

## NOTA BREVE

# HALLAZGO DE HIERRO BANDEADO EN EL BASAMENTO DEL SECTOR NOROCCIDENTAL DE LA CORDILLERA DEL VIENTO, PROVINCIA DEL NEUQUÉN: ASPECTOS ESTRATIGRÁFICOS Y METALOGENÉTICOS

Eduardo O. ZAPPETTINI<sup>1</sup> y Marcelo DALPONTE<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Geología y Recursos Minerales - SEGEMAR. Email: ezappe@mecon.gov.ar

<sup>2</sup> Delegación Viedma - SEGEMAR. Email: segemarviedma@speedy.com.ar

Palabras clave: *Hierro bandeado, Jaspilita, Paleozoico, Esquistos pirofilíticos.*

## INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se da a conocer la presencia de sedimentitas con intercalaciones de jaspilitas correspondientes a depósitos de hierro bandeado (*banded iron formation, BIF*) tipo Algoma entre los arroyos Butalón Norte, por el sur, y El Auque, por el norte (Fig. 1a), y de esquistos pirofilíticos aflorantes en este último arroyo, en el sector noroccidental de la Cordillera del Viento, provincia del Neuquén. Estas unidades se localizan por debajo de los niveles basales del Grupo Choiyoi (Stipanovic 1965) o Formación Cordillera del Viento (Leanza *et al.* 2005) y no estaban discriminados de esta unidad antes del presente estudio.

Las condiciones de formación de estas unidades implican la existencia en la comarca de una cuenca marina previa a la continentalización de la región y de la depositación de las sedimentitas y volcánicas del Grupo Choiyoi.

Con los resultados disponibles que se presentan en esta comunicación se describen los esquistos pirofilíticos, correlacionables con metasedimentitas devónicas existentes en el área, y la secuencia sedimentaria y volcánica con intercalaciones de hierro bandeado, correlacionable con unidades carboníferas aflorantes en la región de Andacollo, analizándose su importancia metalogenética. Están en curso estudios complementarios: minera-

lógicos, geoquímicos, isotópicos y geocronológicos de las unidades y de la mineralización.

## ANTECEDENTES

Los datos geológicos del basamento en el noroeste de la provincia del Neuquén se deben, en principio, a las observaciones de Groeber (1929, 1946), quien menciona la presencia de metamorfitas pre-choiyoi en el sector septentrional de la laguna Varvarco Campos, y cita como antecedentes las descripciones de Backlund (1923).

Al sur de esta región, a la latitud de Andacollo, ya Backlund había reconocido unidades pre-choiyoi que luego fueron mapeadas por Zöllner y Stoll y asignadas al Carbonífero (Zöllner y Amos 1955, Stoll 1957). Corresponden a tobas, grauvacas, arcilitas, lutitas, limolitas y areniscas depositadas en un ambiente marino litoral con somerización en los niveles superiores evidenciada por la presencia de conglomerados fluviales, cuya edad está acotada al Carbonífero superior por la presencia de invertebrados y flora. Las tobas fueron datadas en  $327,9 \pm 2$  Ma, corroborándose su asignación al Carbonífero (Suárez *et al.* 2008).

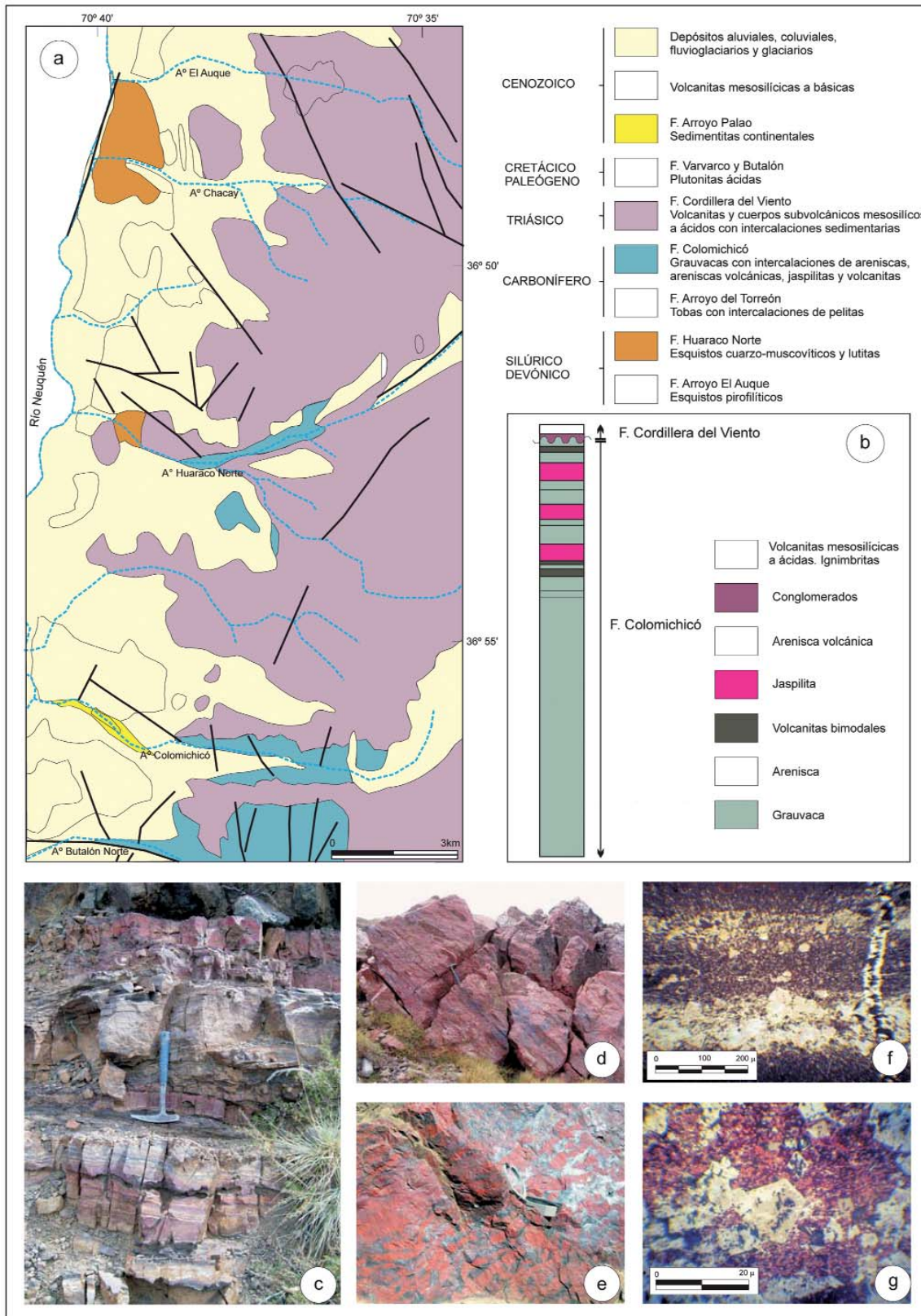
En el marco de las tareas de campo realizadas en la década del '80 para la confección del mapa geológico y metalogenético del orógeno andino (Méndez *et al.*

1995) se identificaron afloramientos de metamorfitas de bajo grado en el sector noroccidental de la Cordillera del Viento que fueron designadas Formación Huaraco Norte y asignadas al Devónico (Zappettini *et al.* 1988). Zanettini (2001) identificó nuevos afloramientos de esta unidad al norte de donde fuera descrito el perfil tipo, en el marco de la ejecución de la Hoja Geológica 3772-II Las Ovejas.

Durante los diversos trabajos de campo antes mencionados y luego, por observaciones independientes del técnico E. Devia del SEGEMAR comunicadas a los autores, se identificaron rodados de jaspilita en diversos sectores de la parte noroccidental de la Cordillera del Viento entre los  $36^{\circ}45'$  y  $37^{\circ}$ L.S., lo que motivó las investigaciones presentadas en este trabajo que permitieron el hallazgo *in situ* de esta litología y el estudio de la secuencia estratigráfica que la contiene. Los rodados se presentan tanto en niveles conglomerádicos aterrazados de origen fluvio-glacial como en los cauces actuales de los arroyos que fluyen hacia el oeste de la Cordillera de Viento y desaguan en el río Neuquén.

La adscripción de los rodados de jaspilitas del NO neuquino a mineralización tipo BIF en el basamento, ya había sido planteada por Zappettini (2002).

Es de destacar que asociaciones similares han sido descritas en la Cordillera de la Costa de Chile, donde depósitos BIF, mi-



**Figura 1:** a) Geología del sector norte de la Cordillera del Viento; b) Perfil columnar de la Formación Colomichicó; c) Niveles de jaspilita y chert con intercalaciones de grauvacas y areniscas en el sector superior de la Formación Colomichicó; d) Banco de jaspilita; e) Nivel de jaspilita con enriquecimiento de magnetita por metamorfismo de contacto; f) Niveles ricos en hematita (hm) y en hematita-magnetita (hmt) intercalados con niveles de jaspe. Obsérvese una vena tardía de hematita; g) Cristales octaédricos de magnetita (mt) parcialmente martitizados en jaspe.

neralizaciones de sulfuros masivos y volcanismo máfico-ultramáfico, afloran en un complejo metamórfico entre los 38° y

39° L.S., constituyendo la Provincia Metalogenética de Nahuelbuta (Collao *et al.* 1990). Este complejo es interpretado ge-

otectónicamente como una secuencia transicional, desde depósitos deformados de cuenca de antearco a un comple-

jo acrecional de naturaleza oceánica, con edad de depositación devónica y de metamorfismo triásica (véase Charrier *et al.* 2008).

## NUEVAS UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS

### Formación Arroyo El Auque (*nov. nom.*)

Aflora en el curso medio del arroyo El Auque, en un área de 1 km<sup>2</sup> y el área había sido descrita anteriormente como una zona de alteración hidrotermal (JICA 2001, Danieli *et al.* 2002; Casé *et al.* 2004). Son esquistos pirofiliticos constituidos por pirofilita a la que se asocian localmente cianita, escasa diáspora y muy escaso cuarzo. Contienen en sectores corindón azul y opacos, estos últimos concentrados en los planos de esquistosidad. Están cubiertos en discordancia por volcánicas de la Formación Cordillera del Viento. Presentan esquistosidad con rumbo N10°E y plegamiento de tipo isoclinal, en su mayor parte enmascarado por la pirofilitización de la secuencia. Hacia el oeste pasan a esquistos cuarzo-muscovíticos correlacionables con la Formación Huaraco Norte (Zappettini *et al.* 1988). Por ello y en razón de su disposición estructural y similar grado metamórfico se asigna tentativamente la Formación Arroyo El Auque al Devónico.

### Formación Colomichicó (*nov. nom.*)

Aflora, de sur a norte, en los valles de los arroyos Butalón Norte, Colomichicó, Butalón Norte y Huaraco Norte y Chacay. El perfil tipo se localiza en el arroyo Colomichicó (fig. 1b) y presenta un espesor de 300 metros. La sección inferior, de 200 m, corresponde a una secuencia monótona de grauvacas gris verdosas y escasas intercalaciones de areniscas. La sección superior está constituida por grauvacas y areniscas volcánicas con intercalaciones de jaspilitas, jaspes y volcánicas. No se observa la base y en el techo la secuencia es cubierta por espesos bancos de conglomerados polimícticos de origen fluvial que constituyen la base de la For-

mación Cordillera del Viento (Leanza *et al.* 2005).

Las grauvacas presentan color gris verdoso a castaño por meteorización superficial. Son de grano muy fino y localmente gradan a areniscas. Están constituidas por cristaloclastos angulosos de cuarzo y feldspatos, en una matriz clorítica por posible recrystalización de arcillas.

La arenisca volcánica es en parte conglomerádica y predomina en el sector superior de la secuencia. Es una roca de grano medio a grueso de color verde grisáceo en la que se identifican litoclastos predominantemente de rocas volcánicas mesosilícicas a básicas y otros con textura granofírica; también cristaloclastos de plagioclasa y muy escaso cuarzo. Localmente se observan clastos de vidrio devitrificado con típica textura esferulítica. La matriz está constituida por clorita. Se observan parches de carbonato y epidoto. Los bancos de jaspilita y jaspe se presentan en la sección superior del perfil, como intercalaciones concordantes en las grauvacas y areniscas volcánicas, constituyendo tres bancos: el inferior de 13 m de potencia y el superior y el intermedio de 9 m de potencia. Entre el primer y segundo banco hay un nivel de grauvaca de 25 m de espesor con intercalaciones de arenisca volcánica conglomerádica hacia el techo. Entre el segundo y tercer banco hay un nivel de arenisca volcánica de 26 m de espesor. Presentan variaciones faciales y, localmente, contienen intercalaciones delgadas de grauvacas y areniscas (Fig. 1c)

En la sección superior hay intercalaciones volcánicas bimodales que comprenden espilitas con evidencia de metasomatismo potásico, andesitas e ignimbritas dacíticas.

Las rocas de esta unidad no habían sido diferenciadas previamente del Grupo Choyoi, sin embargo, la diferente edad y ambiente de depositación justifican su separación como unidad independiente, para la que se propone su designación formal. Las diferencias litológicas con las unidades carboníferas aflorantes en el área de Andacollo, no permiten su asignación a ellas, si bien se correlacionan temporalmente.

## LOS BANCOS DE JASPILITA

Los niveles de jaspilita son subhorizontales y en sectores conforman amplios pliegues de rumbo N-S con buzamiento inferior a los 30° (Fig. 1 d). Consisten en típicas bandas alternantes de jaspe y hematita-magnetita, con bandas menores de chert blanco. Además de los niveles de bandas alternantes, hay sectores donde se observan bancos de jaspe masivo.

La extensión máxima aflorante continua es de aproximadamente 1.000 m y se encuentra sobre la margen derecha del arroyo Butalón. Los contactos inferior y superior con las areniscas y grauvacas son concordantes y paralelos a la estratificación. En los niveles de jaspilita se observan localmente plegamientos centimétricos a decimétricos sinsedimentarios. Algunos pliegues cerrados se resuelven a escala decimétrica en microcorrimientos. Mesoscópicamente, las bandas de jaspe y de óxidos de Fe varían entre 1 mm y 1 cm de potencia; el contenido medio de estos niveles varía entre 20% y 30% Fe. Al microscopio se observa asimismo un microbandeado de 50 a 10 micrones en el que se diferencian bandas de magnetita y bandas de hematita, alternantes con otras de jaspe y chert. Se observan estructuras originadas durante la compactación de la secuencia que simulan fenómenos de *boundinage* y otras de tipo *slump* sinsedimentarias.

En algunos sectores, por efecto de metamorfismo de contacto, en los niveles de jaspilita (Fig. 1e) se ha producido un enriquecimiento en magnetita y su removilización alcanzando así contenidos de hasta 50% Fe.

Por lo común las bandas de magnetita y hematita están bien diferenciadas en tanto en otros niveles se observa mezcla de ambos minerales; la magnetita siempre se presenta con mayor granulometría (Fig. 1f). Los espesores de las bandas de jaspe son por lo general superiores a los de hematita-magnetita alcanzando en sectores



hasta 10 centímetros. Son frecuentes las venas tardías de hematita (Fig. 1f) y de cuarzo.

La magnetita se presenta en cristales idiomorfos octaédricos de 5 a 10 micrones en bandas de 25 a 100 micrones de espesor, en parte martitizados (Fig. 1g). La hematita se observa en agregados laminares muy finos de 1 a 5 micrones en algunos casos asociados a magnetita y en otros constituyendo bandas masivas. Hay asimismo una diseminación submicroscópica de hematita en las bandas de jaspe que origina su color rojizo. Las bandas de jaspe también contienen cristales aislados de magnetita y, ocasionalmente, cristales de calcopirita.

En algunos sectores se observan niveles de *chert* brechado y recristalizado con cemento de adularia, lo que indica la circulación de fluidos hidrotermales.

Asociados a las jaspilitas se observaron potentes niveles de *chert* con estratificación paralela milimétrica a centimétrica, que en algún caso llegan a 50 m de espesor.

## DISCUSIÓN Y CONSIDERACIONES FINALES

Los esquistos pirofílicos de la Formación Arroyo El Auque constituyen una sección de la unidad devónica reconocida en otros sectores de la región. Se ha observado su pasaje gradacional a esquistos y su formación se interpreta como debida a metamorfismo en la facies de esquistos verdes de una sección probablemente volcánica muy rica en alúmina.

Las jaspilitas constituyen rocas sedimentarias químicas que, en el caso estudiado, se encuentran asociadas con grauvacas, areniscas volcánicas y volcanitas bimodales. El ambiente de depositación es marino y la estrecha asociación con el volcanismo descrito se corresponde con el correspondiente a los yacimientos de hierro bandeado tipo Algoma. Si bien estos depósitos han sido definidos en su gran mayoría en niveles arqueanos a proterozoicos, también han sido identificados en secuencias faneozoicas, tales como los de edad paleozoica descritos en la Cor-

dillera de la Costa de Chile (Collao *et al.* 1990).

Considerando que el modelo geotectónico planteado para el Paleozoico de Chile en esta latitud es el de una cuenca de antearco y considerando que el arco Carbonífero-Pérmico inferior está localizado para la latitud considerada en territorio chileno (Charrier *et al.* 2007), se postula tentativamente que la sedimentación marina en la región estudiada se habría desarrollado en un ambiente de retroarco.

Los esquistos pirofílicos y los cuarzo-muscovíticos representarían en este modelo las evidencias más antiguas del desarrollo de una cuenca marina en la región, sujeta a deformación y metamorfismo durante los movimientos chánicos.

La fuente del hierro y sílice coloidal ha sido materia de discusión durante muchas décadas (Gross 1993, Hagemann *et al.* 2008), pero hay acuerdo en que, para el modelo tipo Algoma, el principal aporte de estos elementos corresponde a actividad exhalativa hidrotermal submarina, que estaría asociada al volcanismo identificado. Los mecanismos de depositación de estos geles estarían relacionados con actividad química y biogénica.

Los esquistos pirofílicos, explotados incipientemente como roca ornamental, constituyen una fuente potencial de pirofilita para uso industrial (Herrador, 2005).

La presencia de jaspilitas, por su parte, abre una importante posibilidad de exploración en la región, toda vez que estos depósitos, relacionados a volcanismo submarino, presentan usualmente enriquecimiento de tipo supergénico o hidrotermal originando menas de Fe y, además, se presentan por lo común asociados a mineralizaciones de manganeso; usualmente constituyen facies distales laterales de depósitos tipo *volcanic massive sulphide* VMS y, si bien no se ha demostrado una relación genética, es común la asociación espacial de mineralizaciones auríferas tipo *lode*.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado en el mar-

co de la evaluación metalogenética regional de áreas prospectivas que realiza el SEGEMAR. Los autores agradecen a este organismo la autorización para su publicación y a R. Page por la lectura crítica del manuscrito. Nuestro reconocimiento al colega J. C. M. Zanettini, quien participó en el hallazgo original de los rodados de jaspilita y a E. Devia, ayudante de campo de SEGEMAR por haber brindado nuevos datos de localización de rodados de jaspilita en el área; a él y a Daniel Hernández por su colaboración en los trabajos de campo.

## TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Amos, A.J. 1972. Las cuencas carbónicas y pérmicas de Argentina. Simposio Internacional, Sistema Carbónico-Pérmico América do Sul. Anales de la Academia Brasileira de Ciencias 44 (Supl.): 27-36, Río de Janeiro.
- Backlund, H. 1923. Der magmatische Anteil der Cordillere von Süd Mendoza. Acta Academiae Aboensis. Mathematica et Physica 2: 1-298, 1 mapa y 5 tablas, Abo.
- Casé, A.M., Impicini, A., Franchini, M.B., Danieli, J.C. y Schalamuk, I. 2004. La alteración hidrotermal del arroyo Auquén, NO de Neuquén: ¿Un estilo similar a la alteración del depósito epitermal de alta sulfuración? 7º Congreso de Mineralogía y Metalogenia: 161-188, Río Cuarto.
- Charrier, R. (coord.), Pinto, L., Rodríguez, M.P. 2008. Tectonostratigraphic evolution of the Andean Orogen in Chile. En Moreno, T. y Gibson W. (eds.) The Geology of Chile, The Geological Society, 21-114, London.
- Collao, S., Alfaro, G., Hayashi, K. 1990. Banded Iron Formation and Massive Sulfide Orobodies, South-Central Chile: Geologic and Isotopic Aspects. En Fontboté L., Amstutz, G., Cardozo, C.M., Cedillo, E. y Frutos, J. (eds.) Stratabound Ore Deposits in the Andes, Springer-Verlag, 209-219, Berlin - Heidelberg.
- Danieli, J.C., Franchini, M.B., Impicini, A., Casé, A.M., Schalamuk, I., Deza, M. 2002. Presencia de pirofilita del arroyo Auquén, Varvarco, Neuquén. 15º Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 406-411, El Calafate.
- Groeber, P. 1929. Líneas fundamentales de la Geología del Neuquén, sur de Mendoza y re-

- giones adyacentes. Dirección General de Minas, Geología e Hidrogeología. Publicación 58, 109 p. y 9 láminas, Buenos Aires.
- Groeber, P. 1946. Observaciones geológicas a lo largo del meridiano 70°. 1. Hoja Chos Malal. Revista de la Sociedad Geológica Argentina 1(3): 177-208, Buenos Aires.
- Guliano, C.A., Gutiérrez Pleimling, A., Digregorio, R.E. 1984. Esquema estratigráfico de la secuencia jurásica del oeste de la provincia del Neuquén. 9º Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 236-259, Buenos Aires.
- Gross, G.A. 1993. Industrial and Genetic Models for Iron Ore and Iron-Formations. En Kirkham, R.V., Sinclair, W.D., Thopre, R.I. y Duke, J.M. (eds.) Mineral Deposit Modeling Geological Association of Canada, Special Paper 40: 151-170, Newfoundland.
- Hagemann, S., Rosière, C., Gutzmer, J. y Beukes, N.J. (eds.) 2008. Banded Iron Formation-related high-grade Iron Ore. Society of Economic Geologists, Reviews in Economic Geology 15, 414 p., Westminster.
- JICA 2001. Report on Regional Survey for Mineral Resources in the Southern Andes Area. Argentine Republic. Final Report. March 2001. Informe MPN-JR-01-077, (inédito), 378 p. y 16 apéndices, Tokio - Buenos Aires.
- Méndez, V., Zanettini, J.C.M., Zappettini, E.O. 1995. Geología y metalogénesis del orógeno andino central, República Argentina. Secretaría de Minería de la Nación, Dirección Nacional del Servicio Geológico. Anales 23, 190 p., Buenos Aires.
- Stipanovic, P. 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(4): 403-478, Buenos Aires.
- Stoll, W.C. 1957. Geología y depósitos minerales de Andacollo, Provincia de Neuquén. Dirección Nacional de Minería, Anales 11, 36 p., Buenos Aires.
- Suárez, M., De la Cruz, R., Fanning, M., Etchart, H. 2008. Carboniferous, Permian and Toarcian magmatism in Cordillera del Viento, Neuquén, Argentina: First U-Pb Shrimp dates and tectonic implications. 17º Congreso Geológico Argentino, Actas: 906-907, S. S. de Jujuy.
- Zanettini, J.C.M. 2001. Hoja Geológica 3772-II Las Ovejas, Provincia del Neuquén. Servicio Geológico Minero Argentino, Instituto de Geología y Recursos Minerales Boletín 263, 61 p., Buenos Aires.
- Zappettini, E.O. 2002. Épocas metalogénicas en la Argentina: Significación económica y nuevos modelos de exploración. Argentina Mining 2002, CD-ROM, Mendoza.
- Zappettini, E.O., Méndez, V. y Zanettini, J.C.M. 1987. Metasedimentitas mesopaleozoicas en el noroeste de la Provincia del Neuquén. Revista de la Asociación Geológica Argentina 42 (1-2): 206-207, Buenos Aires.
- Zöllner, W. y Amos, A. 1955. Acerca del Paleozoico superior y Triásico del Cerro La Premia, Andacollo, Neuquén. Revista de la Asociación Geológica Argentina 10(2): 127-135, Buenos Aires.

Recibido: 30 de marzo, 2009

Aceptado: 05 de mayo, 2009