



**XX CONGRESO GEOLÓGICO ARGENTINO**  
**GEOLOGÍA, PRESENTE Y FUTURO**  
**Agosto de 2017 | San Miguel de Tucumán**



SESIÓN TÉCNICA 7

**SEDIMENTOLOGÍA Y  
PETROGRAFÍA DE ROCAS  
SEDIMENTARIAS**

Coordinadores

OSCAR LIMARINO  
MAISA TUNIK

## ANÁLISIS SEDIMENTOLÓGICO - PETROGRÁFICO DEL GRUPO NEUQUÉN (CRETÁCICO SUPERIOR) EN EL ÁREA VEGA GRANDE, SUR DE MENDOZA

Ricardo GÓMEZ<sup>1, 2</sup>, Maísa TUNIK<sup>2, 3</sup>, Silvio CASADÍO<sup>2, 3</sup>

<sup>1</sup>Museo de Historia Natural de San Rafael, Mendoza

<sup>2</sup>Instituto de Investigaciones en Paleobiología y Geología, Universidad Nacional de Río Negro,  
General Roca, Río Negro <sup>3</sup>CONICET.  
rgomez@unrn.edu.ar, mtunik@unrn.edu.ar, scasadio@unrn.edu.ar.

### RESUMEN

El Grupo Neuquén es una de las unidades con mayor exposición regional en la cuenca Neuquina. Esta unidad ha sido muy estudiada en el sector centro y norte de la cuenca (norte de Neuquén y sur de Mendoza). Sin embargo, los afloramientos más septentrionales que se encuentran entre la laguna del Diamante y el río Atuel no fueron estudiados en detalle. Una primera interpretación del Grupo Neuquén, en el área Vega Grande, indica un ambiente continental con desarrollo de sistemas fluviales entrelazados de moderada sinuosidad que migran a sistemas de alta sinuosidad. Dicho sistema está constituido por canales conglomerádicos-arenosos multiepisódicos, depósitos de desborde y de planicie de inundación, con desarrollo de paleosuelos e importante bioturbación. Se llevaron a cabo análisis petrográficos de detalle que permitieron determinar las modas detríticas en areniscas para clasificarlas e inferir el marco técnico del área de aporte de las mismas. Las rocas estudiadas corresponden a litoarenitas feldespáticas y litoarenitas, mientras que el área de aporte indica procedencia de orógeno reciclado y arco transicional. Esto último podría estar asociado tanto a la exhumación del orógeno andino situado al oeste, como así también al aporte desde el borde nororiental de la cuenca Neuquina a partir del Sistema de Sierra Pintada.

**Palabras clave:** cuenca Neuquina, laguna del Diamante, río Atuel, sistemas fluviales entrelazados, modas detríticas.

### ABSTRACT

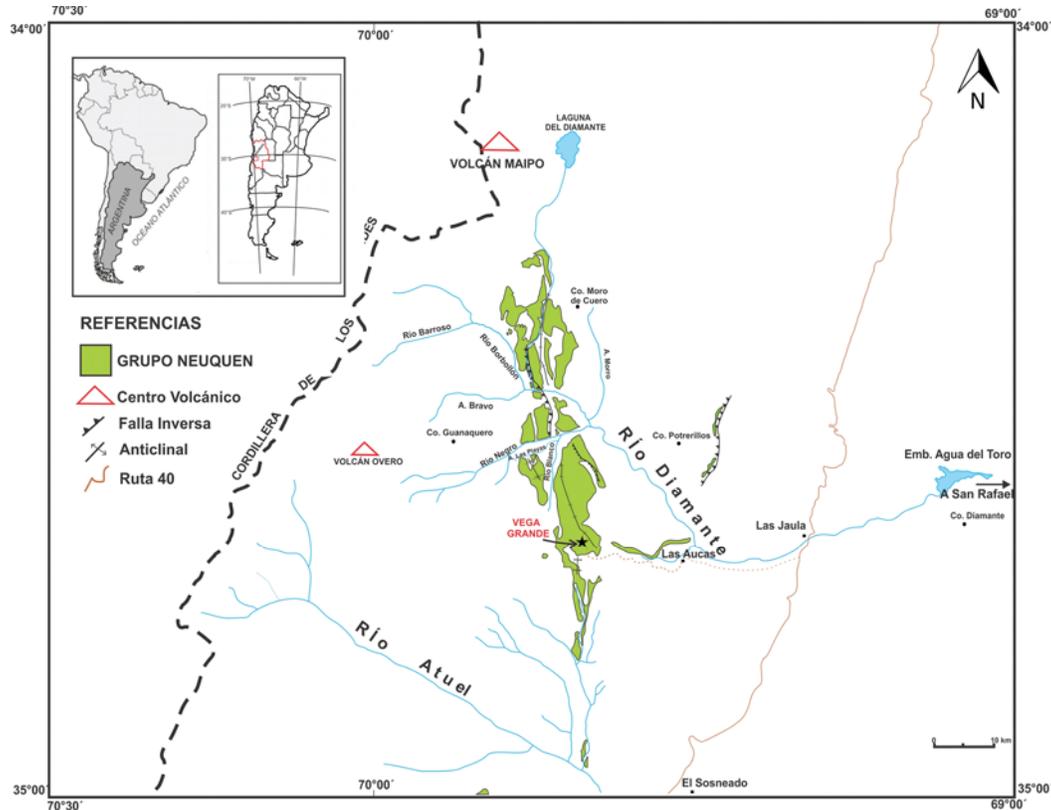
*Sedimentological-Petrographic analysis of the Neuquen Group (Upper Cretaceous) in the Vega Grande area, South of Mendoza.* The Neuquén Group is one of the units with the greatest regional exposure in the Neuquén Basin. This unit has been extensively studied in the central and northern sector of the basin (north of Neuquén and south of Mendoza). However, the more northern outcrops that are among between the Laguna del Diamante and Atuel River were not studied in detail. A first interpretation of the Neuquén Group in the Vega Grande area indicates a continental environment with the development of braided fluvial systems of moderate sinuosity that migrate to high sinuosity systems. This system is composed of conglomerate-sandy channels multiepisodic, deposits of overflow and floodplain, with development of paleosols and important bioturbation. Petrographic studies were performed with the purpose of characterize the detrital modes in sandstones in order to classify them and infer the tectonic framework of source area. These rocks correspond to feldspathic litoarenites and litoarenites, while the source area indicates origin of recycled orogen and transitional arc. Based on the above could be associated with both the exhumation of the Andean orogen located to the west, as well as the contribution from the northeastern edge of the Neuquén basin from Sierra Pintada System.

**Keywords:** Neuquén basin, laguna del Diamante, río Atuel, braided fluvial systems, detrital modes.

## INTRODUCCIÓN

El Grupo Neuquén es una de las unidades con mayor exposición regional en la cuenca Neuquina. Presenta un extenso desarrollo en las provincias de Mendoza, Neuquén y Río Negro, alcanzando en algunos sectores los 1.200 m de espesor. Dicha unidad está constituida por las características sedimentitas rojas continentales ricas en fósiles de vertebrados que fueron depositadas durante el Cretácico Superior (Cenomaniano-Campaniano) cuando en este sector de la cuenca Neuquina se desarrollaban grandes sistemas fluviales con intercalaciones de sistemas eólicos y lacustres. En el sector centro y norte de la cuenca Neuquina (norte de Neuquén y sur de Mendoza), estudios de facies, petrográficos y dataciones de circones detríticos, definieron que la depositación del Grupo Neuquén estaría relacionada con el levantamiento incipiente de la cordillera de los Andes. Antes de éste levantamiento, las áreas positivas se ubicaban hacia el este desarrollándose desde allí sistemas fluviales y lacustres actualmente representados por las sedimentitas del Grupo Bajada del Agrio (Formación Rayoso) (Tunik *et al.*, 2010). Sin embargo, los afloramientos más septentrionales del Grupo Neuquén que se encuentran entre la laguna del Diamante y el río Atuel (Fig. 1) no han sido estudiados

en detalle siendo los antecedentes más relevantes los trabajos de Kozłowski y Baldi (1983), quienes hicieron un minucioso estudio estratigráfico y estructural de la región entre los ríos Diamante y Atuel evaluando sus posibilidades petroleras y los trabajos inéditos de YPF en la década del 80' a cargo de Carlos Cruz y colaboradores (Cruz *et al.*, 1993), quienes realizaron un estudio estratigráfico secuencial y una interpretación paleoambiental del Cretácico Superior de la zona de estudio. Por último, Sruoga (2000) sintetizó y compiló la geología regional en la hoja geológica Volcán Maipo a escala 1:250.000. Cabe destacar, que los análisis petrográficos y de procedencia en areniscas del Grupo Neuquén son escasos para la zona de estudio. En años recientes estudiantes de geología de la Universidad de Buenos Aires realizaron sus trabajos finales haciendo importantes aportes al mapeo geológico y estructural de la región, como así también realizando un estudio petrográfico general en diferentes unidades aflorantes (Zubiri, 2002, Kim, 2003, Pereira, 2003, Scaricabarozzi, 2003, Broens, 2004). En esta contribución se presenta la combinación de resultados del análisis de facies en una sección de detalle y la caracterización petrográfica de facies sedimentarias arenosas con el objetivo de conocer las áreas de procedencia. La zona de estudio está ubicada en el sector centro-occidental de la provincia de Mendoza (departamento San Rafael), en



**Figura 1.** Ubicación y vías de acceso. En verde, afloramientos del Grupo Neuquén entre el río Atuel y la laguna del Diamante, Mendoza, Argentina.

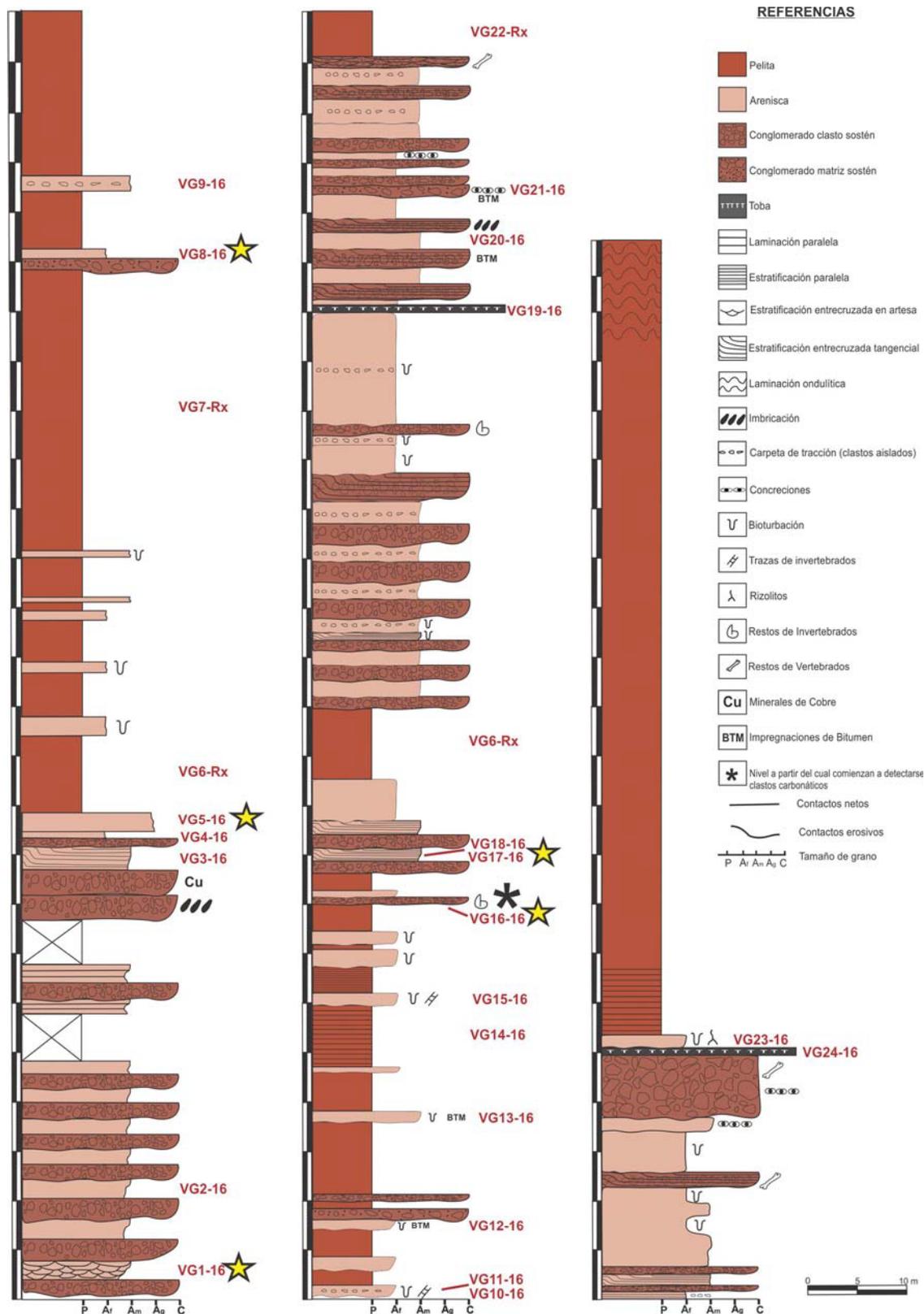


Figura 2. Columna estratigráfica (Área Vega Grande). Con símbolo de estrella amarilla la posición de las muestras estudiadas.

**Tabla 1.** Valores con los conteos de modas detríticas de las muestras analizadas. Qf: Cuarzo flash en cristal, Qo: Cuarzo ondulado en cristal, Qv: Cuarzo en rocas volcánicas, Qp: Cuarzo policristalino, Fk1: Feldespato alcalino en cristal único, FP1: Plagioclasas en cristal único, Fpp: Plagioclasas en paleovolcánico, Fc: Feldespato reemplazado por calcita, FMc: Microclino en cristal, Lpg: Líticos paleovolcánicos granulares, Lps: Líticos paleovolcánicos seriados, Lpv: Líticos paleovolcánicos vítreos, Lpm: Líticos paleovolcánicos microlíticos, Lpl: Líticos paleovolcánicos lathwork, Lc: Líticos carbonáticos, Ls: Líticos sedimentarios, Lm: Líticos metamórficos, Lp: Líticos plutónicos, La: Líticos alterados, Lo: Otros líticos, Cc: Cemento ceolítico, Ccar: Cemento carbonático, Ca: Cemento arcilloso, M: Micas, Op: Opacos, Om: otros minerales, O: Porosidad.

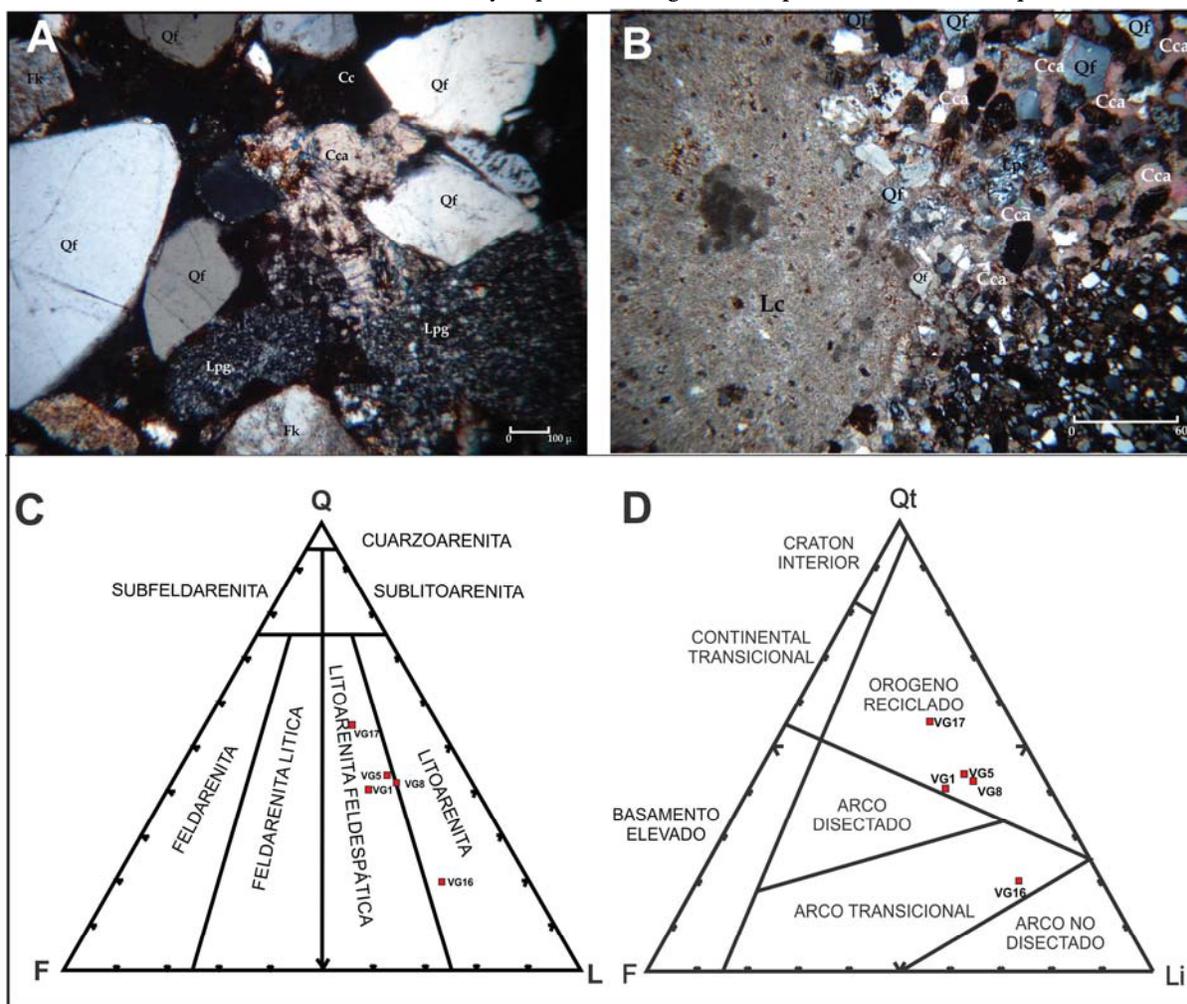
		MUESTRAS-VEGA GRANDE				
%		VG1-16	VG5-16	VG8-16	VG16-16	VG17-16
CUARZO	Qf	24	26,5	23	11	27,75
	Qo	6,5	5	9	3	5,5
	Qv	2,75	1	1,5	0	1
	Qp	4,25	5	3,25	1,25	8,5
FELDESPATOS	Fk1	8,5	7	3,5	4,75	8,25
	FP1	10,5	6,5	8	3,5	2,5
	Fc	0	0	0	2,25	0
	Fkp	0	0	0	1	1,5
	Fpp	0	0	1	1,75	0,5
	FMc	0,25	0	0,25	0	0,5
FRAGMENTOS LITICOS	Lpg	13,25	9,25	6,5	4	6,5
	Lps	3,75	4,25	13,5	0,5	2,25
	Lpv	9,25	8,75	10	0	0,25
	Lpl	0	0	0	0,25	0
	Lpm	0,25	1,5	0,75	0,25	1
	Lc	0	0	0	34,25	0
	Ls	0,75	0,75	0	4,75	3,25
	Lp	0	0	0,5	0	0
	Lm	0,75	1,75	2	0	0
	Lo	0	0	0	3	0
	La	8	9	4,75	2,25	8,75
	La	8	9	4,75	2,25	8,75
CEMENTOS	Cc	6,25	2	1,75	0,5	0
	Ca	0	2,25	0,75	0,25	0,75
	Cf	0	0	0	3,75	1,25
	Ccar	0,5	5,75	4,5	15,25	2,25
OTROS	M	0,25	0,25	0	0	0,25
	Op	0	1,25	0,75	0,25	2,5
	Om	0	0,5	0	0	0
	O	0,25	1,75	4,75	2,25	15

el ámbito de cordillera principal (Fig.1), aproximadamente a unos 120 km al oeste de la ciudad homónima y a unos 13 km de la localidad de Las Aucas, en el yacimiento Vega Grande.

### ANÁLISIS DE FACIES

La sucesión sedimentaria del Grupo Neuquén en el área Vega Grande está conformada por depósitos clásticos en los que se identificaron, a partir del relevamiento de una sección estratigráfica de detalle, facies psamíticas y pelíticas (Fig. 2). A partir del análisis de facies, se han caracterizado en total 10 facies y dos asociaciones de facies; Asociación de Facies de Canales y Barras (AFI) y de Llanura de Inundación (AFII). La asociación de canales y barras (AFI) está evidenciada por la presencia de bancos lenticulares de extensión y espesor

variable, de base predominantemente erosiva y formados por conglomerados y areniscas medianas a gruesas, principalmente masivas, con estratificación entrecruzada en artesa y tangencial, con escasos niveles de clastos imbricados. El carácter masivo es el más común y su origen puede estar atribuido a un proceso operante durante la depositación a partir de corrientes altamente concentradas en sedimentos asociados a flujos de alta densidad. El apilamiento de las unidades limitadas por superficies erosivas y la presencia de estructuras de corte y relleno, representan la superposición de varios eventos dando lugar a rellenos de canales multiepisódicos. Los bancos de conglomerados y areniscas medianas a gruesas alternan con areniscas finas masivas que presentan bioturbación. La ausencia de estructuras sedimentarias en la facies de areniscas finas masivas podría estar asociada a la acción de organismos que obliteraron todo tipo de ordenamiento



**Figura 3.** A) Muestra VG8-16. Vista general de la fracción clástica de la muestra compuesta por cuarzo (Qf), feldespato potásico (Fk), líticos paleovolcánicos granulares (Lpv), cemento ceolítico (Cc) y cemento carbonático (Cca)-(Con nicoles cruzados). B) Muestra VG16-16. Vista general de la fracción clástica compuesta principalmente por fragmentos líticos carbonáticos. C) Diagrama ternario de clasificación de areniscas de Folk et al. (1970). D) Diagrama de clasificación de áreas de procedencia de Dickinson et al. (1983).

**Tabla 2.** Valores recalculados al 100% para cada una de las muestras.

COMPONENTES TOTALES	MODAS DETRÍTICAS					VALORES RECALCULADOS AL 100%				
	MUESTRAS									
	VG1-16	VG5-16	VG8-16	VG16-16	VG17-16	VG1-16	VG5-16	VG8-16	VG16-16	VG17-16
CUARZO	37,5	37,5	36,8	15,3	42,8	40,4	43,5	42,0	19,6	54,8
FELDESPATOS	19,3	13,5	12,8	13,3	13,3	20,8	15,7	14,6	17,0	17,0
FRAGMENTOS LÍTICOS	36,0	35,3	38,0	49,3	22,0	38,8	40,9	43,4	63,3	28,2
TOTALES	92,75	86,25	87,5	77,75	78	100	100	100	100	100
AMBIENTE SEDIMENTARIO	BARRA	BARRA	CANAL	CANAL	BARRA					

to en los bancos como también a una rápida depositación durante un evento de crecida y desbordamiento tal como lo reconocieron Cruz *et al.* (1993). La presencia de bioturbación y moteado en las facies más finas indicaría desarrollo de paleosuelos. Se han identificado trazas asignadas a *Scoyenia*, *Taenidium*, *Arenicolites* y *Skolithos*, mientras que hacia el tope de la secuencia es común la presencia de niveles con rizolitos y tubos horizontales y verticales indiferenciados. La presencia de los rizolitos al techo de esta unidad indica elevada bioturbación, exposición subaérea, evidencias de procesos pedogenéticos y marcan el límite entre las dos asociaciones de facies sedimentarias definidas previamente. Los depósitos de planicie de inundación (AFII), constituidos por pelitas rojizas, indicarían condiciones de bajo régimen de flujo, favoreciendo la sedimentación de la carga en suspensión (Gómez *et al.*, 2016a; Gómez *et al.*, 2016b).

### PETROGRAFÍA Y ANÁLISIS DE PROCEDENCIA METODOLÓGICA

Se realizó un muestreo sistemático de areniscas tomando como base la sección estratigráfica de detalle relevada (34°40'15.68"S/69°40'4.27"O) (Fig. 2). Los trabajos de gabinete consistieron en la observación y descripción de las muestras de mano con la utilización de la lupa, y la posterior selección de muestras para la confección de láminas delgadas. Se confeccionaron 17 láminas delgadas impregnadas con resina epoxy azul para resaltar la porosidad y además, se realizó tinción de los cortes utilizando alizarina para discriminar tipo y composición de carbonatos. Luego de analizar el perfil se seleccionaron 5 láminas delgadas para el análisis de modas detríticas (Tabla 1 y 2) y de procedencia. Además, para la selección de las muestras se tuvo en cuenta el grado de alteración de las mismas. Las areniscas se clasificaron siguiendo la propuesta de Folk *et al.* (1970) y se utilizó el método Gazzi-Dickinson para los análisis de procedencia. Todos los datos fueron volcados luego en los diagramas de discriminación de procedencia de Dickinson *et al.* (1983).

### RESULTADOS

Las areniscas del Grupo Neuquén en el área Vega Grande corresponden fundamentalmente a Litoarenitas feldespáticas (en promedio Q<sub>45</sub>F<sub>18</sub>L<sub>37</sub>) y en menor medida a Litoarenitas (Muestra VG16-16/Q<sub>19</sub>L<sub>17</sub>L<sub>63</sub>) (Fig. 3. A y B), con porcentajes de matriz menor al 10% de la roca (Tabla 1 y 2). La proporción de cuarzo promedio en las muestras es del 45% y la variedad que predomina es la monocristalina con extinción recta sobre la policristalina. Se reconoció además, cuarzo ondulado (en promedio 5%) y cuarzo como fragmento de roca volcánica (en promedio 1,5%). Tanto en la muestra VG1-16 como en VG17-16 se observó cuarzo engolfado con preservación de la pasta. Dentro de la sección estratigráfica analizada no se observa una tendencia clara a la base o al techo en cuanto a la cantidad de cuarzo. La proporción de cuarzo policristalino (en promedio 2%) es baja. La proporción promedio de feldespato alcalino y plagioclasa es similar (6,4 y 6,2 % respectivamente) y normalmente presentan alteración sericitica y arcillosa. También se reconocieron plagioclasas como fragmentos de rocas volcánicas y feldespatos reemplazados por calcita. En menor medida aparece microclino en cristal único. Por otro lado, los fragmentos líticos constituyen el 37 % (valor promedio) de la fracción clástica, se presentan angulosos a subangulosos, en tamaños variados y corresponden principalmente a rocas volcánicas y más específicamente, paleovolcánicas (Critelli e Ingersoll, 1995). En casi todas las muestras predominan los fragmentos de volcanitas con pastas felsíticas, aunque se ha observado fragmentos de volcanitas con pastas pilotáxicas. Además, se reconoció una proporción importante (34,5 %) de fragmentos líticos carbonáticos en la parte media de la sección (Muestra VG16-16). Otros tipos de líticos sedimentarios y fragmentos de rocas metamórficas se observan en bajas proporciones. El tipo de cemento más común es el carbonático, y le siguen en nivel de abundancia el ceolítico, arcilloso y ferruginoso. La tinción realizada, permitió establecer que el cemento carbonático está compuesto por calcita no ferrosa. Los constituyentes menores más abundantes son las micas, junto a los minerales pesados y

opacos. La cantidad de porosidad en las muestras va aumentando con una tendencia hacia la parte media y alta de la sección analizada. Los valores obtenidos a partir del conteo modal realizado fueron volcados en el diagrama de Folk *et al.* (1970) para la clasificación de las areniscas (Fig 3. C).

### ANÁLISIS DE PROCEDENCIA

En este trabajo se tomará únicamente el análisis modal de areniscas para caracterizar su área de aporte. La composición modal recalculada obtenida para las areniscas del Grupo Neuquén en el área Vega Grande (Cuadro 1) fue volcada en el gráfico de procedencia de Dickinson *et al.* (1983). El gráfico (Fig. 3. D) indica que las muestras analizadas tienen principalmente procedencia de orógeno reciclado (muestras VG1-16, VG5-16, VG8-16 y VG17-16) y una de ellas (muestra VG16-16) indica procedencia de arco transicional. La presencia de cuarzo engolfado en los cortes indicaría procesos de origen volcánico, mientras que el bajo contenido de cuarzo policristalino estaría relacionado con la ausencia o escasez de rocas metamórficas en el área fuente. Por otro lado, se observa un aumento de fragmentos líticos paleovolcánicos vítreos hacia la base de la sección analizada. De esta manera y en base a los antecedentes del área, junto con la proporción y composición de los fragmentos líticos se puede interpretar que el área de aporte estaría relacionada por un lado, a la exhumación del orógeno andino situado al oeste indicando un periodo de deformación y levantamiento importante. El alto contenido de líticos paleovolcánicos indica la erosión de un arco volcánico antiguo, mientras que el contenido de líticos carbonáticos y la procedencia de la litoarenita (VG16-16) refleja el aporte de parte de la secuencia carbonática del Mesozoico inferior, probablemente como consecuencia de un pulso de levantamiento. Es importante tener en cuenta que el aporte de fragmentos de rocas volcánicas podría estar asociado a la erosión del Sistema de Sierra Pintada, otra área positiva ubicada en este caso hacia el este.

### CONCLUSIONES

La interpretación paleoambiental de las sedimentitas del Grupo Neuquén en el área Vega Grande corresponde a un modelo depositacional de ambiente continental con desarrollo de sistemas fluviales entrelazados de moderada sinuosidad que migran a sistemas de alta sinuosidad, característicos de borde de cuenca. Dicho sistema está constituido por canales conglomerádicos-arenosos multiepisódicos, depósitos de desborde y de planicie de inundación, con desarrollo de paleosuelos e importante bioturbación. El resultado del análisis petrográfico refleja que las areniscas corresponden, según la clasificación de Folk *et al.* (1970) a litoarenitas feldespáticas (en pro-

medio  $Q_{45}F_{18}L_{37}$ ) y en menor medida a litoarenitas ( $Q_{19}L_{17}L_{63}$ ), mientras que el área de aporte indica procedencia según Dickinson *et al.* (1983), de orógeno reciclado y arco transicional. Esto último podría estar asociado tanto a la exhumación de la incipiente cordillera de los Andes situada al oeste, indicando un periodo de deformación y levantamiento importante al momento de la depositación, como así también al aporte desde el borde nororiental de la cuenca Neuquina, a partir la erosión del Sistema de Sierra Pintada. El cambio brusco en la composición de los fragmentos líticos desde paleovolcánicos a carbonáticos, en el sector medio y alto de la sección estratigráfica analizada, permite inferir un cambio importante en la polaridad de la cuenca Neuquina, de la misma forma podría ser interpretado como un cambio a partir de un área de aporte local. Se espera que la incorporación de un mayor número de muestras caracterice definitivamente la tendencia presentada en este trabajo e identifiquen las áreas de procedencia.

### AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de Río Negro en el marco del proyecto UNRN-40A-321 y al proyecto PICT 2013-0095 por el financiamiento del presente trabajo.

### LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Broens, S. 2004. Geología de la Región del Morro de Cuero, alto río Diamante, provincia de Mendoza. Trabajo Final de Licenciatura. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires (inédito), 83 p., Buenos Aires.
- Cruz, C., 1993. Facies y estratigrafía secuencial del Cretácico superior en la zona del río Diamante, Provincia de Mendoza, Argentina. XII Congreso Geológico Argentino y II Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas I: 46-54, Mendoza.
- Critelli, S. & Ingersoll, R. V. 1995. Interpretation of neovolcanic versus palaeovolcanic sand grains: an example from Miocene deep-marine sandstone of the Topanga Group (Southern California). *Sedimentology*, 42, 783-804.
- 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.
- Folk, R.L., Andrews, P.B. y Lewis, D.W. 1970. Detrital sedimentary rock classification and nomenclature for use in New Zealand. *New Zealand Journal of Geology and Geophysics* 13: 937-968.
- Gómez R., Tunik M. y Casadío S. 2016a. Análisis de facies del Grupo Neuquén, Cretácico Superior, en el área Vega Grande, Mendoza, Argentina. Congreso. VII Congreso Latinoamericano de Sedimentología, CLS- y la XV Reunión Argentina de Sedimentología. Santa Rosa, La Pampa.
- Gómez R., Tunik M y Casadío S. 2016b. Icnología del Grupo Neuquén (Cretácico Superior), Vega Grande, Mendoza: ca-



- racterización e importancia paleoambiental. Congreso. 11° Congreso de la Asociación Paleontológica Argentina. General Roca, Río Negro.
- Kim, H. J. 2003. Geología del Cerro Amarillo, sur del arroyo Las Playas, Provincia de Mendoza. Trabajo Final de Licenciatura. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires (inédito), 104 p., Buenos Aires.
- Kozlowski, E. y Baldi, J. 1983. Estratigrafía, estructura y posibilidades petroleras de la zona: Río Diamante - Río Atuel, Provincia de Mendoza. YPF (informe inédito), Buenos Aires.
- Pereira, D.M. 2003. La faja plegada y corrida Malargüe en la margen norte del río Diamante. Trabajo Final de Licenciatura. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires (inédito), 105 p., Buenos Aires.
- Scaricabarozzi, N. 2003. Geología del área del Arroyo Las Playas, Departamento de San Rafael, Provincia de Mendoza. Trabajo Final de Licenciatura. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires (inédito) 62 p., Buenos Aires.
- Sruoga, P. 2000. Descripción geológica de la hoja Volcán Maipo, Provincia de Mendoza. Informe Preliminar, SEGEMAR (inédito) Buenos Aires.
- 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.
- Zubiri M. 2002. Geología y estructura en las adyacencias del arroyo Bravo, Provincia de Mendoza. Trabajo Final de Licenciatura. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires (inédito), Buenos Aires.