

DIAGÉNESIS Y ARCILLAS INTERSTICIALES EN LAS UNIDADES NEOPALEOZOICAS DEL GRUPO PAGANZO - LA RIOJA

Renato R. ANDREIS

Museo Paleontológico "Egidio Feruglio", Av. Fontana 140, Trelew, Chubut.

RESUMEN

En esta contribución se describen los principales procesos diagenéticos vinculados a las arcillas que ocurren en las areniscas de las unidades Neopaleozoicas del Grupo Paganzo. Se incluyen minerales de las arcillas en las wackes y en los poros de areniscas (caolinita, illita, clorita, y minerales interestratificados), procesos de neoformación (caolinita a dickita) y procesos de cementación (hematita, calcita). Las tobas y tobas pisolíticas con chalazolitas contienen vitroclastos planares, curvoplanares y ramificados y pumicitas vesiculares y están alterados a esmectita y analcima (Formaciones Patquía y La Colina). En la Formación La Antigua, los vitroclastos están alterados en caolinita y analcima.

Palabras clave: *Cuenca de Paganzo, La Rioja, Neopaleozoico, minerales de arcillas, neoformación, cementación.*

ABSTRACT: *Diagenesis and interstitial clays of the late Paleozoic Paganzo Group - La Rioja.*

In this paper the most important diagenetic clay-related processes that take place in the sandstones from the Neopaleozoic units of the Paganzo Group are described. They include both clay minerals in the wackes and in the pores of clean sandstones (kaolinite, illite, chlorite, interstratified clay minerals), processes of neoformation (kaolinite to dickite) and of cementation (hematite, calcite). The tuffs and pisolithic tuffs with chalazolites in the Patquía and La Colina formations have planar, curvilinear and branched vitroclasts and vesicular pumites and they are also altered into smectite and analcime, while the tuffs of La Antigua Formation, are altered into kaolinite and analcime.

Keywords: *Paganzo Basin, La Rioja Province, Neopaleozoic, clay minerals, neoformation, cementation.*

INTRODUCCIÓN

Esta contribución tiene como objetivo reunir y actualizar las descripciones petrográficas de las areniscas de las Formaciones Guandacol, Tupe y Patquía en la Sierra de Maz; las Formaciones Malanzán, Solca, Loma Larga, Arroyo Totoral y La Colina en la Sierra de Los Llanos; Lagares en Amaná. Todas estas unidades son integrantes del Grupo

Paganzo y afloran en la cuenca de Paganzo (Fig. 1). Los datos fueron recopilados de los trabajos de Bossi y Herbst (1968), Teruggi *et al.* (1969); Rossi y González (1970), Coira y Koukharsky (1970), Di Paola (1972), Limarino (1984), Andreis *et al.* (1986), Siano (1989, 1990), Pazos (1990), Luna (1991), Del Blanco *et al.* (1992), Limarino *et al.* (1993), Caselli *et al.* (1997), Net (1999, 2002), Net y Limarino (2000), entre otros.

Metodología

Se estudiaron las arcillas intersticiales de las areniscas del Grupo Paganzo. La composición y abundancia relativa de los argilominerales presentes en estas muestras fueron determinadas por difracción de rayos X, con radiación K de Cu ($\lambda: 1.54 \text{ \AA}$), en goniómetro vertical de 36 Kw, 18 Ma y constante de tiempo de 1 segundo. Los tratamientos de las muestras orientadas fueron de forma normal, glicolada y calcinada a 550 grados (Moore y

Reynolds 1989).

Procesos diagenéticos

La alta frecuencia de estructuras primarias y la moderada selección en la mayoría de las areniscas, permite deducir una porosidad inicial probable de hasta 35 %. El evento diagenético inicial vinculado con un soterramiento poco profundo, fue la compactación mecánica que produjo la reducción de la porosidad al 20 % con la concomitante redistribución y discreta fracturación de los clastos, la deformación de las micas y de otros componentes lábiles. Los contactos entre los clastos en las areniscas indican que esa compactación no fue excesiva, pues los contactos tangenciales y planos predominan sobre los escasos contactos suturales y los cóncavo-convexos (Formaciones Guandacol, Tupe, Solca, Patquía y La Colina). En las Formaciones Guandacol y Malanzán, además de la existencia de ortomatriz arcillosa-limosa (Fig. 2a), la alteración de la biotita provocó la introducción de arcillas en los poros de las areniscas limpias (epimatriz clorítica/illítica) tapizando los huecos y superficies clásticas (recubrimientos) visibles en las Formaciones Guandacol y Malanzán o rellenándolos totalmente (Formación Guandacol). Los argilominerales de estas matrices, así como los intraclastos pelíticos, fueron modificados por procesos de recristalización.

En la Formación Lagares, las pelitas contienen abundante caolinita y escasa proporción de illita y rara esmectita (Rossi y González 1970). Según Di Paola (1972), la caolinita aparece vermicular, prismática o tabular, siendo que las dos últimas son relictas de las micas, mientras que la illita sería detrítica con baja cristalinidad. El interstratificado 10-14 montmorillonita es neoformado (diagenético) y aparece con mejor cristalinidad en proporciones entre 20 y 50%. En la Formación Arroyo Totoral las pelitas contienen caolinita con buena cristalinidad.

Teruggi *et al.* (1969) han analizado los argilominerales de las Formaciones Guandacol, Tupe y Patquía en la sierra de Maz (La Rioja). Las dos primeras unidades presentan abundante clorita (20-60%, media 45%), illita (30-40%) y menores proporciones de caolinita (10-20%). Caolinita es abundante en la

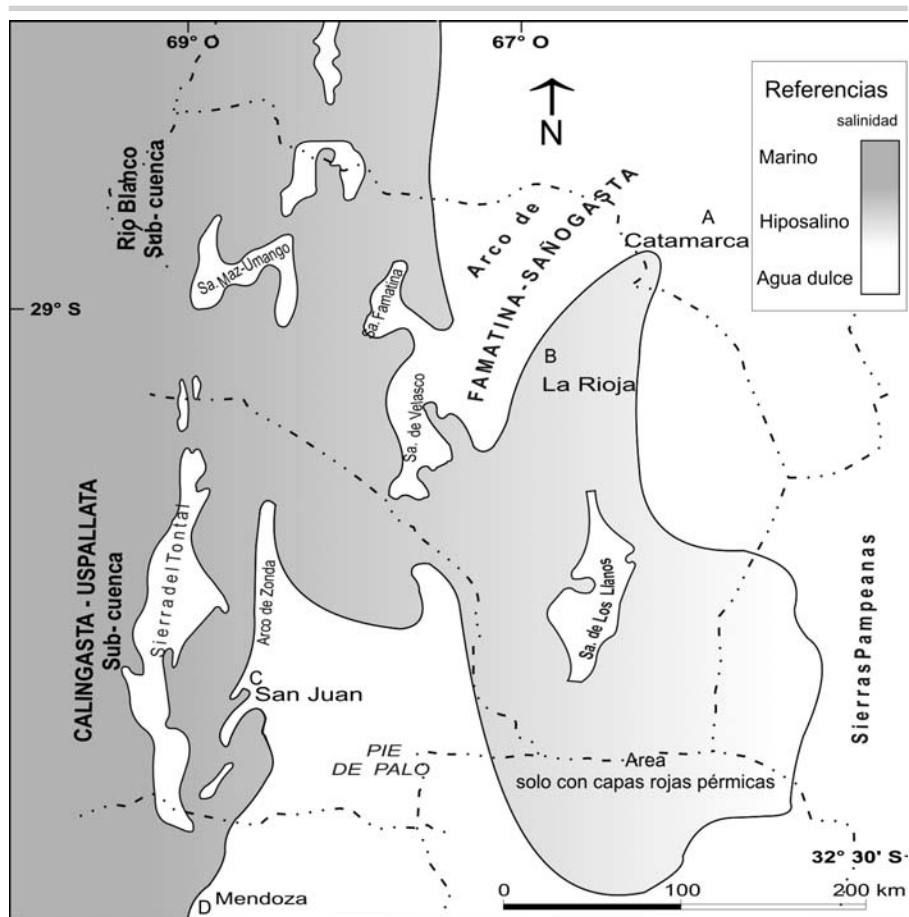


Figura 1: Principales localidades citadas y elementos paleotopográficos de la cuenca Paganzo. A. Catamarca; B. La Rioja; C. San Juan; D. Mendoza. Modificado de Pazos (2002).

Formación Patquía. (Fig. 2). Han sido reconocidas dos interstratificados: alleverdita (10-14montmorillonita) y corrensita (14clorita-14montmorillonita). La primera aparece en las Formaciones Guandacol y Patquía, mientras que la segunda está restringida a la Formación Patquía.

Por otro lado, en la Formación Patquía (Sierra de Maz, La Rioja) las areniscas rojas del miembro superior contienen margas, tobas y lentes de baritina y yeso (Teruggi *et al.* 1969, Spalletti 1979), mientras que en la sierra de los Llanos, en la Formación La Colina (Pérmico superior), Siano (1990) menciona lentes de yeso, calcita y rara halita en depósitos lacustres efímeros. Limarino y Sessarego (1987) describen en la Formación de la Cuesta (Pérmico, La Rioja) rocas de origen químico representadas por calcita y yeso impurificados con materiales limosos laminados y vinculadas a un

ambiente lacustre. Aparecen en capitas muy delgadas (hasta 1,5 cm espesor), debido a la concentración de sales por procesos de máxima desecación (evaporación y probable ascenso capilar). En la Formación Ojo de Agua (Pérmico, La Rioja) estos autores refieren la presencia de yeso, margas y calizas en bancos muy delgados (hasta 2 cm de espesor) en un ambiente lacustre temporalmente hipersalino (véase Limarino *et al.* 1993).

Andreis *et al.* (1986) y Net (2002) en las formaciones aflorantes en el paleovalle de Malanzán mencionan la presencia de abundante clorita y escasas proporciones de caolinita, illita e illita-montmorillonita en la Formación Malanzán. Ya en la Formación Loma Larga la caolinita y la clorita son muy frecuentes, mientras que illita e illita-montmorillonita son raras. En la Formación Solca la caolinita y la clorita son frecuentes,

CUADRO 1: Resumen de las abundancias relativas de los principales argilominerales presentes en las formaciones del Grupo Paganzo.

	Clorita	Illita	Caolinita
PATQUIA	escasa	escasa	abundante
TUPE	abundante	abundante	escasa
GUANDACOL	abundante	abundante	escasa

con rara presencia de illita-montmorillonita. La Formación La Colina presenta abundante caolinita. En las areniscas incluidas en esas unidades el evento diagenético inicial fue la compactación con reducción de la porosidad al 20-25% y la modificación de los contactos entre los clastos, con contactos tangenciales y planos predominando sobre los tipos cóncavo-convexos y suturales (véase Siano 1989, Pazos 1990, Luna 1991). En la Formación Malanzán la biotita se alteró en una mezcla confusa de argilominerales y calcita y la depositación en los poros de masas de grano fino, tapizando poros o rellenándolos totalmente, igualmente que los rebordes de laminillas de clorita verde pálida. Poco después se produjeron escasos y delgados crecimientos sintaxiales de cuarzo (Formaciones Loma Larga y La Colina).

Según Zalba *et al.* (1993), Net y Limarino (2000) y Net (2002), para la Formación Malanzán, del Carbonífero de la cuenca de Paganzo, aparece 14clorita-14esmectita (tipo corrensita), illita, clorita y escasa 10-14esmectita en la facies "oriental", mientras que en la facies "occidental" se ha encontrado illita-caolinita-clorita y 10-14esmectita. En la Formación Loma Larga aparece caolinita, illita, clorita y 10-14esmectita, mientras que en la Formación Solca se reconocieron 10-14esmectita, illita y clorita. En las unidades pérmicas, como la Formación Arroyo Totoral, aparece caolinita, illita, clorita y 10-14esmectita y en la Formación La Colina caolinita, illita, clorita o bien esmectita e illita en el Cerro Bayo. La mayoría de las arcillas son detríticas por su baja cristalinidad, pero la elevada cristalinidad de la illita sugiere procesos diagenéticos, mientras que los interstratificados illita-esmectita en el Carbonífero indican condi-

ciones paleoclimáticas húmedas. La asociación clorita-vermiculita indica un producto de meteorización de las cloritas originales de la cuenca Paganzo.

Poco después se produjo la formación de delgados crecimientos sintaxiales sobre cuarzo monocristalino (y escasamente en cuarzo policristalino) y epitaxiales (albita) en los feldespatos potásicos (ortoclasa, microclino) y las plagioclasas en las areniscas exentas de matriz. La sílice necesaria para éste proceso habría sido generada por fenómenos de presión y disolución de los granos de cuarzo y/o la conversión diagenética del interstratificado illita-montmorillonita a illita. Al mismo tiempo, se habría iniciado la alteración caolínica de la muscovita y de las plagioclasas (Formación Lagares). En las areniscas exentas de matriz de la Formación Guandacol aparecen agregados desordenados de albita en algunos poros. En la Formación Patquía (Sierra de Maz, La Rioja), Caselli *et al.* (1997) hallaron concreciones reemplazadas por minerales del grupo de la clorita, donde el núcleo está compuesto por cuarzo corroído, plagioclasas, opacos y un cemento (50%) integrado por una compleja trama de illita y roscoelita, una variedad de muscovita con vanadio a las que se asocian anomalías de uranio, cobre y tierras raras. Estas concreciones se formaron por la presencia de restos de materia orgánica que crearon un microambiente reductor, donde precipitó el vanadio y tienen una pátina hematítica alrededor de los clastos y en las concreciones. La migración del vanadio se produjo en la etapa eodiagenética.

En las etapas tardías de la diagénesis se produjo la precipitación en el sistema de carbonatos y hematita (Teruggi *et al.* 1969, Net 2002). La hematita puede formar discretas

películas alrededor de los granos en las formaciones Malanzán, Tupe (sector con areniscas volcánicas, Fig. 2c), Patquía y La Torre (Fig. 2b) o rellenan poros (Formación Solca y, en particular, en las Formaciones Patquía y La Colina), con anterioridad de la precipitación de los carbonatos. Ocasionalmente, la hematita forma nódulos en la Formación Lagares (Net 1999). Luego precipitaron escasa albita y baritina en individuos anedrales no pigmentados (Formación Patquía) y la frecuente calcita micrítica (reemplazo de epimatriz) a esparítica (relleno de poros sobre los recubrimientos de hematita o clorita/illita y penetración a lo largo de los clivajes de los feldespatos) y los crecimientos sintaxiales o epitaxiales en las Formaciones Guandacol, Solca y La Colina. En algunos casos, el carbonato alcanza tamaños macroesparíticos (cristales de arena) en las restantes areniscas, dando comienzo a la sustitución periférica de los clastos (Formaciones Tupe, Solca, Arroyo Totoral, Patquía, La Torre y La Colina). En la Formación La Colonia (Di Paola 1972b) las areniscas son cuarzo-feldespáticas (cuarzo, plagioclasa y escaso microclino) y líticos de plutonitas y volcánicas ácidas a andesíticas). El material intersticial lo forman un pigmento férrico, analcima isótropa y poca calcita, con algunos crecimientos sintaxiales de cuarzo e illita mal cristalizada. Las areniscas eólicas de la Formación La Colina (Limarino 1984) presentan variedades feldespáticas rojas, finas, friables, muy porosas, desprovistas casi totalmente de minerales micáceos y escasos minerales pesados (opacos, granate, zircón). Los granos subangulosos, subredondeados a redondeados están teñidos por óxidos de hierro, concentrado en la superficie de los granos (recubrimientos). Incluyen concreciones carbonáticas subsféricas, proladas y raramente irregulares y, en algunos casos, se han reconocido capitas de yeso de reducido espesor y dispuestas horizontalmente.

La fase final de la secuencia diagenética está representada por la progresiva oclusión de los poros de las areniscas por el crecimiento de caolinita/dickita vermicular y escasa illita (cemento de filosilicatos) en las areniscas incluidas en las Formaciones Tupe, Loma Larga, Solca, Arroyo Totoral y La Colina. Este proceso ocurrió a partir de

aguas circulantes dulces de origen meteórico, con pH bajo y dióxido de carbono disuelto (Andreis *et al.* 1986). Con todo, hay una nueva precipitación de calcita micrítica a subesparítica que produce el parcial reemplazo de la caolinita y la sustitución periférica de los granos de cuarzo y feldespatos (Formaciones Arroyo Totoral y Patquía) y la matriz (Formaciones Guandacol, Solca y La Colina).

En la Formación Lagares, en el área del yacimiento Las Mellizas, Del Blanco *et al.* (1992) hallaron en pelitas grises y negras con elementos del grupo de las tierras raras y otros minoritarios. Los elementos traza están relacionados con la composición de las rocas parentales de naturaleza granítica. La baja a moderada cristalinidad de clorita, illita y la escasa montmorillonita, indican origen detrítico derivado de la erosión de las rocas del basamento alterado (Formaciones Lagares, Guandacol y Tupe), mientras que la buena cristalinidad de caolinita/dickita tiene origen diagenético (Formaciones Guandacol, Tupe y Patquía, en su miembro superior). Los interstratificados 10-14montmorillonita-allevadita en las Formaciones Guandacol y Lagares, con 10-40% y 14clorita-14montmorillonita-corrrensita (Formación Patquía, 20-40%) y 14clorita-14vermiculita (Formaciones Tupe y Patquía basal), serían derivados de la transformación de la illita a clorita por mayor soterramiento (Teruggi *et al.*, 1968). La génesis de 14clorita-14montmorillonita-corrrensita, también se asocia a la presencia de componentes salinos (anhidrita) y/o la degradación del vidrio volcánico, que también habría provocado la precipitación de analcima como agregados de cristales subhedrales, calcita y anhidrita en la Formación La Colina en el paleovalle de Malanzán (Andreis *et al.* 1968).

Procesos recientes de disolución, migración y reprecipitación del carbonato, intensificó el reemplazo de los clastos y aparecen ocasionales individuos de ankerita relacionados con procesos telodiagenéticos. A su vez, los crecimientos secundarios, el cemento de filosilicatos, la epimatriz, las micas y, en algunos casos, el cemento calcítico, fueron nuevamente pigmentados por hematita (Formaciones Lagares, Solca, Tupe, Patquía y La Colina).

Las tobas primarias y tobas pisolíticas (con chalazolitas) en la Formación Patquía a 270 m de la base, con un espesor de 14 m en capas tabulares de 3 a 10 cm, con contactos planares o ondulados, se presentan macizas o con óndulas asimétricas en el cerro Tosquea, loma Blanca y sierra Brava (Parker 1968) y en la sierra de Paganzo, cerro Guandacol, sierra de Famatina, sierra de Calalaste y cerro Rincón (Donato y Vergani 1985). Las tobas y las tufitas en la Formación La Colonia tienen espesores hasta 3,50 m, blanco-rosadas, con ondulas y calcos de carga y nódulos de analcima, en estratos de 4-5 cm de espesor. Presentan trizas vítreas incoloras de tipos curvoplanares, planares y ramificadas, así como de pumicitas esponjosas, alteradas a esmectita por degradación del vidrio (Siano 1989, Pazos 1990) o illita y montmorillonita, así como la presencia de analcima que está vinculada con los vitroclastos depositados en un paleoambiente de cuerpos de agua poco profundos (Di Paola 1972b). En la Formación Ojo de Agua, Limarino y Sessarego (1987) mencionan al menos dos niveles de tobas vítreas primarias estratificadas en la parte media de la unidad.

En la Formación La Antigua (Pérmico inferior), en la sierra Brava (Cerro Colorado de la Antigua, zonas del río de la Higuera y del Tigre) y en los Chivatos y estancia Las Flores, La Rioja), Coira y Koukharsky (1970) han descripto dos horizontes con tobas finas y gruesas moradas, rosadas, grises, blaquécinas y rojas, en bancos de 5-20 cm laminadas, depositadas en condiciones subácueas. La composición es vítrea (80-95%), aunque existen variedades con fenoides (25-30%) y líticos (15-55%). Las trizas están alteradas a caolinita (y posible halloisita) y analcima. Cuando la analcima alcanza al 40%, aparecen agregados pseudoolíticos con dimensiones hasta 5 mm de diámetro. Entre los fenoides aparece cuarzo, plagioclasa (oligoclasa ácida a media, límpida o alterada), biotita, turmalina, zircón y apatita. La ocasional presencia de microclino y esquistos proviene de la denudación del basamento cristalino. Las tobas presentan concreciones calcáreas discoidales y las tobas finas contienen intraclastos de hasta 10 cm de longitud. La presencia de niveles piroclásticos son indicadores de un volcanismo



Figura 2: Características petrográficas de las areniscas de la cuenca Paganzo: a) Formación Guandacol: esquema de wacke heterogénea con cuarzo y feldespatos.

b) Formación Tupe: Esquema de arenisca feldespática con cuarzo monocristalino y policristalino, ortoclasa y microclino. En los poros se advierten agregados de caolinita.

c) Formación Tupe: Esquema de arenisca lítica con fragmentos de lavas (andesitas, basaltos) y biotita. Alrededor de los clastos aparecen finos recubrimientos de hematita.

ácido o intermedio en el Pérmico de la cuenca de Paganzo (Coira y Koukharsky, 1970). Fidalgo (1962) menciona en la Formación El Chacho (Pérmico) en la hoja Catinzaco, la existencia de dos niveles piroclásticos con nódulos de analcima. Ramos (1982) y

Zuzeck (1968) describen rocas piroclásticas en la Formación Horcobola (Pérmico, La Rioja). Las tobas y tobas con chalazolitas de la Formación Patquía y La Colina, contienen vitroclastos planares, curvoplanares y ramificados, así como pumicitas esponjosas alteradas a esmectita y analcima.

CONCLUSIONES

Las unidades que afloran en la cuenca de Paganzo incluyendo las Formaciones Guandacol, Tupe y Patquía (Sierra de Maz), las Formaciones Malanzán, Solca, Loma Larga, Arroyo Totoral y La Colina (Sierra de los Llanos) y la Formación Lagares (Amaná), contienen minerales de las arcillas en wackes y areniscas (caolinita, illita clorita, y arcillas interestratificadas). Además, incluyen procesos de neoformación (caolinita a dickita) y de cementación (hematita, calcita). La baja cristalinidad de la clorita, illita y la escasa montmorillonita indican origen detrítico derivado de la erosión del basamento cristalino (Formaciones Lagares, Guandacol y Tupe), mientras que la buena cristalinidad de caolinita/dickita tiene origen diagenético (Formaciones Guandacol, Tupe y Patquía). Los interestratificados 10-14montmorillonita-allewardita en las Formaciones Guandacol y Lagares y 14clorita-14montmorillonita-corrensita (Formación Patquía) y 14clorita-14vermiculita (Formaciones Tupe y Patquía basal) serían derivados de la transformación de illita a clorita por mayor soterramiento. La génesis de 14clorita-14montmorillonita-corrensita, se asocia a componentes salinos (anhidrita) y/o a la degradación del vidrio volcánico alterado en analcima. Las tobas y tobas chalazolíticas de las Formaciones Patquía y La Colina contienen vitroclastos planares, curvoplanares y ramificados y pumicita vesiculares, alterados en esmectita y analcima. Las tobas de la Formación La Antigua están alteradas en caolinita y analcima.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

Andreis, R.R., Leguizamón, R. y Archangelsky, S. 1986. El paleovalle de

Malanzán: nuevos criterios para la estratigrafía del Neopaleozoico de la Sierra de los Llanos, La Rioja, República Argentina. Boletín de la Academia Nacional de Ciencias 57(1-2): 3-119, Córdoba.

Bossi, G.E. y Herbst, R. 1968. Noticias sobre la geología de la zona de La Torre, provincia de La Rioja, República Argentina. Revista de la Asociación Geológica Argentina 23(1): 45-54, Buenos Aires.

Caselli, A.T., Limarino, C.O. y Castro, L.N. 1997. Hallazgo de concreciones con micas vanadíniferas en sedimentitas de la Formación Patquía (Pérmico), sierra de Maz, provincia de La Rioja. Revista de la Asociación Geológica Argentina, Nota breve 52(2): 223-227, Buenos Aires.

Coira, B.L.L. y Koukharsky, M.M.L. 1970. Geología y petrología de la Sierra Brava, provincia de La Rioja, República Argentina. Revista de la Asociación Geológica Argentina 25(4): 444-466, Buenos Aires.

Del Blanco, M., Romero, S., Pla, R., Schalamuck, I., Fernández, R. y Echeveste, H. 1992. Concentraciones de elementos del grupo de las Tierras Raras y otros minoritarios en materiales arcillosos del Yacimiento "Las Mellizas", Amaná, La Rioja. 4ª Reunión Argentina de Sedimentología 2: 175-182, La Plata.

Di Paola, E.C. 1972 a. Caracterización litoestratigráfica de la Formación Lagares (Carbónico), en Paganzo-Amaná, provincia de La Rioja, República Argentina. Revista Argentina de Mineralogía. Petrología y Sedimentología (AMPS) 3(3-4): 99-116.

Di Paola, E.C. 1972 b. Litología de la sección media del Grupo Paganzo en las comarcas Paganzo-Amaná y Olta-Malanzán, provincia de La Rioja, República Argentina. Revista de la Asociación Geológica Argentina 27(2): 206-214, Buenos Aires.

Fidalgo, F. 1962. Informe geológico de la hoja 17d, Catínzaco. Dirección Nacional de Minería y Geología (informe inédito), Buenos Aires.

Limarino, C.O. 1984. Areniscas eólicas en la Formación La Colina (Paleozoico superior), provincia de La Rioja. Revista de la Asociación Geológica Argentina 39(1-2): 58-67, Buenos Aires.

Limarino, C.O. y Sessarego, H.L. 1987.

Algunos depósitos lacustres de las Formaciones Ojo de Agua y de la Cuesta (Pérmico). Un ejemplo de sedimentación para regiones áridas o semiáridas. Revista de la Asociación Geológica Argentina 42(3-4): 267-279, Buenos Aires.

Limarino, C.O., Spalletti, L.A. y Siano, C. 1993. A Permian arid paleoclimatic phase in West and Northwest Argentina. Comptes Rendus 12º International Congress Carboniferous and Permian 2: 453-468, Buenos Aires.

Luna, A.R. 1991. Estratigrafía y sedimentología de las unidades neopaleozoicas en el borde oriental de la Cuenca Intramontana de las Sierras de los Llanos (sector Tres Cruces - Los Mistoles), La Rioja, Argentina. Trabajo final de Licenciatura, Universidad de Buenos Aires (inédito) 194 p., Buenos Aires.

Moore, D.M. y Reynolds, R.C. 1989. X Ray diffraction and the identification Analysis of Clay Minerals, Oxford University Press, 332 p., New York.

Net, L.I. 1999. Petrografía, diagenésis y procedencia de areniscas de la sección inferior del Grupo Paganzo (Carbonífero) en la cuenca homónima. Tesis Doctoral, Universidad de Buenos Aires (inédito) 498 p., Buenos Aires.

Net, L.I. 2002. Factores de control sobre los tipos de cementos en areniscas carboníferas de la Cuenca Paganzo, noroeste de Argentina. Revista Asociación Argentina de Sedimentología 9(1): 1-30, La Plata.

Net, L.I. y Limarino, C.O. 2000. Caracterización y origen de la porosidad en areniscas de la sección inferior del Grupo Paganzo, Argentina. Revista Asociación Argentina de Sedimentología 7: 47-70, La Plata.

Pazos, P.J. 1990. Análisis estratigráfico y paleoambiental del Neopaleozoico de la Cuenca Intramontana de la sierra de los Llanos (Formaciones Solca y La Colina), en los alrededores de la localidad de Solca, provincia de La Rioja, Argentina. Trabajo final de Licenciatura, Universidad de Buenos Aires (inédito) 248 p., Buenos Aires.

Pazos, P.J. 2002. Palaeoenvironmental framework of the Late Paleozoic glacial to postglacial transition in the Paganzo-Calingasta Basin (South America) and

- Karoo-Kalahari Basins (southern Africa): Ichnological implications. *Gondwana Research* 5(3): 619-640.
- Ramos, V.A. 1982. Descripción Geológica de la Hoja 20 f Chepes, provincia de La Rioja. Servicio Geológico Nacional, Boletín 184: 1-52, Buenos Aires.
- Rossi, N. y González, O. 1970. Arcillas de La Rioja. Instituto Nacional Geología y Minería (informe inédito) Carpeta 788, Buenos Aires.
- Siano, C.A. 1989. Estratigrafía y paleoambientes de las formaciones neopaleozoicas (Solca y La Colina) de la cuenca intermontana de la sierra de los Llanos, provincia de La Rioja. Tesis final de Licenciatura, Universidad de Buenos Aires (inédito) 128 p., Buenos Aires.
- Siano, C.A., 1990. Ultimos eventos depositacionales de la Formación La Colina, Sierra de los Llanos, La Rioja, Argentina. 10° Congreso Geológico Argentino, Actas, 187- 194, Tucumán.
- Teruggi, M.E., Andreis, R.R., Iñíguez Rodríguez, A.M., Mazzoni, M.M., Spalletti, L.A. y Abait, J.P. 1969. Sedimentology of the Paganzo Beds at Cerro Guandacol, Province of La Rioja. 1° Simposio Internacional Geología y Paleontología de Gondwana, (Mar del Plata 1967), 2: 857-880, París.
- Zalba, P.E., Iñíguez Rodríguez, A.M., Morosi, M. y Maggi, J. 1993. Composición mineralógica, distribución y procedencia de arcillas en secuencias carboníferas y pérmicas de Argentina, Bolivia y Uruguay. *Comptes Rendus 12° International Congress Carboniferous and Permian* 2: 501-518, Buenos Aires.
- Zuzek, A., 1968. Descripción geológica de la Hoja 18f Chemical, provincia de La Rioja. Instituto Nacional de Geología y Minería (informe inédito), Buenos Aires.

Recibido: 3 de febrero, 2004

Aceptado: 1 de mayo, 2006