

# EVIDENCIAS DE TECTÓNICA EXTENSIONAL EN EL JURÁSICO TARDÍO (KIMERIDGIANO) DEL SUROESTE DE LA PROVINCIA DE MENDOZA

José F. MESCUA<sup>1,2</sup>, Laura B. GIAMBIAGI<sup>1</sup> y Florencia BECHIS<sup>1</sup>

<sup>1</sup> IANIGLA, CCT-CONICET-MENDOZA. Dr. Adrián Leal s/n, Parque General San Martín, Mendoza, 5500, CC 330.

E-mails: jmesca@lab.cricyt.edu.ar, lgiambia@lab.cricyt.edu.ar, florbechis@lab.cricyt.edu.ar

<sup>2</sup> Laboratorio de Tectónica Andina, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.

## RESUMEN

Se presentan los resultados de una primera etapa de trabajo en la Formación Tordillo en el sudoeste de Mendoza. Esta unidad, asignada al Kimeridgiano, representa una continentalización de la cuenca Neuquina, y consiste principalmente en depósitos fluviales con depósitos eólicos y de barreal asociados. A partir de la reconstrucción de las variaciones de espesor de esta unidad, de la presencia de fallas normales sinsedimentarias que la afectan y del estudio de procedencia de areniscas en dos localidades que indica un aporte sedimentario desde ambos márgenes de la cuenca, se sugiere que la Formación Tordillo se depositó en el sudoeste de Mendoza durante un período extensional, en forma semejante a lo observado en la región del cerro Aconcagua y en la Sexta Región de Chile.

Palabras clave: *Extensión, Jurásico Tardío, Formación Tordillo, Cuenca Neuquina.*

**ABSTRACT:** *Extensional tectonic evidences in the Upper Jurassic (Kimmeridgian) in south-western Mendoza province.* This contribution presents the results of a first stage of a study of the Tordillo Formation in southwestern Mendoza province. This unit, assigned to the Kimmeridgian, represents a continentalization of the Neuquén Basin. It consists mainly of fluvial deposits associated with eolian and playa lake deposits. The reconstruction of the thickness variations of this unit, the presence of synsedimentary normal faults and a provenance study in sandstones from two localities, which shows that sediment supply came from both margins of the basin, suggest that the Tordillo Formation was deposited during an extensional period, in a similar way to what is observed in the Cerro Aconcagua area and in the Sexta Region in Chile.

Keywords: *Extension, Late Jurassic, Tordillo Formation, Neuquén basin.*

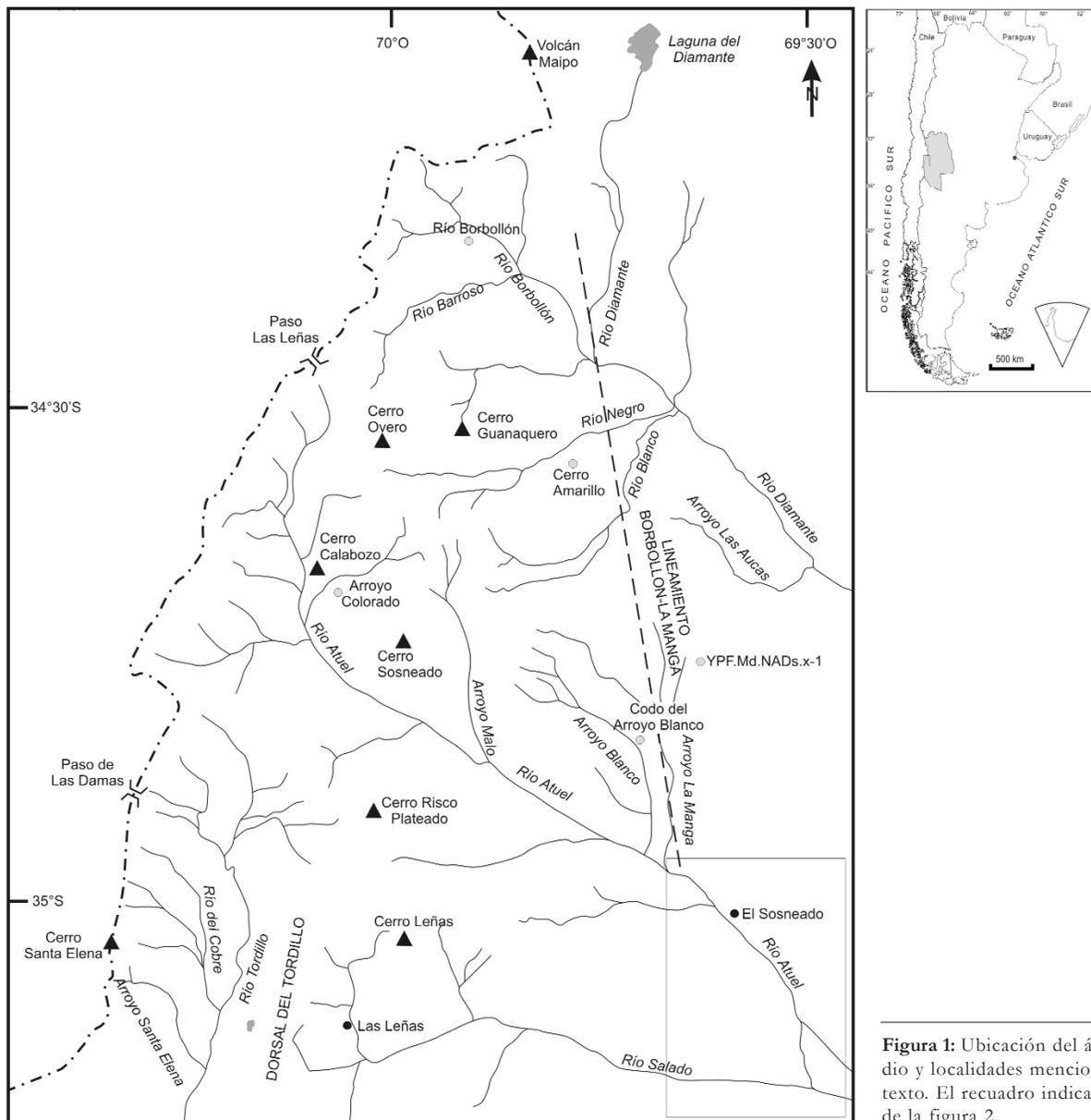
## INTRODUCCIÓN

El objetivo de esta contribución es presentar de evidencias que sugieren un control tectónico extensional en la depositación de la Formación Tordillo en el sudoeste de Mendoza. La Formación Tordillo, que fue asignada al Kimeridgiano sobre la base de sus relaciones estratigráficas (Legarreta y Uliana 1999), representa un episodio de continentalización de la cuenca Neuquina. Se encuentra integrada por una espesa sucesión de areniscas rojas y verdes con intercalaciones de conglomerados y fangolitas, acumulados en sistemas fluviales asociados a campos eólicos y depresiones de tipo barreal (Legarreta y Uliana 1999). El área de estudio (Fig. 1) se encuentra en el sudoeste de la provincia de Mendoza entre 34°15' y

35°15' S y 69°30' y 70°15' O. En esta región, los afloramientos de la Formación Tordillo se encuentran en la Cordillera Principal. Esta formación también fue reconocida en subsuelo en la región pedemontana.

Si bien el marco tectónico del sur de Mendoza ha sido ampliamente estudiado para el Mesozoico, diversos interrogantes aún quedan sin resolver para el Kimeridgiano. A partir del Pérmico tardío y durante el Triásico temprano la región se encontraba sometida a extensión acompañada por la importante actividad magmática del Grupo Choiyoi y asociada a un período de subducción muy lenta o nula (Ramos 1993). Durante el resto del Triásico y hasta el Jurásico temprano continuó el régimen extensional, lo que dio lugar a cuencas con geometría de

hemigraben como la cuenca Cuyana y los depocentros tempranos de la cuenca Neuquina (Kokogian *et al.* 1993; Legarreta y Uliana 1999). En cuanto al Jurásico tardío, la continentalización de la cuenca Neuquina registrada por los depósitos evaporíticos de la Formación Auquilco y las areniscas rojas de la Formación Tordillo, asimismo como la discordancia angular observada entre ambas unidades en algunas localidades, llevó a que los primeros estudios sugirieran una fase orogénica araucana inmediatamente anterior o durante la depositación de la Formación Tordillo (Burckhardt 1900, Groeber 1918, Stipanovic y Rodrigo 1970, Davidson y Vicente 1973). Posteriormente se ha propuesto un régimen extensional para el Kimeridgiano en las regiones del cerro Aconcagua y del río



**Figura 1:** Ubicación del área de estudio y localidades mencionadas en el texto. El recuadro indica la ubicación de la figura 2.

Palomares, al norte del área de estudio (Sanguinetti y Ramos 1993, Cegarra y Ramos 1996, Giambiagi *et al.* 2003). Hacia el oeste, en territorio chileno, la existencia de extensión en el retroarco durante el Jurásico tardío está bien documentada para una franja de más de 1.000 km entre 21° y 36° S (Charrier 2007, Charrier *et al.* 2007). Sin embargo, varios autores sostienen que en Mendoza la extensión deja de ser activa durante el Jurásico medio, con excepción del mencionado sector del Aconcagua (Legarreta y Gulisano 1989, Legarreta y Uliana 1991, Gulisano y Gutiérrez Pleimling 1995,

Manceda y Figueroa 1995, Ramos 1999, Legarreta y Uliana 1999, Howell *et al.* 2005). Posteriormente, en el Cretácico Tardío comienzan a observarse evidencias de la estructuración compresiva que dio comienzo al levantamiento de los Andes en la provincia de Neuquén (Ramos 1999).

En este trabajo se presentan los resultados de una primera etapa de estudio de la Formación Tordillo en el sur de Mendoza. Se realizó una reconstrucción de las variaciones de espesor de esta unidad a partir de observaciones propias, datos publicados por otros autores y perfora-

ciones realizadas por YPF. Se realizaron reconocimientos de campo que permitieron observar la presencia de fallas normales sin-sedimentarias, y se llevó a cabo un estudio de procedencia en areniscas en dos localidades ubicadas en el centro de la cuenca kimeridgiana.

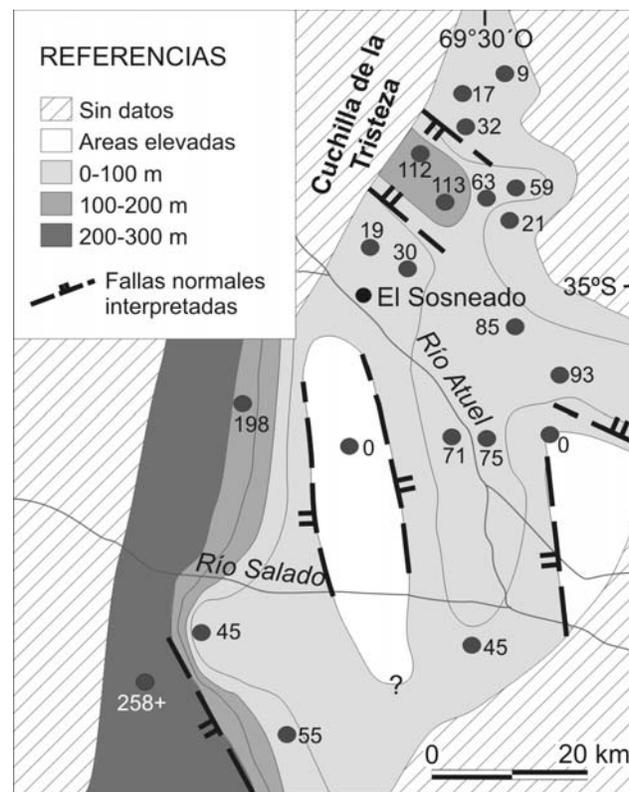
## RECONSTRUCCIÓN DE ESPESORES

A partir de la recopilación de datos publicados (Gerth 1925, Stipanovic 1965, Davidson y Vicente 1973, Llambías y Palacios 1979, Legarreta y Kozłowski 1984, Zu-

biri 2002, Kim 2003, Broens y Pereira 2005, Nullo *et al.* 2005, Sruoga *et al.* 2005), información de perforaciones realizadas por YPF y observaciones propias se reconstruyeron las variaciones de espesor de la Formación Tordillo en el área de estudio (Figs. 1 y 2). Los datos en el sector cordillerano son insuficientes para una reconstrucción isopáquica de esta unidad, debido a la discontinuidad de los afloramientos y a la difícil accesibilidad de muchas localidades.

La reconstrucción de espesores realizada permitió observar un brusco cambio de espesor en la región de los arroyos La Manga y Blanco; los datos disponibles muestran que en una distancia de aproximadamente 10 km, el espesor aumenta hacia el oeste de 120 m (pozo YPFMd. NADS.x-1) a más de 700 m registrados al norte del codo del arroyo Blanco (Fig. 1). Más al norte, entre el río Diamante y las nacientes del Borbollón (Fig. 1) el espesor varía también hacia el oeste de 100 a 1.000 m en poco más de 20 km. Estos aumentos del espesor se encuentran superpuestos al lineamiento Borbollón-La Manga (Fig. 1), propuesto por Giambiagi *et al.* (2008) como la falla maestra del depocentro Atuel del rift triásico tardío - jurásico temprano.

En el sudoeste de la zona de estudio, entre el río Tordillo y el paso de Las Damas (Fig. 1), se observa un aumento de espesor hacia el oeste de 2.700 m en menos de 15 km. En este sector la Formación Tordillo se encuentra intercalada con volcánicas de la Formación Río Damas (Sruoga *et al.* 2005), unidad que según Charrier *et al.* (2007) se depositó en una cuenca extensional con actividad volcánica localmente intensa. A esta latitud la cuenca se encuentra seccionada en el sector de Portezuelo Ancho por el "Alto o Dorsal del río Tordillo" (Legarreta y Koslowzki 1984, Fig. 1). Esta estructura fue interpretada como un horst jurásico temprano por Legarreta y Uliana (1999, su figura 3). Legarreta y Gulisano (1989) sostuvieron que se trataba de una zona tectónicamente activa durante el Kimeridgiano, en la que la actividad del zócalo



**Figura 2:** Mapa isopáquico de la Formación Tordillo en el sector pedemontano del sudoeste de Mendoza (véase ubicación en la Fig. 1). Los puntos indican espesores según datos de perforaciones de YPF.

ejerció un control sobre la composición de las facies y la geometría de las unidades.

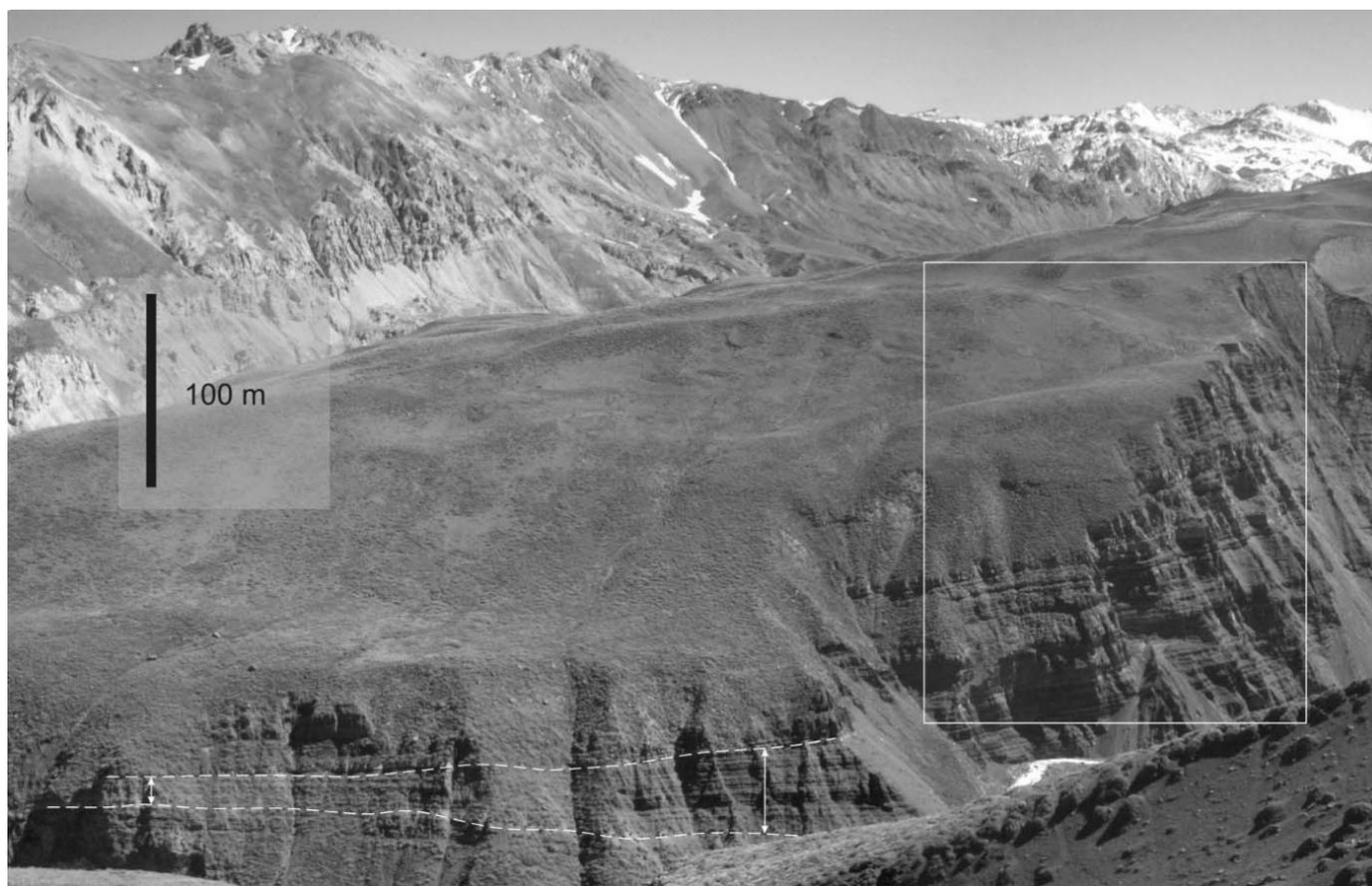
En el sector pedemontano y en las estrabaciones orientales de la Cordillera Principal, donde se cuenta con datos de perforaciones, se pudo confeccionar el mapa isopáquico presentado en la figura 2. Puede observarse la presencia de pequeños depocentros de disposición NNO que alcanzan espesores de entre 70 y 120 metros, limitados por sectores elevados, en los que la Formación Tordillo se apoya directamente sobre el basamento. La orientación de estos depocentros coincide con la de las fallas mayores reconocidas en el episodio extensional triásico-jurásico a la misma latitud (fallas La Manga y Alumbre, Giambiagi *et al.* 2008, su figura 5). Se interpreta estos depocentros kimeridgianos como grábenes o hemigrábenes de 10-20 km de ancho asociados a la cuenca principal.

En resumen, se observa una clara relación entre las estructuras extensionales triásicas tardías-jurásicas tempranas y el aumento de espesor de la Formación

Tordillo, lo que sugiere que estas estructuras podrían haberse reactivado durante la depositación de esta unidad, de manera semejante a lo sugerido por Charrier (2007) para la Formación Río Damas en territorio chileno. A esto se suma la presencia de depocentros de igual orientación en el sector oriental de la cuenca (Fig. 2) en los que no se observaron depósitos jurásicos tempranos. En las nacientes del río Tunuyán, más al norte del área estudiada, Pángaro *et al.* (1996) habían observado notables cambios de espesor de la Formación Tordillo en las diferentes láminas de corrimiento, los que atribuyeron a un tectónica extensional durante el Kimeridgiano. De esta manera, la extensión kimeridgiana observada en este trabajo, confirma las interpretaciones previas y permite afirmar que habría afectado un área mayor que la jurásica temprana.

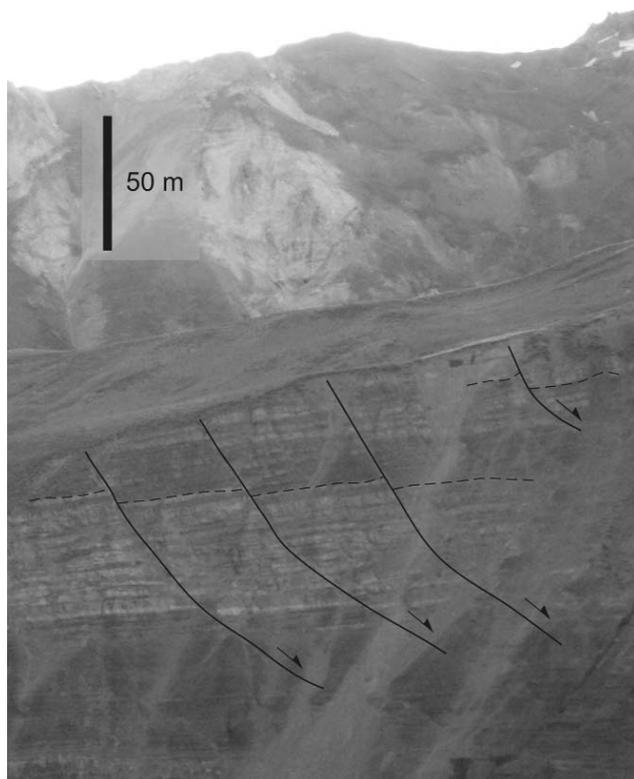
#### Fallas normales sinsedimentarias

En un reconocimiento preliminar de campo, se observó la presencia de fallas



**Figura 3:** Estratos de crecimiento en Arroyo Colorado, vista al norte (ubicación en la figura 1). El recuadro muestra la ubicación de la figura 4.

normales de mediana escala (metros a decenas de metros de desplazamiento) que afectan a la Formación Tordillo. En el arroyo Colorado, al este del cerro Calabozo (Fig. 1) se observó una serie de fallas normales escalonadas con inclinación al este y estratos de crecimiento que se acuñan hacia el oeste (Figs 3 y 4). Se interpreta que las fallas observadas son estructuras menores asociadas a una falla normal mayor ubicada hacia el este, con inclinación al oeste. En el arroyo Pincheira ( $35^{\circ}25'S$ ,  $69^{\circ}53'O$ ), inmediatamente al sur del área de estudio, se observó la presencia de fallas normales que afectan a las areniscas de la Formación Tordillo perdiendo su rechazo hacia arriba hasta desaparecer dentro de la misma unidad (Fig. 5). Por lo tanto, las características de las fallas normales encontradas sugieren que podrían haber sido contemporáneas con la sedimentación de la Formación Tordillo.



**Figura 4:** Fallas normales en Arroyo Colorado, vista al norte (ubicación en las figuras 1 y 3).

## ESTUDIO DE PROCEDENCIA

Se analizaron al microscopio petrográfico muestras procedentes de dos secciones ubicadas en la zona central de la cuenca kimeridgiana: cerro Amarillo y río Borbollón (Fig. 1). La sección de cerro Amarillo fue descrita en detalle por Kim (2003). En dicha sección se registró un espesor parcial de 580 m, ya que la base de la Formación Tordillo no se encuentra expuesta en esta localidad. El perfil se encuentra compuesto por areniscas, pelitas y conglomerados depositados en un ambiente fluvial entrelazado o anastomosado, con intercalaciones de areniscas eólicas. La sección de río Borbollón presenta un espesor de 1.060 m. En esta sección la sucesión es predominantemente arenosa, con intercalaciones pelíticas, y se interpreta que su ambiente de depositación corresponde a un sistema fluvial entrelazado arenoso distal.

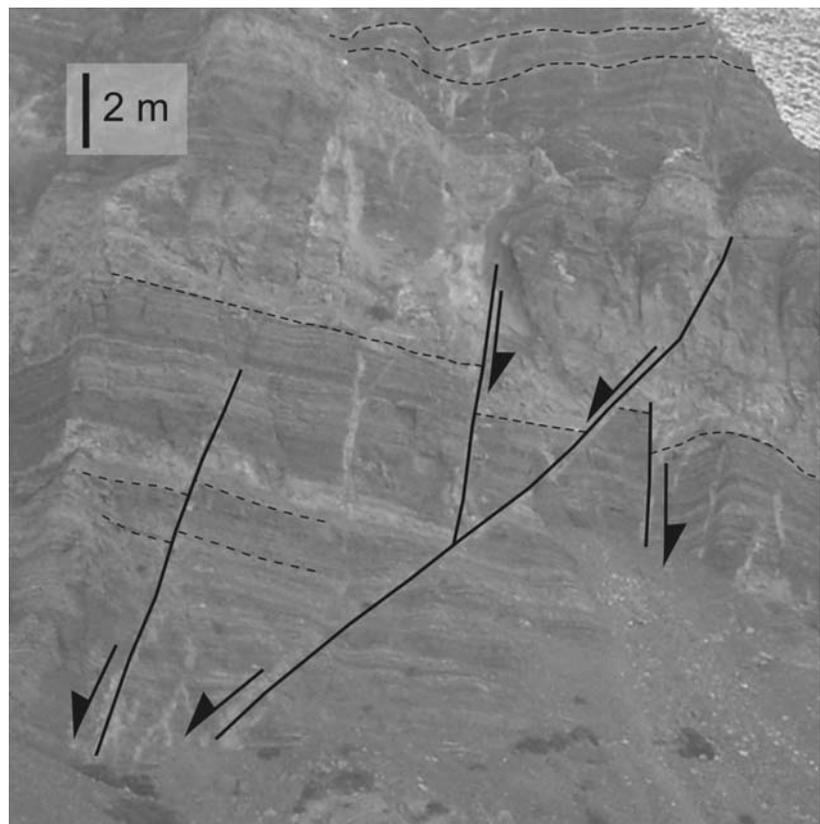
Se estudiaron cuatro muestras de Cerro Amarillo y seis de Río Borbollón, contando al menos 300 clastos en cada muestra mediante el método Gazzi-Dickinson (Gazzi 1966, Dickinson 1970, Ingersoll *et al.* 1984). Se identificaron los siguientes componentes modales: cuarzo monocristalino, cuarzo policristalino, feldespato potásico, plagioclasa, fragmentos líticos volcánicos ácidos, líticos volcánicos intermedios y básicos, líticos plutónicos y metamórficos, y líticos sedimentarios (Cuadro 1). Se identificaron escasos clastos accesorios de minerales pesados, opacos y micas, los cuales no fueron tenidos en cuenta para el análisis de procedencia de acuerdo con lo sugerido por varios autores (Dickinson y Suczek 1979, Ingersoll *et al.* 1993).

La mayoría de las muestras estudiadas caen en el campo de "arco magmático" en los diagramas de Dickinson *et al.* (1983) (Fig. 6). Esto se debe a la abundancia de fragmentos líticos, sobre todo de origen volcánico, encontrados en las muestras. Sin embargo, al observar la composición de estos fragmentos líticos volcánicos, puede verse la presencia de

**CUADRO 1:** Composición de los diferentes clastos.

Localidad Muestra	Cerro Amarillo					Río Borbollón				
	Jt1	Jt2	Jt3	Jt4	B03	B04	B09	B021	B022	B05
Qm	30,8	24,7	26,3	35,9	28,0	25,5	34,2	43,2	31,7	21,6
Qp	1,8	1,2	2,3	1,5	0,6	1,3	0,0	0,0	0,5	0,8
<b>Qt</b>	<b>32,6</b>	<b>25,9</b>	<b>28,6</b>	<b>37,4</b>	<b>28,6</b>	<b>26,8</b>	<b>34,2</b>	<b>43,2</b>	<b>32,2</b>	<b>22,4</b>
Fk	17,2	35,6	15,2	10,5	45,6	36,1	41,7	27,7	20,4	21,9
Fp	12,8	9,4	10,2	9,3	7,8	5,4	10,0	6,3	15,1	19,3
<b>F</b>	<b>30</b>	<b>45</b>	<b>25,4</b>	<b>19,8</b>	<b>53,4</b>	<b>41,5</b>	<b>51,7</b>	<b>34,0</b>	<b>35,5</b>	<b>41,2</b>
Lva	34,4	15,6	28,4	23,9	6,5	9,6	6,6	5,5	9,8	7,1
Lvb	0,6	2,1	6,8	6,4	2,3	8,3	1,9	6,3	17,3	18,2
Lpym	1,5	1,1	2,9	4,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ls	0,0	1,5	4,4	5,2	3,3	10,9	2,8	5,8	3,1	8,2
<b>L</b>	<b>36,5</b>	<b>20,3</b>	<b>42,5</b>	<b>39,9</b>	<b>12,1</b>	<b>28,8</b>	<b>11,3</b>	<b>17,6</b>	<b>30,2</b>	<b>33,5</b>
<b>acc</b>	<b>0,9</b>	<b>8,8</b>	<b>3,5</b>	<b>2,9</b>	<b>5,9</b>	<b>2,9</b>	<b>2,8</b>	<b>5,2</b>	<b>2,1</b>	<b>2,9</b>
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
<b>Lt</b>	<b>38,3</b>	<b>21,5</b>	<b>44,8</b>	<b>41,4</b>	<b>12,7</b>	<b>30,1</b>	<b>11,3</b>	<b>17,6</b>	<b>30,7</b>	<b>34,3</b>
<b>Lt-Ls</b>	<b>38,3</b>	<b>20,0</b>	<b>40,4</b>	<b>36,2</b>	<b>9,4</b>	<b>19,2</b>	<b>8,5</b>	<b>11,8</b>	<b>27,6</b>	<b>26,1</b>

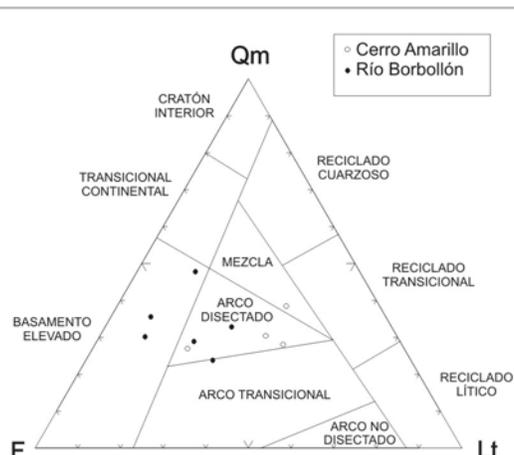
Componentes reconocidos: Qm= cuarzo monocristalino, Qp= cuarzo policristalino, Qt= cuarzo total (Qm+Qp), Fk= feldespato potásico, Fp= plagioclasas, F= feldespatos totales (Fk+Fp), Lva= fragmentos líticos volcánicos ácidos, Lvb= fragmentos líticos volcánicos intermedios y básicos, Lpym= fragmentos líticos plutónicos y metamórficos, Ls= fragmentos líticos sedimentarios, L= fragmentos líticos (Lva+Lvb+Lpym+Ls), acc= minerales accesorios.



**Figura 5:** Fallas normales en Arroyo Pincheira (35°25'S, 69°53'O), vista al este. Obsérvese como las fallas pierden desplazamiento dentro de la Formación Tordillo y son cubiertas por bancos continuos.

dos tipos distintos (Cuadro 1). En general predominan los fragmentos de volca-

nitás ácidas, salvo en dos muestras del río Borbollón, que presentan cantidades



**Figura 6:** Diagrama de Dickinson de las muestras estudiadas (véase discusión en el texto).

aproximadamente semejantes de volcánitas ácidas y volcánitas intermedias a básicas, y en otras dos, en las que predominan las volcánitas intermedias a básicas. Las volcánitas jurásicas de la Formación Río Damas, que afloran actualmente a lo largo del límite internacional argentino-chileno y que corresponden al magmatismo de retroarco contemporáneo con la Formación Tordillo, presentan una composición predominantemente andesítica (Thiele 1980, Sruoga *et al.* 2005, Charrier *et al.* 2007). Por lo tanto, los fragmentos de volcánitas ácidas deben provenir de una fuente distinta. En los afloramientos más orientales de esta unidad, donde se encuentran facies proximales, se ha señalado la presencia en conglomerados de un aporte desde el este del basamento del Grupo Choiyoi (Legarreta *et al.* 1993, Lo Forte 1996). Este aporte se encuentra representado por volcánitas ácidas de composición riolítica (asociación volcánica del Grupo Choiyoi, Llambías *et al.* 1993), de manera que puede vincularse a los

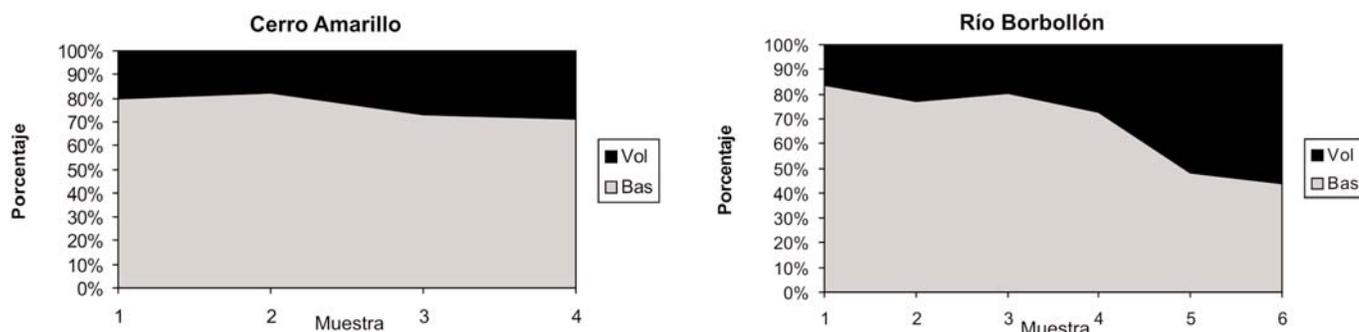
componentes observados en las muestras estudiadas. Por lo tanto, en el caso particular de la Formación Tordillo, el diagrama de procedencia de Dickinson *et al.* (1983) no reflejaría correctamente la fuente de sedimentos en la mayoría de los casos. La presencia de basamento volcánico generaría un aporte clástico que contribuye a que las muestras se ubiquen en el campo de arco magmático. Por otro lado, tres de las muestras de la sección de río Borbollón caen en el campo de "basamento elevado", lo que confirma la presencia de una fuente de sedimentos de este origen.

La figura 7 ilustra para cada muestra la proporción de componentes asignados a fuentes de retroarco de la Formación Río Damas y las del basamento del Grupo Choiyoi. Se asignaron a una procedencia de basamento los fragmentos líticos ácidos, los fragmentos líticos plutónicos y metamórficos y el feldespato potásico; y a una procedencia de retroarco los fragmentos líticos volcánicos intermedios y

básicos y las plagioclasas. En el caso de cerro Amarillo, en todas las muestras analizadas los componentes asignados al basamento superan en más del doble a los asignados al retroarco. Lo mismo ocurre con las muestras correspondientes a la sección inferior del perfil de río Borbollón (800 m de espesor) mientras que en la sección superior (260 m), se encuentran proporciones semejantes de componentes de basamento y retroarco. Esto indica que el aporte clástico del basamento habría llegado hasta posiciones de centro de cuenca durante la depositación de la Formación Tordillo.

A este estudio de las areniscas de la Formación Tordillo se suman las observaciones de composición de conglomerados intercalados en esta unidad en localidades ubicadas en ambos márgenes de la cuenca kimeridgiana. En el arroyo La Manga, ubicado en el margen oriental (Fig. 1), los conglomerados se encuentran compuestos por clastos de granitos, riolitas y metamorfitas, lo que refleja el aporte del Grupo Choiyoi y de rocas metamórficas paleozoicas. En el río Tordillo, ubicado en el margen occidental (Fig. 1), los conglomerados se encuentran integrados exclusivamente por andesitas de la Formación Río Damas.

Por lo tanto, la presencia de un importante aporte clástico derivado del Grupo Choiyoi en las localidades de centro de cuenca de la Formación Tordillo implica la existencia de una región elevada ubicada hacia el este, donde afloraría el basamento. Teniendo en cuenta lo conocido para regiones cercanas al área de estudio



**Figura 7:** Proporción de componentes asignados al retroarco y al basamento en las localidades estudiadas. Vol: Volcánitas de retroarco, Bas: Basamento.

como las del norte de Mendoza y la Sexta Región de Chile a esta latitud, se explica esta configuración paleogeográfica mediante la presencia de un sistema extensional.

## CONCLUSIONES

Se presentan los resultados preliminares de una primera etapa de estudio de la Formación Tordillo en el sur de Mendoza. La reconstrucción de espesores de esta unidad permitió observar fuertes variaciones localizadas sobre las estructuras extensionales del rift jurásico temprano, así como depocentros aislados en el actual sector pedemontano con igual orientación que estas estructuras. Se describieron fallas directas sinsedimentarias de mesoescala en dos de las localidades relevadas. El estudio de procedencia en otras dos localidades permitió determinar un importante aporte del basamento en sectores de centro de cuenca, lo que implica la presencia de un importante sector elevado al este de la cuenca kimmeridgiana. Todo lo expuesto sugiere que la Formación Tordillo fue depositada en el sur de Mendoza durante un período extensional, en forma semejante a lo observado en el norte de Mendoza y en la Sexta Región de Chile. Las evidencias encontradas hasta el momento indican una posible reactivación de las fallas normales jurásicas inferiores durante el Kimmeridgiano y la generación de fallas nuevas ubicadas al este del sistema de rift triásico tardío - jurásico temprano.

## AGRADECIMIENTOS

Parte de los trabajos de campo fueron financiados por el subsidio PICT-14144 (ANPCyT) adjudicado a Víctor A. Ramos, el subsidio PIP-5843 (CONICET) a LBG y un subsidio del Post-graduate Grant Scheme de la IAS (International Association of Sedimentologists) adjudicado a JFM. Los autores desean agradecer a los jurados, Matías Ghiglione y Reynaldo Charrier, cuyos comentarios mejoraron sustancialmente la calidad de este

trabajo.

## TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Broens, S. y Pereira, D.M. 2005. Evolución estructural de la zona de transición entre las fajas plegadas y corridas de Aconcagua y Malargüe, provincia de Mendoza. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 60(4): 685-695.
- Burckhardt, C. 1900. Profils transversaux de la Cordillère Argentino-Chilienne. *Stratigraphie et tectonique*. Museo de La Plata, Anales, Sección Geología y Mineralogía 2: 1-136, La Plata.
- Cegarra, M.I. y Ramos, V.A. 1996. La faja plegada y corrida del Aconcagua. En Ramos, V.A. (ed.): *Geología de la región del Aconcagua*, provincias de San Juan y Mendoza. Dirección Nacional del Servicio Geológico, Subsecretaría de Minería de la Nación, Anales 24: 387-422.
- Charrier, R. 2007. Kimmeridgian backarc extensional reactivation and magmatism in the Northern and Central Chilean Andes (21°-36° LS). *Geosur 2007, Resúmenes*: 32. Santiago de Chile.
- Charrier, R., Pinto, L. y Rodríguez, M.P. 2007. Tectonostratigraphic evolution of the Andean orogen in Chile. En Moreno, T. y Gibbons, W. (eds.) *The Geology of Chile*, The Geological Society, 21-114, London.
- Davidson, J. y Vicente, J.C. 1973. Características paleogeográficas y estructurales del área fronteriza de las nacientes del Teno (Chile) y Santa Elena (Argentina), Cordillera Principal (35° a 35°15' de Latitud Sur). 5° Congreso Geológico Argentino, Actas 5: 11-55, Buenos Aires.
- Dickinson, W.R. 1970. Interpreting detrital modes of graywacke and arkose. *Journal of Sedimentary Petrology* 40: 695-707.
- Dickinson, W.R. y Suczek, C.A. 1979. Plate tectonics and sandstone composition. *American Association of Petroleum Geologists, Bulletin* 63: 2164-2182.
- Dickinson, W.R., Beard, L.S., Brakenridge, G.R., Erjavec, J.L., Ferguson, R.C., Inman, K.F., Knepp, R.A., Lindberg, F.A. y Ryberg, P.T. 1983. Provenance of North American Phanerozoic sandstones in relation to tectonic setting. *Geological Society of America, Bulletin* 94: 222-235.
- Gazzi, P. 1966. Le arenarie del flysch sopracretaceo dell'Appennino modenese; correlazioni con il flysch di Monghidoro. *Mineralogica et Petrographica Acta* 12: 69-97.
- Gerth, E. 1925. Estratigrafía y distribución de los sedimentos mesozoicos en los Andes Argentinos. *Academia Nacional de Ciencias, Actas* 9 (1): 11-55, Córdoba.
- Giambiagi, L.B., Álvarez, P., Godoy, E. y Ramos, V.A. 2003. The control of pre-existing extensional structures on the evolution of the southern sector of the Aconcagua fold and thrust belt, southern Andes. *Tectonophysics* 369: 1-19.
- Giambiagi, L.B., Bechis, F., Lanés, S., Tunik, M., García, V., Suriano, J. y Mescua, J.F. 2008. Formación y evolución triásica-jurásica del depocentro Atuel, cuenca Neuquina, Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 63(4): 520-533.
- Groeber, P. 1918. Edad y extensión de las estructuras de la Cordillera entre San Juan y Nahuel Huapi. *Physis* 4: 208-240, Buenos Aires.
- Gulisano, C.A. y Gutiérrez Pleimling, A.R. 1995. Guía de campo El Jurásico de la Cuenca Neuquina, b) Provincia de Mendoza. *Asociación Geológica Argentina, Serie E* 3: 1-103, Buenos Aires.
- Howell, J.A., Schwarz, E., Spalletti, L.A., y Veiga, G.D. 2005. The Neuquén basin: an overview. En Veiga, G.D., Spalletti, L.A., Howell, J.A. y Schwarz, E. (eds.) *The Neuquén basin, Argentina: a case study in sequence stratigraphy and basin dynamics*. The Geological Society, Special Publication 252: 1-14, London.
- Ingersoll, R.V., Bullard, T.F., Ford, R.L., Grimm J.P., Pickle, J.D. y Sares, S.W. 1984. The effect of grain size on detrital modes: a test of the Gazzi-Dickinson pointcounting method. *Journal of Sedimentary Petrology* 54: 103-116.
- Ingersoll, R.V., Kretchmer, A.G. y Valles, P.K. 1993. The effect of sampling scale on actualistic sandstone petrofacies. *Sedimentology* 40: 937-953.
- Kim, H.J. 2003. Geología del área del cerro Amarillo, sur del Arroyo Las Playas, provincia de Mendoza. Trabajo final de licenciatura, Universidad de Buenos Aires, (inédito), 106 p., Buenos Aires.
- Kokogian, D.A., Fernández Seveso, F. y Mosquera, A. 1993. Las secuencias sedimentarias

- triásicas. En Ramos, V.A. (ed.) Geología y Recursos Naturales de Mendoza, 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Relatorio: 67-78, Buenos Aires
- Legarreta, L. y Kozłowski, E. 1984. Secciones condensadas del Jurásico-Cretácico de los Andes del sur de Mendoza: estratigrafía y significado tectosedimentario. Actas 9° Congreso Geológico Argentino 1: 286-297. Buenos Aires.
- Legarreta, L. y Gulisano, C.A. 1989. Análisis estratigráfico secuencial de la Cuenca Neuquina (Triásico superior-Terciario). En Chebli, G. y Spalletti, L. (eds.) Cuencas Sedimentarias Argentinas. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Tucumán, Serie Correlación Geológica 6: 221-243, Tucumán.
- Legarreta, L. y Uliana, M.A. 1991. Jurassic-Cretaceous marine oscillations and geometry of back-arc basin fill, central Argentine Andes. En MacDonald, D.I. (ed.) Sedimentation, Tectonics and Eustasy: Sea level Changes at Active Plate Margins. International Association of Sedimentologists, Special Publication 12: 429-450, Oxford.
- Legarreta, L. y Uliana, M.A. 1999. El Jurásico y Cretácico de la Cordillera Principal y la Cuenca Neuquina. En Caminos, R. (ed.): Geología Argentina, Servicio Geológico Minero Argentino, Anales 29: 399-416, Buenos Aires.
- Legarreta, L., Gulisano, C.A., y Uliana, M.A. 1993. Las secuencias sedimentarias jurásico-cretácicas. En Ramos, V.A. (ed.) Geología y Recursos Naturales de Mendoza, 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Relatorio: 87-114, Buenos Aires.
- Lo Forte, G.L. 1996. Los depósitos jurásicos de la Alta Cordillera de Mendoza. En Ramos, V.A. (ed.) Geología de la región del Aconcagua, provincias de San Juan y Mendoza. Dirección Nacional del Servicio Geológico, Subsecretaría de Minería de la Nación, Anales 24: 179-230, Buenos Aires.
- Llambías, E.J. y Palacios M. 1979. Geología y petrología de los plutones de Los Morros, departamento de Malargüe, provincia de Mendoza. 6° Congreso Geológico Argentino, Actas 2: 105-111, Buenos Aires.
- Llambías, E.J., Kleiman, L.E. y Salvarredi, J.A. 1993. El magmatismo gondwánico. En Ramos, V.A. (ed.) Geología y Recursos Naturales de Mendoza, 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Relatorio: 53-64, Buenos Aires.
- Maceda, R. y Figueroa, D. 1995. Inversión of the Mesozoic Neuquén rift in the Malargüe fold and thrust belt, Mendoza, Argentina. En Tankard, A.J., Suárez, S.R., y Welsink, H.J. (eds.) Petroleum basins of South America, American Association of Petroleum Geologists, Memoir 62: 369-382.
- Nulló, F.E., Stephens, G., Combina, A., Dimieri, L., Baldauf, P. y Bouza, P. 2005. Hoja Geológica 3569-III / 3572-IV Malargüe, Servicio Geológico y Minero Argentino, Boletín 346, 85 p., Buenos Aires.
- Pángaro, F., Ramos, V.A. y Godoy, E. 1996. La Faja plegada y corrida de la Cordillera Principal de Argentina y Chile a la latitud del Cerro Palomares (33°35'S). 13° Congreso Geológico Argentino y 3° Congreso Exploración de Hidrocarburos (Buenos Aires), Actas 2: 315-324.
- Ramos, V.A. 1993. Interpretación tectónica. En Ramos, V.A. (ed.) Geología y Recursos Naturales de Mendoza, 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Relatorio: 257-266, Buenos Aires.
- Ramos, V.A. 1999. Evolución tectónica de la Argentina. En Caminos, R. (ed.): Geología Argentina, Servicio Geológico Minero Argentino, Anales 29: 715-759, Buenos Aires.
- Sanguinetti, A.S. y Ramos, V.A. 1993. El volcanismo de arco mesozoico. En Ramos, V.A. (ed.) Geología y Recursos Naturales de Mendoza, 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Relatorio: 115-122, Buenos Aires.
- Sruoga, P., Etcheverría, M., Folguera, A. y Repol, D. 2005. Hoja Geológica 3569-I Volcán Maipo, Servicio Geológico y Minero Argentino, Boletín 290, 116 p., Buenos Aires.
- Stipanovic, P.N. 1965. El Jurásico en Vega de la Veranada (Neuquén). El oxfordense y el diastrofismo divesiano (Agassiz-Yaila) en Argentina. Revista de la Asociación Geológica Argentina 20: 403-478.
- Stipanovic, P.N. y Rodrigo, F. 1970. El diastrofismo jurásico en Argentina y Chile. 4° Jornadas Geológicas Argentinas, Actas 2: 353-368, Buenos Aires.
- Thiele, R. 1980. Hoja Santiago, Región Metropolitana. Carta Geológica de Chile, escala 1: 250.000. Instituto de Investigaciones Geológicas 39, 51 p., Santiago.
- Zubiri, M. 2002. Geología y estructura en las adyacencias del Arroyo Bravo, provincia de Mendoza. Trabajo final de licenciatura, Universidad de Buenos Aires, (inédito), 79 p.

Recibido: 21 de marzo, 2008

Aceptado: 14 de junio, 2008