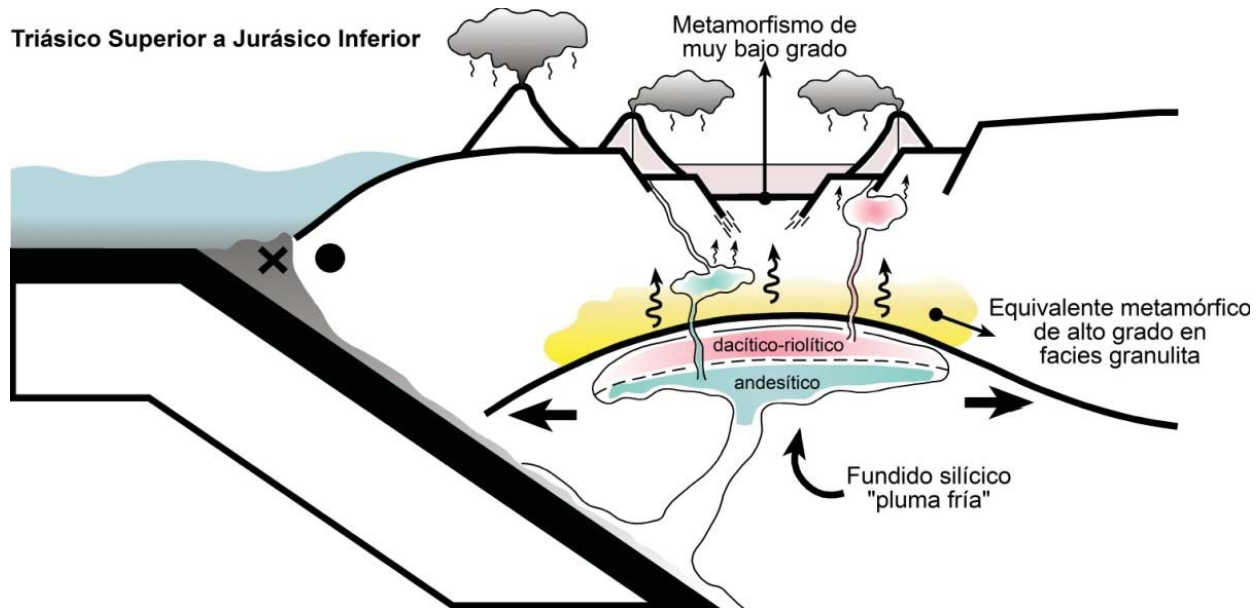


Figura 2. Esquema del ambiente geodinámico asociado con la anomalía térmica productora del metamorfismo diastaternal de la cuenca Neuquina. Basado en Castro y Gerya (2008) ; Winter (2010) ; D'Elia *et al.* (2012).

astenosférico y en menor medida, por la adición de transferencia de calor por parte del magmatismo del Ciclo Precuyano. La trayectoria del metamorfismo es antihoraria dada por el enterramiento/calentamiento y posterior exhumación/enfriamiento por acción de la faja plegada y corrida.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte de los resultados obtenidos en la Beca del CIN y en el TFL. El mismo fue financiado con la Beca AGA 2015 y con el proyecto acreditado PI-UNRN-40-A-302 otorgado al Dr. Pablo González.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

Arregui, C., Carbone, O. y Leanza, H. A. 2011a. Contexto tectosedimentario. En: Leanza, H. A., Arregui, C., Carbone, C., Danieli, J. C. y Vallés, J. M. (Eds.), *Geología y Recursos Naturales de la Provincia del Neuquén*. 18° Congreso Geológico Argentino, Relatorio 29-39, Neuquén.

Arregui, C., Carbone, O. y Martínez, R. 2011b. El Grupo Cuyo (Jurásico Temprano-Medio) en la cuenca Neuquina. En: Leanza, H. A., Arregui, C., Carbone, C., Danieli, J. C. y Vallés, J. M. (Eds.), *Geología y Recursos Naturales de la Provincia del Neuquén*. 18° Congreso Geológico Argentino, Relatorio 77-89, Neuquén.

Bucher, B. y Grapes, R. 2011. *Petrogenesis of Metamorphic Rocks*. 8ed, Springer-Verlag, 428 p., Berlín.

Castro, A. y Gerya, T. V. 2008. Magmatic implications of mantle wedge plumes: experimental study. *Lithos* 103: 138-148.

Cingolani, C. A., Zanettini, J. C. M. y Leanza, H. A. El basamento ígneo-metamórfico. En: Leanza, H. A., Arregui, C., Carbone, C., Danieli, J. C. y Vallés, J. M. (Eds.), *Geología y Recursos Naturales de la Provincia del Neuquén*. 18° Congreso Geológico Argentino, Relatorio 37-47, Neuquén.

Condie, K. C. 1997. *Platetectonics and crustal evolution*. But-

terworth-Heinemann 4ta ed. 282p., Oxford.

D'Elia, L., Muravchick, M., Franzese, J. R. y Bilmes, A. 2012. Volcanismo de sin-rift de la cuenca Neuquina, Argentina: relación con la evolución Triásico Tardío-Jurásico Temprano del margen Andino. *Andean Geology* 39 (1): 106-132.

Franzese, J. R. y Spalletti, L. A. 2001. Late Triassic-Early Jurassic continental extension in southwestern Gondwana: tectonic segmentation and pre-break-up rifting. *Journal of South American Earth Sciences* 14: 257-270.

García Morabito, E. 2010. Tectónica y estructura del retroarco andino entre los 38°15' y los 40°S. Tesis doctoral, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales-Universidad de Buenos Aires (inédita), 284 p., Buenos Aires.

Llambías, E. J., Leanza, H. A. y Carbone, O. 2007. Evolución tectono-magmática durante el Pérmico al Jurásico Temprano en la cordillera del Viento (37°05'S-37°15'S): nuevas evidencias geológicas y geoquímicas del inicio de la cuenca Neuquina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 62 (2): 217-235.

Mpodozis, C. y Ramos, V. 2008. Tectónica jurásica en Argentina y Chile: extensión, subducción oblicua, rifting, deriva y colisiones?. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 63 (4): 481-497.

Ramos, V. A. y Kay, Z. M. 2006. Overview of the tectonic evolution of the southern Central Andes of Mendoza and Neuquén (35°-39°S latitude). 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: 1-17.

Rubinstein, N., Bevins, R., Robinson, D. y Srouga, P. 2007. Very low grade metamorphism in the Precuyano Unit, Neuquén Basin, Argentina. *Colloquium on Latin American Geosciences, Actas* 20: 70-71. Alemania.

Schiama, M., Rodríguez, E., Tórtora, L. y Llambías, E. 2011. Depósitos de origen volcánico en el Yacimiento Cupén-Mahuida, cuenca Neuquina, Argentina. 8° Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos, Instituto Argen-



XX CONGRESO GEOLÓGICO ARGENTINO
7-11 de agosto de 2017 | San Miguel de Tucumán



- tino del Petróleo y Gas, Trabajos Técnicos, Actas: 147-167. Mar del Plata.
- Suárez, R. J. 2016. Metamorfismo de soterramiento en la cuenca Neuquina e implicancias en la maduración térmica de los hidrocarburos. Trabajo Final de Licenciatura, Universidad Nacional de Río Negro (inédito), 73p., General Roca.
- Velo, D., Mançada, R., Pioli, O., Mallaviabarrena, M., Creus, F., Ugarte, R., Narrillos, D. y Ciancio, L. 2014. Caracterización del reservorio en el basamento cristalino de la cuenca Neuquina. Productividad record desde rocas granitoides, caso del Octógono Fiscal, activo Plaza Huincul-Cutral Có. 9º Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos, Actas 439-457. Mendoza.
- Tunik, M., Folguera, A., Naipauer, M., Pimentel, M. y Ramos, V. A. 2010. Early uplift and orogenic deformation in the Neuquén basin: Constraints on the Andean uplift from U–Pb and Hf isotopic data of detrital zircons. *Tectonophysics* 489: 258–273.
- Winter, J. D. 2010. *Principles of Igneous and Metamorphic Petrology*. 2ed, Prentice Hall, 702p., New York.