

Estratigrafía del Grupo Neuquén, Cretácico Superior de la Cuenca Neuquina (Argentina): nueva propuesta de ordenamiento litoestratigráfico

Alberto C. GARRIDO

Museo Provincial de Ciencias Naturales "Prof. Dr. Juan A. Olsacher". Dirección Provincial de Minería. Etcheluz y Ejército Argentino. (8340), Zapala, Provincia del Neuquén. República Argentina.
E-mail: algene@copelnet.com.ar

Abstract: Stratigraphy of the Neuquén Group, Upper Cretaceous of the Neuquén Basin (Argentina): new proposal for lithostratigraphic ordaining. The Neuquén Group conform a succession of non-marine deposits of fluvial, aeolian and shallow lacustrine origin, developed in the Neuquén Basin between the Lower Cenomanian and the Middle Campanian (Upper Cretaceous). This succession reaches 1,200 m of maximum thick, being bounded at the base and the top by the Patagonidican and Huantraiquican unconformities respectively. In this paper two new formations are proposed (Los Bastos and Sierra Barrosa Formations, *nom. nov.*), and the subgroups were reconfigured. Consequently, the Neuquén Group is composed lithostratigraphically by three subgroups and nine formations. The Río Limay Subgroup comprehend the Candeleros and Huincul Formations, representing low sinuosity channel deposits developed under tectonic and climatic subordinated control. The Río Neuquén Subgroup comprehend to the Cerro Lisandro, Portezuelo, Los Bastos, Sierra Barrosa and Plottier Formations, conforming a psamitic and pelitic interstratified succession of fluvial origin, mainly developed under climatic control. Finally, the Río Colorado Subgroup integrated by the Bajo de la Carpa and Anacleto Formations, comprehend fluvial deposits developed under a new dominant tectonic control. At the start of the deposition of the Neuquén Group, the Dorsal de Huincul worked as a structural high, generating toward the south of the Neuquén Basin one a small endorreic depocentre corresponding to the Picún Leufú Sub-basin, scheme that would have been keep up to ends of the deposit of the Candeleros Formation. During the rest of the deposit of this sequence, the drainage would have been kept without major modifications towards the pacific slope across a central collector flowing in sense N-NW. Towards the end of the deposit of the Neuquén Group takes place the inversion of the regional slope of the basin, making possible the ingression of the Atlantic Ocean and the beginning of the deposition of the Malargüe Group.

Key words: Neuquén Group, new lithostratigraphic units, Upper Cretaceous, Neuquén Basin, Argentina.

Resumen: El Grupo Neuquén conforma una sucesión de depósitos continentales de origen fluvial, eólico y lacustre somero, desarrollado en la Cuenca Neuquina entre el Cenomaniano Inferior y el Campaniano Medio (Cretácico Superior). Esta sucesión alcanza un espesor máximo de 1.200 m, encontrándose limitada en base y techo por las discordancias Patagonídica y Huantraíquica respectivamente. En este trabajo se proponen dos nuevas formaciones (Formación Los Bastos *nom. nov.* y Formación Sierra Barrosa, *nom. nov.*) y los subgrupos fueron reconfigurados. Consecuentemente, el Grupo Neuquén queda compuesto litoestratigráficamente por tres subgrupos y nueve formaciones. El Subgrupo Río Limay comprende a las Fms. Candeleros y Huincul, representando a depósitos de canales de baja sinuosidad desarrolladas bajo un control tectónico y climático subordinado. El Subgrupo Río Neuquén comprende a las Fms. Cerro Lisandro, Portezuelo, Los Bastos, Sierra Barrosa y Plottier, conformando una sucesión alternante de unidades psamíticas y pelíticas de origen fluvial, desarrolladas principalmente bajo control climático. Finalmente el Subgrupo Río Colorado integrado por las Fms. Bajo de la Carpa y Anacleto, comprende a depósitos fluviales desarrollados bajo un nuevo control tectónico dominante. En los inicios de la depositación del Grupo Neuquén, la Dorsal de Huincul operaba como un alto estructural generando hacia el sur de la misma una pequeña cuenca de carácter endorreico correspondiente a la Subcuenca de Picún Leufú, esquema que se habría mantenido hasta fines de la depositación de la Fm. Candeleros. Durante el resto de la depositación de esta secuencia, el drenaje se habría mantenido sin mayores modificaciones hacia la vertiente pacífica a través de un colector central discurrente en sentido N-NO. Hacia finales de la depositación del Grupo Neuquén se produce la inversión de la pendiente regional de la cuenca, posibilitando el ingreso del Océano Atlántico y el comienzo de la depositación del Grupo Malargüe.

Palabras clave: Grupo Neuquén, unidades litoestratigráficas, Cretácico Superior, Cuenca Neuquina, Argentina.

INTRODUCCIÓN

Los depósitos continentales del Cretácico Superior de la Cuenca Neuquina, han recibido la atención de numerosos investigadores desde finales del siglo XIX. Sin embargo, los primeros estudios en profundidad de estos depósitos fueron realizados por geólogos de la ex Comisión Geológica de Yacimientos Petrolíferos Fiscales (YPF) en dos grandes etapas, la primera entre las décadas de 1930-1940 y la segunda entre las décadas de 1960-1970. El primer grupo de estudios sentó la base del conocimiento estratigráfico del Grupo Neuquén, no obstante y lamentablemente, estos informes han permanecido inéditos. En los últimos años se ha desarrollado un creciente interés en el estudio geológico de esta secuencia sedimentaria, debido principalmente al descubrimiento de trampas de hidrocarburos en estos sedimentos, como así también al explosivo incremento de hallazgos paleontológicos sucedidos durante las dos últimas décadas.

En este trabajo se presenta una síntesis de las observaciones realizadas en el Grupo Neuquén, como resultado de sucesivos trabajos de campo efectuados entre los años 1997 y 2009. El área de estudio se centra en el sector comprendido entre los $38^{\circ} 30' - 39^{\circ} 40'$ de latitud S y los $67^{\circ} 55' - 70^{\circ} 05'$ de longitud O (Figs. 1 y 2). En esta región se ubican la totalidad de las localidades tipo de sus unidades formacionales, no obstante ello, se referirán comentarios sobre localidades ubicadas fuera de esta área que han servido como punto de referencia y de control. Asimismo, se propone en este trabajo un nuevo esquema de ordenamiento litoestratigráfico para el Grupo Neuquén, basado principalmente en el reconocimiento de discontinuidades internas dentro de la secuencia y en las relaciones estratigráficas existentes entre sus unidades formacionales. En este esquema se incorporan además dos nuevas formaciones, unidades que ya habían sido observadas y descritas en los antiguos informes de YPF pero no formalizadas.

ANTECEDENTES

Las primeras observaciones y descripciones geológicas realizadas en los depósitos sedimentarios que conforman al actual Grupo Neuquén, fueron efectuadas por el naturalista Adolfo Doering (1882) en su calidad de Agregado a la Comisión Científica de la Expedición de la Conquista del Desierto. Acompañando la expedición militar comandada por el General Julio Argentino Roca en el año 1879, Doering llega hasta la denominada área "Confluencia" (unión de los ríos Neuquén y Limay), donde describe los afloramientos de las

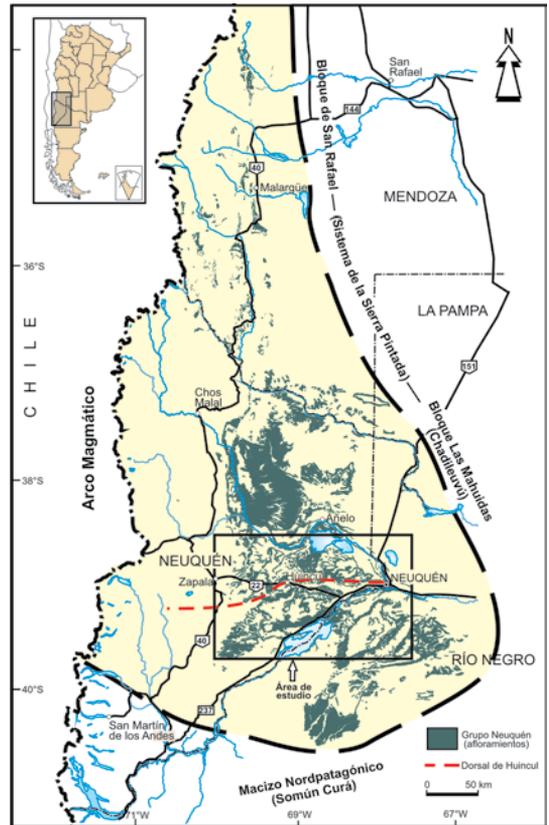


Fig. 1. Esquema paleogeográfico de la Cuenca Neuquina. Se señala la actual distribución de los afloramientos del Grupo Neuquén.

bardas situadas al norte de las actuales ciudades de Plottier y Neuquén Capital. En su informe publicado en el año 1882, Doering correlacionó sobre la base de su similitud litológica, a las "sedimentitas continentales arenosas y tobáceas" aflorantes en las márgenes de los ríos Neuquén, Limay y Negro con la "Formación Guaranítica"; unidad litológica establecida por d'Orbigny (1842) en la región mesopotámica argentina.

Basándose en sus descripciones, es posible observar que este autor agrupa indistintamente bajo el término de "Piso Pehuenche", "Huilliche" o simplemente "Formación Pehuenche", a las unidades silicoclásticas de los actuales Grupo Neuquén (unidades superiores) y base del Grupo Malargüe (Fm. Allen), junto a los depósitos tobáceos y tuftíticos de la Fm. Chichinales (Mioceno Inferior); depósitos éstos que incluye en la sección superior de la ya mencionada Fm. Guaranítica. La presencia de restos fósiles provenientes de la margen sur del río Negro (probablemente correspondiente a la actual Fm. Chichinales, en la localidad de Paso

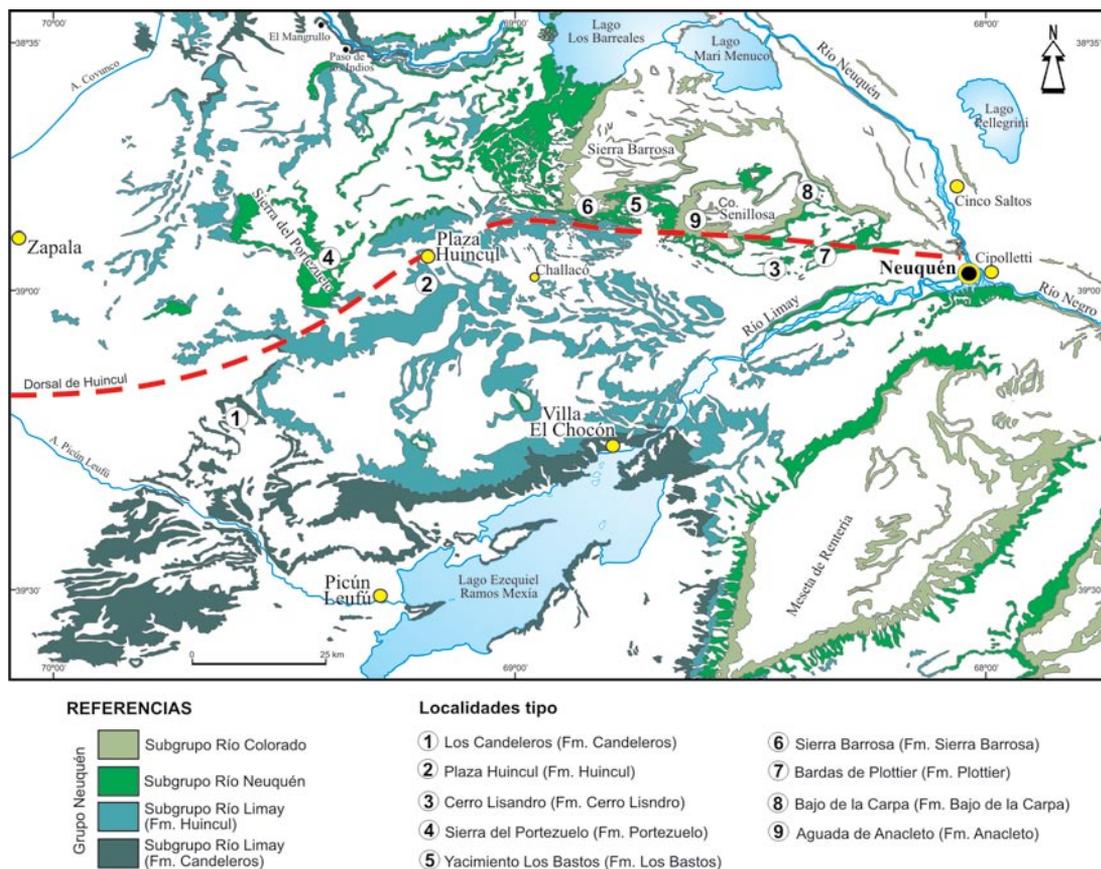


Fig. 2. Detalle del área de estudio. Ubicación de las localidades tipo.

Córdoba, provincia de Río Negro) y atribuidos a *Mesotherium marshii*, permitió a Doering asignar a estos depósitos al Eoceno.

Con estas primeras ideas se inició el camino que conduciría al actual conocimiento geológico y estratigráfico del Grupo Neuquén, fruto de una compleja elaboración de esquemas e ideas surgidas a partir de los numerosos estudios y observaciones geológicas, efectuadas por diversos investigadores que recorrieron la Cuenca Neuquina desde fines del siglo XIX. La presencia en estos depósitos de restos de dinosaurios también ya era conocida desde aquellas primeras observaciones, principalmente como consecuencia del hallazgo casual de algunos restos óseos realizados por las tropas del Ejército Argentino. A razón de ello, durante largo tiempo el nombre utilizado para identificar a estos depósitos, hacía alusión a su contenido paleontológico, rico en huesos de dinosaurios.

Presentar una síntesis del aporte efectuado por cada investigador demandaría varias carillas, excediendo largamente el propósito de este trabajo. En este sentido, mencionaremos simplemente los

nombres con los cuales se han referido a estos depósitos los diversos investigadores que, con mayor o menor grado de profundidad, se han referido a este tema. Es importante asimismo señalar que, en algunos casos, un mismo investigador utilizaba a veces dos o más términos para referirse a la misma secuencia. Esta situación surgía a causa de los constantes problemas de identificación de unidades a partir de los primeros modelos, muchas veces elaborados en distintas áreas de la cuenca. Asimismo, en numerosas ocasiones se agruparon indistintamente a depósitos continentales tanto del Cretácico Inferior como del Cretácico Superior, factor que generaba constantes confusiones y problemas de correlación.

En orden cronológico, los nombres con los cuales se han identificado a los depósitos del actual Grupo Neuquén (ya sea en forma total o parcial) son los siguientes: "Piso Pehuenche" (Doering, 1882), "Piso Huilliche" (Doering, 1882), "Capas Cretáceas" (Bodenbender, 1892), "Terrenos Cretáceos" (Bodenbender, 1892), "Areniscas con Dinosaurios" (Valentin, 1897; Hermitte, 1915),

“Tobas y Areniscas con Dinosaurios” (Roth, 1898), “Formación de Dinosaurios” (Roth, 1899), “Formación de las Areniscas Rojas” (Ameghino, 1906), “Guaranitische-Sandsteine” (Wilckens, 1905), “Dinosiurier-Sandstein” (Roth, 1908), “Arenarie rosse del Cretaceo medio e superiore” (Rovereto, 1912), “Areniscas Abigarradas” (Keidel, 1913; Windhausen, 1914; Hermitte, 1915; Wichmann, 1918b), “Capas con Dinosaurios” (Wichmann, 1916, 1918a, 1922), “Estratos con Dinosaurios” (Keidel, 1917, 1925; Wichmann, 1918b, 1934; Windhausen, 1922; Windhausen, 1931; Herrero Ducloux, 1946, 1947; de Ferrariis, 1947; Feruglio, 1949; Gentili, 1950; Suero, 1951), “Areniscas Abigarradas y Capas con Dinosaurios”. (Wichmann, 1918a), “Areniscas Abigarradas con Dinosaurios” (Groeber, 1918), “Areniscas Coloradas Cretáceas” (Gerth, 1925), “Areniscas con Dinosaurios”. (Groeber, 1929, 1931), “Capas del Ranquil” (Groeber, 1927, 1929, 1933), “Piso del Ranquil” (Groeber, 1929; Reyes, 1957), “Neuquense” (Frenguelli, 1930), “Pehuenchense” (Frenguelli, 1930), “Formación Carranza” (Weaver, 1931), “Formación Pehuenche” (Weaver, 1931), “Areniscas y Arcillas Terrestres del Cenomaniano – Senoniano medio” (Groeber, 1933, 1937), “Serie Pehuenchana Inferior” (Frenguelli, 1937), “Formación del Río Grande” (Groeber, 1937, 1939), “Formación del Neuquén” (Herrero Ducloux, 1938, 1947; Roll, 1938, 1939), “Ranquilese” (Groeber, 1946), “Diamantiano” (Groeber, 1947a, 1947b, 1952), “Neuqueniano” (Groeber, 1946, 1952, 1959; Holmberg, 1964), “Areniscas del Diamante” (Groeber, 1952), “Areniscas del Ranquil” (Groeber, 1952), “Grupo Neuqueniano” (de Ferrariis, 1968), “Formación Neuquén” (Di Paola, 1973; Holmberg, 1976); “Grupo Neuquén” (Stipanovic *et al.*, 1968; Digregorio, 1972; Cazau & Uliana, 1973; Ramos, 1981, entre otros) y Grupo Pehuenche (Vallati 2001, 2006).

La base de referencia principal sobre la cual se desarrolla el actual concepto de subdivisión litoestratigráfica del Grupo Neuquén, corresponde a la síntesis presentada por Herrero Ducloux en Fossa Mancini *et al.* (1938). Sin embargo, es en su informe inédito del mismo año (Herrero Ducloux, 1938) en el cual se exponen los detalles y fundamentos de su clasificación. Debido a ello, se hará frecuente alusión a dicho informe a lo largo del desarrollo del presente trabajo. Otro de los informes inéditos de importancia para la comprensión del Grupo Neuquén es el correspondiente a Roll (1939), que actúa como complemento del informe anterior. Cazau & Uliana (1973), son quienes finalmente presentan un ordenamiento de las unidades basados en caracteres sedimentológicos, estratigráficos y paleoambientales. Este esquema, levemente modificado por Uliana & Dellapé

(1981) y Ramos (1981), es el que actualmente se encuentra en vigencia.

GRUPO NEUQUÉN

El término litoestratigráfico de “Grupo Neuquén” fue introducido en la literatura geológica por Stipanovic *et al.* (1968), sin embargo el alcance de su definición fue dada por Cazau & Uliana (1973) y posteriormente modificada por Uliana & Dellapé (1981) y Ramos (1981). De esta forma, el Grupo Neuquén ha quedado definido como una sucesión de depósitos continentales del Cretácico Superior de la Cuenca Neuquina, limitados por en su base por la discordancia Patagónica (Keidel, 1917; Leanza, 2009) y en su techo por la discordancia Huantráiquica (Méndez *et al.*, 1987). Estas discordancias han sido ubicadas en la base del Cenomaniano (Leanza, 2009; Tunik *et al.*, 2010) y en el Campaniano Medio (Dingus *et al.*, 2009) respectivamente.

La reciente utilización de la denominación “Grupo Pehuenche” para identificar a los depósitos anteriormente definidos (Vallati, 2001, 2006), responde sin duda a la intención de aplicar el principio de prioridad para el nombre originalmente empleado por Doering (1882). Sin embargo, su utilización ya había sido desestimada por Roll (1939), argumentando en tal sentido lo inconveniente de su aplicación debido a la imprecisa definición dada por su autor y al hecho de incluir en él depósitos claramente diferentes en litología, génesis y edad.

Litológicamente el Grupo Neuquén constituye una secuencia de aproximadamente 1.200 m de espesor máximo (Cazau & Uliana, 1973), integrada por una sucesión de capas rojas (*red beds*) compuestas principalmente de areniscas, fangolitas y grauvacas; con una reducida participación de horizontes conglomerádicos. Los depósitos tobáceos, tuffíticos y evaporíticos (yeso) presentan una muy baja participación, conformando menos del 1% del total de la secuencia. Genéticamente estos depósitos son vinculados a un origen predominantemente fluvial, con intercalaciones de episodios eólicos y lacustres someros (Cazau & Uliana, 1973).

Desde una óptica tectosedimentaria, el Grupo Neuquén ha sido vinculado a un estadio de desarrollo de una fase de antepaís en la Cuenca Neuquina, generado como consecuencia del inicio de una tectónica compresional sobre el margen andino acaecido a fines del Cretácico Inferior (Tunik *et al.*, 2010). Producto de esta fase compresional se produce la inversión de las antiguas estructuras extensionales (Mpodozis & Ramos, 1989; Vergani *et al.*, 1995; Macdonald *et al.*, 2003), con la consiguiente generación de un frente de deformación

Edad		Esquema litoestratigráfico vigente (*)		Esquema litoestratigráfico propuesto		
Cretácico Superior	65.5 Ma	Grupo Malargüe (parcial)		Grupo Malargüe (parcial)		
	Maastrichtiano					
	70.6 Ma	Discordancia Huantráiquica		Discordancia Huantráiquica		
	Campaniano	Grupo Neuquén	Subgrupo Río Colorado	F. Anacleto	Subgrupo Río Colorado	F. Anacleto
	83.5 Ma			F. Bajo de la Carpa		F. Bajo de la Carpa
	Santoniano		Subgrupo Río Neuquén	F. Plottier	Subgrupo Río Neuquén	F. Plottier
	85.8 Ma			F. Portezuelo		F. Sierra Barrosa
	Coniaciano					F. Los Bastos
	88.6 Ma			F. Portezuelo		
	Turoniano		Subgrupo Río Limay	F. Cerro Lisandro	Subgrupo Río Limay	F. Cerro Lisandro
93.6 Ma	Subgrupo Río Limay		F. Huincul	Subgrupo Río Limay	F. Huincul	
Cenomaniano			F. Candeleros		F. Candeleros	
99.6 Ma	Discordancia Miránica Principal		Discordancia Patagonídica			

* Esquema de Cazau & Uliana (1973), modificado según Uliana & Dellapé (1981) y Ramos (1981)

Fig. 3. Cuadro de unidades litoestratigráficas del Grupo Neuquén.

occidental (faja plegada y corrida) y la migración hacia el este de los depocentros sedimentarios (Franzese *et al.*, 2003; Ramos & Folguera, 2005; Howell *et al.*, 2005). Los efectos de esta deformación quedan evidenciados en la base del Grupo Neuquén a partir de una marcada discordancia angular y erosiva que define a la discordancia Patagonídica (Keidel, 1917, 1925; Leanza, 2009). La culminación de este ciclo sedimentario, se asocia al desarrollo hacia mediados del Campaniano de un arco magmático occidental asociado a una fuerte subsidencia regional, factor que posibilita el primer ingreso del océano Atlántico a la cuenca (Uliana & Biddle, 1988; Legarreta *et al.*, 1989). Este último proceso es vinculado por Macdonald *et al.* (2003) a los cambios en los polos de rotación

y reorganización de la placa sudamericana, factor que posibilita la generación de una marcada discordancia regional, identificada localmente como discordancia Huantráiquica (Méndez *et al.*, 1987; Leanza, 2009).

El actual modelo litoestratigráfico del Grupo Neuquén contempla una subdivisión en tres subgrupos y siete formaciones, proponiéndose en este trabajo la incorporación de dos nuevas unidades formacionales y la reorganización de sus dos primeros subgrupos (Fig. 3).

SUBGRUPOS

El rango de subgrupo fue introducido en el esquema litoestratigráfico del Grupo Neuquén

por Ramos (1981), con el objetivo de adecuar la nomenclatura estratigráfica hasta ese entonces vigente, a las modernas normas estratigráficas (véase Código Argentino de Estratigrafía, 1992). De acuerdo al concepto de Cazau & Uliana (1973), cada subgrupo (formaciones en su esquema original) representaría una secuencia grandecreciente continua, las cuales conforman en su totalidad “*un conjunto de sedimentos depositados bajo condiciones uniformemente alternantes*”. Tal como se expondrá durante el desarrollo del presente trabajo, el esquema estratigráfico de la secuencia sedimentaria que conforma al Grupo Neuquén, dista mucho de ser tan simple. Por el contrario, la misma exhibe una multiplicidad de eventos caracterizados por cambios en las condiciones de sedimentación y limitados, en algunos casos, por discontinuidades estratigráficas de distinta magnitud.

Ante ello, reuniremos aquí bajo la categoría de subgrupo, a un conjunto de dos o más unidades formacionales vinculadas por expresiones morfológicas similares de sus afloramientos; pudiendo existir o no discontinuidades estratigráficas mayores entre las distintas unidades (formaciones) que lo conforman. Claramente en este caso, un subgrupo no indica necesariamente vinculación genética o continuidad temporal de las unidades menores que la componen; sino que solo ofrecen utilidad práctica para el mapeo geológico de escala regional.

En este sentido, la utilización de los subgrupos como unidad de mapeo para los afloramientos del Grupo Neuquén, ha sido frecuentemente empleada en los relevamientos de aquellas áreas donde no había sido posible identificar claramente los límites de las unidades formacionales, así como en aquellas regiones donde no fue posible establecer un paralelismo entre la secuencia aflorante y el esquema estratigráfico de Cazau & Uliana (1973) y Ramos (1981).

Subgrupo Río Limay (de Ferrarís, 1968)

La denominación de Fm. Río Limay fue introducida por de Ferrarís (1968) para identificar los depósitos basales del Grupo Neuquén, aflorantes principalmente a lo largo del tramo inferior del río epónimo. Dentro de este conjunto incluyó a los miembros Candeleros, Huincul y Lisandro; criterio posteriormente seguido por Cazau & Uliana en 1973. Más tarde, Ramos (1981) modifica la jerarquía de esta unidad a nivel de subgrupo, elevando sus miembros al rango de formaciones.

En el nuevo esquema propuesto se excluye de este subgrupo a la Fm. Cerro Lisandro (Fm. Lisandro *sensu* Ramos, 1981). La razón de este cambio obedece a que dicha unidad, exhibe caracte-

terísticas litológicas y genéticas muchos más afines a las de las unidades del subgrupo suprayacente, tal como se discute más adelante en el apartado correspondiente a la descripción de esta unidad. De esta manera, el Subgrupo Río Limay queda conformado únicamente por las Fms. Candeleros y Huincul, cuyos depósitos se componen mayormente de areniscas cuarzolíticas de granulometría variada, con alternancia de fangolitas y escasos horizontes conglomerádicos.

Los afloramientos del Subgrupo Río Limay se caracterizan por exhibir extensas superficies de bajo relieve y gran desarrollo areal, rasgo geomorfológico que González Díaz & Ferrer (1986) caracterizaran como “planicies estructurales por arrasamiento”. Esta característica esta dada por la presencia en estas unidades de extensos bancos de areniscas tabulares bien litificados, los cuales debido a su mayor resistencia frente a los agentes erosivos, generan grandes superficies de exposiciones planas o escalonadas, a menudo enmascaradas por una delgada cubierta sedimentaria moderna (Fig. 4a). Ejemplo de ello son los extensos afloramientos ubicados en el área comprendida entre las localidades de Plaza Huincul, Ramón Castro, Picún Leufú y Villa El Chocón; así como los desarrollados en el área del Dorso de Los Chihuidos – Las Cárceles.

En aquellos sectores expuestos a una intensa acción erosiva por parte de los cursos fluviales, tanto permanentes como efímeros, los afloramientos de estas unidades generan marcados resaltos topográficos atravesados por grandes cañadones de paredes verticales (Fig. 4b). Otro rasgo geomorfológico menor pero de frecuente recurrencia en estos depósitos, es la generación de arcos y pequeños cerros testigos (*buttes*), tales como los observados en la zona de El Gigante (cercana a Villa El Chocón) y Barda Colorada (Figs. 4c, d).

Subgrupo Río Neuquén (de Ferrarís, 1968; Cazau & Uliana, 1973)

Bajo la denominación de Fm. Río Neuquén, de Ferrarís (1968) incluyó a los depósitos de las unidades medias y superiores del Grupo Neuquén, integrados por los miembros Portezuelo, Plottier, Bajo de la Carpa, Anacleto y Allen. Más tarde Cazau & Uliana (1973) adoptan esta denominación, pero solo incluyen dentro de ésta a los miembros Portezuelo y Plottier, al considerar que el resto de las unidades pertenecen a un ciclo sedimentario distinto. Finalmente Ramos (1981) toma este último esquema, elevando la jerarquía de dichas unidades de formación a subgrupo y de miembros a formaciones.

Es necesario aclarar que con anterioridad Herrero Ducloux (1946) había definido bajo el



Fig. 4. Geoformas del Subgrupo Río Limay. a) Relieve escalonado con desarrollo de amplias planicies estructurales por arrasamiento (P.E.A.) sobre la Fm. Huincul, Barda González, provincia del Neuquén. b) Cañadón labrado en depósitos de la Fm. Candeleros, La Buitrera, provincia de Río Negro. c) Cerros testigos, Fm. Candeleros, El Gigante, Embalse Ezequiel Ramos Mexías. d) Geoformas de erosión eólica, Fm. Candeleros, Barda Colorada, provincia del Neuquén.

nombre de “Grupos del Río Neuquén” a la sección comprendida entre la base del “Grupo de Plaza Huincul” (actual Fm. Huincul) y el techo del “Grupo de Allen” (actual Fm. Allen, Grupo Malargüe).

En este trabajo se incluye dentro del Subgrupo Río Neuquén a la Fm. Cerro Lisandro, como así también se introducen dos nuevas unidades litoestratigráficas bajo la denominación de Fm. Los Bastos (*nom. nov.*) y Fm. Sierra Barrosa (*nom. nov.*). Estas dos últimas unidades se presentan intercaladas entre las Fms. Portezuelo y Plottier, cuyas características y definiciones se describen más adelante.

De esta manera, el Subgrupo Río Neuquén queda litológicamente caracterizado por una sucesión alternante y porcentualmente variable de depósitos fangolíticos y arenosos, cuyo predominio de la fracción pelítica o psamítica para un intervalo determinado dentro de la secuencia, define a cada unidad formacional. El pasaje entre las formaciones que conforman este subgrupo es de carácter transicional, factor que dificulta en muchos casos la identificación de los límites entre

estas unidades. Al respecto, Cazau & Uliana (1973) utilizan los cambios en la relación porcentual entre areniscas y fangolitas, como el argumento más satisfactorio para definir los límites entre las mismas.

El inconveniente en la identificación de límites claros entre las unidades formacionales de este subgrupo, se torna más evidente hacia los sectores marginales de la cuenca. En este sentido Hugo & Leanza (2001) introdujeron para el área sudoccidental de la Cuenca Neuquina a la Fm. Santa Lucía del Cuy, definiéndose como tal a un conjunto de sedimentitas continentales epiclásticas y volcániclasticas equivalentes lateralmente a las Fms. Cerro Lisandro, Portezuelo y Plottier; involucrando así a la parte superior del Subgrupo Río Limay y al Subgrupo Río Neuquén en el sentido de Ramos (1981). Acorde al nuevo esquema propuesto en este trabajo, la Fm. Santa Lucía del Cuy resultaría equivalente al Subgrupo Río Neuquén en todo su conjunto.

En líneas generales, los afloramientos de este subgrupo se encuentran circunscriptos a los frentes de cambio de pendiente de los resaltos

mesetiformes (bardas), rasgo geomorfológico que caracteriza a la región extraandina de la Cuenca Neuquina (Fig. 5a). Esta particularidad imprime a dichos afloramientos una gran continuidad lateral, aunque superficialmente reducidos en comparación con las exposiciones de los depósitos del Subgrupo Río Limay. Contribuye en gran medida a esta característica, la pobre litificación que presentan las sedimentitas que conforman al Subgrupo Río Neuquén.

Asimismo, las condiciones de friabilidad de estos depósitos sumados a la relativa homogeneidad de la secuencia, provocan frecuentes deslizamientos (*slumps*) sobre los frentes de bardas, alcanzando en ocasiones considerables dimensiones (Fig. 5b). Este proceso puede ser observado, por ejemplo, en los afloramientos de sierra del Portezuelo, sierra Barrosa y meseta de Rentería.

En aquellas unidades predominantemente fangosas, suelen desarrollarse pequeñas huayquerías o *bad lands*, entre las que se destaca el área de El Anfiteatro, en provincia de Río Negro (Fig. 5c). En el caso de las unidades con mayor participación de bancos arenosos, se generan moderados resaltos verticales acompañados de relictos de forma columnar o fungiformes (Fig. 5d).

Subgrupo Río Colorado (Cazau & Uliana, 1973)

Cazau & Uliana (1973) agruparon bajo la denominación de Fm. Río Colorado a los niveles superiores del Grupo Neuquén, representados por los Miembros Bajo de la Carpa, Anacleto y Allen. Con posterioridad, Ramos (1981) eleva respectivamente las jerarquías de estas unidades al rango de subgrupo y formación, excluyendo de su esquema a los depósitos de la Fm. Allen por considerarla como integrante basal de la secuencia sedimentaria suprayacente (Grupo Malargüe). Este mismo criterio fue presentado en el mismo año por Uliana & Dellapé (1981), argumentando en tal sentido, la existencia relaciones paleoambientales y tectosedimentarias que ligan genéticamente a dichos depósitos con el ciclo sedimentario Malalhueyano.

Cabe destacar que el término “Grupo del Río Colorado” fue introducido en la estratigrafía del Grupo Neuquén por Padula en el año 1947 (en Cazau & Uliana, 1973), denominación con la que caracterizaba a un paquete sedimentario que, de acuerdo a Uliana & Dellapé (1981), resultaría equivalente a un tramo del “Miembro Portezuelo”.

En el nuevo esquema propuesto, el Subgrupo Río Colorado no presenta cambios en relación al ordenamiento y jerarquía de las unidades litoestratigráficas propuestas por Ramos (1981). En

líneas generales, los depósitos de las unidades formacionales que conforman a este subgrupo se conforman por alternancias en porcentajes variables de fangolitas, areniscas cuarzolíticas y conglomerados polimícticos. Asimismo es de destacar que dentro del Grupo Neuquén, estos depósitos son los que presentan las mayores variaciones en cuanto a granulometría y color de acuerdo a su ubicación geográfica dentro de la cuenca.

Los afloramientos de esta unidad presentan dentro del área de estudio una restringida extensión areal, ocupando las cotas más altas de las bardas de la región. En general, estos depósitos se encuentran distribuidos sobre las mismas fajas de afloramientos que los del Subgrupo Río Neuquén; ubicándose principalmente, como consecuencia del buzamiento regional que afecta a la secuencia, sobre los sectores más orientales de la cuenca.

Sus exposiciones poseen pobres expresiones geomorfológicas, conformadas a menudo por suaves resaltos escalonados de moderada pendiente. Fuera del área de estudio, la Fm. Bajo de la Carpa puede exhibir caprichosas superficies y formas de erosión eólica, tales como el caso de los denominados “mogotes” de Tratayén (16 km al sureste de Añelo) (Fig. 5a). Asimismo, en las áreas donde la Fm. Anacleto de presenta predominantemente fangosa, suelen desarrollarse extensas huayquerías como en el caso de Auca Mahuevo – El Caracol, al sureste de la sierra de Auca Mahuida (Fig. 5b).

FORMACIONES

De acuerdo con la definición establecida por el Código Argentino de Estratigrafía (1992), se reconoce para el Grupo Neuquén nueve unidades formacionales litoestratigráficas. Dichas unidades son definidas en función de su composición litológica, mapeabilidad, distribución y continuidad regional. Asimismo, su caracterización e identificación es realizada sobre la base de sus atributos sedimentarios, relaciones faciales, paleoambientales y estratigráficas.

Formación Candeleros (Keidel, en Wichmann 1927)

Esta unidad fue reconocida por Keidel (en Wichmann, 1927) bajo la denominación de “Grupo del Candelero”, siendo posteriormente incluida en las clasificaciones de de Ferrariís (1968) y Cazau & Uliana (1973) bajo el rango de miembro. La jerarquización de esta unidad bajo la categoría de formación corresponde a Di Paola (1973), criterio seguido finalmente por Ramos (1981).

La localidad tipo de esta unidad se ubica en el sector de Los Candeleros (S 39° 11'38" – O 69° 34' 58"), grupo de pequeños cerros testigos ubicados a

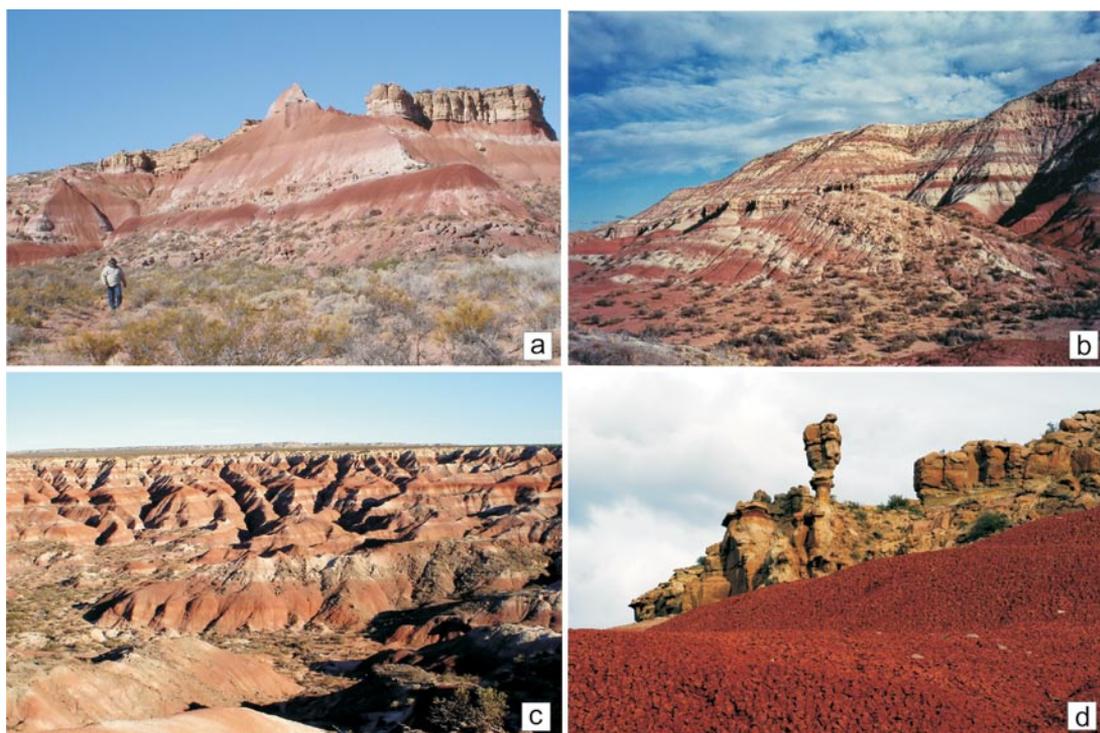


Fig. 5. a) Afloramientos de las formaciones Cerro Lisandro y Portezuelo, frente septentrional de la meseta de Rentería, provincia de Río Negro. b) Deslizamiento gravitatorio en depósitos de la Fm. Portezuelo, vertiente oriental de la sierra homónima, provincia del Neuquén. c) Relieve de huayquerías en depósitos de la Fm. Cerro Lisandro, El Anfiteatro, provincia del Río Negro. d) Formas de erosión fungiformes en depósitos de la Fm. Portezuelo, vertiente septentrional de Barda González, provincia del Neuquén.

aproximadamente 8 km al sureste del cerro Lotena (Departamento Zapala, provincia del Neuquén) (Fig. 7a). Entre los trabajos clásicos de referencia y de tratamiento regional para la Fm. Candeleros debe citarse a Roll (1939), Suero (1942, 1951), Herrero Ducloux (1946) y Gentili (1950). Trabajos más recientes han sido elaborados por Di Paola & Marchese (1970), Marchese (1971), Digregorio (1972), Di Paola (1973), Cazau & Uliana (1973), Ramos (1981), Spalletti & Gazzera (1989), Gazzera & Spalletti (1990), Leanza & Hugo (1995, 1997, 2001; Leanza et al. 2001), Ardolino & Franchi (1996), Leanza, (1999) y Hugo & Leanza (2001).

Distribución areal. Dentro del área de estudio, la Fm. Candeleros exhibe extensos afloramientos a lo largo del valle inferior del río Limay, entre las localidades de Arroyito y Picún Leufú. En este sector, sus depósitos se distribuyen principalmente a lo largo de la Bajada del Chocón, Barda Aquebeque y Barda Atravesada de las Campanas; integrando asimismo la mayor parte de las rocas aflorantes en el sector de perillago del embalse Ezequiel Ramos Mexías (Fig. 7b). Otro

sector importante de afloramientos se ubica en el área de su localidad tipo, distribuyéndose entre los cerros Lotena, Granito y sector occidental de Barda Colorada y Barda Cortaderas. Otros afloramientos menores se ubican en el tramo medio del valle del río Neuquén, entre su confluencia con el río Agrio y el paraje Paso de los Indios.

Fuera del área de estudio, pequeñas fajas de afloramientos se encuentran a lo largo del valle inferior del río Agrio, entre las localidades de Agrio del Medio y Quili Malal. Finalmente, las mayores exposiciones de esta unidad se desarrollan en el área sur Dorso de los Chihuidos (sector centro-norte de la provincia del Neuquén), disminuyendo luego paulatinamente su espesor hacia el norte.

Cazau & Uliana (1973) señalan para la Fm. Candeleros espesores máximos cercanos a los 300 metros. De acuerdo a los relevamientos efectuados, los espesores máximos medidos dentro del área cercana a su localidad tipo (sin base visible) es del orden de los 140 m, siendo el espesor total estimado de aproximadamente 200 metros.

Litología. Tal como sucede en todas las unidades que conforman al Grupo Neuquén, la Fm. Candeleros se compone por una sucesión predominantemente clástica de granulometría variable, ofreciendo un amplia variedad de componentes litológicos cuya fracción dominante está función de la posición geográfica que ocupan los afloramientos dentro de la cuenca sedimentaria. En líneas generales, sus componentes litológicos dominantes se encuentran conformados por areniscas cuarzolíticas, finas a gruesas, con granos subangulosos a subredondeados y moderada a buena selección. La presencia en estos depósitos psamíticos de una abundante matriz fangosa, constituye un rasgo característico que los distingue fácilmente del resto de las unidades del Grupo Neuquén. Esta matriz es responsable, en gran medida, de la típica coloración morada a rojo hígado que caracteriza a estos depósitos.

En aquellos sectores de la cuenca donde la presencia de esta matriz en los depósitos psamíticos es sustancialmente menor, la Fm. Candeleros adquiere tonalidades rojizas mucho más claras (rojizo anaranjadas), aunque en general, su coloración resulta siempre distintiva respecto al resto de las unidades formacionales.

Dentro del área de estudio, sobre el área del valle del río Limay, dominan los componentes clásticos finos, integrados principalmente por areniscas cuarzolíticas finas, areniscas grauvácicas y grauvacas. Los depósitos psamíticos de granulometría mediana a gruesa, se encuentran en este sector proporcionalmente muy reducidos. Ocasionalmente se observa en algunos niveles de areniscas finas un alto contenido de clastos de yeso retrabajado. Asimismo, de forma poco frecuente, se han observado dentro de la sección media-superior de la unidad, la presencia de delgados horizontes tobáceos y tuftíticos de color blanquecino menores a los 5 cm de espesor. En el área de su localidad tipo se observa una mayor participación de depósitos psamíticos gruesos con el desarrollo de ocasionales horizontes psefíticos (ortoconglomerados polimícticos).

Estudios petrológicos desarrollados por Marchese (1971), permitieron clasificar a las areniscas de la Fm. Candeleros en el sector sur de la cuenca como ortolitifeldespatitas con abundante material ceolítico (analcima y heulandita). Sobre el sector norte de la cuenca, el material cementante es principalmente carbonático con la presencia de ceolitas y óxido férrico subordinados. Respecto a la procedencia de la fracción clástica, Di Paola & Marchese (1970) y Marchese (1971) la atribuyeron a protolitos conformados por rocas volcánicas mesosilícicas a ácidas (andesitas y riolitas), y de forma subordinada, a plutonitas ácidas (tipo

granito y adamellita) y escasas metamorfitas. La fracción pelítica se compone principalmente por montmorillonita, con caolinita e illita presente en forma subordinada (Di Paola & Marchese, 1970; Di Paola, 1973).

Paleontología. Los niveles de la Fm. Candeleros han aportado una de las faunas de reptiles fósiles más importante descriptas hasta la fecha para el Cretácico Superior de la Cuenca Neuquina. Entre ellos, se encuentran una gran variedad de dinosaurios saurópodos tales como *Andesaurus delgadoi* (Calvo & Bonaparte, 1990), *Limaysaurus tessonei* (Calvo & Salgado, 1995), *Nopcsaspondylus alarconensis* (Apesteguía, 2007) y *Rayososaurus agrioensis* (Bonaparte, 1996). En el caso de este último ejemplar, ha sido recientemente reubicado estratigráficamente dentro de la Fm. Candeleros por Carballido *et al.* (2010). Entre los dinosaurios terópodos se encuentran el *Giganotosaurus carolinii* (Coria & Salgado, 1995; Calvo & Coria, 1998) y el *Buitreraptor gonzalezorum* (Makovicky *et al.*, 2005) y el *Ekrixinatosaurus novasi* (Calvo *et al.*, 2004). Restos de ornitópodos iguanodóntidos son señalados para estos depósitos por Coria *et al.* (2007).

Los cocodrilos se encuentran representados el *Araripesuchus patagonicus* (Ortega *et al.*, 2000) y el *Araripesuchus buitreaensis* (Pol & Apesteguía, 2005). Asimismo, otros grupos de vertebrados fósiles procedentes de estos niveles comprende a restos de peces dipnoos entre los que se menciona a *Cetratodus argentinus* (Apesteguía *et al.*, 2007), anuros pipoideos como el *Avitabatrachus uliana* (Báez *et al.*, 2000), restos de serpientes representadas por *Najash rionegrina* (Apesteguía & Zaher, 2006), lepidosaurios como el *Kaikaiifilusaurus calvoi* (Simón & Kellner, 2003), así como numerosos restos de tortugas pleurodiras del género *Prochelidella* (de la Fuente, 2007).

Los depósitos de esta unidad en el área Villa El Chocón y Picún Leufú, son igualmente ricos en icnitas de vertebrados. En estos niveles han sido descriptos numerosas icnoespecies asignadas a dinosaurios saurópodos (*Sauropodichnus giganteus*; Calvo, 1991), dinosaurios terópodos (*Abelichnus astigarrae*, *Bressanichnus patagonicus*, *Deferrariischnium mapuchensis* y *Picunichnus benedettoi*; Calvo, 1991), dinosaurios ornitópodos (*Sousaichnium momettae* y *Limayichnus major*; Calvo, 1991) y pterosaurios (*Pteraichnus* sp., Calvo & Lockley, 2001). Asimismo, estos depósitos suelen presentar una nutrida y variada asociación de trazas de invertebrados correspondientes a la icnofacies de Scoyenia (Aramayo & Bocanegra, 2001) y *Termitichnus* (Garrido, 2000).

Ambiente. Las sedimentitas que conforman a la Fm. Candeleros exhiben una multiplicidad



Fig. 6. a) Columnas de erosión eólica en depósitos de la Fm. Bajo de la Carpa, Los Mogotes (Tratayén), provincia del Neuquén. b) Relieve de huayquerías en depósitos de la Fm. Anacleto, región de Auca Mahuevo – El Caracol, provincia del Neuquén.

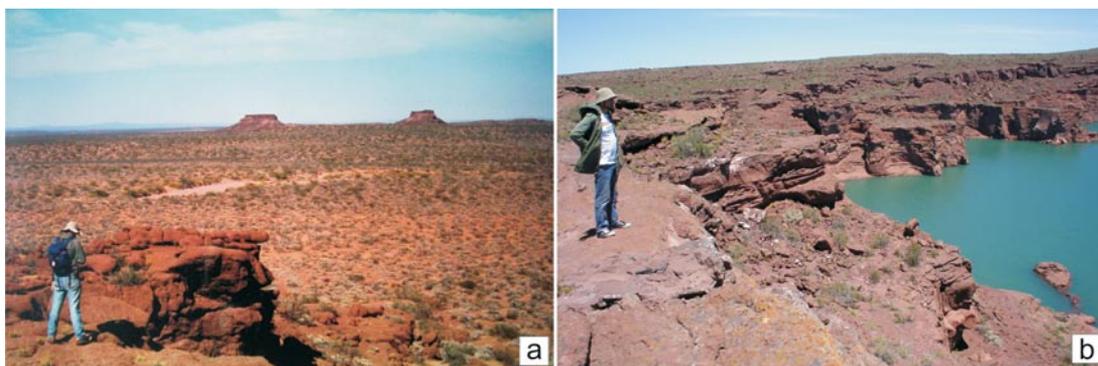


Fig. 7. a) Vista general de los cerrillos Los Candeleros, localidad tipo de la formación homónima, provincia del Neuquén. b) Aspecto general de los afloramientos de la Fm. Candeleros en la localidad de Villa El Chocón, provincia del Neuquén.

de ambientes de depositación, los cuales se encuentran directamente ligados a su ubicación dentro del contexto paleogeográfico de la Cuenca Neuquina. Por ello, establecer una generalización del ambiente de esta unidad para todo el ámbito de esta cubeta de sedimentación, resultaría una atribución imprecisa y de poca validez regional.

Dentro del área de estudio, en el sector de su localidad tipo, Garrido (2000) interpretó a esta secuencia como depósitos de sistemas fluviales de tipo entrelazado arenoso y gravo-arenoso. En este caso, la secuencia presenta una sucesión de cuerpos tabulares psamíticos con escasos lentes psefíticos, correspondientes a depósitos de canales multihistóricos de baja sinuosidad, asociados a depósitos de planicie de inundación fangosa con marcado desarrollo de paleosuelos.

En el sector del valle del río Limay, sobre la costa del embalse Ezequiel Ramos Mexías, los

estudios paleoambientales desarrollados por Calvo & Gazzera (1989) sugieren un ambiente de llanura aluvial asociada a depósitos de barreales y cauces efímeros de poco desarrollo. Sobre esta misma área, en cercanías al muro de embalse de El Chocón, Spalletti & Gazzera (1994) establecen un ambiente de depositación correspondiente a dunas eólicas y de *playa-lake*. En este mismo orden, Sánchez *et al.* (2004) sugieren para el sector del cañadón de Coria (o cañadón Escondido) un modelo sedimentario representado por depósitos de abanicos terminales.

Ciertamente en este sector, cada uno de estos modelos coexisten espacial y temporalmente; en el cual sistemas de canales efímeros de abanicos terminales, aportarían periódicamente hacia un sector deprimido una importante carga de sedimento fango-arenoso, dando lugar a la generación de barreales ligeramente salinos y sobre los que se

habrían desarrollado, de forma asociada, pequeños campos de dunas eólicas.

Es importante también señalar los datos arrojados por las paleocorrientes en esta región. De acuerdo a los registros aportados por Garrido (2000) para el área de Los Candeleros y cerro Granito, al sur de la Dorsal de Huincul, la dirección de flujo indica una clara tendencia de las corrientes hacia el cuadrante sureste. Asimismo, datos recogidos en el área de Villa El Chocón y Barda Atravesada de las Campanas, indican para los depósitos de canales efímeros y lóbulos de desbordes una marcada tendencia de flujo hacia el sur-sureste y sur-suroeste. Contrariamente, sobre el sector occidental de la Meseta de Rentería (provincia de Río Negro), la dirección de flujo muestra una tendencia hacia los sectores nor-noreste y nor-noroeste.

Este patrón de paleocorrientes denota claramente un diseño de drenaje centrípeto, posiblemente vinculado a una cuenca de carácter endorreico y limitada septentrionalmente por la Dorsal de Huincul. Esta probable área endorreica se correspondería con la denominada Subcuenca de Picún Leufú (Hogg, 1993), aspecto que fuera señalado por Garrido (2000) al indicar además la divergencia de flujo observada para los afloramientos de la Fm. Candeleros a ambos lados de la dorsal.

En líneas generales, la presencia de grandes depósitos eólicos junto al desarrollo de barreales salinos y paleosuelos ricos en carbonato (caliche), sugieren la predominancia de condiciones climáticas cálidas, áridas a semiáridas, con marcado régimen de estacionalidad.

Relaciones estratigráficas y correlaciones. La base de la Fm. Candeleros ha sido definida a partir de la discordancia originada a fines del Cretácico Inferior como producto de los Movimientos Patagónicos (Ramos 1981); discontinuidad que ha sido denominada como Discordancia Miránica Principal (Stipanovic *et al.*, 1968; Leanza & Hugo, 1997) o Discordancia Patagónica (Leanza, 2009).

La región de los cerros Lotena y Granito, ubicados en el ámbito de la Dorsal de Huincul, constituye un área clave para observar las relaciones de base de la Fm. Candeleros. En este sentido, varios autores destacaron la relación de discordancia angular que presenta esta unidad respecto a las unidades subyacentes, cubriendo progresivamente unidades cada vez más antiguas a medida que nos desplazamos hacia sector central de la dorsal (Keidel, 1925; Roll, 1939; Suero, 1942, 1951; Herrero Ducloux, 1946; Leanza & Hugo, 1997; entre otros) (Figs. 8a, b).

Fuera del ámbito de la dorsal esta relación de angularidad desaparece, mostrando una dis-

posición concordante respecto a los depósitos de las unidades inferiores. De esta manera, sobre la región situada inmediatamente al sur de la Dorsal de Huincul, la Fm. Candeleros asienta concordantemente sobre depósitos de la Fm. Lohan Cura, esta última con una edad estimada en el Albiano (Leanza & Hugo, 1995; Leanza, 1999). Por tratarse ambas unidades de depósitos de capas rojas (*red beds*) de origen fluvial y aluvial, el contacto entre estas dos unidades puede resultar, en ocasiones, algo confuso. Sin embargo, en afloramientos de grandes dimensiones, el contacto entre ambas unidades queda claramente delineado a través de una superficie continua, suavemente erosiva; la cual delimita dos secuencias sedimentarias ligeramente contrastantes en su tonalidad cromática y con marcados cambios en su granulometría y en la configuración de sus cuerpos sedimentarios.

Uno de los puntos en el cual es posible apreciar claramente el contacto entre estas dos unidades, fue señalado por Leanza & Hugo (1997) en los afloramientos adyacentes a la ruta provincial 17, sobre el sector del yacimiento de hidrocarburos El Sauce, a aproximadamente 8 km al norte de la ciudad de Picún Leufú. En esta área, el límite entre las Fms. Lohan Cura y Candeleros está dado por un nivel de evaporitas (yeso interestartificado con finas láminas de fangolitas verdes), el cual constituye el techo de la primer unidad (Fig. 8c).

En el área situada al norte de la Dorsal de Huincul, la ubicación exacta de la base de la Fm. Candeleros ha sido motivo de sucesivos debates a través del tiempo. Muchos autores creyeron identificarla en la discordancia angular observable sobre el ala oriental del Anticlinal del Agrio, frente al paraje de Agrio del Medio (Fernández Carro, 1949; Digregorio, 1972). En este sector aflora una gruesa secuencia de fangolitas varicolores y areniscas finas rojizas, con delgados horizontes calcáreos y evaporíticos correspondientes a la Fm. Rayoso; perfil que ha sido detalladamente descripto por Leanza (2003). Sobre éstos, asienta en aparente concordancia una unidad granocreciente integrada por limolitas fangosas rojizas, intensamente bioturbadas; seguidas por espesos paquetes de areniscas gruesas y lentes conglomerádicos fuertemente litificados. Estos depósitos se corresponden con la sección basal del "Nivel F" de Wichmann (1927), "Miembro Superior de la Formación Rayoso" (Di Paola & Marchese, 1970); "Miembro C" o "Miembro Morado" de Cangini (en Di Gregorio, 1972), "Nivel de Areniscas Violáceas" (AV) de Uliana *et al.* (1975a, b) o "Sección A" de Gazzera & Spalletti (1990) (Fig. 9a). Esta unidad alcanza en este sector los 70 metros de potencia, exhibiendo una inclinación de sus estratos de aproximadamente 22° hacia el este.

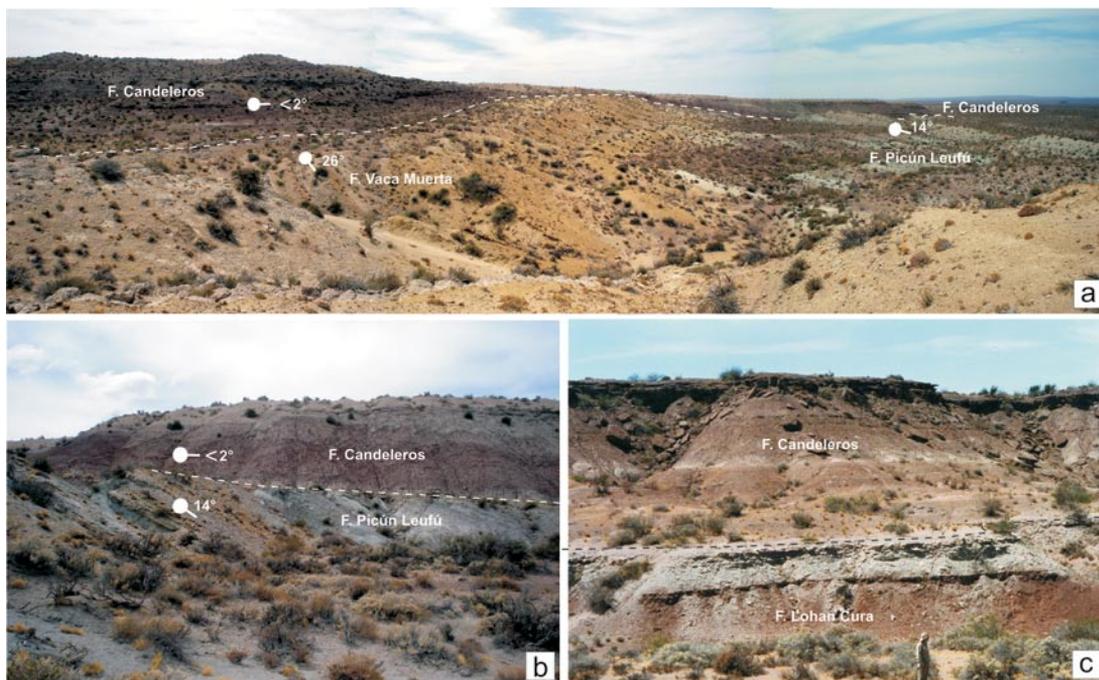


Fig. 8. a) Vista general de la Discordancia Patagónica en el área del cerro Lotena (sur de la Dorsal de Huincul), provincia del Neuquén. Obsérvese como la Fm. Candeleros sobreyace en discordancia angular sobre distintas unidades del Jurásico Superior y Cretácico Inferior. b) Detalle de la Discordancia Patagónica en el área del cerro Lotena. La Fm. Candeleros sobreyace en discordancia angular a la Fm. Picún Leufú (Tithoniano - Berriasiano). c) Contacto entre la Fm. Candeleros (Cenomaniano) y la Fm. Lohan Cura (Albiano), yacimiento petrolero El Sauce, cercanías de la ciudad de Picún Leufú, provincia del Neuquén.

Inmediatamente por encima y parcialmente cubierta, se dispone una sucesión de aproximadamente 140 m de espesor compuesta por fangolitas, limolitas y areniscas cuarzolíticas rojizas y rojizo-anaranjadas (secciones B y C de Gazzera & Spalletti, 1990), las cuales presentan un ángulo de inclinación menor a los 5° . Las relaciones angulares entre estos niveles, se observa más claramente hacia el fondo del cañadón donde aflora dicha secuencia, al pie del cerro Gris (Figs. 9b, c).

Autores como Fernández Carro (1949), Di Paola & Marchese (1969) y Di Gregorio (1972), atribuyeron esta brusca variación en la angularidad de los depósitos a la discordancia que define la base del Grupo Neuquén (Discordancia Patagónica); posicionando de esta forma los niveles de las "Areniscas Violáceas" (sensu Uliana *et al.*, 1975) como depósitos infrayacentes a la Fm. Candeleros. Otros autores como Wichmann (1927) y Herrero Ducloux (1946), consideraron sin embargo a las "Areniscas Violáceas" como parte de la Fm. Candeleros, conclusiones a la que arriban sobre la base del marcado contraste litológico existente entre las

primeras y la Fm. Rayoso. En este mismo sentido, Cazau & Uliana (1973, pág. 137) confluyen en la misma opinión, aseverando que "la marcada angularidad entre capas rojas observadas sobre la margen derecha del Agrio, responde al estilo particular de plegamiento desarrollado en el área como consecuencia del diastrofismo terciario".

Posteriormente, los trabajos efectuados por Uliana *et al.* (1975a, 1975b) demostraron la existencia para la base de las "Areniscas Violáceas" de un extenso plano erosivo de bajo ángulo, observable solo a nivel regional, el cual bisela paulatinamente de sur a norte a los depósitos superiores de la Fm. Rayoso. Como consecuencia de ello, esta discontinuidad fue establecida de forma definitiva como la correspondiente a la base del Grupo Neuquén (Discordancia Patagónica), criterio que fue seguido en todos los trabajos posteriores realizados en el área (Ramos, 1981; Gazzera & Spalletti, 1990; Leanza *et al.* 2001; Ponce *et al.*, 2002; Leanza, 2003; Zavala *et al.*, 2006). Recientemente, Tunik *et al.* (2010) efectuaron análisis en zircones provenientes de depósitos asignables

las "Areniscas Violáceas", obteniendo un valor de edad para los zircones más jóvenes de $98,6 \pm 2,5$ Ma. Estos valores confirmarían que la máxima edad de sedimentación de esta unidad se correspondería con la base del Cenomaniano (Carta Estratigráfica Internacional, 2009).

Las observaciones efectuadas en esta región, nos permiten establecer las siguientes consideraciones respecto a estas discontinuidades:

- a. A escala del afloramiento, los depósitos de las "Areniscas Violáceas" se presenta paralelos o subparalelos (pseudoconcordantes) al Miembro Cañadón de la Zorra de la Fm. Rayoso (superficie de discontinuidad $\delta 1$, Fig. 9a).
- b. Aun cuando efectivamente las unidades aflorantes sobre el ala oriental del Anticlinal del Agrio sufren un paulatino decrecimiento en su buzamientos a medida que nos alejamos del núcleo de la estructura, el cambio de angularidad observado entre las "Areniscas Violáceas" y los depósitos suprayacentes es abrupto y en contacto directo (superficie de discontinuidad $\delta 2$, Figs. 9b y c).
- c. La relación de discordancia angular entre las denominadas "Areniscas Violáceas" y los depósitos suprayacentes (superficie de discontinuidad $\delta 2$), tiende a desaparecer a medida que nos alejamos del frente de deformación de la faja plegada y corrida.
- d. Las "Areniscas Violáceas" poseen características litológicas y faciales que las identifican como una unidad única, diferenciándose claramente tanto de los depósitos infrayacentes como suprayacentes.
- e. Los depósitos suprayacentes a las "Areniscas Violáceas" corresponden a sedimentitas fluviales ubicadas claramente por debajo de la Fm. Huincul, presentando una amplia distribución hacia el este y noreste, (región de Quili Malal – Paso de Indios y sector meridional del Dorso de Los Chihuidos).
- f. Estos depósitos suprayacentes sufren una brusca disminución de espesor hacia la parte central del Dorso de los Chihuidos, a la par que la que se incrementa notablemente el espesor de las "Areniscas Violáceas".
- g. En el sector de Balsa Huitrín los depósitos suprayacentes han desaparecido por completo, encontrándose solo representadas las "Areniscas Violáceas" con espesores del orden de los 400 m de potencia.
- h. Analizada de manera independiente, las "Areniscas Violáceas" poseen una distribución y extensión areal mucho mayor a la de los depósitos suprayacentes, sufriendo un notable incremento de espesor hacia el norte de la cuenca.

Muchas de estas observaciones fueron oportunamente señaladas por Fernández Carro (1949), demostrando que la sedimentación sucedida inmediatamente después de los movimientos patagónicos, muestra patrones de depositación mucho más complejas al norte la Dorsal de Huincul que al sur de la misma. En este sentido, no resulta claro por el momento establecer si la discordancia observada en cerro Lotena se corresponde con la discordancia $\delta 1$ o $\delta 2$ del norte de la dorsal. Igualmente, debe considerarse que las discordancias observadas en ambas localidades responden al control de estructuras tectónicas distintas. El área de cerro Lotena se encuentra bajo el control estructural directo de la Dorsal de Huincul, mientras en el área de Agrio del Medio la mayor influencia sobre el control estructural se debe a la acción de la Faja Corrida y Plegada del Agrio.

Más allá de la interpretación estructural que se le asigne a las discontinuidades observadas al norte de la dorsal ($\delta 1$ y $\delta 2$), es incuestionable que las "Areniscas Violáceas" y los depósitos suprayacentes (desarrolladas entre éstas y la base de la Fm. Huincul), corresponden a dos secuencias deposicionales distintas. Dicha distinción queda claramente manifestadas en sus diferencias litológicas, faciales y de distribución areal. Si comparamos esta sección con la desarrollada al sur de la Dorsal de Huincul (próxima al área tipo de la Fm. Candeleros), podemos aseverar que tal distinción parece no estar representada en este último sector.

Estas marcadas diferencias en la depositación de la Fm. Candeleros, responderían a la existencia de dos depocentros distintos ubicados a ambos lados de la Dorsal de Huincul; donde la historia de depositación en cada uno de ellos habría respondido a diferentes factores de control estructural y deposicional. La vinculación o correlación entre la discordancia de observada al sur de la dorsal y las descritas al norte de la misma, requiere de estudios más detallados al respecto.

Edad. Conforme a lo ya señalado, el inicio en la depositación de la Fm. Candeleros se produce con posterioridad a la Discordancia Miránica Principal o Patagónica (Ramos, 1981; Leanza, 2009), la cual ha sido situada en el Cenomaniano (Stipanovic & Rodrigo, 1970) con una edad estimada entre los 97 ± 3 Ma (Orchuela & Ploszkiewickz, 1984; Leanza & Hugo, 1997) y 94 Ma (Legarreta & Gulisano, 1989, Cruz *et al.*, 1989). Sobre la base de la asociación icnológica de vertebrados del área del El Chocón y Picún Leufú, Calvo (1991) ubicó a estos depósitos dentro del Albiano. Recientes dataciones efectuadas en zircones, indican para los depósitos ubicados a por encima de la discordancia $\delta 1$ (al norte de la dorsal) una edad de inicio de deposi-

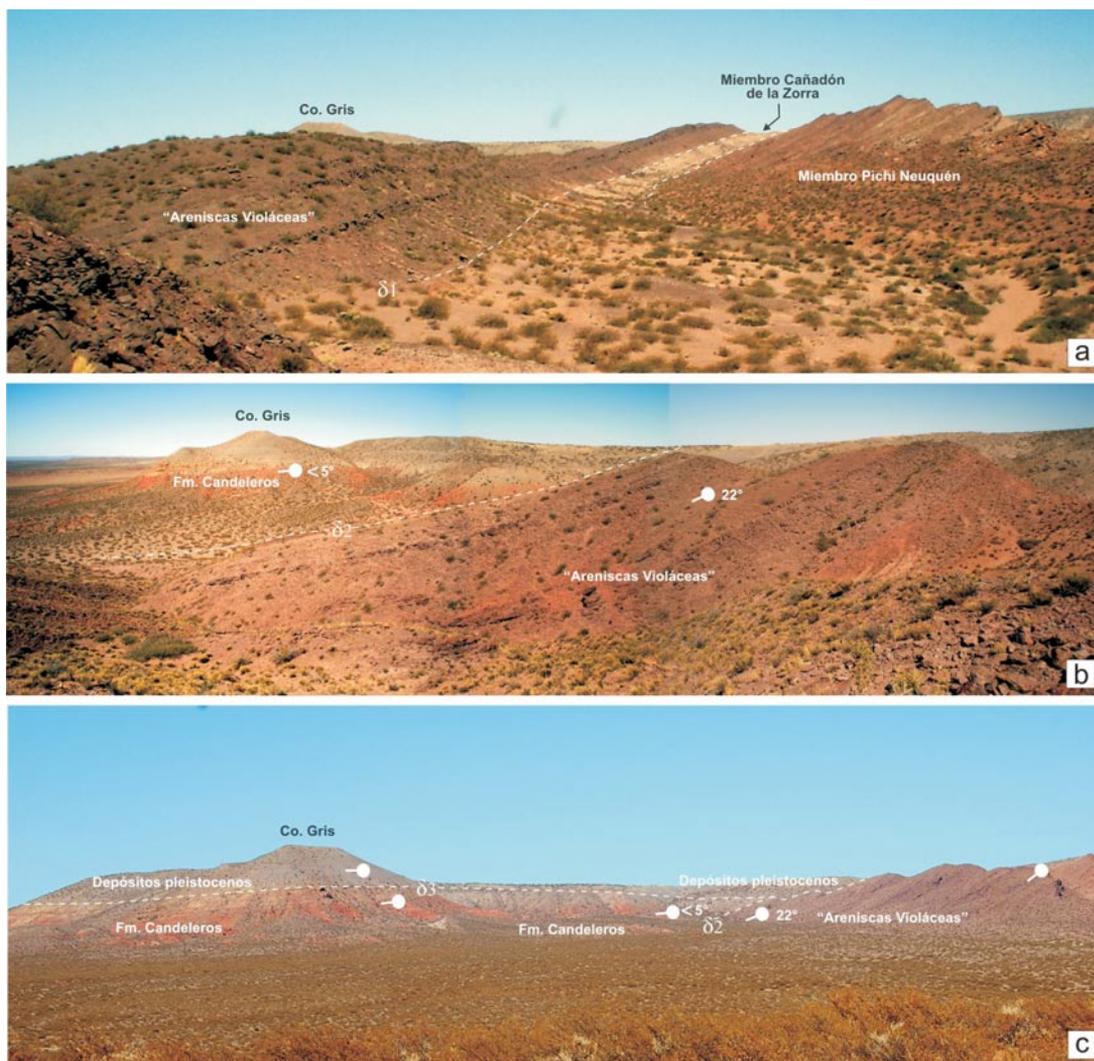


Fig. 9. Vista general de la Discordancia Patagónica en el área norte de la Dorsal de Huincul. a) Vista de la secuencia de los depósitos de las “Areniscas Violáceas” suprayacentes en relación de pseudo-concordancia sobre la Fm. Rayoso (miembros Pichi Neuquén y Cañadón de la Zorra). La discontinuidad δ_1 corresponde a la discordancia erosiva de bajo ángulo señalada por Uliana *et al.* (1975 a, b). b) Imagen de la discordancia angular que separa a las “Areniscas Violáceas” de la aquí considerada como Fm. Candeleros (*sensu stricto*). La discontinuidad δ_2 corresponde a la discordancia angular regional señalada por Fernández Carro (1949) y Digregorio (1972). c) Imagen de la discordancia angular δ_2 observada desde un nuevo ángulo de visión. La discontinuidad δ_3 corresponde a una discordancia angular generada entre depósitos pleistocenos y las unidades cretácicas.

tación situada en el Cenomaniano basal. Sobre la base de la información existente, se asigna a la Fm. Candeleros una edad Cenomaniano Inferior.

Formación Huincul (Keidel, en Wichmann 1927)

Esta unidad fue reconocida por Keidel (en Wichmann, 1927) bajo la denominación de “Grupo

de Huincul”. Posteriormente en 1968, de Ferrariis jerarquizó esta unidad como “Miembro Huincul”, criterio adoptado luego por Cazau & Uliana en 1973. El término “Formación Huincul” lo utilizó por primera vez Cangini (en Cazau & Uliana, 1973), correspondiendo a Ramos (1981) la formalización de esta unidad bajo tal denominación. La

localidad tipo de esta unidad fue definida en los "alrededores" de Plaza Huincul (38°55'12" sur - 69°50'20" oeste), área en la que afloran gruesos paquetes de areniscas amarillentas de granulometría variable, sin que se observe base visible de la sucesión sedimentaria.

Entre los trabajos que se han referido con diverso grado de detalle sobre esta unidad se encuentran Roll (1939), Suero (1942, 1951), Herrero Ducloux (1946) y Gentili (1950). Descripciones más recientes han sido elaboradas por Di Paola & Marchese (1970), Marchese (1971), Digregorio (1972), Cazau & Uliana (1973), Ramos (1981), Leanza & Hugo (1995, 1997) Leanza *et al.* (2001), Ardolino & Franchi (1996), Hugo & Leanza (2001) y Sánchez *et al.* (2008b).

Distribución areal. La Fm. Huincul se encuentra ampliamente distribuida en el área circundante a la ciudad de Plaza Huincul, conformando la extensa superficie de afloramientos que se extiende entre Barda Colorada, sierra del Portezuelo, sierra Barrosa, Bajo de Challacó y la parte superior de la Barda Aquebeque y Barda Atravesada de las Campanas; estas últimas cercanas a las localidades de Villa El Chocón y Picún Leufú. Poco más al oeste, esta unidad vuelve a aflorar a lo largo del cañadón del arroyo Santo Domingo, valle inferior del arroyo Covunco y zona de Quili Malal.

Fuera del área de estudio, esta unidad posee extensos afloramientos en el sector oriental del Dorso de los Chihuidos, disminuyendo luego su espesor hacia el norte de la cuenca. Mucho más al sur, sobre territorio rionegrino, la Fm. Huincul aflora ampliamente al pie del borde septentrional y occidental de la Meseta de Rentería, extendiéndose hacia el sur hasta la altura de Cerro Policía.

Pese a su amplia distribución, resulta difícil disponer de un perfil completo de esta unidad, en el cual pueda observarse base y techo dentro de una transecta relativamente corta. En este sentido, los mejores puntos de observación se encuentran en el área de Quili Malal y la transecta comprendida entre Barda Atravesada de las Campanas y cerro Bayo Mesa.

Ramos (1981) estimó una potencia de la unidad para el área de Chihuidos Norte comprendida entre 195 y 230 metros. Las mediciones efectuadas en el área de trabajo arrojaron valores máximos del orden de los 250 metros.

Litología. Esta unidad se conforma predominantemente de areniscas cuarcíticas y cuarzolíticas de granulometría variable, presentando escasa matriz y moderado contenido de cemento carbonático. El típico color amarillento que caracteriza a esta unidad, está dado por la presencia de óxido férrico. En este sentido, es importante señalar

que hacia el sector del Bajo de Añelo y borde su-occidental de la sierra de Auca Mahuida, la Fm. Huincul adquiere tonalidades rojizas, factor que ha llevado a constantes errores de correlación.

Los trabajos petrológicos efectuados por Di Paola & Marchese (1969) y Di Paola (1973), determinaron para la fracción clástica la presencia de cuarzo, plagioclasa ácida y feldespato alcalino; estableciendo una proveniencia a partir de sedimentitas cuarzo-cloríticas junto a plutonitas y vulcanitas ácidas. En base a sus componentes, Marchese (1971) clasificó a las areniscas de la Fm. Huincul como ortoliticuarcitas con cemento calcítico. En relación a la fracción pelítica, Di Paola & Marchese (1969) indicaron un contenido arcilloso predominantemente caolinítico, mientras Pettinari y Barredo (1994) y Pettinari *et al.* (1999) señalan una composición dominada por argilominerales illíticos con participación menor de caolinita + clorita.

En algunas localidades como Cerro Policía (provincia de Río Negro), cerro Mula (cercano a la localidad de Arroyito, provincia del Neuquén) y valle medio del río Neuquén (próximo a la localidad de Sauzal Bonito, provincia del Neuquén), se han observado a distintas alturas dentro de la columna sedimentaria, variados niveles de tobas y tufitas con diverso grado de alteración, alcanzando una potencia máxima para el área de Cerro Policía de 2,4 metros.

Dentro de la Fm. Huincul es posible reconocer dos secciones sedimentarias. Una sección inferior de entre 20 y 70 metros de espesor, compuesta principalmente por depósitos clásticos finos (areniscas finas y fangolitas) de tonalidades rojizas, gris verdosas y amarillentas pálidos. Ocasionalmente, esta sección puede presentar delgados lentes gravosos hacia la parte alta de la secuencia (Fig. 10a). La sección superior se conforma por una secuencia granodreciente de 100 a 185 m de espesor, en la cual dominan los colores amarillentos (para los niveles psamíticos) y rojizos (para los niveles pelíticos). En la base de esta sección se desarrollan gruesos paquetes de areniscas medianas a gruesas, a veces conglomerádicas, con intercalaciones menores de fangolitas rojas y areniscas finas a limosas de tonalidades verdosas y gris-verdosas. En estos niveles, es frecuente la presencia de concreciones férricas discoidales y esferoidales de hasta 40 cm de diámetro. Hacia el techo, los niveles fangosos incrementan su espesor y recurrencia a la par de un marcado decrecimiento en la granulometría de la fracción psamítica. En líneas generales, los depósitos de la sección superior conforman el denominado "Huincul típico" (Figs. 10b, c).

Paleontología. La Fm. Huincul se ha caracterizado siempre por la presencia de troncos

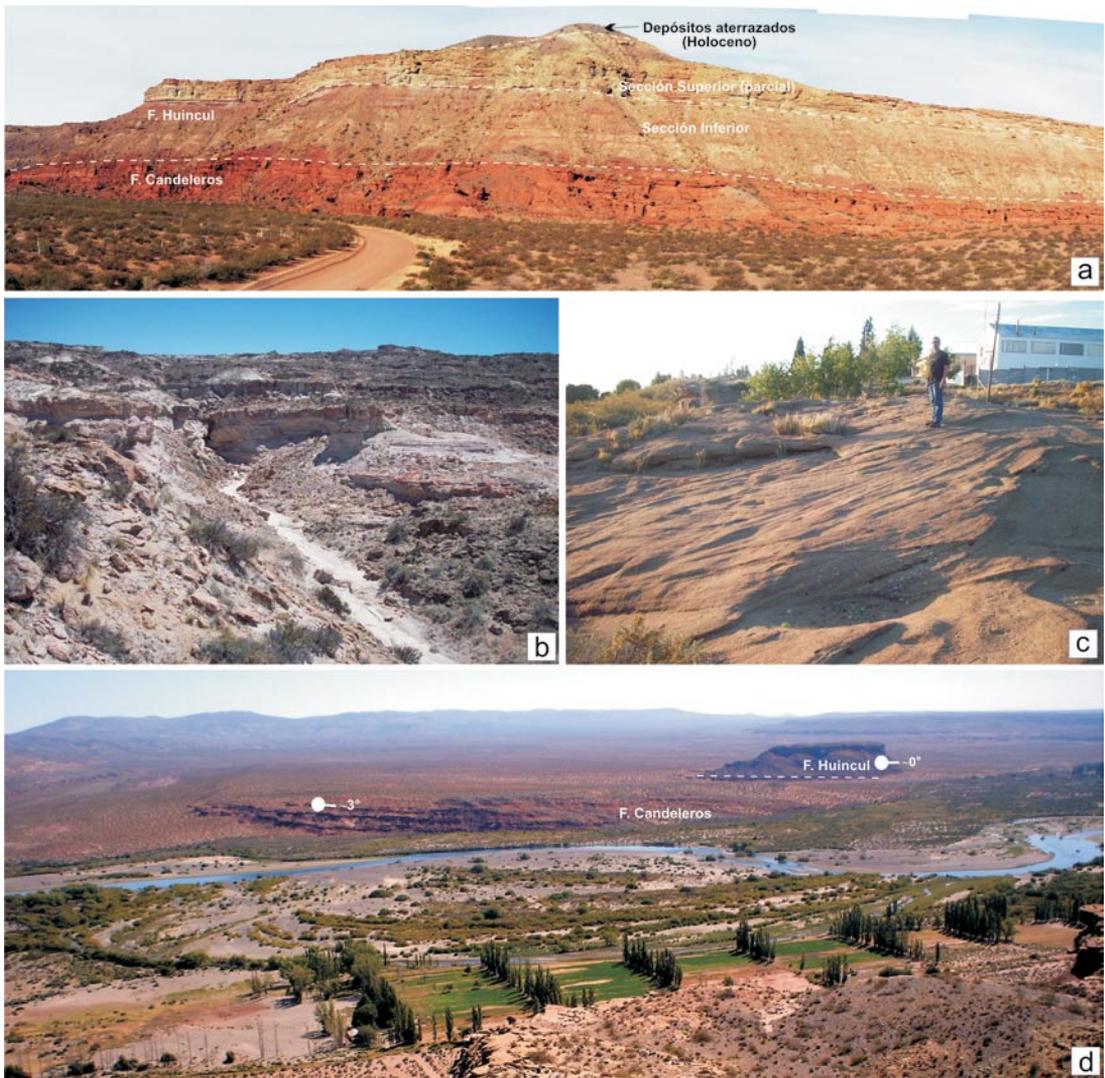


Fig. 10. a) Contacto entre las Fms. Candeleros y Huincul. Se observa los depósitos de la sección inferior de la Fm. Huincul y depósitos basales (erosionados) de la sección superior. Localidad de Agrio del Medio, provincia del Neuquén. b) Depósitos de la sección superior de la Fm. Huincul. Localidad de sierra Barrosa, provincia del Neuquén. c) Detalle de los niveles psamíticos de la Fm. Huincul, sección superior. Localidad de Plaza Huincul (cercañas del Pozo Nº 1), provincia del Neuquén. d) Diferencia de buzamiento entre los depósitos de las Fms. Candeleros y Huincul en la región de Agrio del Medio, margen izquierda del río Agrio, provincia del Neuquén.

silicificados de gran porte, entre los cuales se han mencionado restos de cycadales y coníferas (Leguizamón & Garrido, 2000), estas últimas representadas por araucariáceas y cupresáceas (Martínez, 2008, 2009a). Asimismo, proceden de estos niveles restos de angiospermas asignados a magnoliofitas basales (Martínez, 2009a, 2009b).

A lo largo de las dos últimas décadas, se ha producido el hallazgo en estos niveles de nume-

rosos restos de dinosaurios. Entre los taxones descritos se encuentran terópodos de gran porte como *Mapusaurus rosae* (Coria & Curie, 2006), *Ilokelesia aguadagrandensis* (Coria & Salgado, 1998) y *Skorpiovenator bustingorryi* (Canale *et al.*, 2008). Entre los saurópodos se mencionan titanosaúridos como el *Argentinosaurus huinculensis* (Bonaparte & Coria, 1993), así como numerosos restos de rebaquisáuridos entre los que se

encuentra el *Cathartesaura anaeróbica* (Gallina & Apesteguía, 2005).

Completan el registros fosilífero, otros restos de vertebrados conformados por placas de tortugas, dientes de cocodrilos y peces (Garrido, 2000). Entre estos últimos, han sido descriptos restos de dipnoos como *Ameghinoceratodus iheringi* (Apesteguía *et al.*, 2007).

Ambiente. Dentro del área de estudio, la Fm. Huincul ha sido caracterizada por Garrido (2000) como depósitos de sistemas fluviales de baja sinuosidad de tipo entrelazado arenoso y gravo-arenoso. Esta interpretación comprende principalmente a los depósitos de la aquí denominada sección superior.

La sección inferior muestra patrones en la conformación de sus cuerpos sedimentarios que se corresponderían a sistemas de canales fluviales de mayor sinuosidad. En tal sentido, las descripciones efectuadas por Gazzera & Spalletti (1990) para depósitos correspondientes a estos niveles en el área de Agrio del Medio (Sección D de su perfil), fueron interpretadas por dichos autores como sistemas fluviales meandrosos de carga fangosa.

Fuera del área de estudio, sobre la región lindante a la Meseta de Rentería, Sánchez *et al.* (2008b) caracterizaron a los depósitos de la Fm. Huincul en su sección basal como sistemas fluviales de alta sinuosidad con baja relación canales/planicie de inundación, seguidos en su tramo cuspidal por sistemas similares pero con alta relación de depósitos de canales/planicie de inundación.

Las diferencias observadas en el ambiente y sedimentación de la Fm. Huincul, responden tanto a su evolución tectosedimentaria como a la posición que ocupan los afloramientos dentro del contexto paleogeográfico de la cuenca sedimentaria. En líneas generales, las condiciones climáticas inferidas para esta unidad es de tipo cálido, con marcado régimen estacional (Garrido, 2000; Sánchez *et al.*, 2008b), presentando condiciones de mayor humedad que las inferidas para la Fm. Candeleros.

Relaciones estratigráficas y correlaciones. La Fm. Huincul sobreyace concordantemente a la Fm. Candeleros, presentando un contacto neto y marcadamente erosivo. En algunos sectores de Barda Atravesada de las Campanas, se ha observado un retrabajo de los depósitos de la Formación Candeleros en la base de la Fm. Huincul. Un caso particular se observa nuevamente en la región de Agrio del Medio, donde es posible observar una leve diferencia angular entre los depósitos de ambas unidades (Fig. 10d). No obstante, resulta difícil establecer si en este caso responde exclusivamente o no, a la disminución angular de la estructura del flanco anticlinal.

Comúnmente, hacia el área central y oriental de la cuenca, el contacto entre estas unidades parece tornarse difuso y no siempre fácil de establecer. Sin embargo, una de las características más importantes a considerar a la hora de definir dicho límite, está dada por la baja a nula proporción de matriz fangosa en los depósitos psamíticos de la Fm. Huincul, factor que le otorga a estas areniscas un aspecto límpido. Asimismo, observaciones más detalladas permiten detectar, en general, un brusco y marcado cambio en la dirección de las paleocorrientes entra ambas unidades.

El límite superior de la Fm. Huincul está dado por una marcada superficie de discontinuidad regional (hiatus), el cual no siempre se presenta claramente expresado. Este factor se debe a que cubriendo a la Fm. Huincul, se dispone una secuencia de depósitos predominantemente pelíticos de la Fm. Cerro Lisandro, los cuales pueden confundirse fácilmente con los niveles fangolíticos del techo de la primer unidad. Sin embargo, una observación detallada permite observar claros cambios faciales entre ambas unidades, así como en la geometría de los cuerpos canalizados. Localmente es posible también visualizar un leve cambio de tonalidad entre los depósitos fangosos de ambas unidades.

Conforme a lo ya adelantado, la "sección D" del perfil presentado por Gazzera & Spalletti (1990) en la región de Agrio del Medio, considerada por estos autores como depósitos cuspidales de la Fm. Candeleros, son asignados en este trabajo a la sección inferior de la Fm. Huincul.

Edad. A pesar de que esta unidad posee algunos estudios microflorísticos y datos radimétricos, la edad de sus depósitos no se encuentra aún bien establecida. Legarreta & Gulisano (1989) ubican a la Fm. Huincul entre los 93 y 91 Ma, situándola entre el Cenomaniano superior y el Turoniano inferior (Carta Estratigráfica Internacional, 2009). Por otra parte, basados en relaciones estratigráficas, Hugo & Leanza (2001) y Leanza *et al.*, (2004) la sitúan exclusivamente dentro del Cenomaniano superior.

Estudios palinológicos desarrollados por Vallati (2001) en el área de El Zampal (provincia de Mendoza), en depósitos atribuidos por esta autora a la Fm. Huincul, arrojan una edad situada entre el Albiano superior y el Cenomaniano. Dataciones radimétricas efectuadas por Corbella *et al.*, (2004) en tobos provenientes de la base de esta unidad en la región de Cerro Policía (provincia de Río Negro), arrojaron un valor de 88 ± 3 Ma, situándola dentro del Turoniano superior al Coniaciano inferior (Carta Estratigráfica Internacional, 2009). Sin embargo, el grado de alteración que presenta la toba analizada, hace necesario disponer de

mayores datos a los fines de corroborar la edad esgrimida.

Sobre la base de los datos disponibles y sus relaciones estratigráficas, se asigna tentativamente en este trabajo a la Fm. Huincul una edad comprendida entre el Cenomaniano Superior y el Turoniano.

Formación Cerro Lisandro (Herrero Ducloux, 1938)

Herrero Ducloux (en Fossa Mancini *et al.*, 1938) definió a esta unidad bajo el nombre de “Estratos de Cerro Lisandro”, denominación que ya empleara en su informe inédito del mismo año, como así también en su publicación del año 1939. Por aquellos mismos años, Roll (1938) utilizó para esta unidad el nombre de “Grupo de Cerro Lisandro”, denominación que también fuera empleado posteriormente por Herrero Ducloux en 1946 y 1947. La jerarquización de esta unidad como “Miembro Lisandro” corresponde a de Ferrarís (1968), criterio seguido luego por Cazau & Uliana (1973). La posterior categorización bajo el nombre de “Formación Lisandro” corresponde a Ramos (1981), aunque ya había sido empleada con fines prácticos por Cangini (en Cazau & Uliana, 1973) en un informe inédito del año 1968. Finalmente, Leanza & Hugo (1997) reintroducen su denominación original completa, quedando reconocida de esta forma bajo el nombre de Fm. Cerro Lisandro.

La localidad tipo de esta unidad se ubica en el cerro epónimo (S 38° 59' 25" – O 69° 27' 30"), distante aproximadamente 5 km al noroeste de la población de Senillosa, provincia del Neuquén. Entre los trabajos de referencia para esta unidad pueden mencionarse a Roll (1939), Herrero Ducloux (1939, 1946), Gentili (1950), Di Paola & Marchese (1970), Marchese (1971), Digregorio (1972), Cazau & Uliana (1973), Ramos (1981), Leanza & Hugo (1995, 1997, 2001), Ardolino & Franchi (1996), Hugo & Leanza (2001), Sánchez *et al.* (2008b) y Salgado *et al.* (2009).

Distribución areal. Los depósitos de la Fm. Cerro Lisandro forman delgadas fajas de afloramientos, situadas principalmente sobre el quiebre de pendiente que conforman la base de los resaltos mesetiformes o bardas de la región extraandina. Esta disposición responde principalmente a la diferencia en el patrón de erosión que presenta esta unidad respecto a las anteriores (infrayacentes), tal como se señalara en la descripción de los Subgrupos.

De esta manera, la Fm. Cerro Lisandro se distribuye linealmente a lo largo del frente oriental de la sierra del Portezuelo, frente austral de sierra Barrosa y base del cerro Bayo Mesa y Barda

González. Hacia los frentes septentrional y austral de esta última localidad se presenta la mayor exposición areal de esta unidad, conformando los denominados Bajo Bagüales Norte y Sur respectivamente. Exposiciones menores se desarrollan a lo largo de la faja de afloramientos ubicadas entre las localidades de Paso de Los Indios y Sauzal Bonito, sobre el valle medio del río Neuquén.

Fuera del área de estudio, los mayores afloramientos de esta unidad se ubican en el sector de El Anfiteatro y los sectores occidental y noroccidental de Meseta de Rentería (provincia de Río Negro). Hacia el norte de la provincia del Neuquén, sus depósitos pueden ser seguidos en el sector sudoccidental del Bajo de Añelo y sierra de Auca Mahuida; así como en el frente septentrional de la sierra Negra, continuando luego hacia el sector del sur mendocino.

El espesor total de la columna medida en el área de estudio se encuentra comprendido entre los 45 y 70 metros de potencia. Por su parte, Ramos (1981) estableció para esta unidad una potencia máxima de 98 m en el sector noroeste de la cuenca, en las inmediaciones de Balsa Huitrín.

Litología. Tal como fuera originalmente descrita por Roll (1938, 1939) y Herrero Ducloux (1938, 1939), esta unidad se conforma mayoritariamente por depósitos clásticos finos, entre los que predominan monótonos y potentes bancos de fangolitas rojas. Se intercalan entre estas últimas, delgados niveles de limolitas y areniscas finas cuarzomícáceas, débilmente consolidadas, de tonalidades amarillentas y gris-verdosas.

Los estudios petrológicos desarrollados por Di Paola (1973), permitieron determinar una composición clástica conformada por granos de cuarzo, plagioclasa ácida, feldespato potásico y fragmentos líticos de plutonitas, vulcanitas ácidas y sedimentitas cuarzosas. De acuerdo a este mismo autor, la fracción arcillosa esta compuesta principalmente por illita y montmorillonita, esta última en forma subordinada. Por otro lado, Giusiano & Pettinari (1999) y Pettinari *et al.* (1999), indican para las arcillas una dominancia de illita e interestratificados de illita-esmectita con participación secundaria de caolinita + clorita.

A pesar del aspecto macizo que presentan los niveles fangosos, un examen detallado de estos depósitos sobre frentes despejados y cortes frescos de rocas, permiten apreciar el desarrollo de delgadas laminaciones entre fracciones pelíticas y psamíticas finas, otorgándole un aspecto heterolítico. Asimismo, Garrido (2000) describe para estos depósitos aflorantes en el sector del cerro Bayo Mesa, facies conformadas por finas interlaminaciones de fangolita y evaporita (yeso).

Paleontología. La Fm. Cerro Lisandro ha aportado en los últimos años un abundante registro paleontológico. Entre los invertebrados resulta frecuente la presencia bivalvos de agua dulce representados por el género *Diplodon* (Garrido, 2000; Leanza *et al.*, 2004; Salgado *et al.*, 2009). Entre éstos cabe mencionar a *Diplodon amphiteatri* (Manceñido & Damborenea, 1984) provenientes de la región de El Anfiteatro (provincia de Río Negro).

Entre los vertebrados se cita la presencia de dinosaurios ornitópodos como *Anabisetia Saldiviai* (Coria & Calvo, 2002), así como restos post-craneáneos de iguanodontia (Coria *et al.*, 1996) y terópodos (Coria *et al.*, 1996; Coria *et al.*, 2006). Entre los dinosaurios saurópodos se menciona solo la presencia de dientes aislados (Salgado *et al.*, 2009), no obstante, en el área de cerro Bayo Mesa también se han observado restos óseos post-craneanos asignables a este taxón.

De igual manera, estos depósitos suelen ser ricos en dientes, placas y restos esqueléticos de cocodrilos y placas de tortugas (Garrido, 2000; Salgado *et al.*, 2009). Finalmente, ha sido mencionada la presencia de restos de peces dipnoos (*Ceratodus sp.*), escamas ganoideas y vértebras asignadas a lepisostóideos (Coria *et al.*, 1996; Leanza *et al.*, 2004; Apesteguía *et al.*, 2007; Salgado *et al.*, 2009).

Cabe aclarar que el listado paleofaunístico citado por Coria *et al.* (1996) para el área de cerro Bayo Mesa, fue atribuido originalmente en ese trabajo a la Fm. Huincul; siendo más tarde atribuida a depósitos de la Fm. Cerro Lisandro (Garrido, 2000).

Ambiente. Cazau & Uliana (1973) señalan para la Fm. Cerro Lisandro condiciones de deposición aluvial de moderada a baja energía. Las interpretaciones brindadas por Leanza & Hugo (2001) indican una vinculación con planicies fangosas distales de sistemas fluviales. Más recientemente Sánchez *et al.* (2008b), sugieren para los afloramientos del área de El Anfiteatro y Meseta de Rentería, un ambiente vinculado a un sistema distributivo proximal de abanico terminal. Sin embargo, esta interpretación difiere con la presentada para el mismo sector por Salgado *et al.* (2009), quienes sugieren para los depósitos de la Fm. Cerro Lisandro, un ambiente relacionado a sistemas fluviales sinuosos de carga fangosa dominante. Esta misma interpretación fue presentada por Garrido (2000) para los afloramientos de cerro Bayo Mesa y sierra del Portezuelo.

En este sentido, estos últimos autor destacan la presencia en estos depósitos de dominio fangoso, de cuerpos canaliformes aislados de composición psamítica fina o heterolítica (interestratificación

de pelitas y psamitas), presentando una notable mega-estratificación cruzada de bajo ángulo y ligeramente sigmoide; características que permite atribuirlos a depósitos de acreción lateral de sistemas monocanales meandrosos (Figs. 11a, b). Respecto a las condiciones climáticas imperantes durante la depositación de esta unidad, ésta ha sido inferida como cálidas y de relativa humedad con marcados periodos estacionales secos (Garrido, 2000), hasta semiáridas permanentes (Sánchez *et al.*, 2008b).

Relaciones estratigráficas y correlaciones. La Fm. Cerro Lisandro se dispone en relación de concordancia sobre la Fm. Huincul, siendo sobrepuesta transicionalmente por depósitos de la Fm. Portezuelo. La relación de concordancia que presenta esta unidad en su contacto basal, provoca frecuentemente que este límite se vea enmascarado al mimetizarse con los depósitos fangosos del techo de la Fm. Huincul. Sin embargo, observaciones detalladas permiten diferenciar claramente a ambas unidades a partir de sus diferencias faciales y geometría de los cuerpos sedimentarios psamíticos.

En afloramientos bien despejados, se observa un marcado contraste en la tonalidad que ofrecen las fangolitas entre ambas unidades. De esta forma, las fangolitas de la Fm. Cerro Lisandro suelen presentar tonalidades rojizas mucho más intensas que las correspondientes a la Fm. Huincul. Asimismo, en estos casos el límite formacional queda delineado a través de una continua y marcada línea de contacto, indicando la presencia de una clara superficie de discontinuidad.

El pasaje transicional hacia la Fm. Portezuelo, torna asimismo dificultosa la tarea de establecer el límite entre estas unidades. En general, se considera como base de la Fm. Portezuelo al primer nivel arenoso continuo, de geometría tabular, conformado por depósitos de canales amalgamados (Figs. 11c, d). Asimismo, dicha transición es acompañada por una marcada disminución en el espesor de los niveles fangosos y un nuevo cambio en la tonalidad de los mismos, gradando hacia colores rojizos de tonalidades más claras y apagadas. Esta última característica fue señalada por Cazau & Uliana (1973: 142) indicando que “*resulta perceptible un cambio de color de las pelitas, de rojo hígado a rojo ladrillo*”.

Edad. No existen dataciones absolutas o estudios bioestratigráficos que permitan establecer una edad certera para la Fm. Cerro Lisandro. De acuerdo a Legarreta & Gulisano (1989), estos depósitos se ubicarían entre los 91 y 90 Ma, correspondiendo al Turoniano Medio (Carta Estratigráfica Internacional, 2009). Por otro lado, Hugo & Leanza (2001) y Leanza *et al.* (2004)

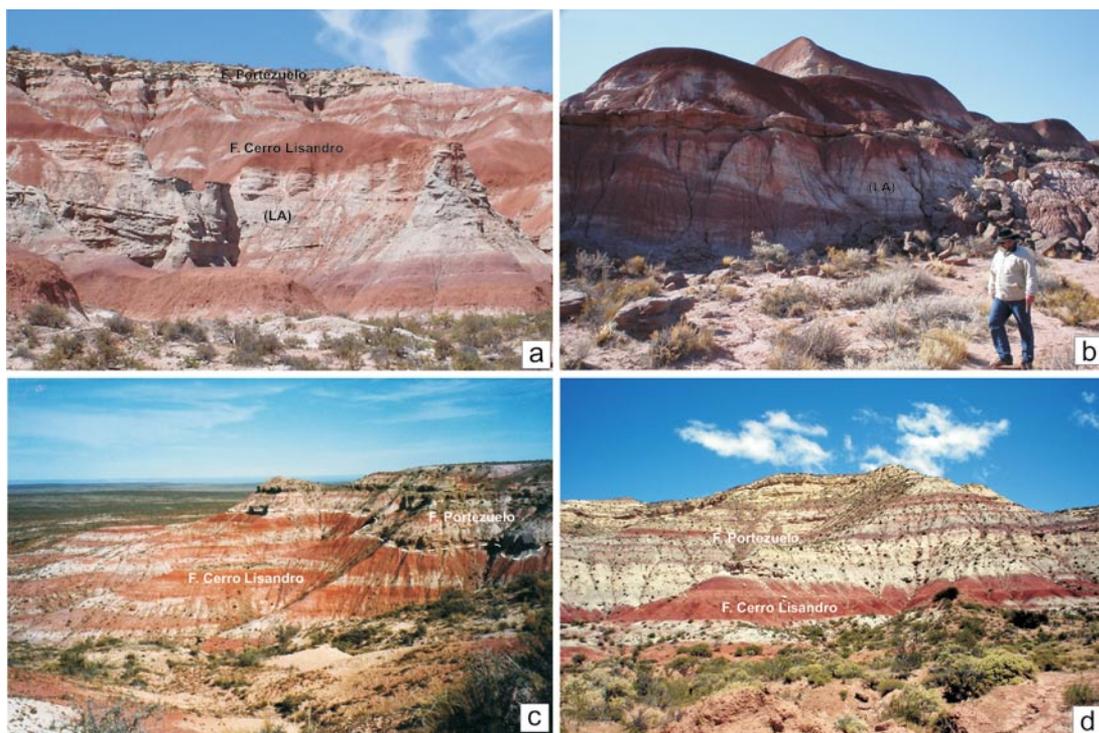


Fig. 11. a) Monocanal arenoso con macroformas de acreción lateral (LA) en depósitos de la Fm. Cerro Lisandro. Localidad de El Anfiteatro, provincia Río Negro. b) Macroformas de acreción lateral heterolíticas (LA), Fm. Cerro Lisandro. Localidad de meseta de Rentería, provincia Río Negro. c) Vista general de las Fms. Cerro Lisandro y Portezuelo. Localidad del cerro Bayo Mesa, provincia del Neuquén. d) Transición entre depósitos de las formaciones Cerro Lisandro y Portezuelo. Localidad de sierra del Portezuelo, provincia del Neuquén.

ubicar a esta unidad ente el Cenomaniano Tardío y el Turoniano Temprano. Sobre las bases de los datos disponibles y sus relaciones estratigráficas, se asigna tentativamente en este trabajo a la Fm. Cerro Lisandro al Turoniano Medio – Superior.

Formación Portezuelo (Keidel, en Wichmann 1927)

Esta unidad fue establecida por Keidel (en Wichmann, 1927) bajo la denominación de “Grupo de Portezuelo”, siendo luego denominada litoestratigráficamente por de Ferrariís (1968) y Cazau & Uliana (1973) como “Miembro Portezuelo”. El término “Formación Portezuelo” fue empleado por primera vez por Cangini (en Cazau & Uliana, 1973), siendo Ramos (1981) quien la formalizara finalmente.

Su localidad tipo se encuentra ubicada en la sierra del Portezuelo (S 38° 56' 40" – O 69° 27' 15"), distante a 20 km al oeste de la ciudad de Plaza Huincul sobre la ruta nacional 22 (Fig. 12a). Entre los trabajos de referencia para esta unidad se cita Roll (1939), Herrero Ducloux (1939,

1946), Gentili (1950), Cazau & Uliana (1973), Ramos (1981), Leanza & Hugo (1997), Leanza *et al.* (2001), Ardolino & Franchi (1996), Hugo & Leanza (2001) y Salgado *et al.* (2009).

Distribución areal. La Fm. Portezuelo presenta un patrón de afloramientos similar a la de la Fm. Cerro Lisandro, formando delgadas y continuas fajas de afloramientos situados sobre el frente de las bardas que conforman la región. Debido a su mayor contenido arenoso, esta unidad desarrolla sobre dichos frentes desniveles de gran pendiente a menudo atravesados por profundos cañadones.

Sus afloramientos se distribuyen linealmente y de forma continua a lo largo de la sierra del Portezuelo, sierra Barrosa y cordón del Portezuelo Grande, integrando además la parte superior de las exposiciones rocosas de cerro Bayo Mesa, Barda González y Cerros Colorados. En la margen norte del Lago Los Barreales, la Fm. Portezuelo se desarrolla en el denominado cordón del Cerro Colorado, perdiéndose paulatinamente hacia el este como consecuencia del buzamiento regional que afecta a estos depósitos.

Fuera del área de estudio, los mayores afloramientos de esta unidad se ubican en los sectores occidental y noroccidental de Meseta de Rentería (provincia de Río Negro). Hacia el norte de la provincia del Neuquén, sus depósitos pueden ser seguidos en el sector meridional del Bajo de Añelo y sudoccidental de la sierra de Auca Mahuida, continuando luego hacia el sector mendocino en la área de Cañadón Amarillo.

El espesor máximo medido para la Fm. Portezuelo en su localidad tipo es de aproximadamente 96 metros. Cazau & Uliana (1973) indicaron una potencia comprendida entre los 100 y 130 m para el sector austral de la cuenca, señalando además una disminución de espesor hacia la parte central de la misma.

Litología. Esta unidad se compone de una sucesión de psamitas y pelitas interestratificadas en porcentaje variable, existiendo en general un dominio de la fracción clástica arenosa. Los términos psamíticos se conforman de areniscas cuarzo-feldespáticas y cuarzolíticas, de granulometría mediana (dominante), escasa a nula matriz y débil cemento carbonático. El pigmento férrico es escaso, no obstante, en algunos sectores es frecuente la presencia de concreciones óxidos de hierro de tamaño variable. En general, estas areniscas muestran tonalidades amarillentas, gris-amarillentas y blanquecinas; mientras hacia el área de Añelo adquieren un color rojizo-anaranjado. La fracción pelítica se compone principalmente de fangolitas rojizas poco consolidadas, seguidas en segundo término por depósitos limo-arenosos gris-verdosos y verde-amarillentos.

La composición de la fracción psamítica es similar a la presente en la unidad anterior, integrada por granos de cuarzo, plagioclasa ácida, feldespato potásico y fragmentos líticos de plutonitas, vulcanitas ácidas y sedimentitas cuarzosas (Di Paola, 1973). Este mismo autor señala para fracción arcillosa, una composición illítica con montmorillonita y caolinita subordinadas. En este mismo sentido, Pettinari *et al.* (1999) establecieron una preponderancia de argilominerales interestratificados illita-esmectita y de illita con caolinita + clorita presentes en forma secundaria.

Es importante señalar que en aquellos sitios de la cuenca en las que predominan los depósitos de planicie de inundación, ubicados generalmente sobre áreas alejadas de los sectores de faja de canales; la Fm. Portezuelo exhibe un notable incremento de la fracción pelítica, llegando incluso a constituir la fracción clástica dominante. Esta particularidad puede ser muy bien observada en su localidad tipo, donde la fracción psamítica constituye más del 90% de la columna sedimentaria en el sector

sur de la sierra del Portezuelo (área de faja de canales), decreciendo luego hasta aproximadamente un 35% en el extremo norte de la misma (área de intercanales – planicie de inundación).

Paleontología. Los depósitos de la Fm. Portezuelo han arrojado una rica y variada fauna compuesta principalmente por restos de reptiles. Entre éstos, se cita el hallazgo de dinosaurios terópodos como *Megaraptor namunhuaiquii* (Novas, 1997), *Patagonykus puertai* (Novas, 1996), *Unenlagia comahuensis* (Novas & Puerta, 1997), *Unenlagia painemili* (Calvo *et al.*, 2004) y *Neuquenraptor argentinus* (Novas & Pol, 2005). Los dinosaurios saurópodos se hallan representados por numerosos restos aislados. Uno de los ejemplares de titanosaurio más completos descritos para esta unidad corresponde a *Futalognkosaurus dukei* (Calvo *et al.*, 2007^a). En el sector mendocino, González Riga *et al.* (2009) ubica a *Malarguesaurus florenciae* dentro de la Fm. Portezuelo. Asimismo, González Riga (2003) señala a *Mendozasaurus neguyelap* como procedente del Subgrupo Río Neuquén, sin contar hasta el momento con una ubicación estratigráfica más precisa que permita establecer su relación con esta unidad.

Entre los restos de cocodrilos procedentes de esta unidad se encuentra *Lomasuchus palpebrosus* (Gasparini *et al.*, 1991; Pol & Gasparini, 2007), mientras entre los quelidos se cita a *Prochellidella portezuelae* y *Portezueloemys patagonica* (de la Fuente, 2003). La herpetofauna queda completa con la existencia de restos de pterosaurios (Kellner *et al.*, 2006). La presencia de otros vertebrados fósiles está registrada por el hallazgo restos de peces teleosteos (Gallo *et al.*, 2003), lepisosteidos y dipnoos (Garrido, 2000), estos últimos representados por *Chaoaceratodus portezuelensis* y *Ameghinoceratodus iheringi* (Apesteguía *et al.*, 2007). Restos de aves neornithes también son mencionados para esta unidad por Agnolín *et al.* (2003). Simón *et al.* (2005) citan para esta unidad un pequeño fragmento de cáscara de huevo perteneciente a la oofamilia Elongatoolithidae. Completan el registro paleontológico, la presencia de bivalvos de agua dulce (*Diplodon spp.*), impresiones foliares de angiospermas dicotiledóneas (Prámparo *et al.*, 2003; Passalia *et al.*, 2008) y troncos silicificados de gran porte. La presencia en estos depósitos de una abundante asociación trazas de invertebrados han, sido atribuidas por Garrido (2000) a la icnofacies de *Scoyenia*.

Ambiente. Estudios realizados por Garrido (2000) en el área de sierra del Portezuelo y sierra Barrosa, sugieren un ambiente de depositación vinculado a sistemas fluviales de alta sinuosidad, de tipo meandroso y carga arenosa dominante, bajo condiciones climáticas cálidas y de relativa



Fig. 12. a) Vista general de la sierra del Portezuelo, localidad tipo de la formación homónima. Se aprecia los depósitos de las Fms. Cerro Lisandro y Portezuelo. b) Macroformas de acreción lateral arenosas (LA) en depósitos de la Fm. Portezuelo, extremo norte de la sierra epónima, provincia del Neuquén. c) Macroformas de acreción lateral arenosas (LA), Fm. Portezuelo, localidad de sierra Barrosa, provincia del Neuquén.

humedad. Un modelo similar es expuesto por Salgado *et al.* (2009) para el área de El Anfiteatro (provincia de Río Negro). En el sector norte del Lago Barreales, Sánchez *et al.* (2008c) establecen para el tramo superior de la Fm. Portezuelo un ambiente vinculado al desarrollo de canales fluviales entrelazados gravosos y de carga mixta de baja y alta sinuosidad; culminando con un sistema fluvial de carga mixta de alta sinuosidad. Es necesario aclarar que, de acuerdo al criterio seguido en este trabajo, parte de los perfiles presentados Sánchez *et al.* (2008) corresponderían a tramos sedimentarios de unidades superiores.

Relaciones estratigráficas y correlaciones. La Fm. Portezuelo apoya en concordancia y de manera transicional sobre los niveles pelíticos de la Fm. Cerro Lisandro, existiendo la misma relación entre su techo y las sedimentitas de la unidad suprayacente. El carácter transicional que presentan estos depósitos, dificulta en muchos casos la identificación exacta de sus contactos. Sin embargo, al igual que lo expuesto para la Fm. Cerro Lisandro, el cambio en la arquitectura y granulometría de los depósitos de los cuerpos

canalizados, suelen ser los mejores indicadores para establecer dichos límites. En este caso, los depósitos psamíticos de la Fm. Portezuelo, se caracterizan por el desarrollo de cuerpos tabulares continuos, acuñados lateralmente, compuestos por un conjunto de depósitos de canales amalgamados multihistóricos, con predominio de macroformas de acreción lateral (Fig. 12b, c).

La variación en la tonalidad de los depósitos pelítico-fangosos, ligada generalmente a una mayor o menor proporción en el contenido de la fracción clástica más gruesa, también constituye a menudo un buen indicador del límite de unidades. En líneas generales, estos indicadores para identificación de límite de unidades, resulta válido para todas las formaciones que conforman al Subgrupo Río Neuquén.

Edad. Esta unidad no cuenta hasta el momento con dataciones absolutas o estudios bioestratigráficos que permitan establecer una edad certera para la misma. De acuerdo a Legarreta & Gulisano (1989) estos depósitos se ubicarían, conjuntamente con el resto de las unidades superiores del Subgrupo Río Neuquén, entre los

90 y 86 Ma, correspondiendo al lapso Turoniano Medio – Coniaciano Tardío (Carta Estratigráfica Internacional, 2009). Por su parte Cruz *et al.* (1989) asignan para el mismo conjunto, una edad comprendida entre los 90,5 y 88,5 Ma, abarcando desde Turoniano Medio al Coniaciano Temprano basal (Carta Estratigráfica Internacional, 2009). Finalmente, Hugo & Leanza (2001) y Leanza *et al.* (2004) ubican tentativamente a esta unidad entre el Turoniano Tardío – Coniaciano Temprano, criterio también adoptado en este trabajo.

Formación Los Bastos (*nom. nov.*)

Con esta denominación se designa a una sucesión de fangolitas rojas con intercalaciones menores de areniscas, ubicada litoestratigráficamente por encima de la Fm. Portezuelo y por debajo de una sucesión de dominio psamítico, denominada en este trabajo como Fm. Sierra Barrosa (*nom. nov.*) (Fig. 13a). Esta unidad fue reconocida en los esquemas originales de Herrero Ducloux (1938, 1939) bajo la denominación de “Portezuelo Medio”, dentro de sus “Estratos del Portezuelo” (Fig. 13b).

Su localidad tipo se ubica al pie de las estribaciones de los afloramientos sobre los que se sitúa la planta de operaciones del yacimiento hidrocarburoso Los Bastos (S 38° 50' 20" - O 68° 47' 05"), entre las localidades de sierra Barrosa y cerro Senillosa, cercano al área del perfil elaborado por Herrero Ducloux (1938).

Distribución areal. Dentro de área de estudio, esta unidad se encuentra bien representada a lo largo de la faja de afloramientos desarrollados en las estribaciones meridionales de sierra Barrosa y cerro Senillosa. Otras exposiciones es posible observarlas en los sectores más altos sierra del Portezuelo, Portezuelo Grande y Bardas de Añelo. En líneas generales, esta unidad presenta marcadas variaciones de espesor. En el área de sierra Barrosa, Herrero Ducloux (1938) señala espesores de 20 a 28 metros, mientras que en el área en su localidad tipo se midieron espesores del orden de los 35 metros. En el caso de sierra del Portezuelo, la potencia de esta unidad alcanza los 22,5 metros.

Litología. Esta unidad presenta características similares de la de la Fm. Cerro Lisandro, encontrándose mayormente compuesta por potentes bancos de fangolitas rojas. Resulta frecuente la intercalación de delgados niveles de limolitas y areniscas finas bien seleccionadas, débilmente consolidadas, de tonalidades amarillentas y gris-verdosas.

No existen análisis petrológicos efectuados para esta unidad. Macroscópicamente, la fracción psamítica presenta un claro dominio de granos de

cuarzo, seguidos en menor proporción por moscovita, plagioclasa y escasos componentes líticos. La matriz es escasa a nula y presenta un débil cemento compuesto por óxido férrico.

Paleontología. Hasta el momento son escasos los registros de restos paleontológicos procedentes de esta unidad. En el área de sierra Barrosa, Herrero Ducloux (1938) indica la presencia de bivalvos de agua dulce (*Diplodon sp.*) y placas de tortugas. Asimismo, se han observado en esta región fragmentos de huesos largos y cuerpos vertebrales atribuibles a dinosaurios saurópodos. De la región de Loma de la Lata procede el único cono fósil conocido hasta el momento para el Grupo Neuquén (MOZ-PB 054), atribuible al grupo de las cupresáceas (L. Martínez, comunicación personal 2006). Para esta misma región se ha citado el hallazgo de una pequeña mandíbula incompleta de mamífero (Coria *et al.*, 2001), la cual también procedería de estos depósitos.

Ambiente. Esta unidad posee marcadas similitudes con la Fm. Cerro Lisandro. En líneas generales, dominan en esta secuencia los depósitos pelíticos de planicie de inundación. Los paleocanales se presentan como cuerpos aislados mostrando una geometría de tipo *ribbon*, compuestos por depósitos de carácter heterolítico (interestratificación de pelitas y psamitas) los cuales denotan claras macroformas de acreción lateral (Fig. 13c). Sobre las bases de estas características, se atribuye los depósitos de esta unidad a sistemas fluviales de monocanales sinuosos de carga mixta a fangosa.

Relaciones estratigráficas y correlaciones. La Fm. Los Bastos sobreyace en concordancia y de manera transicional a la Fm. Portezuelo, mostrando la misma relación entre su techo y los depósitos de la unidad suprayacente (Fm. Sierra Barrosa *nom. nov.*). Al igual que lo mencionado para las anteriores unidades del Subgrupo Río Neuquén, sus límites formacionales están dados por la variación dentro de la secuencia en la relación pelita/psamita, así como en el cambio en la arquitectura de los depósitos de los cuerpos canalizados.

Fuera del área de estudio y hacia el sector norte de la cuenca, esta unidad se correlacionaría con la sección fangosa intermedia ubicada dentro de la Fm. Portezuelo por Cazau & Uliana (1973) y Ramos (1981), para los perfiles de Rincón de los Sauces – Sierra Negra y Cerro Overo Sur – Cerro de las Niñas respectivamente. Cabe señalar que los mencionados autores, interpretaron a estos depósitos como interdigitaciones laterales entre las Fms. Portezuelo y Plottier.

Edad. Hasta el momento se carece de dataciones absolutas que permitan establecer la edad de estos depósitos. Basados en sus relaciones

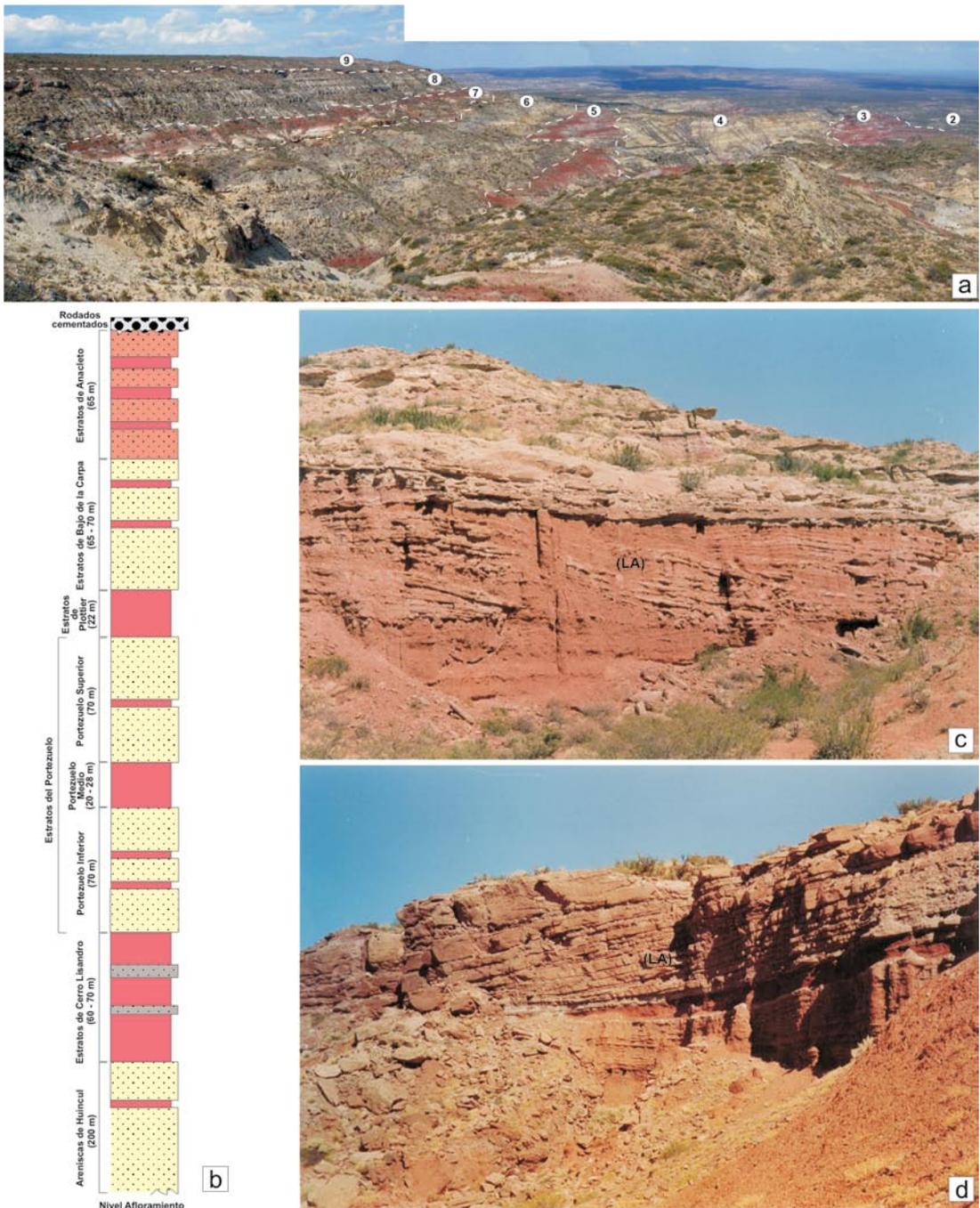


Fig. 13. a) Panorámica de los afloramientos ubicados en el flanco meridional de sierra Barrosa, provincia del Neuquén. 1: Fm. Huincul (parcial), 2: Fm. Cerro Lisandro, 3: Fm. Portezuelo, 4: Fm. Los Bastos (*nom. nov.*), 5: Fm. Sierra Barrosa (*nom. nov.*), 6: Fm. Plottier, 7: Fm. Bajo de la Carpa, 8: Fm. Anacleto (parcial). b) Esquema del perfil original realizado por Herrero Ducloux (1938) en el área de sierra Barrosa. c) Macroformas de acreción lateral heterolíticas en depósitos de la Fm. Los Bastos, extremo sudoccidental de sierra Barrosa. d) Macroformas de acreción lateral arenosas en depósitos de la Fm. Sierra Barrosa, extremo septentrional de sierra Barrosa.

estratigráficas, se infiere para esta unidad una edad situada entre el Coniaciano Temprano al Coniaciano Medio.

Formación Sierra Barrosa (*nom. nov.*)

Con esta denominación se designa a una sucesión de areniscas cuarzolíticas amarillentas, de granulometría variable, con intercalaciones de delgados niveles fangolíticos. Litoestratigráficamente esta unidad se ubica por encima de la Fm. Los Bastos y por debajo de la Fm. Plottier (Fig. 13a). Esta unidad fue reconocida en los esquemas originales de Herrero Ducloux (1938, 1939) bajo la denominación de "Portezuelo Superior", dentro de sus "Estratos del Portezuelo" (Fig. 13b). Su localidad tipo se ubica sobre las estribaciones meridionales de sierra Barrosa y al este del cerro Challacó (S 38° 52'10" – O 68° 51'20"), cercano al área del perfil elaborado por Herrero Ducloux (1938).

Distribución areal. La Fm. Sierra Barrosa se distribuye, dentro del área de estudio, a lo largo de las estribaciones meridionales de sierra Barrosa y cerro Senillosa. Otras exposiciones se desarrollan en la porción austral más elevada de sierra del Portezuelo, Portezuelo Grande, Bardas de Añelo (sector oriental) y bardas de la costa septentrional de los lagos Barreales y Mari Menuco. En el sector de sierra Barrosa, Herrero Ducloux (1938) señala para esta unidad espesores del orden de los 70 metros. En su localidad tipo, el espesor medido para la misma es de 62 m, disminuyendo hasta los 40 m de potencia en el área del cerro Challacó.

Litología. Esta unidad se conforma por depósitos fluviales de dominio psamítico, exhibiendo características similares a la Fm. Portezuelo. Los mismos se encuentran integrados por una sucesión de areniscas de granulometría mediana a fina, débilmente consolidada, con intercalaciones menores de niveles fangolíticos. Los términos psamíticos se componen de areniscas cuarzo-feldespáticas, cuarzomicáceas y cuarzolíticas, con escasa a nula matriz y débil cemento carbonático. El color dominante en esta litología es el amarillo pálido a gris-amarillento, no obstante, hacia el área de Añelo, estas areniscas adquieren tonalidades rojizas debido a una mayor presencia de óxido férrico. La fracción pelítica se compone principalmente de fangolitas rojizas poco consolidadas, seguidas en segundo término por depósitos limo-arenosos gris-verdosos y verde-amarillentos.

Paleontología. Son escasos hasta el momento los restos fósiles conocidos para esta unidad. De los depósitos aflorantes en la localidad de sierra Barrosa proviene el ejemplar MCF-PVPH 411, atribuido por Coria & Currie (2002) a restos de un terópodo celurosaurio. En esta misma locali-

dad se han hallado placas de tortugas y dientes de cocodrilos. De acuerdo al sitio de procedencia del dinosaurio ornitópodo *Macrogryphosaurus gondwanicus* descrito por Calvo *et al.* (2007b), se presume que provendría de niveles de esta unidad.

Ambiente. Los cuerpos sedimentarios de esta unidad exhiben características similares a los de la Fm. Portezuelo. Los niveles psamíticos de mayor espesor se conforman por depósitos de canales amalgamados, formando extensos estratos de geometría tabular caracterizados internamente por el desarrollo de macroformas de acreción lateral (Fig. 13d). Lateralmente estos depósitos dan lugar a una monótona sucesión de areniscas finas a limosas y fangolitas, correspondientes a depósitos de desbordes y de planicie de inundación, con marcado desarrollo de paleosuelos. En analogía con la Fm. Portezuelo, se infiere para esta unidad un ambiente de depositación vinculado a sistemas fluviales de alta sinuosidad y carga arenosa dominante.

Relaciones estratigráficas y correlaciones. La Fm. Sierra Barrosa sobreyace en concordancia y de manera transicional a la Fm. Los Bastos, existiendo la misma relación entre su techo y los depósitos de la Fm. Plottier. Nuevamente aquí los límites formacionales de esta unidad, quedan evidenciados a partir de la variación dentro de la secuencia en la relación pelita/psamita y en el cambio en la arquitectura de los depósitos de los cuerpos canalizados.

Fuera del área de estudio y hacia el sector norte de la cuenca, esta unidad se correlacionaría con la sección psamítica superior ubicada dentro de la Fm. Portezuelo por Cazau & Uliana (1973), en los perfiles de Rincón de los Sauces y sierra Negra. Al igual que en la unidad anterior (Fm. Los Bastos), dichos autores interpretaron a estos depósitos como interdigitaciones laterales entre las Fms. Portezuelo y Plottier.

Edad. No se posee hasta el momento dataciones absolutas que permitan establecer la edad de estos depósitos. Basados en sus relaciones estratigráficas, se asigna esta unidad al Coniaciano Medio-Tardío.

Formación Plottier (Herrero Ducloux, en Fossa Mancini *et al.*, 1938)

Esta unidad fue definida por Herrero Ducloux (en Fossa Mancini *et al.*, 1938) bajo el nombre de "Estratos de Plottier", denominación que también empleara en su informe inédito del año 1938 así como en su publicación del año 1939. Roll (1938, 1939) haciendo alusión a los estudios de Herrero Ducloux, empleó para esta unidad el nombre de "Grupo de Plottier", denominación que fuera

adoptada posteriormente por Herrero Ducloux en sus publicaciones de 1946 y 1947. Las clasificaciones litoestratigráficas efectuadas por de Ferrarías (1968) y Cazau & Uliana (1973), jerarquizan a estos niveles bajo el nombre de “Miembro Plottier”, siendo posteriormente elevados al rango de formación por Ramos (1981).

Su localidad tipo ha sido establecida en las adyacencias de la ciudad de Plottier (Fig. 14a), sobre las bardas ubicadas al norte de esta localidad (S 38° 56' – O 68° 19' 30"). Entre los trabajos de referencia se cita a Herrero Ducloux (1938, 1939, 1946, 1947), Roll (1939, 1941), Cazau & Uliana (1973), Ramos (1981), Danderfer & Vera (1992), Ardolino & Franchi (1996), Leanza & Hugo (1997), Leanza *et al.* (2001), Hugo & Leanza (2001) y Rodríguez *et al.* (2007).

Distribución areal. Los depósitos de la Fm. Plottier se encuentran ampliamente distribuidos a lo largo de las bardas que limitan al valle inferior del río Limay, continuando lateralmente hacia las áreas de cerro Senillosa y sierra Barrosa. Extensos afloramientos también se observan sobre la costa norte del lago Barreales, entre el sierra Blanca y Planicie Banderita. Afloramientos menos extensos se desarrollan en las bardas ubicadas entre las localidades de Añelo y Tratayén.

Fuera del área de estudio, esta unidad se extiende a lo largo de las estribaciones sudoccidentales de la sierra de Auca Mahuida, frente sudoriental de sierra de Huantraico y área occidental la localidad de Rincón de los Sauces; continuando luego sus afloramientos hacia el sector mendocino. En territorio rionegrino, la Fm. Plottier se desarrolla a largo de los frentes erosivos que limitan a la Meseta de Rentería.

En su localidad tipo el espesor de esta unidad es de 25 m (Rodríguez *et al.*, 2007), manteniéndose a lo largo de los afloramientos de cerro Senillosa y sierra Barrosa en el orden de los 20 a 30 metros de potencia (Herrero Ducloux, 1938; Roll, 1939; Danderfer & Vera, 1992; Garrido, 2000). A la altura del cerro Challacó la Fm. Plottier disminuye su potencia a menos de 10 m, incrementando nuevamente su espesor hacia el frente de Barrosa Oeste.

Para la zona central y occidental de la cuenca, Cazau & Uliana (1973) refirieron espesores para esta formación de entre 250 y 590 m, mientras que Ramos (1981) señala espesores comprendidos entre los 145 y 360 metros. En este sentido es necesario aclarar que, si bien se verifica un marcado incremento de esta unidad hacia el sector central y septentrional de la cuenca, este rango de valores resulta extremadamente grande, por lo que es de suponer que en algunas de las potencias referidas se incluye a depósitos de unidades inferiores (Fms.

Portezuelo, Los Bastos y Sierra Barrosa). Esta posibilidad queda claramente manifiesta en los sectores más periféricos de la cubeta de sedimentación, donde las unidades psamíticas del Subgrupo Río Neuquén gradan lateralmente hacia un dominio pelítico, tornando difícil su diferenciación.

Otros autores señalan para afloramientos de esta unidad en la región central de la cuenca, espesores mucho más reducidos. En este sentido, Ardolino & Franchi (1996) indican para los afloramientos del extremo sur de la sierra de Auca Mahuida valores cercanos a los 50 m; mientras que Rodríguez *et al.*, (2007) consignan espesores de 80 m para el sector lindante al Bajo de Añelo. Mediciones propias efectuadas en el área de Rincón de los Sauces, arrojan valores comprendidos entre los 95 y 115 m de potencia.

Litología. La Fm. Plottier se compone casi exclusivamente de pelitas rojas a rojizas pálidas, poco consolidadas, con intercalaciones de bancos de limolitas y areniscas finas micáceas de color preponderantemente amarillento a gris-verdoso (Fig. 14b). En algunos sectores, los cuerpos canalizados presentan bancos de areniscas cuarzolíticas de granulometría mediana con un ligero contenido de matriz fangosa, adquiriendo tonalidades rojizas. La presencia de pequeños septarios y de concreciones carbonáticas de aspecto botroidal, resulta un rasgo relativamente frecuente en esta unidad.

Di Paola (1973) considera para la fracción clástica una composición similar a las unidades precedentes (Fms. Portezuelo y Cerro Lisandro), manteniendo la misma ubicación para el área de aporte. Respecto a la fracción arcillosa, Pettinari *et al.* (1999) destacan la presencia de argilominerales interestratificados de composición predominantemente esmectítica, seguidos secundariamente por illita y caolinita + clorita.

Paleontología. De acuerdo a Bonaparte & Gasparini (1980), de esta unidad provendría uno de los primeros hallazgos de restos de dinosaurios del Neuquén, representado por el titanosaurio *Antarctosaurus giganteus* (Huene, 1929). En el sector de sierra Barrosa, se ha observado en estos depósitos de numerosos restos aislados de dinosaurios saurópodos, placas de tortugas y bivalvos de agua dulce (*Diplodon sp.*).

Para el área del yacimiento hidrocarburífero de Puesto Hernández (situado a aproximadamente 25 km al oeste de la ciudad de Rincón de los Sauces), se menciona el hallazgo un titanosaurio de gran tamaño representado por el *Petrobrasaurus puestohernandezii* (Filippi *et al.*, en prensa). Junto a estos restos se cita la presencia de dientes de terópodos carcaradontosauridos y maniraptores (Canudo *et al.*, 2007; Canudo *et al.*, 2009).

Los materiales procedentes de Loma del Lindero (Rincón de los Sauces) representados por el titanosaurio *Muyelensaurus pecheni* (Calvo *et al.*, 2007) y por el quérido *Linderochelys rinconensis* (de la Fuente *et al.*, 2007), asignados respectivamente por estos autores a la Fm. Portezuelo y al Subgrupo Río Neuquén, corresponderían a esta unidad.

Ambiente. Las sedimentitas de esta unidad han sido interpretadas como depósitos de baja energía vinculados a amplias llanuras aluviales de escaso relieve (Cazau & Uliana, 1973; Ramos, 1981), sobre las que se desarrollan pequeños cuerpos de agua y marcados paleosuelos (Garrido, 2000). Sánchez *et al.* (2006^a) y Sánchez & Heredia (2006), brindan un detallado análisis estratigráfico y sedimentario en depósitos asignados por estos autores a la Fm. Plottier; sin embargo, tal como se mencionara anteriormente y conforme al modelo presentado en este trabajo, se adjudica para el primer caso dichos depósitos a las Fms. Los Bastos y Sierra Barrosa, mientras que en el segundo caso corresponden a depósitos superiores de la Fm. Bajo de la Carpa.

Para el área de Meseta de Rentería (provincia de Río Negro), Salgado *et al.* (2009) mencionan para la Fm. Plottier (la cual también incluiría de acuerdo a este nuevo esquema a las Fms. los Bastos y Sierra Barrosa) depósitos vinculados a sistemas fluviales sinuosos. De acuerdo a estos autores, dichos sistemas se sucederían ininterrumpidamente a lo largo de todo el Subgrupo Río Neuquén con manifiestas variaciones granulométricas, las cuales son interpretadas como fluctuaciones en la capacidad de carga de los cauces fluviales como posible efecto de un control predominantemente climático.

Dentro del área de estudio y a lo largo de la faja de afloramientos desarrollados entre las bardas de Plottier, cerro Senillosa y sierra Barrosa, esta unidad muestra marcadas variaciones laterales en relación a su constitución litofacial así como en la configuración de sus cuerpos sedimentarios. De esta forma, de este a oeste sus depósitos pasan desde un dominio de planicies de inundación distal asociados a pequeños canales efímeros; a áreas con presencia de canales aislados de mayor envergadura, caracterizados por el desarrollo de macroformas de acreción lateral de carácter heterolítico (Fig. 14c). Estas características permiten asociar en estas últimas localidades a dichos depósitos a sistemas fluviales sinuosos de carga mixta.

Relaciones estratigráficas y correlaciones. La Fm. Plottier asienta concordantemente y de forma transicional a la Fm. Portezuelo, siendo cubierta a través un contacto neto por los niveles basales de la Fm. Bajo de La Carpa. Tal como

sucede en el resto de las unidades el Subgrupo Río Neuquén, la identificación de su contacto basal está dado por la variación dentro de la secuencia en la relación pelita/psamita, así como en el cambio en la arquitectura de los depósitos de los cuerpos canalizados. Debido a la similitud de sus depósitos con los de la Fm. Los Bastos y la dificultad en algunos casos de establecer límites claros, se ha postulado la existencia de una interdigitación de esta unidad con la Fm. Portezuelo (Cazau & Uliana, 1973; Ramos, 1981; Ardolino & Franchi, 1996).

Edad. A partir de los estudios de microfósiles efectuados por Musacchio (2006) y Musacchio & Vallati (2007) en depósitos asignados a esta unidad, dichos autores atribuyen a la Fm. Plottier una edad comprendida dentro del intervalo Coniaciano – Santoniano. Legarreta & Gulisano (1989) y Cruz *et al.* (1989) adjudican respectivamente al intervalo sedimentario Portezuelo – Plottier edades comprendidas entre los 90 y 86 Ma (Turoniano Medio – Coniaciano Tardío) y 90,5 y 88,5 Ma (Turoniano Medio al Coniaciano Temprano basal). Finalmente Hugo & Leanza (2001), sitúan a la Fm. Plottier dentro del Coniaciano Tardío. Sobre la base de la información disponible, se considera a esta última edad como la más probable, pudiendo llegar extenderse hasta el Santoniano Temprano.

Formación Bajo de la Carpa (Herrero Ducloux, en Fossa Mancini *et al.*, 1938)

Esta unidad fue definida por Herrero Ducloux (en Fossa Mancini *et al.*, 1938) bajo el nombre de “Estratos del Bajo de la Carpa”, término que también empleara en su informe inédito del año 1938 y en su publicación del año 1939. Haciendo alusión a los estudios efectuados por ese autor, Roll (1938, 1939) empleó para esta unidad el nombre de “Grupo de Bajo de la Carpa”, denominación que fuera adoptada posteriormente por Herrero Ducloux en sus publicaciones de 1946 y 1947. En los esquemas elaborados por de Ferrariis (1968) y Cazau & Uliana (1973) se introduce a esta unidad con el rango de “Miembro”, correspondiendo nuevamente a Ramos (1981) su rejerarquización bajo la categoría de “Formación”.

Su localidad tipo se encuentra ubicada en el paraje epónimo (S 38° 47' 58" – O 68° 30' 05"), situado aproximadamente a 40 km al noroeste de la ciudad de Neuquén y a 7 km al noroeste del yacimiento hidrocarbúfero Agua del Cajón, en cercanías de los barreales Chico y Grande (Fig. 15a). Además de los clásicos trabajos de Herrero Ducloux (1938, 1939, 1946, 1947) y Roll (1939, 1941), se cita entre los trabajos de referencia a Cazau & Uliana (1973), Ramos (1981), Bonaparte (1991), Danderfer & Vera (1992), Ardolino &

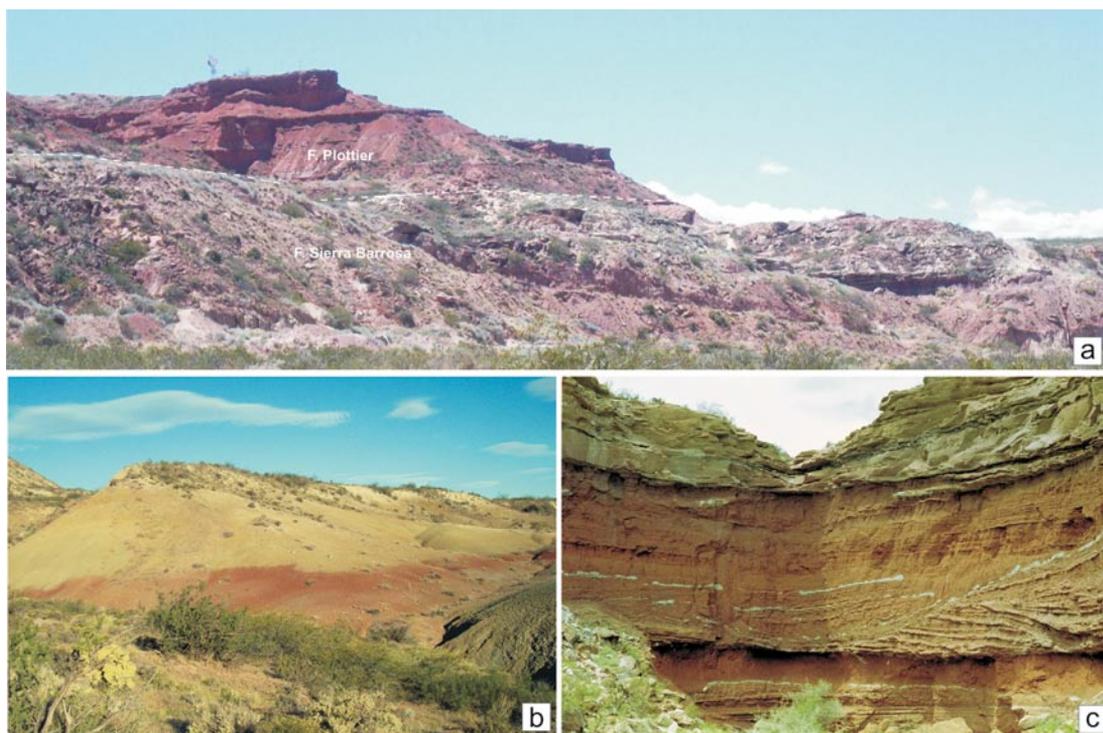


Fig. 14. a) Afloramientos de las Bardas de Plottier, localidad tipo de la formación homónima, provincia del Neuquén. Se observa los depósitos superiores de la Fm. Sierra Barrosa sobrepuestos por fangolitas y areniscas finas de la Fm. Plottier. b) Depósitos pelíticos de la Fm. Plottier, localidad de sierra Barrosa. c) Canales con macroformas de acreción lateral heterolíticas. Fm. Plottier, extremo septentrional de sierra Barrosa.

Franchi (1996), Leanza & Hugo (1997), Leanza *et al.* (2001), Hugo & Leanza (2001) y Rodríguez *et al.* (2007).

Distribución areal. Dentro del área de estudio, La Fm. Bajo de la Carpa se desarrolla principalmente sobre su sector oriental, disponiéndose sobre las cotas más altas de sierra Barrosa, cerro Senillosa y bardas de Neuquén. Otros afloramientos importantes se ubican sobre la costa del lago Mari Menuco y sobre el valle inferior del río Neuquén, entre las localidades de Añelo y Tratayén.

Fuera del área de estudio, esta unidad se extiende sobre el frente occidental y sudoriental de la sierra de Auca Mahuida, sector central de la sierra de Huantraico y valle superior del río Colorado, sobre el área circundante a la localidad de Rincón de los Sauces (Fig. 15b); prosiguiendo desde allí hacia territorio mendocino. Dentro de la provincia de Río Negro, La Fm. Bajo de la Carpa exhibe sus mejores afloramientos en las estribaciones de la Meseta de Rentería, continuando como una

delgada faja hacia el este hasta la altura de Paso Córdova (General Roca).

El espesor de esta unidad para el área de cerro Senillosa, ha sido establecido por Herrero Ducloux (1938, 1939) entre los 65 a 70 m de potencia; mientras Rodríguez *et al.* (2007) indican para el mismo sector espesores de entre 20 y 30 metros. Mediciones propias arrojan para este sitio un espesor de 77 m, mostrando magnitudes similares a las mencionadas por el primer autor. Hacia sierra Barrosa el espesor de esta unidad sufre un notable incremento, indicándose valores de 84 a 130 m de potencia (Cazau & Uliana, 1973; Garrido, 2000; Rodríguez *et al.*, 2007).

En el sector septentrional del territorio neuquino, en proximidades de cerro Villegas (fuera del área de estudio), Cazau & Uliana (1973) mencionan para la Fm. Bajo de la Carpa un espesor de 200 m, mientras Ramos (1981) indica para la región de Balsa Huitrín, cercana al punto anterior, valores de 110 m de potencia. Este último autor señala también para el área de cerro Overo (al oeste de

la sierra de Auca Mahuida) espesores de 130 m, indicándose además por parte de Cazau & Uliana (1973) magnitudes de 70 m para el Bajo de Añelo y de 40 m para el área de Rincón de los Sauces. Mediciones propias efectuadas en esta última localidad, muestran una notable variación de espesores para esta unidad de 90 a 41 m de potencia.

Litología. La Fm. Bajo de la Carpa se conforma por una sucesión de depósitos continentales predominantemente psamíticos, con interstratificación en porcentaje variable de horizontes pelíticos. Los términos psamíticos se componen principalmente de areniscas cuarzolíticas, con escasa a nula matriz y débil cemento carbonático. La presencia de pigmento férrico imprime a estos depósitos su típica coloración amarillenta a rojiza, la cual se torna más intensa hacia el sector central de la cuenca. Fuera del área de estudio, en el área próxima al yacimiento paleontológico de Auca Mahuevo, esta unidad exhibe notables camadas de lentes y horizontes conglomerádicos extraformacionales.

Los términos pelíticos se encuentran integrados por fangolitas rojizas poco consolidadas, seguidas por depósitos limo-arenosos gris-verdosos y verde-amarillentos, finamente laminados, en ocasiones acompañados por delgadas láminas de evaporitas (yeso). En el sector sudoriental de sierra Barrosa, se ha observado en el límite superior de esta unidad la presencia de una gruesa capa de yeso, alcanzando un espesor máximo de 1,30 metros. En esta misma área y sobre el tercio superior del perfil, se desarrolla un delgado horizonte (menor a los 0,3 m de espesor) de material tobáceo retrabajado.

De acuerdo a Di Paola (1973), la composición de la fracción psamítica es similar a la observada en las unidades anteriores, integrada por granos de cuarzo, plagioclasa ácida, feldespatos potásico y fragmentos líticos de plutonitas, vulcanitas ácidas y sedimentitas cuarzosas. Respecto a la fracción pelítica (arcillosa), Pettinari *et al.* (1999) establecieron una preponderancia de argilominerales interstratificados predominantemente esmectítico y de illita con caolinita + clorita presentes en forma secundaria.

Paleontología. Los depósitos de la Fm. Bajo de la Carpa han aportado numerosos ejemplares fósiles, la mayoría de ellos provenientes de la zona de las bardas de la ciudad de Neuquén; siendo ésta además esta una de las primeras localidades fosilíferas del Grupo Neuquén hallada a fines del siglo XIX por Roth (1898).

La cita de restos de dinosaurios saurópodos procedentes de esta unidad resulta hasta el momento llamativamente escasa, encontrándose representados por el ejemplar de *Bonitasaura salgadoi* (Apesteguía, 2004). Los dinosaurios

terópodos se encuentran representados por alvarezsáuridos y abelisáuridos de pequeña talla, tales como *Achillesaurus manazzonei* (Martinelli & Vera, 2007), *Alvarezsaurus calvoi* y *Velocisaurus unicus* (Bonaparte, 1991). De estos niveles proceden también restos de aves enanthiornites como *Neuquenornis volans* (Bonaparte, 1991) y *Patagopteryx deferrariisi* (Alvarenga & Bonaparte, 1992).

Particularmente abundantes resultan ser los restos de cocodrilos, entre los cuales se encuentran el *Notosuchus terrestris* (Smith-Woodward, 1896), *Cynodontosuchus rothi* (Smith-Woodward, 1896), *Comahuesuchus brachybuccalis* (Bonaparte, 1991), *Peirosaurus tormini* (Gasparini *et al.*, 1991), *Neuquensuchus universitas* (Fiorelli & Calvo, 2007) y *Wargosuchus australis* (Martinelli & Pais, 2008). Entre los ofidios se cita a numerosos ejemplares de serpientes constrictoras, representados por *Dinilysia patagonica* (Smith-Woodward, 1901). Los restos de quelidos son hasta el momento escasos, citándose la presencia de *Lomalatachelys neuquina* (Lapparent de Broin & de la Fuente, 2001), así como restos de una pleurodira podocnemidoidea proveniente de la región de Planicie Banderita (de la Fuente, 1993). Otro ejemplar de tortuga recuperado en sierra Barrosa (MCF-PVPH-707), conformado por caparazón, plastrón y elementos óseos asociados, podría también corresponder a un quelonio paleomedusoide.

Apesteguía *et al.* (2007) cita para esta unidad restos de dipnoos, constituidos por placas dentarias asignadas a *Ceratodus kaopen*. Pequeños huevos fósiles antiguamente referidos a cocodrilos (Gazzeri & Calvo, 1991), procedentes del campus universitario de la Universidad Nacional del Comahue, han recientemente asignados a aves enanthiornites y probablemente ligados a *Neuquenornis* (Schweitzer *et al.*, 2002). De las bardas de la ciudad de Neuquén procede también los primeros registros de huevos de dinosaurios saurópodos pertenecientes a *Megaloolithus patagonicus* (Calvo *et al.*, 1997), cuyos restos, vinculados originalmente a la Fm. Anacleto, fueron posteriormente reasignados a la Fm. Bajo de la Carpa por Garrido & Calvo (2004).

Ambiente. Dentro del área de estudio, la Fm. Bajo de la Carpa muestra una marcada variación lateral de facies, gradando desde depósitos de claro dominio fluvial a niveles de planicie de inundación distal con fuerte participación de sedimentitas de origen eólico (Fig. 15c). En el sector de sierra Barrosa, esta unidad ha sido interpretada como depósitos de sistemas fluviales de baja sinuosidad con abundante carga de lecho arenosa, vinculados a canales de ríos excepcionalmente anchos y de baja profundidad (Garrido, 2000).

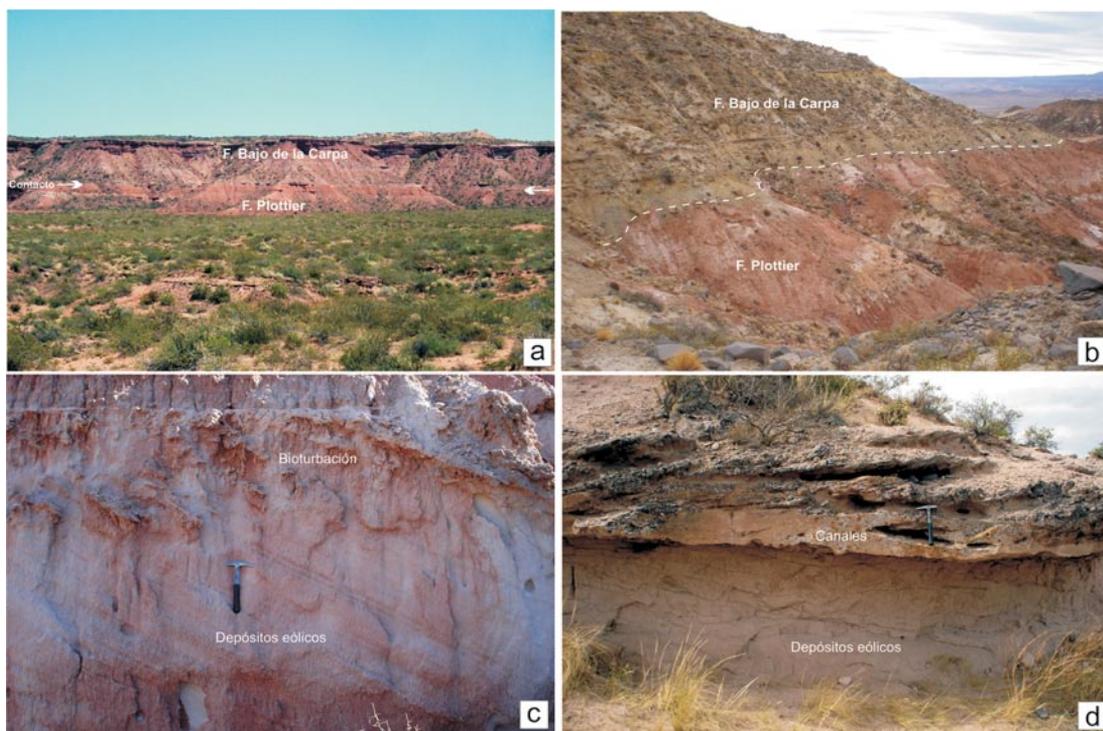


Fig. 15. a) Localidad tipo de la Fm. Bajo de la Carpa. Obsérvese el contacto neto entre esta unidad y la infrayacente Fm. Plottier. b) Detalle del contacto entre las Fms. Plottier y Bajo de la Carpa en la región de Puesto Hernández, Rincón de los Sauces, provincia del Neuquén. c) Depósitos eólicos de la Fm. Bajo de la Carpa en la región occidental de las Bardas de Neuquén. Nótese la intensa bioturbación (rizolitos) sobre la cara de avalancha de las dunas. d) Depósitos eólicos y cuerpos de canales fluviales arenosos de baja sinuosidad de la Fm. Bajo de la Carpa, campus universitario de la Universidad Nacional del Comahue, Neuquén.

Hacia el sector de cerro Senillosa los depósitos de canales muestran un menor desarrollo. En este sentido, las interpretaciones brindadas por Sánchez & Heredia (2006) para depósitos atribuidos por estos autores a la Fm. Portezuelo, pero correlacionados en este trabajo a la Fm. Bajo de la Carpa, señalan la presencia de canales entrelazados, asociados al desarrollo de dunas y mantos eólicos sobre los sectores distales de la planicie de inundación.

Ya en el área de las bardas de Neuquén, dominan los depósitos de planicie de inundación distal con presencia de sistemas fluviales entrelazados efímeros de menor jerarquía; asociados a depósitos de dunas eólicas de moderado desarrollo (Calvo *et al.*, 1997; Heredia & Calvo, 1997, 2002; Caldwell & Albino, 2001; Garrido & Calvo, 2004; Sánchez *et al.*, 2006b) (Fig. 15d). Conforme a la información litofacial existente, se infiere para la Fm. Bajo de la Carpa condiciones climáticas cálidas y semiáridas.

Relaciones estratigráficas y correlaciones. La Fm. Bajo de la Carpa asienta concordantemente sobre los depósitos de la Fm. Plottier a través de un marcado plano de discontinuidad regional, delineando un abrupto contacto neto y de carácter erosivo. Esta misma relación se observa entre su techo y los depósitos de la Fm. Anacleto. En los afloramientos bien expuestos estas líneas de contacto pueden seguirse ininterrumpidamente, separando sucesiones sedimentarias claramente contrastantes en su color dominante, así como en la arquitectura y distribución de sus cuerpos sedimentarios.

Tal como se mencionara anteriormente, los depósitos citados por Sánchez & Heredia (2006) como pertenecientes a las Fms. Portezuelo y Plottier del Subgrupo Río Neuquén, son correlacionados y asignados en este trabajo a la Fm. Bajo de la Carpa.

Edad. No existen hasta el momento dataciones absolutas efectuadas para esta unidad. Cruz *et al.*

(1989) asignan para la totalidad del Subgrupo Río Colorado (Fms. Bajo de la Carpa y Anacleto) una antigüedad de 88,5 a 80 Ma, correspondiendo al intervalo Coniaciano - Campaniano Temprano (Carta Estratigráfica Internacional, 2009). Por otro lado, Legarreta & Gulisano (1989) establecen para los depósitos de la Fm. Bajo de la Carpa una edad comprendida entre los 86 y 83 Ma, situándola dentro del Santoniano (Carta Estratigráfica Internacional, 2009). Coincidentemente, una edad santoniana también es atribuida por Bonaparte (1991) sobre la base de su contenido paleontológico, criterio seguido posteriormente por Hugo & Leanza (2001) y el cual también es adoptado en este trabajo.

Formación Anacleto (Herrero Ducloux, en Fossa Mancini *et al.*, 1938)

Esta unidad fue definida por Herrero Ducloux (en Fossa Mancini *et al.*, 1938) bajo el nombre de "Estratos de Anacleto", término también empleado en su informe inédito del año 1938 y en su publicación del año 1939. Roll (1938, 1939) empleó para esta unidad el nombre de "Grupo de Anacleto", denominación que fuera adoptada posteriormente por Herrero Ducloux en sus publicaciones de 1946 y 1947. En los esquemas elaborados por de Ferrariis (1968) y Cazau & Uliana (1973) se introduce a esta unidad con el rango de "Miembro", correspondiendo nuevamente a Ramos (1981) su rejerarquización bajo la categoría de "Formación".

Su localidad tipo se encuentra ubicada en el flanco sudoccidental de cerro Senillosa (S 38° 53' 45" – O 68° 40' 00"), en proximidades de la Aguada de Anacleto, distante aproximadamente 52 km al noreste de la ciudad de Plaza Huincul. Además de los clásicos trabajos de Herrero Ducloux (1938, 1939, 1946, 1947) y Roll (1939, 1941), se cita entre los trabajos de referencia a Cazau & Uliana (1973), Ramos (1981), Danderfer & Vera (1992), Ardolino & Franchi (1996), Leanza & Hugo (1997), Leanza *et al.* (2001), Hugo & Leanza (2001) y Rodríguez *et al.* (2007).

Distribución areal. Los afloramientos de la Fm. Anacleto se encuentran restringidos sobre las cotas superiores de la sierra Barrosa, cerro Senillosa y bardas de la ciudad de Neuquén, presentando además otras exposiciones menores en el sector de los lagos Los Barrelas y Marí Menuco. Hacia el este, en territorio rionegrino, delgadas fajas de afloramientos se hacen presentes a lo largo de los valles de los ríos Neuquén y Negro, entre las localidades de Cinco Saltos y General Roca.

En el sector sur de la Cuenca, fuera del área de estudio, esta unidad se desarrolla sobre cotas superiores de la meseta de Rentería (provincia

de Río Negro). Hacia el norte de la cuenca, sus depósitos se hacen presentes en el extremo suroccidental y flanco noroccidental de la sierra de Auca Mahuida, cerro Villegas, flanco noroccidental de la sierra de Huantraico y área circundante a la ciudad de Rincón de los Sauces; extendiéndose desde allí hacia territorio mendocino.

En el área de Aguada Anacleto, Herrero Ducloux (1938) cita para esta unidad un espesor de 65 m, mientras Rodríguez *et al.* (2007) indican para la misma una potencia de 42 metros. Mediciones propias efectuadas en este sector, arrojan un valor de 64 m de para los depósitos de la Fm. Anacleto en su localidad tipo, valor mucho más próximo al postulado por el primer autor. En el área de sierra Barrosa, esta unidad posee un espesor aproximado del orden de los 65 a 70 m, indicándose por parte de Rodríguez *et al.* (2007) una potencia de 35 a 40 metros. La diferencia en los citados espesores de esta última localidad se debe, tal como se expone más adelante, a la interpretación e identificación del límite basal de estos depósitos.

Fuera del área de estudio, Ardolino & Franchi (1996) señalan para la Fm. Anacleto en el área de la sierra de Auca Mahuida, una potencia del orden de los 100 m; mientras que en el extremo sudoriental de esta misma región, Garrido (2010) indica un espesor para esta misma unidad de 68 metros. En el área de Rincón de los Sauces, esta sucesión ha sido medida en los 65 m, encontrándose no obstante erosionada en su techo por depósitos de la Fm. Vaca Mahuida. Mediciones efectuadas por otros autores, señalan magnitudes de 85 m para el sector de cerro Overo (Ramos, 1981) y de 90 m para el área cerro Villegas (Cazau & Uliana, 1973).

Litología. La Fm. Anacleto se compone por una sucesión de depósitos continentales predominantemente pelíticos a psamítico finos, presentando en algunos sectores, una secuencia basal integrada por cuerpos de canales arenosos amalgamados de granulometría variada. Los términos psamíticos se componen principalmente de areniscas cuarzolíticas y cuarzomicáceas, con porcentaje variable matriz fangosa y débil cemento carbonático. Su color predominantemente rojizo está dado por la presencia de pigmento férrico, pudiendo no obstante exhibir algunos horizontes de areniscas amarillentas. En el área circundante a su localidad tipo, es común la presencia de horizontes conformados por areniscas grauváquicas y grauvacas, característica que distingue claramente a estos depósitos de los de la unidad infrayacente. Asimismo, en el área de sierra Barrosa, los paleocanales de esta unidad suelen presentar lentes y delgadas horizontes de conglomerados extraformacionales.

Los términos pelíticos se encuentran integrados por una marcada alternancia de fangolitas y

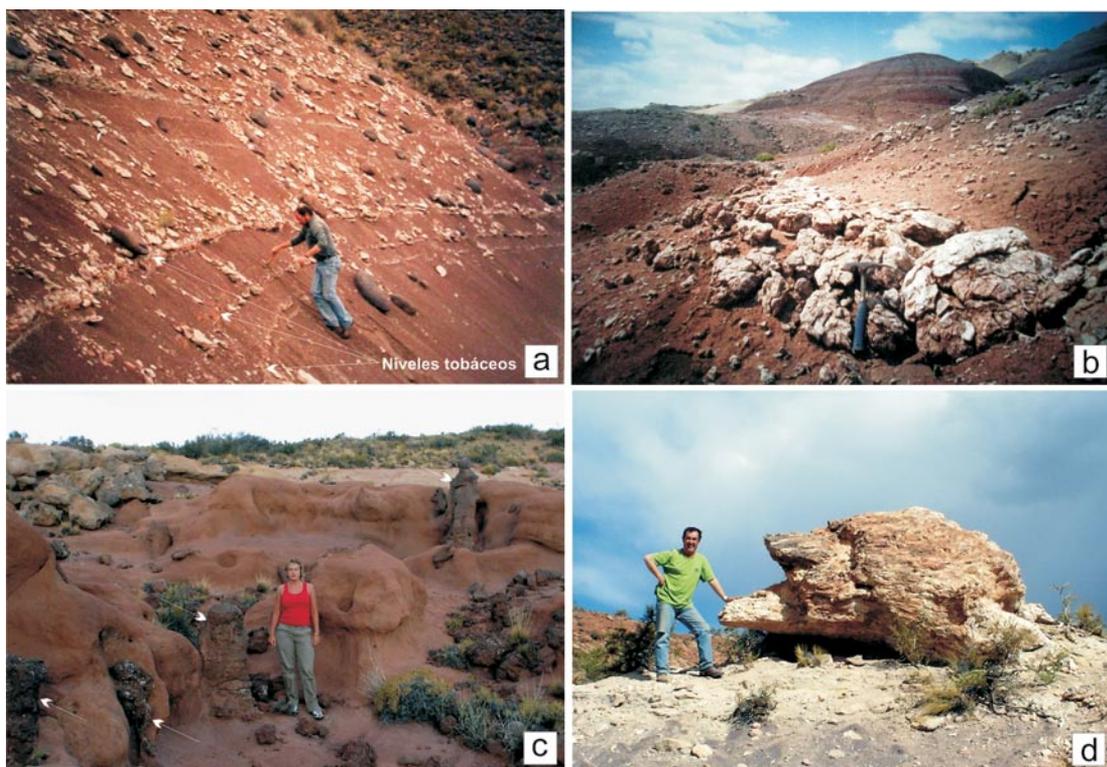


Fig. 16. a) Niveles tobáceos en el techo de la Fm. Anacleto. Punta Barda, extremo noroccidental de la sierra de Auca Mahuida. b) Niveles evaporíticos de la sección superior de la Fm. Anacleto en la región de Los Barreales, al sureste de la sierra de Auca Mahuida. c) Grandes estructuras columnares intensamente bioturbadas. Fm. Anacleto, localidad de sierra Barrosa. d) Tronco silicificado de gran porte (diámetro 1,60 m). Fm. Anacleto, localidad de Punta Barda, extremo noroccidental de la sierra de Auca Mahuida.

limolitas arenosas poco consolidadas, horizontes que le imprimen a esta unidad el característico aspecto bandeado, con alternancias de colores rojizos y gris-verdosos. En el área de sierra Barrosa, se ha observado en la sección inferior de la secuencia delgados horizontes de tufitas; mientras en los cerros Overo y Punta Barda (sector occidental y noroccidental de la sierra de Auca Mahuida), se presentan próximos a su contacto superior, un conjunto de niveles tobáceos de entre 5 y 20 cm de espesor (Fig. 16a). Asimismo, en el área sudoriental de la sierra de Auca Mahuida y flanco oriental de la sierra de Huantraico, se desarrollan sobre su sección superior, múltiples niveles de evaporitas (yeso) con espesores comprendidos entre 10 y 35 cm (Fig. 16b).

En general, estos depósitos se exhiben intensamente bioturbados, presentando en algunos sectores como en sierra Barrosa y Puesto La Rinconada (cercano a la localidad de Rincón de los Sauces), una inusual densidad de trazas fósiles. Otra caracte-

terística frecuente en esta unidad, es la presencia de abundantes concreciones carbonáticas y geodas (Cazau & Uliana, 1973; Garrido, 2000; Rodríguez *et al.*, 2007), estas últimas con diámetros de 5 a 35 centímetros. En sierra Barrosa, las geodas se componen por un cuerpo de sílice criptocristalina (calcedonia) con desarrollo interno de cristales de cuarzo hialino y calcita. En la región sudoriental de Auca Mahuida, se encuentran delicadas geodas con hermosos cristales de celestina y baritina; mientras que en el área de Rincón de los Sauces, suelen observarse geodas de gran tamaño conformadas por pequeños cristales de cuarzo hialino y amatista.

No se han efectuado hasta el momento estudios petrológicos de detalle en esta unidad. Los análisis efectuados por Pettinari *et al.* (1999) sobre la fracción pelítica, indican un dominio de argilominerales interestratificados predominantemente esmectíticos y de illita con caolinita + clorita presentes en forma secundaria.

Paleontología. Esta unidad posee un abundante registro paleontológico, integrado principalmente por una nutrida fauna de reptiles terrestres. De la región sur de la cuenca provienen numerosos ejemplares de dinosaurios saurópodos, entre los que cita el *Antarctosaurus wichmannianus* (von Huene, 1929), *Titanosaurus araukanikus* (von Huene, 1929), *Neuquensaurus australis* (Lydekker, 1893; Powell, 1986; Salgado *et al.*, 2005), *Pellegrinisaurus powelli* (Salgado, 1996) y *Barrosasaurus casamiquelai* (Salgado & Coria, 2009). Completan la lista de dinosaurios el terópodo *Abelisaurus comahuensis* (Bonaparte & Novas, 1985) y el ornitópodo *Gaspirinisaura cincosaltensis* (Coria & Salgado, 1996).

De la región septentrional de la Cuenca Neuquina provienen algunos ejemplares de dinosaurios terópodos como *Aucasaurus garridoi* (Coria *et al.*, 2002a) y *Aeroston riocoloradensis* (Serenio *et al.*, 2008); así como dinosaurios saurópodos representados por el *Pitekunsaurus macayai* (Filippi & Garrido, 2008). Tal como lo indicaran Leanza *et al.* (2004), el ejemplar de titanosaurio más completo conocido hasta el momento (Calvo *et al.*, 1997) provendría de estos mismos depósitos.

Los ejemplares asignados al Subgrupo Río Neuquén provenientes del área de cañadón Seco (al sur de Rincón de los Sauces), representados por el dinosaurio saurópodo *Rinconosaurus caudamirus* (Calvo & González Riga, 2003) y el cocodrilo *Pehuenchesuchus enderi* (Turner & Calvo, 2005); corresponderían también a la Fm. Anacleto.

En el extremo sudoriental de la sierra de Auca Mahuida, región que ha sido denominada como Auca Mahuevo (Chiappe *et al.*, 1998), se hallaron numerosos huevos de titanosaurios pertenecientes al oógeno *Megaloolithus* con restos de embriones y piel fosilizada; constituyendo uno de los yacimientos de huevos de dinosaurios más importantes del mundo (Chiappe *et al.*, 1998, 2000, 2001; Chiappe & Coria, 2004). En este mismo yacimiento, se han descrito las primeras estructuras de nidos realizadas por dinosaurios saurópodos (Garrido *et al.*, 2001; Chiappe *et al.*, 2004).

Otros restos de vertebrados citados para esta unidad, se componen por restos de serpientes asignadas a *Dinilysia sp.* (Scanferla & Canale, 2007), un posible fragmento mandibular de lagarto (Albino; en Leanza *et al.*, 2004) y una pequeña mandíbula de mamífero (Goin *et al.*, 1986). Restos de tortugas de gran tamaño, han sido observadas en los afloramientos de la región de Rincón de los Sauces.

Entre su contenido icnológico se cita la presencia de huellas de aves (Coria *et al.*, 2001), un huella de terópodo (Krapovickas & Garrido, 2006) y estructuras asignadas a huellas de saurópodos

(Loope *et al.*, 2000). Tal como se mencionara anteriormente, estos depósitos exhiben también una intensa bioturbación producida por invertebrados y plantas (rizolitos y trazas radiculares). En sierra Barrosa se han hallado grandes estructuras intensamente bioturbadas de forma aproximadamente cilíndrica, de 0,30 a 1,90 m de altura, de paredes irregulares; presentando internamente una densa red de galerías (Fig. 16c). Estructuras similares fueron descritas y atribuidas por Bordy *et al.* (2004) a termiteros fósiles, mientras Alonso-Zarza *et al.* (2008) interpreta otras estructuras semejantes como megarizolitos.

Finalmente, se cita para los depósitos inferiores de la Fm. Anacleto en el área de Auca Mahuevo, la presencia de restos vegetales (Garrido, 2010); integrados principalmente por pequeños restos de leños y troncos silicificados de moderado tamaño. Fragmentos de leños pobremente preservados han sido también observados en el área de Puesto Narambuena, localidad cercana a la ciudad de Rincón de los Sauces. Al pié del cerro Punta Barda, sobre el extremo noroccidental de la sierra de Auca Mahuida, se ha hallado un tronco silicificado con restos de raíces, presentando un diámetro en su base de 1.60 m (Fig. 16d). Este resto, constituye el tronco de mayor tamaño registrado hasta el momento para los depósitos del Grupo Neuquén.

Ambiente. La Fm. Anacleto muestra marcadas diferencias faciales a lo largo de la cubeta de sedimentación, factor que también se observa localmente dentro de su columna sedimentaria. En líneas generales, varios autores han interpretado a estos depósitos como de ambiente fluvial de baja energía, con cursos fluviales discurrientes en amplias llanuras aluviales (Cazau & Uliana, 1973; Ramos, 1981; Hugo & Leanza, 2001; Rodríguez *et al.*, 2007).

Para el área centro-oriental de la cuenca (valle inferior del río Neuquén y valle superior del río Negro), Heredia & Calvo (2002) sugieren un ambiente de llanura de inundación sujeto a periódicas avenidas estacionales; no obstante, debe aclararse que en este análisis se incluyeron depósitos correspondientes a la Fm. Bajo de la Carpa (Garrido & Calvo, 2004). Más recientemente, Sánchez *et al.* (2006b, 2006c), Sánchez & Armas (2008) y Armas *et al.* (2008), indican para la base de la Fm. Anacleto la existencia de sistemas fluviales de baja sinuosidad y alta energía, identificándose hacia el tope de la unidad, depósitos de ríos anastomosados asociados al desarrollo de un sistema estuárico. De acuerdo al criterio seguido en este trabajo, se considera que los depósitos estuáricos mencionados por los citados autores corresponderían a la base de la Fm. Allen (Grupo Malargüe), tema que abordaremos en detalle más adelante.

Para el área de sierra Barrosa, Garrido (2000) indica sobre la base del análisis efectuado en un área muy reducida de afloramientos, un modelo paleoambiental conformado por depósitos de planicie entrelazada efímera con canales poco definidos. Nuevas observaciones permiten observar para la base de esta unidad, el desarrollo de depósitos de canales amalgamados de baja sinuosidad con intervalos gravosos; gradando hacia el techo hacia un dominio de depósitos de planicie de inundación, asociados a sistemas de canales poco desarrollados y cuerpos de agua someros. Una breve descripción de estos depósitos es expuesta por Coria *et al.* (2002).

En el sector septentrional de la cuenca, sobre territorio mendocino, Cruz (1993) atribuye a estos depósitos una génesis vinculada a sistemas fluviales de alta sinuosidad y gran desarrollo de llanuras de inundación, con una baja relación de carga de lecho/carga en suspensión. Para el sector nororiental del territorio neuquino, entre Barranca del Palo y El Caracol, Uliana & Dellapé (1981) señalan una abundancia de depósitos de llanura aluvial asociada a depósitos de cauces meandrosos, rematando en depósitos de dominio lacustre. Recientemente, Garrido (2010) arriba a conclusiones similares reconociendo para la Fm. Anacleto en el área del yacimiento fosilífero Auca Mahuevo – Los Barreales, dos secciones sedimentarias bien definidas. La sección inferior se compone por depósitos de sistemas fluviales meandrosos de carga mixta, exhibiendo un gran desarrollo de depósitos de planicie de inundación fangosa. La sección superior se caracteriza por un dominio de depósitos de barreales y cuerpos lacustres someros, desarrollados sobre una planicie de inundación pobremente drenada y bajo condiciones de mayor aridez. Este cambio observado en la columna sedimentaria es interpretado por este autor como un estadio de transición previo a la discordancia Huantráiquica, la cual marca el cambio de la pendiente regional de la cuenca hacia la vertiente atlántica y el comienzo a la depositación del Grupo Malargüe.

Relaciones estratigráficas y correlaciones. La Fm. Anacleto asienta concordantemente sobre los depósitos de la Fm. Bajo de la Carpa a través de un marcado plano de discontinuidad regional (contacto neto), siendo cubierto en disconformidad (contacto erosivo) por los depósitos de la Fm. Allen (Grupo Malargüe). Estas superficies de contacto no siempre resultan evidentes en afloramientos pequeños o semicubiertos, generando inconvenientes en la identificación de sus límites tal como fuera señalado por el propio Herrero Ducloux (1938) al definir esta unidad. Debido a que el criterio seguido en este trabajo en relación a la identificación y definición de estos límites difiere

de los empleados recientemente por otros autores, trataremos este tema con mayor detenimiento.

El contacto basal de la Fm. Anacleto en el cerro Senillosa (que incluye a su localidad tipo) y en el área meridional de sierra Barrosa, está dado por un abrupto cambio de coloración y litología (Fig. 17a), en el cual se observa para esta unidad una repentina aparición de fangolitas arenosas moradas y areniscas grauváquicas que contrastan notablemente con los depósitos de la unidad inferior. En este sentido, Herrero Ducloux (1938, pág. 9) haciendo alusión al límite superior de la Fm. Bajo de la Carpa con la Fm. Anacleto, menciona lo siguiente: “*Tanto en la Barda de Challacó como en la zona de Aguada de Anacleto y más al E, el límite superior está bastante bien indicado por un cambio de color y composición (pues el grupo superior en más rojo y más arcilloso)...*”. Más adelante (Herrero Ducloux, 1938, pág. 11), en referencia a la composición de la Fm. Anacleto, describe: “*Los afloramientos típicos se encuentran en la zona de la Aguada de Anacleto y más al E. En su parte inferior están constituidos por areniscas grises, de grano medio a grueso y a veces muy grueso, entre los que se intercalan capas delgadas de arcillas muy arenosas grises y rojo oscuras. La parte superior es una alternancia de areniscas grises de grano medio y arcillas arenosas rojas, y además se intercalan algunas capas de arenisca arcillosa gris, de grano muy fino, con aspecto de toba arcillosa*”.

Queda claro en esta última descripción, que dicho autor reconoce al definir esta unidad una sección inferior predominantemente psamítica y una sección superior rica en contenido pelítico. En este sentido, los depósitos atribuidos por Garrido (2000) a la Fm. Anacleto en sierra Barrosa (Fig. 17a), fueron luego referidos a la parte superior de la Fm. Bajo de la Carpa por Rodríguez *et al.* (2007), considerando a los depósitos pelíticos laminados y bandeados aflorantes en las zonas de Aguada de Anacleto y del Yacimiento Aguada Toledo (Sierra Barrosa) como únicos integrantes de la Fm. Anacleto. Sin embargo, mantenemos en este trabajo como válido el criterio usado anteriormente (Garrido, 2000), en el cual se considera a los depósitos psamítico-grauváquicos descritos en esa oportunidad, como integrantes de la sección inferior de la Fm. Anacleto; mientras que los indicados por Rodríguez *et al.* (2007) corresponderían a la sección superior de la misma, lo cual también explicaría la diferencia de espesor existente entre los datos aportados por estos últimos autores y los referidos por Herrero Ducloux (1938).

Alejándose de la localidad tipo, este último autor refiere en su perfil de la Quebrada del Tobiano (oeste de sierra Barrosa) la siguiente observación:

“En este perfil tampoco podemos fijar el límite entre los Estratos de Bajo de La Carpa y los de Anacleto, y solo los últimos 32 m constituidos por arcillas violadas, muy arenosas, con intercalaciones delgadas de areniscas grises, micáceas, bien estratificadas, tienen el aspecto general de los Estratos de Anacleto (parte más alta de dicho grupo), pero no se puede admitir que el total de 140 m de areniscas pertenezcan íntegramente a los Estratos de Bajo de la Carpa, y por esta razón se ha establecido un límite convencional en el bosquejo geológico”. (Herrero Ducloux, 1938, pág. 10).

Si bien es cierto que hacia el sector occidental y septentrional de la sierra Barrosa (incluidos los afloramientos de la región del los lagos Los Barreales – Mari Menuco) el límite entre ambas unidades se torna difuso, dicho factor responde a un efecto de carácter visual como consecuencia de que en estos sectores ambas unidades presentan tonalidades rojizas. En estas áreas el cambio de coloración no resulta efectivo para determinar el límite entre unidades, sin embargo, el cambio litológico sigue siendo un argumento suficientemente válido (además de la variación en la conformación arquitectural de sus cuerpos sedimentarios psamíticos). Aquí nuevamente se verifica para la Fm. Anacleto la presencia areniscas con alto contenido de matriz arcillosa, al igual que de fangolitas fuertemente arenosas. Esta composición de características grauváquicas para los depósitos de la Fm. Anacleto, parece mantenerse también para las regiones ubicadas más al norte, tal como lo señalan Uliana & Dellapé (1981, pág. 677): *“Al sureste de El Medanito y en la costa del Río Colorado (Rincón Colorado) las pelitas muestran gran participación arenosa y en partes alcanzan a ser verdaderos wackes, a la vez que las intercalaciones areniscosas incorporan abundantes rodados subredondeados de hasta 5-6 cm de vulcanitas y en menor grado de metamorfitas”.*

Analizando la secuencia así presentada para el área de cerro Senillosa – sierra Barrosa y salvando las diferencias faciales, es posible trazar un paralelismo entre estos depósitos y los afloramientos descritos por Uliana & Dellapé (1981) y Garrido (2010) en el sector norte de la cuenca. En efecto, en ambos casos la Fm. Anacleto se caracteriza por presentar una sección inferior de dominio fluvial, culminando con una sección superior dominada por depósitos finos vinculados a planicie de inundación de pobre drenaje y cuerpos de aguas someras.

En cuanto al límite superior de la Fm. Anacleto, el mismo fue definido como una superficie de discontinuidad estratigráfica de carácter erosivo (Andreis *et al.*, 1974; Digregorio & Uliana, 1980; Uliana & Dellapé, 1981; Legarreta *et al.*, 1989);

atribuida a un proceso de marcada subsidencia que posibilitó el desarrollo de la primer ingresión atlántica en la Cuenca Neuquina (Wichmann, 1927; Bertels, 1979; Uliana & Dellapé, 1981; Macellari, 1988; Uliana & Biddle, 1988; entre otros). Esta discontinuidad fue denominada como discordancia Huantráiquica por Méndez *et al.* (1987) y, tal como fuera descrita por Uliana & Dellapé (1981), los efectos erosivos de la misma tienden a disminuir hacia el centro de la cuenca (Fig. 17b).

Recientemente Sánchez *et al.* (2006c), Sánchez & Armas (2008) y Armas *et al.* (2008), de acuerdo a estudios realizados en el área circundante a las localidades de Cinco Saltos y General Roca (provincia de Río Negro), postulan la existencia de depósitos estuáricos en el tope de la Fm. Anacleto. En este sentido, diremos que dichos depósitos han sido ubicados por numerosos autores en la base de la Fm. Allen (Andreis *et al.*, 1974; Barrio, 1990, 1991; Heredia & Salgado, 1999; Leanza *et al.*, 2001; Rodríguez *et al.*, 2007), opinión con la cual se concuerda en este trabajo. En las Figs. 17c y 17d se observa el contacto erosivo que define a la discordancia Huantráiquica en el área de Cinco Saltos, correspondiente al mismo sitio estudiado por Armas *et al.* (2008). Este mismo perfil fue descrito en detalle por Barrio (1990, 1991), interpretando a las sedimentitas ubicadas por encima de la discordancia, como depósitos de canales subtidales desarrollados en planicies de mareas.

En la base de la secuencia, estos canales presentan un redépósito de las sedimentitas la Fm. Anacleto, evidenciando la acción de un marcado efecto erosivo. La frecuente presencia de estructuras de deformación en estos depósitos, han sido interpretados por Armas *et al.* (2008) como horizontes sismogénicos vinculados a una intensa actividad tectónica que habría tenido lugar durante el fin de la deposición del Grupo Neuquén. Sin embargo, amén de su asignación a la base de la Fm. Allen, la asociación de estructuras de deformación en los depósitos canalizados submareales, puede ser atribuida a mecanismos de licuefacción y deformación por efecto combinado de un rápido evento de carga - compactación y la acción de olas y corrientes de mareas (Davies, 1965; Lowe, 1975; Dalrymple, 1979; Collinson & Thompson, 1992).

De esta manera, la Fm. Anacleto queda definida como una sucesión sedimentaria de carácter netamente fluvial-aluvial, limitada por superficies de discontinuidad estratigráfica que señalan cambios litológicos y ambientales claramente contrastantes respecto a los depósitos infra y suprayacentes. Dentro de esta unidad puede reconocerse internamente y a nivel regional dos secciones principales: una sección inferior con

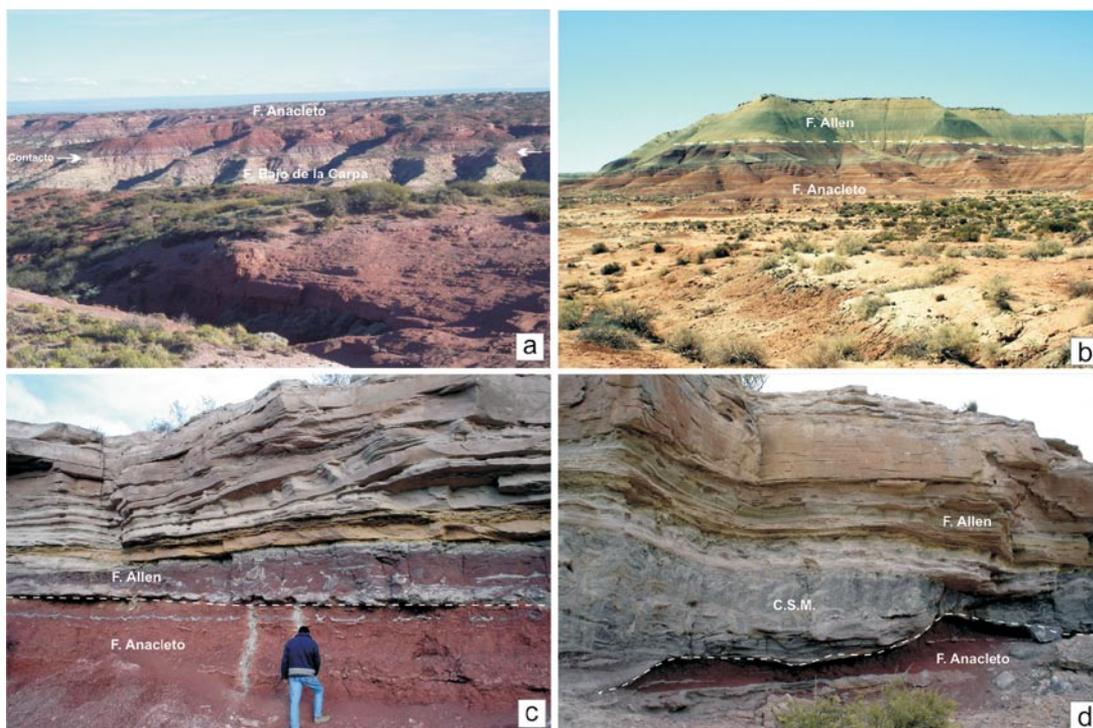


Fig. 17. a) Contacto basal de la Fm. Anacleto en el área de sierra Barrosa, provincia del Neuquén. Nótese la superficie de contacto neto con la Fm. Bajo de la Carpa. b) Discordancia Huantráiquica. Contacto superior de la Fm. Anacleto con los depósitos de la Fm. Allen (Grupo Malargüe) en la región de Auca Mahuevo, extremo sudoriental de la sierra de Auca Mahuida, provincia del Neuquén. c) Contacto entre las Fms. Anacleto y Allen en la región de Cinco Saltos, provincia de Río Negro. Nótese el sedimento pelítico re TRABAJADO de la Fm. Anacleto en la base de la Fm. Allen. d) Discordancia Huantráiquica. Contacto erosivo entre las Fms. Anacleto y Allen, localidad de Cinco Saltos, provincia de Río Negro. Obsérvese sobre la base de la Fm. Allen el desarrollo de canales submareales (C.S.M.) con sedimento re TRABAJADO de la Fm. Anacleto.

predominio de cuerpos arenosos canalizados, y una sección superior compuesta por sedimentitas de grano fino depositadas en áreas de bajo gradiente con desarrollo de cuerpos de aguas someras.

Edad. Legarreta & Gulisano (1989) atribuyeron a estos depósitos una edad comprendida entre los 83 y 80 Ma, situándose dentro del Campaniano Temprano (Carta Estratigráfica Internacional, 2009). Estudios paleomagnéticos aportados por Dingus *et al.* (2000), indican que los depósitos inferiores de la Fm. Anacleto en el área de Auca Mahuevo, se desarrollaron durante un intervalo de polaridad reversa correlacionable con intervalo C33R (83,5 a 79,5 Ma). Recientemente, nuevos estudios efectuados en esta misma localidad sobre sus niveles superiores (Dingus *et al.*, 2009), señalan un intervalo de polaridad normal correlacionable con el intervalo C33N, desarrollado entre los 79,5 y 74,5 Ma. De acuerdo a estos registros,

la edad de la Fm. Anacleto se situaría en el Campaniano Inferior a Medio.

DISCUSIÓN

Las características descriptas para la secuencia sedimentaria que conforma al Grupo Neuquén, se corresponde con el desarrollo de un sistema fluvioaluvial (*alluvial river system*). Éste es definido por Bridge (2006), como una sucesión de depósitos de relleno de cuenca de gran magnitud (del orden de las varias centenas de metros), conformada principalmente por grandes acumulaciones de faja de canales y extensos depósitos de planicie de inundación. La evolución de este sistema responde a la acción combinada de factores de control intrínsecos (migración, avulsión) y extrínsecos (tectonismo - subsidencia, clima, eustasia) (Kraus & Middleton, 1987; Shuster & Steidmann, 1987),

provocando dentro del registro sedimentario cambios de diversa magnitud que se traducen principalmente en la generación de discontinuidades, cambios litológicos, cambios faciales y variaciones en la configuración y arquitectura de los cuerpos canalizados (Shanley & McCabe, 1994; Miall, 1996; Ethridge *et al.*, 1998; Bridge, 2006).

La influencia ejercida por cada uno de estos factores y su consiguiente reconocimiento e interpretación dentro del registro sedimentario, es constante objeto de discusión y controversia. Muchos autores han destacado la dificultad de establecer modelos admisibles o de aplicación general para el análisis de secuencias continentales. Sírvese de ejemplo el trabajo de síntesis realizado por Bridge (2006) o las conclusiones aportadas recientemente por Hajek *et al.* (2010). Sin embargo, más allá de este debate existe un cierto consenso general, respecto a la capacidad y tipo de incidencia ejercida por cada uno de estos factores de control en el desarrollo y evolución de un sistema aluvial.

La división y reconocimiento de las unidades litoestratigráficas descritas en este trabajo, se realizó sobre la base de los cambios registrados en la composición litológica, constitución litofacial, variaciones en la geometría de los cuerpos sedimentarios e identificación de discontinuidades. Los límites estratigráficos que definen a estas unidades quedan materializados por discontinuidades de distinta magnitud, factor que permite a su vez analizarlas desde un punto de vista secuencial (Legarreta & Uliana, 1998). La incorporación de dos nuevas unidades en el esquema litoestratigráfico del Grupo Neuquén, eleva el número de formaciones así definidas a nueve; cifra que resulta coincidente con el número de "secuencias depositacionales" identificadas por otros autores en el sector mendocino de la Cuenca Neuquina (Cruz *et al.*, 1989; Legarreta *et al.*, 1993b; Legarreta & Uliana, 1998). La realización de un análisis secuencial no es objetivo de este trabajo, no obstante observaciones y comparaciones generales pueden efectuarse en este sentido a los fines de lograr un acercamiento al entendimiento del desarrollo de esta secuencia, y sustentar el esquema del ordenamiento litoestratigráfico aquí propuesto.

Contexto paleogeográfico

Tal como fuera mencionado anteriormente, para el inicio de la depositación del Grupo Neuquén la Cuenca Neuquina habría comenzado a operar como una cuenca de antepaís; producto de una tectónica compresional que posibilitó el desarrollo de una faja plegada y corrida sobre el sector occidental, asociada a un acortamiento cor-

tical de 45 a 57 km (Introcaso *et al.*, 1992; Ramos, 1999^a; Franzese *et al.*, 2003; Howell *et al.*, 2005). Los mapas de curvas isopáquicas elaborados por Cazau & Uliana (1973) y Uliana *et al.* (1975b) para los depósitos del Grupo Neuquén, muestran la existencia de depocentros elongados meridionalmente y recostados sobre el área occidental de la cuenca, denotando una relación de paralelismo y adyacencia a la faja de deformación. Estos datos resultan consistentes con las descripciones realizadas para otras cuencas de antepaís, en las cuales la tasa de generación de espacio de acomodación es mucho más alta en las regiones inmediatamente adyacentes a la faja plegada y corrida, decreciendo gradualmente hacia el área no deformada del antepaís (Heller & Paola, 1992; Lageson & Schmitt, 1994; Lawton *et al.*, 1994). Coetáneamente, se habría producido hacia las áreas más occidentales del frente de deformación, la exhumación del arco magmático operante durante el Cretácico Inferior (Tunik *et al.*, 2010) y la instauración de un nuevo arco volcánico hacia una posición más oriental (Ramos & Kay, 2006).

Asociada a esta fase compresiva se produce a lo largo del eje de la Dorsal de Huincul una nueva elevación de sus bloques, generándose una intensa erosión que llega a afectar incluso a depósitos del Jurásico Medio (Ploszkiewics *et al.*, 1984; Cevallos, 2005). Esta estructura queda de esta forma conformada como un relieve positivo, dividiendo transversalmente a la cuenca en dos cubetas principales de depositación. De acuerdo a lo ya descrito, la misma se habría mantenido como un área positiva hasta, al menos, fines de la depositación de la Fm. Candeleros (Fig. 19a).

Sobre la base de los datos de paleocorrientes (Garrido, 2000) y la información petrológica existente (Di Paola & Marchese, 1970; Marchese, 1971; Di Paola, 1973), se infiere que durante el periodo de depositación de la Fm. Candeleros habrían existido tres áreas de aporte principales. Un área occidental, conformada por el frente de deformación de la faja corrida y plegada, un área meridional integrada por el Macizo Nordpatagónico, y un área positiva central conformada por la Dorsal de Huincul.

La influencia de la faja corrida y plegada como área de aporte occidental, ha sido señalada en los trabajos de Marchese (1971) y Di Paola (1973); siendo analizada recientemente en detalle por Tunik *et al.* (2010). El Macizo Nordpatagónico habría tenido una importante participación como área de aporte hacia la subcuenca de Picún Leufú. Finalmente, la Dorsal de Huincul habría actuado como fuente de material reciclado hacia ambos lados de la misma, proveniente de la erosión de las unidades inferiores aflorantes en ese sector.

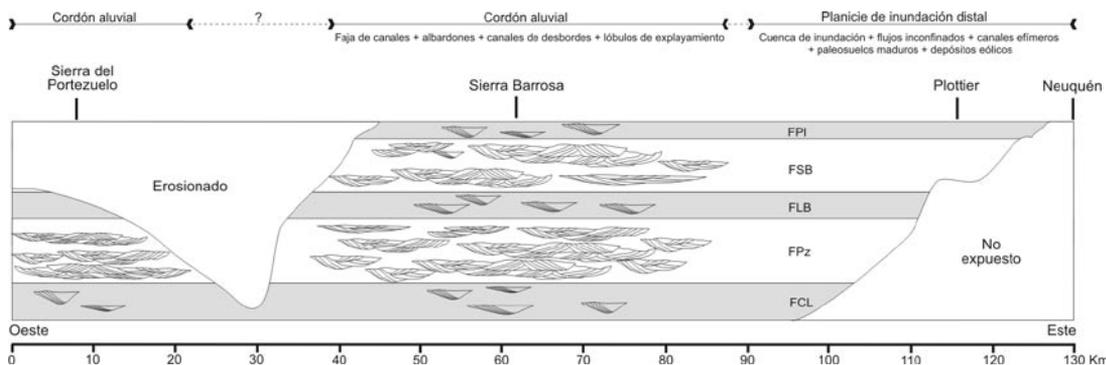


Fig. 18. Sección esquemática del Subgrupo Río Neuquén, de acuerdo a los afloramientos existentes entre las bardas de Neuquén y la sierra del Portezuelo. Obsérvese la concentración de paleocanales en las localidades de sierra Barrosa y sierra del Portezuelo. Las unidades arenosas presentan extensos cuerpos tabulares conformados por canales amalgamados de carácter multihistórico. Las unidades fangosas poseen monocanales aislados de geometría cordoniforme. FCL: Fm. Cerro Lisandro, FPz: Fm. Portezuelo, FLB: Fm. Los Bastos, FSB: Fm. Sierra Barrosa, FPI: Fm. Plottier.

Si bien se carece de datos referidos a la influencia ejercida en este sentido por los bloques de San Rafael y Chadileuvú (Sistema de la Sierra Pintada *sensu* Criado Roqué, 1972a, b), este último también conocido como Bloque de Las Mahuidas (Ramos, 1999a), se infiere que los mismos han tenido una participación restringida sobre la vecindad inmediata al límite oriental y nororiental de la cuenca.

A partir de la depositación de la Fm. Huincul y hasta la culminación de la depositación del Grupo Neuquén, las evidencias indican la existencia un esquema paleogeográfico sustancialmente distinto (Fig. 19b). Durante este lapso de sedimentación, la Dorsal de Huincul ya no conformaría un elemento divisorio importante dentro de la cuenca. En este sentido, las paleocorrientes señalan un dominio en las direcciones de flujo contenidas dentro de los cuadrantes N-NE y N-NO, situación que se verifica de manera uniforme a lo largo de toda el área de estudio (Roll, 1939; Garrido, 2000). A nivel de cuenca, varios autores confluyen en señalar la posible existencia durante este periodo de un gran colector troncal, el cual habría drenado sus aguas a través de la zona axial del depocentro desde el sur hacia el norte (Condat *et al.*, 1990; Rojas, 1993; Legarreta *et al.*, 1993a; Legarreta & Uliana, 1998).

La faja corrida y plegada occidental habría actuado durante este periodo como una importante barrera geográfica, no obstante, su influencia como área de aporte parece haber sido mínima. Contrariamente, los terrenos elevados que conforman el límite austral (Macizo Nordpatagónico) y nororiental (Bloque de San Rafael y Bloque de Chadileuvú o Bloque de Las Mahuidas) de la

cuenca, habrían operado en esta ocasión como las principales áreas de provisión de sedimento. Esta particularidad ha sido advertida a partir de los estudios petrológicos efectuados por Marchese (1971) y Di Paola (1973). En este sentido, este último autor destaca especialmente el notable cambio existente en las áreas de aporte entre la Fm. Candeleros y el resto de las unidades del Grupo Neuquén.

Tal como señalaran Cruz *et al.* (1989) no se ha podido vincular aun los depósitos del Grupo Neuquén a un mar Cenomaniano-Campaniano. El desarrollo de la faja plegada y corrida junto al arco magmático, así como la ausencia de registros marinos de esta edad hacia el sector occidental, torna dificultosa tal vinculación. Esta situación de confinamiento de la cuenca con una reducida conexión hacia el mar, es un parámetro a considerar a la hora de evaluar el grado de incidencia que pudo haber ejercido las fluctuaciones eustáticas en el desarrollo de la secuencia sedimentaria.

Caracterización estratigráfica del Subgrupo Río Limay

De acuerdo a las interpretaciones elaboradas por Cazau & Uliana (1973), el Subgrupo Río Limay representa una secuencia granodecreciente continua, integrada por las formaciones Candeleros, Huincul y Cerro Lisandro. Sin embargo, tal como hemos venido señalando y lejos de mostrar patrones de continuidad deposicional, estas unidades se encuentran limitadas por marcadas superficies de discontinuidad.

En el caso de la Fm. Cerro Lisandro, la misma exhibe un marcado contraste en el grado de litificación de los horizontes psamíticos respecto a sus

pares de la Fm. Huincul. En este sentido y conforme a Bromley (1991) y Miall & Arush (2001), cambios diagenéticos bruscos en una secuencia sedimentaria pueden señalar la presencia de discontinuidades o límites de secuencia, indicando superficies de no depositación o erosión.

Asimismo, esta unidad exhibe un conjunto de características sedimentarias y estratigráficas afines al conjunto de unidades que integran el Subgrupo Río Neuquén. Entre ellas cabe señalarse su pasaje transicional hacia la Fm. Portezuelo, así como sus similitudes en composición litológica y facial respecto a las demás unidades pelíticas del mencionado subgrupo. Por esta razón, se excluye en este trabajo a la Fm. Cerro Lisandro del Subgrupo Río Limay, incluyéndosela en el ya mencionado Subgrupo Río Neuquén.

De esta manera, el Subgrupo Río Limay queda conformado únicamente por las dos primeras unidades del Grupo Neuquén (Fm. Candeleros y Fm. Huincul). Así definido este subgrupo se caracteriza, dentro del área de estudio, por una sucesión de extensos cuerpos psamíticos de geometría mantiforme y amplio desarrollo areal, conformados por un conjunto de depósitos de canales amalgamados de baja sinuosidad y carácter multihistórico (Garrido, 2000). Genéticamente, esta sucesión se vincularía al desarrollo de fajas de canales móviles de baja sinuosidad, formadas a partir de procesos de migración lateral en sistemas de ríos entrelazados y/o errantes (*wandering*) (Gibling, 2006). En el caso de la Fm. Candeleros existe además una importante participación de depósitos eólicos, los cuales se desarrollan con grandes espesores hacia el sector sudoriental de la Dorsal de Huincul (Spalletti & Gazzera, 1994).

Ligados a la discontinuidad que limita a ambas unidades, se observan fuertes cambios litológicos, faciales, paleoambientales, de paleocorrientes y diagenéticos; indicando la presencia de un marcado intervalo de interrupción en el proceso de sedimentación (erosión y/o no depositación). Estas diferencias en los atributos sedimentarios de estas unidades obedecerían, principalmente, a fuertes variaciones en el área de aporte y a cambios abruptos en el régimen de sedimentación; factores que se consideran directamente ligados a ciclos de actividad tectónica y eventos de exhumación (Embry, 1990; Olsen & Larsen, 1993; Ethridge *et al.*, 1998; Gibling, 2006).

La irrupción en estas unidades de camadas de horizontes conglomerádicos extraformacionales (ortoconglomerados polimícticos), sugieren asimismo el rejuvenecimiento del área de aporte por efecto tectónico (Rogers, 1994; Eberth & O'Connell, 1995). Estos depósitos suelen presentarse, dentro del área de estudio, a algunas decenas de metros

por encima de sus respectivos contactos. Esta particularidad puede ser interpretada como una progradación tardía de los depósitos psefiticos hacia el centro de la cuenca, proceso que se produce durante la fase pos-orogénica una vez que el área inmediata al terreno elevado deja de actuar como zona de entrampamiento y de acumulación de sedimento (Leeder & Gawthorpe, 1987; Rogers, 1994; Heller *et al.*, 1988; Blair & Billodeau, 1988; Ethridge *et al.*, 1998).

Asimismo, la presencia ocasional en ambas unidades de depósitos piroclásticos (Corbella *et al.*, 2004; Sánchez *et al.*, 2008b), indican una actividad contemporánea del arco volcánico occidental. La ubicación preferencial de los niveles cineríticos y tuffíticos en los tramos inferiores de las Fms. Candeleros y Huincul, podrían estar señalando que la etapa de mayor volcanismo se habría desarrollado durante el intervalo de mayor actividad tectónica.

El clima habría ejercido un rol importante durante la sedimentación de las unidades del Subgrupo Río Limay (Ramos, 1975; Legarreta & Uliana, 1998; Sánchez *et al.*, 2008b), sin embargo su influencia a escala de la cuenca ha sido de carácter secundario y subordinado a la acción del control tectónico. En este sentido, los indicadores climáticos se encuentran mayormente expresados en el desarrollo de los paleosuelos, señalando una influencia de orden de magnitud mucho menor y atribuida a la existencia de un marcado régimen de estacionalidad climática (Garrido, 2000; Sánchez *et al.*, 2008b).

Caracterización estratigráfica del Subgrupo Río Neuquén

Esta entidad litoestratigráfica es la que presenta mayor cantidad de cambios de acuerdo al nuevo esquema propuesto. Se añade a este subgrupo a la Fm. Cerro Lisandro y se propone la incorporación de dos nuevas unidades (Fm. Los Bastos y Fm. Sierra Barrosa). A diferencia del Subgrupo Río Limay, las unidades formacionales que integran al Subgrupo Río Neuquén forman una sucesión continua y alternante de unidades pelíticas y psamíticas, con bajo grado de litificación; presentando entre ellas pasajes verticalmente transicionales, aunque claramente delimitables en un corto intervalo dentro de la columna sedimentaria.

En las regiones centrales del área de estudio, las unidades formacionales pueden ser claramente identificadas a través de su litología dominante y arquitectura de sus paleocanales. En este sentido, Milana (1994) considera a los cambios granulométricos y variaciones paleoambientales sutiles, tales como el diseño de los cauces, como caracteres importantes para la determinación de los límites de secuencias en depósitos aluviales.

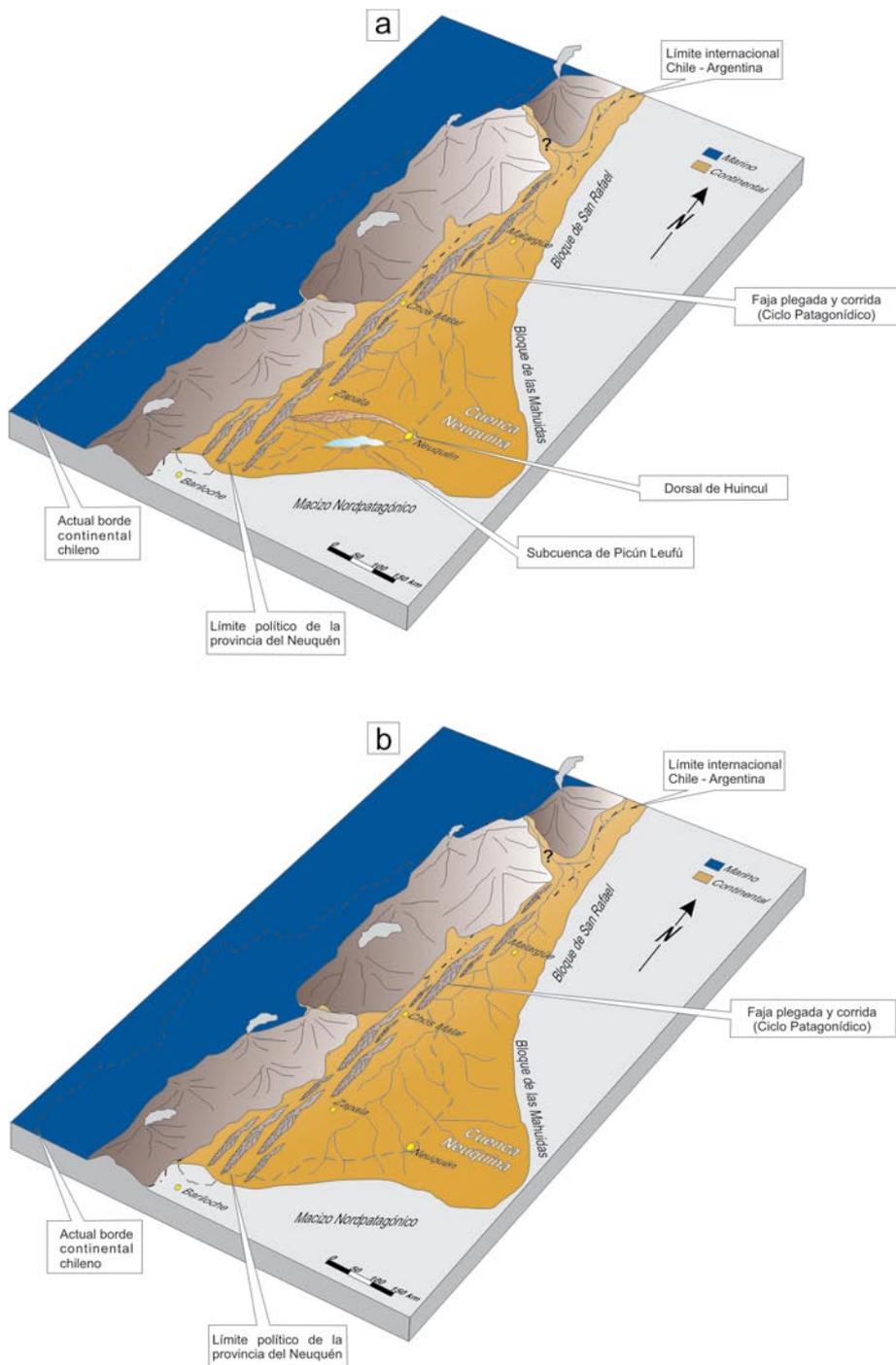


Fig. 19. Esquema paleogeográfico de la Cuenca Neuquina durante la depositación del Grupo Neuquén (Cenomaniano – Campaniano). A) Modelo paleogeográfico operante durante la sedimentación de la Fm. Candeleros. La Dorsal de Huincul habría actuado como un elemento positivo, delimitando hacia el sur a la Subcuenca de Picún Leufú. B) Modelo paleogeográfico desarrollado durante la depositación de la Fm. Huincul y de los Subgrupos Río Neuquén y Río Colorado. El drenaje se habría producido colectivamente a través de un colector axial hacia el nor-noroeste de la cuenca. Tomado y modificado de Howell *et al.*, 2005.

Basándonos en estos atributos, las unidades psamíticas del Subgrupo Río Neuquén (Fms. Portezuelo y Sierra Barrosa) quedan caracterizadas por sistemas de canales arenosos, conformando en conjunto cuerpos mantiformes arealmente expandidos y de carácter multihistórico (*broad, sheet-like channel-fill complex* sensu Miall, 1985). Contrariamente, las unidades fangosas (Fms. Cerro Lisandro, Los Bastos y Plottier), quedan representadas por depósitos de paleocanales simples, de carga mixta, conformando cuerpos cordoniformes arealmente reducidos (*ribbon bodies*, sensu Friend, 1983). La recurrente presencia de macroformas de acreción lateral en los cuerpos canalizados de estas unidades, indican un desarrollo dominante de sistemas fluviales de alta sinuosidad (Collinson, 1986; Miall, 1996). El marcado contraste granulométrico en los depósitos resultantes para las distintas unidades, se debe a variaciones en la energía y capacidad de carga de cada sistema (Garrido, 2000).

Hacia las zonas periféricas o marginales de la cuenca, la identificación de las unidades formacionales del Subgrupo Río Neuquén ofrece una mayor complejidad. Tal situación se debe a la ausencia de contraste litológico en estos sectores, debido un dominio de depósitos finos (fangolitas) con escaso a nulo desarrollo de cuerpos canalizados de gran evergadura. Esta problemática fue señalada y discutida tempranamente por Herrero Ducloux (1938) y Roll (1939), quienes destacaban la uniformidad litológica que presentaban los perfiles hacia los sectores de las bardas de Plottier y el bajo de Mari Menuco. Más recientemente y tal como ya fuera mencionado, debido a la dificultad en la determinación de límites de unidades dentro de estos depósitos Hugo & Leanza (2001) establecieron a la Fm. Santa Lucía del Cuy, resultando un equivalente lateral e indiferenciado del Subgrupo Río Neuquén.

Para el entendimiento de los cambios litológicos y faciales que sufren estas unidades, es necesario efectuar un detenido seguimiento lateral de las mismas. En este sentido, los afloramientos desarrollados entre las bardas de Neuquén y sierra del Portezuelo, brindan una oportunidad excepcional para comprender dichas variaciones. Esta transecta, forma una faja continua de afloramientos de aproximadamente 130 km de longitud en sentido transversal a la cuenca; la cual incluye a la totalidad de las localidades tipo de las formaciones que integran a este subgrupo.

El esquema de la Fig. 18 permite observar, como factor destacable, la presencia de dos sectores con una fuerte concentración de cuerpos canalizados (sierra del Portezuelo y sierra Barrosa). Lateralmente a estas concentraciones, se aprecia

una notable disminución en el desarrollo de los cuerpos psamíticos, junto a una sensible reducción en los espesores de la secuencia sedimentaria.

Las áreas centrales con alta concentración de cuerpos canalizados son atribuidas al desarrollo de un cordón aluvial (*alluvial ridge*); sector que incluye a los depósitos de los colectores fluviales principales o faja de canales (*channel belt*), junto a depósitos de albardones (*levees*), canales de desbordes (*crevasse channels*) y lóbulos de explayamiento (*crevasse splays*) (Bridge, 2006). Debido a que las fajas de canales tienden a localizarse en áreas mayor subsidencia, existe en estos sectores un mayor espesor de la secuencia, a la par que se incrementa la relación arena/arcilla en los depósitos resultantes (Kraus & Middlenton, 1987).

Contrariamente, sobre las áreas marginales y de menor subsidencia de la cuenca, se desarrollan monótonas sucesiones de dominio pelítico. La distancia de estos sectores respecto a los canales troncales de la red de drenaje, da lugar al desarrollo de flujos inconfiados y el decrecimiento de la granulometría de los cuerpos sedimentarios (Tunbridge, 1981; Collinson, 1986; Mjøs *et al.*, 1993; Guccione, 1993). Asimismo, la menor tasa de sedimentación existente en estas áreas, favorece la generación de secuencias condensadas y el desarrollo de paleosuelos maduros (Collinson, 1986; Bown & Kraus, 1987). En general, los depósitos resultantes se ubican sobre la cuenca de inundación (*floodbasin*) y de regiones distales de la planicie de inundación (*floodplain*); pudiendo presentarse de forma asociada pequeños cuerpos de agua efímeros (lagunas, barreales) y depósitos eólicos (Collinson, 1986; Bridge, 2006).

De acuerdo a este esquema, se observa que las localidades tipos han sido definidas sobre los sectores correspondientes a los antiguos cordones aluviales. La presencia en estas áreas de las fajas de canales, son precisamente las que favorecen el contraste litológico y estratigráfico entre las diferentes unidades. En este sentido, Miall (1996) establece que las fajas de canales pueden ser mapeadas como unidades estratigráficas independientes, otorgándoseles el rango de miembro o de formación. Debido a que las dos nuevas unidades descritas en este trabajo, comparten los mismos atributos sedimentarios y estratigráficos que el resto de las unidades del Subgrupo Río Neuquén, les corresponde en consecuencia la misma jerarquía litoestratigráfica (Fm. Los Bastos y Fm. Sierra Barrosa).

Tal como ya se discutiera, fuera del área de las fajas de canales la identificación de las unidades formacionales de este subgrupo se torna problemática, debido fundamentalmente a la uniformidad litológica que presenta la sucesión sedimentaria en estos sectores. Sin embargo, un análisis detallado

de la misma, permite identificar límites de secuencias a partir del estudio y caracterización de los paleosuelos. Los mismos han sido empleados por distintos autores como un elemento importante para la identificación de dichos límites, principalmente en aquellas sucesiones aluviales dominadas por depósitos finos de planicie de inundación o áreas de interfluvios (Hanneman & Wideman, 1991; Dreyer, 1993; Miall, 1996; Legarreta & Uliana, 1998; Plint *et al.*, 2001). Estas superficies de discontinuidad han sido denominadas por Legarreta & Uliana (1998) como interfaces ocultas o enmascaradas (*cryptic interfaces*).

Las observaciones efectuadas a lo largo de la transecta de la Fig. 18, permiten establecer la existencia de un patrón general para la identificación y correlación de las unidades del Subgrupo Río Neuquén entre las localidades tipo y sus equivalentes ubicadas sobre las áreas marginales de la misma. De esta manera, las unidades formacionales de dominio pelítico (Fms. Cerro Lisandro, Los Bastos y Plottier), se presentan hacia las zonas marginales de la cuenca como secuencias fangosas de reducido espesor, particularmente ricas en paleosuelos maduros con marcados horizontes de caliche. En el caso de las unidades formacionales de dominio psamítico (Fms. Portezuelo y Sierra Barrosa), se presentan en estas áreas como sucesiones preponderantemente pelíticas, con paleosuelos moteados ricos en rizolitos y tenues horizontes de caliche. Otro rasgo destacable en estas últimas unidades, es la presencia recurrente de delgados cuerpos arenosos, a menudo profusamente bioturbados, correspondientes a depósitos distales de avenidas mantiformes (*sheet-floods*).

Un examen rápido de esta sucesión en el área de faja de canales, nos remite al antiguo concepto de “miembro grueso” y “miembro fino” para las secuencias sedimentarias fluviales (Allen, 1965; Collinson, 1978, 1986). Bajo estos términos se identifica a una depositación cíclica de unidades de dominio arenoso y pelítico, cuyo origen es adjudicado fenómenos de avulsión. Durante este proceso se produce el desplazamiento lateral de la faja de canales, dando como resultado secuencias alternantes con alta proporción de depósitos de canales amalgamados, cubiertos por depósitos finos de planicie de inundación con buen desarrollo de paleosuelos (Collinson, 1986; Bridge, 2006).

Este modelo sin embargo no resulta aplicable en nuestro caso. Tal como venimos señalando, tanto las unidades psamíticas como las pelíticas del Subgrupo Río Neuquén presentan buen desarrollo de paleocanales, los cuales se vinculan a sistemas fluviales con diferente capacidad de carga. Queda claro que aquí la alternancia de unidades gruesas y finas no responde a procesos autocíclicos de avul-

sión, sino que por el contrario, la faja de canales se habría mantenido más o menos estable en el tiempo y la sedimentación estaría sujeta al control de factores alocíclicos.

En este sentido, secuencias alternantes de depósitos gruesos y finos, sin evidencias de influencia eustática ni de desarrollo de secuencias granocrecientes o granodecrecientes, han sido adjudicadas a una depositación controlada bajo la acción de efectos climáticos (Frostick & Reid, 1989; De Boer *et al.*, 1991; Miall, 1996). El clima incide directamente en régimen de producción, descarga y aporte de sedimento dentro de un sistema fluvial; generando cambios en la granulometría, geometría e interconectividad de los paleocanales (Blum & Price, 1994, 1998; Miall, 1996; Bridge, 2006).

De esta manera, las unidades de dominio pelítico se habrían desarrollado en periodos de déficit hídrico, favoreciendo la producción de depósitos finos de tipo condensado y la generación de canales con baja capacidad de carga (Milana, 1994). Contrariamente, las unidades de dominio psamítico se habrían producido en periodos de mayor caudal hídrico; posibilitando un incremento en el aporte sedimentario y dando lugar al desarrollo de depósitos gruesos con desarrollo de canales arenosos amalgamados arealmente expandidos (Dreyer, 1993; Milana, 1994).

Aún cuando la subsidencia puede también ejercer un marcado control en la geometría e interconectividad de los paleocanales, ésta no influye mayormente en la litología del canal (Krauss & Middleton, 1987); razón por la que se postula que en este caso su acción ha sido de carácter secundaria. Asimismo, el pasaje transicional entre estas unidades, la continuidad temporal en el tipo de diseño fluvial (sinuoso), la reducida a nula participación de conglomerados extraformacionales, así como la no observación o identificación de horizontes piroclásticos dentro de esta secuencia; indicarían un estadio de bajo tectonismo y de merma en la actividad del arco volcánico occidental. Esta última interpretación se contrapone con la expuesta por Sánchez *et al.* (2008c).

Caracterización estratigráfica del Subgrupo Río Colorado

Las unidades formacionales que integran a este subgrupo (Fms. Bajo de la Carpa y Anacleto), se encuentran delimitadas por marcadas superficies de discontinuidad estratigráfica. A través de las mismas se suceden acentuados cambios en el diseño fluvial y en el régimen de sedimentación, factor que permite diferenciar claramente a ambas unidades en los afloramientos. En líneas generales, estas unidades se caracterizan por

exhibir secuencias granodecrecientes con fuertes cambios laterales de facies, en las que se asocian un conjunto de depósitos fluviales, eólicos y lacustre someros.

Dentro del área de estudio y sobre el sector de fajas de canales, sus depósitos se vinculan a sistemas fluviales arenosos de baja sinuosidad, con abundante carga de lecho arenosa e intervalos gravosos. De forma similar a lo descrito en el Subgrupo Río Limay, pequeñas camadas de conglomerados extraformacionales irrumpen en estas unidades varios metros por encima de sus respectivos contactos. Los mismos, son igualmente atribuidos a una progradación tardía de los depósitos psefiticos hacia el centro de la cuenca durante la fase pos-orogénica (Rogers, 1994). Delgados niveles cineríticos y tuffíticos se hacen nuevamente presentes en estos depósitos en diversas regiones de la cuenca, factor que es atribuido a un periodo de reactivación del arco volcánico occidental.

El desarrollo de secuencias granodecrecientes limitadas por marcadas superficies de discontinuidad regional y de carácter erosiva, el brusco cambio en el diseño fluvial y en el régimen de sedimentación registrado a partir de éstas, la irrupción de nuevas camadas de horizontes conglomerádicos de origen extraformacional, así como la presencia de depósitos piroclásticos asociados (tobas y tufitas); son vinculados a la acción de un control tectónico dominante (Groll & Steidmann, 1987; Embry, 1990; Ethridge *et al.*, 1998; Miall, 1996).

El cambio registrado en el tramo superior de la Fm. Anacleto hacia condiciones de bajo drenaje de la cuenca, asociado al desarrollo de extensos cuerpos de aguas someras y la recurrente presencia de niveles piroclásticos; es vinculado a un estadio de fuerte subsidencia y a un notable incremento en la actividad del arco volcánico occidental (Garrido, 2010). Estos procesos señalarían un periodo de intensa actividad tectónica, donde el incremento de carga por empuje de la faja orogénica, posibilita el desarrollo de una subsidencia flexural y favorece la generación de depósitos finos (lacustres y de planicie de inundación) hacia el interior de la cuenca (Blair & Bilodeau, 1988; Rogers, 1994). Este desarrollo evolutivo, es considerado como un estadio primario o de transición hacia los procesos que posibilitaron generación de la discordancia Huantráiquica. Luego de la misma, se produce el cambio en la pendiente regional de la cuenca y el comienzo a la depositación del Grupo Malargüe (Uliana & Biddle, 1988; Legarreta *et al.*, 1989).

CONCLUSIONES

El Grupo Neuquén se encuentra conformado íntegramente por depósitos de un sistema flu-

vio-aluvial, desarrollado en la Cuenca Neuquina entre el Cenomaniano y el Campaniano Medio. La potencia máxima de la secuencia es de aproximadamente 1.200 m de espesor (Cazau & Uliana, 1973), conformando una sucesión predominantemente epiclástica con una muy escasa participación de piroclastitas y evaporitas.

Dentro de la secuencia sedimentaria que conforma al Grupo Neuquén, se han identificado nueve unidades litoestratigráficas. La caracterización e identificación de dichas unidades ha sido efectuada sobre la base de su composición litológica, constitución litofacial, geometría de los cuerpos sedimentarios e identificación de discontinuidades. De esta manera, se han incorporado al esquema litoestratigráfico del Grupo Neuquén dos nuevas unidades formacionales, integradas por la Fm. Los Bastos (*nom. nov.*) y la Fm. Sierra Barrosa (*nom. nov.*).

Asimismo, se han reunido bajo la categoría de subgrupo a un conjunto de dos o más unidades formacionales, vinculadas por expresiones morfológicas similares de sus afloramientos. Los mismos pueden presentar internamente discontinuidades estratigráficas de distintas jerarquías, razón por la cual un subgrupo no indica necesariamente vinculación genética o continuidad temporal de las unidades menores que la componen.

Sobre la base de la jerarquía de las discontinuidades y relaciones paleoambientales, se ha incluido dentro del Subgrupo Río Neuquén a la Fm. Cerro Lisandro. De esta manera, el Grupo Neuquén queda conformado litoestratigráficamente de la siguiente manera: Subgrupo Río Limay, integrado por las Fms. Candeleros y Huincul. Subgrupo Río Neuquén, integrado por las Fms. Cerro Lisandro, Portezuelo, Los Bastos (*nom. nov.*), Sierra Barrosa (*nom. nov.*) y Plottier. Subgrupo Río Colorado, integrado por las Fms. Bajo de la Carpa y Anacleto.

El diseño paleogeográfico existente durante el inicio de sedimentación del Grupo Neuquén, a comienzos del Cenomaniano, estuvo fuertemente controlado por la tectónica compresional que dio inicio al Ciclo Patagónico. La formación de una importante faja plegada y corrida, así como la instauración de un nuevo arco volcánico sobre el sector occidental de la cuenca, generó una situación de confinamiento que prácticamente la restringiría de su conexión directa con el océano Pacífico; comenzando de esta forma a operar como cuenca de antepaís (Franzese *et al.*, 2003; Howell *et al.*, 2005; Tunik *et al.*, 2010).

Paralelamente, se produce la reactivación de la Dorsal de Huincul (Ploszkiewics *et al.*, 1984; Cevallos, 2005), factor que posibilitó que esta estructura actuara como un relieve positivo dividiendo

do transversalmente a la cuenca en dos grandes cubetas de sedimentación. Al norte de la dorsal se desarrolló la cubeta de sedimentación principal, abarcando el área central y septentrional de la Cuenca Neuquina. Hacia el sur, se desarrolló una cubeta de menor extensión y de carácter endorreico, correspondiendo con la denominada Subcuenca de Picún Leufú (Hogg, 1993). Este esquema paleogeográfico se habría mantenido hasta fines de la depositación de la Fm. Candeleros, luego de lo cual la influencia de la dorsal sobre el desarrollo de la secuencia sedimentaria habría sido nula o de escasa importancia.

Se ha observado un posible diacronismo para los depósitos basales de la Fm. Candeleros entre el norte y sur de la Dorsal de Huincul. De esta manera, los depósitos denominados informalmente por Uliana *et al.* (1975^a, b) como “Areniscas Violáceas”, y atribuidas por diversos autores a la Fm. Candeleros, parecen desarrollarse exclusivamente al norte de la dorsal. Contrariamente, los depósitos superiores de esta unidad se encuentran presentes a ambos lados de la misma, correlacionándose con los niveles aflorantes en su localidad tipo. En la localidad de Agrio del Medio (al norte de la dorsal) se observa una relación de discordancia angular entre estos últimos y las “Areniscas Violáceas”, presentándose a la altura de El Mangrullo como un contacto neto y en relación de concordancia. Estudios más profundos permitirán confirmar a futuro si se trata de dos unidades distintas. La distribución, arreglo facial y configuración la secuencia, permite interpretar que la depositación de las “Areniscas Violáceas” ha estado controlada por la acción de la faja plegada y corrida. En este sentido, la antifosa desarrollada sobre el frente de la misma, habría actuado como la mayor receptora de estos sedimentos. En el caso de los depósitos superiores de esta unidad, habrían estado principalmente controlados por la Dorsal de Huincul. La distribución facial y datos de paleocorrientes permiten sustentar esta hipótesis.

En líneas generales, la información petrológica y datos de paleocorrientes indican para el periodo de depositación de la Fm. Candeleros, existían de al menos tres áreas de aporte principales. La faja orogénica junto al arco magmático conformaban el área de aporte occidental, proveyendo abundante sedimento epiclástico como producto de la erosión de los terrenos exhumados, asociado una pequeña participación de material piroclástico (Tunik *et al.*, 2010). La Dorsal de Huincul habría actuado también como fuente de material epiclástico hacia las áreas septentrional y meridional de la misma, en este caso, proveniente de la destrucción de las unidades mesozoicas pre-cenomanianas afloradas como consecuencia del diastrofismo Patagónico.

En el caso del Macizo Nordpatagónico, el mismo habría operado como área de aporte de material detrítico para la región de la Subcuenca de Picún Leufú. Posiblemente una cuarta área de aporte podría haber estado conformada el Bloque de San Rafael y el Bloque Chadileuvú o de las Mahuidas, aunque su participación habría estado restringida y limitada a la vecindad inmediata al borde oriental y nororiental de la cuenca.

A partir de la depositación de la Fm. Huincul y hasta la culminación de la depositación del Grupo Neuquén, la Dorsal de Huincul deja de actuar como un elemento divisorio importante dentro de la cuenca. Ligado a ello, se produce un cambio sustancial en el grado de incidencia e importancia de cada una de las áreas de aporte. La faja plegada y corrida sigue actuando como una importante barrera geográfica, mermando sin embargo su influencia como área de aporte. Contrariamente, el Macizo Nordpatagónico así como los bloques de San Rafael y de Chadileuvú o de las Mahuidas, comienzan a operar como las principales áreas de provisión de material epiclástico hacia el centro de cuenca (Marchese, 1971; Di Paola, 1973). A lo largo de la depositación del Subgrupo Río Neuquén, prácticamente no se habría producido aporte piroclástico, indicando posiblemente una etapa de disminución en la actividad del arco magmático. Posteriormente, avanzada ya la depositación del Subgrupo Río Colorado, la presencia de delgados niveles de tobas y tufitas marcaría la reactivación operacional del mismo.

A lo largo de todo este lapso de sedimentación, las paleocorrientes muestran un dominio de las corrientes fluviales hacia el cuadrante noroeste. En concordancia con lo señalado por otros autores, el drenaje de la cuenca se habría producido a través de un gran colector troncal situado a través de la zona axial de su depocentro (Condat *et al.*, 1990; Rojas, 1993; Legarreta *et al.*, 1993; Legarreta & Uliana, 1998). Si bien no ha sido posible establecer hasta el momento la existencia de una conexión hacia el Pacífico, se infiere que de haber existido la misma habría estado ubicada a través de una brecha labrada en el arco magmático sobre la región noroccidental de la cuenca.

Las unidades del Subgrupo Río Limay representan en general el desarrollo de canales móviles de baja sinuosidad, conformando depósitos de amplio desarrollo areal y grandes espesores. Estas características en sucesiones fluviales son atribuidas por Gibling (2006) a ciclos de actividad tectónica, eventos de exhumación y alto aporte de sedimento. Asimismo, el límite entre las Fms. Candeleros y Huincul, esta dado por un marcada superficie de discontinuidad regional (contacto neto); la cual delimita a ambas unidades claramen-

te contrastantes en color, litología, paleoambiente, grado de diagénesis y dirección de paleocorrientes. Estas diferencias en los atributos sedimentarios de estas unidades obedecerían, principalmente, a fuertes variaciones en el área de aporte y a cambios abruptos en el régimen de sedimentación; factores directamente ligados a un control de carácter tectónico (Embry, 1990; Ethridge *et al.*, 1998). La presencia hacia la parte alta del tercio inferior de la Fm. Huincul de una serie de horizontes conglomerádicos extraformacionales de gran extensión regional, sugieren el rejuvenecimiento del área de aporte por efecto tectónico y su progradación tardía hacia el centro de la cuenca la fase pos-orogénica (Leeder & Gawthorpe, 1987; Rogers, 1994; Heller *et al.*, 1988; Blair & Billodeau, 1988; Ethridge *et al.*, 1998). Si bien el clima habría ejercido un rol importante durante la sedimentación de las unidades del Subgrupo Río Limay, su acción a escala regional ha sido de carácter secundario. Asimismo, la presencia ocasional en estas unidades de delgados niveles cineríticos y tuffíticos, sugieren una moderada y esporádica actividad del arco magmático occidental durante este ciclo de sedimentación.

Con la depositación del Subgrupo Río Neuquén se da inicio a un nuevo ciclo de sedimentación, caracterizado por una sucesión alternante y transicional de unidades de dominio pelítico y psamítico. En general, las unidades de dominio pelítico (Fms. Cerro Lisandro, Los Bastos y Plottier) corresponden a depósitos de canales sinuosos de carga mixta a fangosa dominante; caracterizándose por la presencia de monocanales aislados de tipo cordoniforme, compuestos por macroformas de acreción lateral de carácter heterolítico. Estas unidades poseen espesores reducidos, con potencias equivalentes aproximadamente a 1/3 parte del espesor total correspondiente a sus pares de dominio psamítico.

En el caso de las unidades arenosas (Fms. Portezuelo y Sierra Barrosa), han sido interpretadas como depósitos de canales sinuosos de carga arenosa dominante. Éstas se caracterizan por la presencia de gruesos depósitos psamíticos de geometría mantiforme, conformados por un conjunto de canales multihistóricos amalgamados en los que dominan la presencia de macroformas de acreción lateral.

Debe destacarse que hacia las áreas marginales de la cuenca, las unidades del Subgrupo Río Neuquén adquiere en su conjunto un neto dominio pelítico, factor que lleva a frecuentes confusiones en la identificación y correlación de las mismas. Esta particularidad se debe al pasaje lateral que sufren estos depósitos según nos ubiquemos sobre el antiguo cordón aluvial o sobre el sector distal de

la planicie de inundación. De esta manera, sobre los sectores del cordón aluvial, ubicados zonas centrales y de mayor subsidencia de la cuenca, el desarrollo de depósitos de fajas de canales permite diferenciar e identificar claramente a las distintas unidades a través de su contraste litológico. Contrariamente, hacia los sectores distales de planicie de inundación, desarrollados sobre las zonas periféricas de la cuenca, se generan secuencias condensadas de granulometría fina y con buen desarrollo de paleosuelos maduros. En estos últimos depósitos, los límites de unidades se encuentran sutilmente representados por cambios en el tipo de paleosuelos, así como por la mayor o menor presencia de delgados cuerpos arenosos vinculados a depósitos de avenidas mantiformes.

Las evidencias sugieren que la depositación del Subgrupo Río Neuquén se efectuó bajo condiciones de control climático dominantes, interactuando en el régimen de producción, descarga y aporte de sedimento. De esta forma, la sedimentación de las unidades de dominio pelítico se encuentran vinculadas a periodos de déficit hídrico; lapsos en los cuales predomina la producción de depósitos finos de tipo condensado asociados a canales con baja capacidad de carga (Milana, 1994). En el caso de las unidades de dominio psamítico, las mismas se vinculan a periodos de mayor caudal hídrico; factor que favorece el incremento en el aporte sedimentario y la generación de depósitos de mayor granulometría con desarrollo de cuerpos de canales amalgamados (Dreyer, 1993; Milana, 1994).

La no individualización de conglomerados extraformacionales ni de piroclastitas dentro de esta secuencia, sumada a la relación de transicionalidad que presentan sus unidades, permiten inferir para este ciclo una etapa de bajo tectonismo y de merma en la actividad del arco volcánico occidental.

Finalmente, el desarrollo del Subgrupo Río Colorado marca el inicio de un nuevo ciclo de sedimentación generado bajo control tectónico, a la par que se produce a la reactivación del arco volcánico occidental. En esta etapa se sucede un brusco cambio en el diseño fluvial, con la instauración de canales arenosos amalgamados de baja sinuosidad. Aquí nuevamente se produce la irrupción tardía hacia el centro de la cuenca de camadas conglomerádicas de origen extraformacional, así como la presencia de delgados horizontes piroclásticos.

Hacia los tramos superiores de la Fm. Anacleto se evidencia un marcado cambio de la secuencia sedimentaria, en la cual se produce el desarrollo de extensos cuerpos de aguas someras en llanuras aluviales de baja pendiente y pobre drenaje. Esta transformación en las condiciones de la cuenca, es

atribuido a un periodo de subsidencia desarrollado durante un estadio de transición previo al cambio de la pendiente regional de la misma hacia la vertiente atlántica; hecho que queda registrado a partir de la discordancia Huantraíquica.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi agradecimiento a H.A. Leanza (SEGEMAR - MACN, Argentina), por las valiosas sugerencias brindadas y por alentar la realización de este trabajo. A.R.A. Coria (Museo Municipal "Carmen Funes", Plaza Huincul, Neuquén, Argentina), L. Chiappe (Natural History Museum of Los Angeles County, USA), L. Salgado (Universidad Nacional del Comahue, Neuquén, Argentina), P. Curry (University of Alberta, Canadá), J. Bonaparte (Museo "Carlos Ameghino", Mercedes, Argentina), J. Canudo (Universidad de Zaragoza, España) S. Apesteeguía (Fundación de Historia Natural Félix de Azara, Buenos Aires, Argentina), A. Kramarz (Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia", Buenos Aires, Argentina), R. Leguizamón (Universidad Nacional de Córdoba, Argentina) y L. Filippi (Museo Provincial de Ciencias Naturales "Prof. Dr. Juan A. Olsacher", Zapala, Neuquén, Argentina), por posibilitar la ejecución de los tareas de relevamiento geológico a través de sus proyectos de investigación. A J. Calvo (Universidad Nacional del Comahue, Neuquén, Argentina), J. Canale y A. Haluza (Museo Municipal "Ernesto Bachmann", Villa El Chocón, Neuquén, Argentina), por facilitar las observaciones de campo en las regiones del lago Los Barreales y Villa El Chocón. Finalmente, mi agradecimiento a D. Álvarez (Museo de Ciencias Naturales "Dr. Arturo Illia", Córdoba, Argentina), A. Forasiepi (Museo de Historia Natural de San Rafael, Mendoza, Argentina), R. Bolatti (Consultor), R. Ortiz (Proyecto Dino, Neuquén, Argentina) y a los técnicos del Museo Municipal "Carmen Funes" de la ciudad de Plaza Huincul (Neuquén, Argentina) D. Hernández, A. Garrido, S. Saldivia (†) y C. Giménez (†), por la valiosa ayuda prestada durante las tareas de campo.

BIBLIOGRAFÍA

- Agnolín, F.L., F.E. Novas & G. Lio. 2003. Restos de un posible galliforme (Aves, Neornithes) del Cretácico Tardío de Patagonia. *XIX^o Jornadas Argentinas de Paleontología de Vertebrados. Ameghiniana* 40(4) Suplemento: 49R.
- Allen, J.R.L. 1965. Fining upward cycles in alluvial successions. *Geological Journal* 4(2): 229-246.
- Alonso-Zarza, A.M., J.F. Genise, M.C. Cabrera, J. Mangas, A. Martín Pérez, A. Valdeolmillos Rodríguez, & M. Dorado Valiño. 2008. Megarhizoliths in Pleistocene aeolian deposits from Gran Canaria (Spain): Ichnological and palaeoenvironmental significance. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 265(1-2): 39-51.
- Alvarenga, H. & J.F. Bonaparte. 1992. A new flightless land-bird from the Cretaceous of Patagonia. En: K.E. Campbell (Ed.), *Papers in Avian Paleontology*. Natural History Museum of Los Angeles County, Science Series 36: 51-64.
- Ameghino, F. 1906. Les formations sédimentaires du Cretacé supérieur et du Tertiaire de Patagonie avec un parallèle entre leurs faunes mammalogiques et celles de l'ancien continent. *Anales Museo Nacional, Serie 3^o Tomo VIII*: 1-745. Buenos Aires.
- Andreis, R.R., A.M. Iñiguez Rodríguez, J.J. Lluch & D.A. Sabio. 1974. Estudio sedimentológico de las formaciones del Cretácico superior del área del lago Pellegrini (provincia de Río Negro, República Argentina). *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 29(1): 85-104.
- Apesteeguía, S. 2004. *Bonitasaura salgadoi* gen. et sp. nov.: a beaked sauropod from the Late Cretaceous of Patagonia. *Naturwissenschaften* 91: 493-497.
- Apesteeguía, S. 2007. The sauropod diversity of the La Amarga Formation (Barremian), Neuquén (Argentina). *Cretaceous Research* 12: 533-546.
- Apesteeguía, S. & H. Zaher. 2006. A Cretaceous terrestrial snake with robust hindlimbs and a sacrum. *Nature* 440: 1037-1040.
- Apesteeguía, S., F.L. Agnolín & K. Claeson. 2007. Review of Cretaceous dipnoans from Argentina (Sarcopterygii, Dipnoi) with description of new species. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales, Nueva Serie* 9(1): 27-40. Buenos Aires.
- Aramayo, S.A. & L.M. Bocanegra. 2001. Icnoficis de *Scoyenia* en la Formación Candeleros (Subgrupo Río Limay, Grupo Neuquén, Cretácico Tardío) provincia del Neuquén, Argentina. *Asociación Paleontológica Argentina. Publicación Especial* 9: 43-48.
- Ardolino, A.A. & M.R. Franchi. 1996. Geología. En: *Geología y Recursos Minerales del Departamento Añelo. Provincia del Neuquén. República Argentina*. Cartas Geológicas y de Recursos Minerales de la Provincia del Neuquén. Escala 1: 200.000. Dirección Nacional del Servicio Geológico, Boletín 3: 9-106. Buenos Aires.
- Armas, P., M.L. Sánchez & C. Moreno. 2008. Horizontes sísmogénicos en depósitos estuáricos de la Formación Anacleto (Grupo Neuquén) en el borde nororiental de la Cuenca Neuquina, Cretácico Superior. *XVII^o Congreso Geológico Argentino*, Actas: 1326-1327.
- Báez, A.M., L. Trueb & J.O. Calvo. 2000. The earliest known pipoid frog from South America: a new genus from the Middle Cretaceous of Argentina. *Journal of Vertebrate Paleontology* 20(3): 490-500.
- Barrio, C.A. 1990. Paleogeographic control of Upper Cretaceous tidal deposits, Neuquén Basin, Argentina. *Journal of South American Earth Sciences* 3(1): 31 - 49.
- Barrio, C.A. 1991. Lateral variations in tidal deposits of the Upper Cretaceous Neuquén Basin, western Argentina. En: D.G. Smith, G.E. Reinson, B.A. Zaitlin & R.A. Rahmani (Eds.). *Clastic Tidal Sedimentol-*

- ogy. Canadian Society of Petroleum Geologist. Memoir 16: 321-334.
- Bertels, A. 1979. Paleobiogeografía de los foraminíferos del Cretácico Superior y Cenozoico de América del Sur. *Ameghiniana* 7(1): 1-56.
- Blair, T.C. & W.L. Bilodeau. 1988. Development of tectonics cyclothems in rift, pull-apart, and foreland basin: sedimentary response to episodic tectonism. *Geology* 16: 517-520.
- Blum, M.D. & D.M. Price. 1994. Glacio-eustatic and climatic controls on Pleistocene alluvial plain deposition, Texas Coastal Plain. *Transactions of the Gulf Coast Association of Geological Societies* 44: 85-92.
- Blum, M.D. & D.M. Price. 1998. Quaternary alluvial plain construction in response to glacio-eustatic and climatic controls, Texas Gulf Coastal Plain. En: K.J. Shanley & P.J. McCabe (Eds.). *Relative Role of Eustasy, Climate and Tectonism on Continental Rocks*: Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication 59: 31-48.
- Bodenbender, G. 1892. Sobre el terreno Jurásico y Cretácico de los Andes Argentinos, entre el río Diamante y el río Limay. *Boletín Academia Nacional de Ciencias* 13: 5-44. Córdoba.
- Bonaparte, J.F. 1991. Los vertebrados fósiles de la Formación Río Colorado, de la ciudad de Neuquén y cercanías, Cretácico superior, Argentina. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia"*. *Paleontología* 4(3): 17-123. Buenos Aires.
- Bonaparte, J.F. 1996. Cretaceous Tetrapods of Argentina. *Münchener Geowissenschaftliche Abhandlungen (A)* 30: 73-130.
- Bonaparte, J.F. & R.A. Coria. 1993. Un nuevo y gigantesco saurópodo titanosaurio de la Formación Río Limay (Albiano-Cenomaniano) de la Provincia del Neuquén, Argentina. *Ameghiniana* 30(3): 271-282. Buenos Aires.
- Bonaparte, J.F. & Z. Gasparini. 1980. Los Saurópodos de los grupos Neuquén y Chubut, y sus relaciones cronológicas. *VIIº Congreso Geológico Argentino*, Actas 2: 393-406.
- Bonaparte, J.F. & F.E. Novas. 1985. *Abelisaurus comahuensis*, Carnosauria del Cretácico Tardío de Patagonia. *Ameghiniana* 21(2-4): 259-265.
- Bordy, E.M., A.J. Bumby, O. Catuneanu & P.G. Eriksson. 2004. Advanced early Jurassic termite (Insecta: Isoptera) nests: evidence from the Clarens Formation in the Tuli Basin, Southern Africa. *Palaios* 19: 68-78.
- Bown, T.M. & M.J. Kraus. 1987. Integration of channels and floodplain suites, I. developmental sequence and lateral relations of paleosols. *Journal of Sedimentary Petrology* 57(4): 587-601.
- Bridge, J.S. 2006. Fluvial facies models: Recent developments. En: H.W. Posamentier & R.G. Walker (Eds.). *Facies Models Revisited*. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication Nº 84: 85-170.
- Bromley, M.H. 1991. Architectural features of the Kayenta Formation (Lower Jurassic), Colorado Plateau, U.S.A.: relationships to salt tectonic in the Paradox Basin. *Sedimentary Geology* 73: 77-99.
- Caldwell, M.W. & A.M. Albino. 2001. Palaeoenvironment and palaeoecology of three Cretaceous snakes: *Pachyophis*, *Pachlyrhachis*, and *Dinilysia*. En: S.F. Vizcaino, R.A. Fariña & C. Janis (Eds.). *Biomechanics and Palaeobiology of Vertebrates*. Acta Palaeontologica Polonica 46: 1-86.
- Calvo, J.O. 1991. Huellas de dinosaurios en la Formación Río Limay (Albiano-Cenomaniano?), Picún Leufú, Provincia de Neuquén, República Argentina. (Ornithischia-Saurischia: Sauropoda. Theropoda). *Ameghiniana* 28(3-4): 241-258.
- Calvo, J.O. & J.F. Bonaparte. 1990. *Andesaurus delgadoi* gen et sp. nov. (Saurischia-Sauropoda), dinosaurio Titanosauridae de la Formación Río Limay (Albiano-Cenomaniano), Neuquén, Argentina. *Ameghiniana* 28(3-4): 303-310.
- Calvo, J.O. & R.A. Coria. 1998. New specimen of *Giganotosaurus carolinii* (Coria & Salgado, 1995), supports it as the largest theropod ever found. *Gaia* 15: 117-122.
- Calvo, J.O. & C.E. Gazzera. 1989. Paleoecología en el sector inferior del Miembro Candeleros (Fm. Río Limay, Grupo Neuquén, Cretácico) en el área del Lago Exequiel Ramos Mexía, Provincia del Neuquén, Patagonia, Argentina. *VIº Jornadas Argentinas de Paleontología de Vertebrados*, Resúmenes: 3-5. San Juan.
- Calvo, J.O. & B.J. González Riga. 2003. *Rinconosaurus caudamirus* gen. et sp. nov., a new titanosaurid (Dinosauria, Sauropoda) from the Late Cretaceous of Patagonia, Argentina. *Revista Geológica de Chile* 30(2): 333-353.
- Calvo, J.O. & M.G. Lockley. 2001. The first pterosaur tracks from Gondwana. *Cretaceous Research* 22: 585-590.
- Calvo, J.O. & L. Salgado. 1995. *Rebbachisaurus tessonei*, sp. nov. A new sauropoda from the Albiano-Cenomanian of Argentina; new evidence on the origin of the Diplodocidae. *Gaia* 11: 13-33.
- Calvo, J.O., R.A. Coria & L. Salgado. 1997a. Uno de los más completos titanosáuridos (Dinosauria-Sauropoda) registrados en el mundo. *XIIIº Jornadas Argentinas de Paleontología de Vertebrados (La Rioja)*. *Ameghiniana* 34(4): 534.
- Calvo, J.O., S. Engelland, S. Heredia, & L. Salgado. 1997b. First record of dinosaur eggshells (?Sauropoda-Megaloolithidae) from Neuquén, Patagonia, Argentina. *Gaia* 14: 23-32.
- Calvo, J.O., D. Rubilar-Rogers & K. Moreno. 2004a. A new Abelisauridae (Dinosauria: Theropoda) from northwest Patagonia. *Ameghiniana* 41(4): 555-563.
- Calvo, J.O., J.D. Porfiri & A.W. Kellner. 2004b. On a new maniraptoran dinosaur (Theopoda) from the Upper Cretaceous of Neuquén, Patagonia, Argentina. *Arquivos do Museu Nacional* 62 (4): 549-566. Río de Janeiro.
- Calvo, J.O., B. González Riga & J.D. Porfiri. 2007a. A new titanosaur sauropod from the Late Cretaceous of Neuquén, Patagonia, Argentina. *Arquivos do Museu Nacional* 65 (4): 485-504. Río de Janeiro.
- Calvo, J.O., J.D. Porfiri & F.E. Novas. 2007b. Discovery of a new ornithomimid dinosaur from the Portezuelo Formation (Upper Cretaceous), Neuquén, Patagonia, Argentina. *Arquivos do Museu Nacional* 65 (4): 471-483. Río de Janeiro.

- Canale, J.I., C.A. Scanferla, F.L. Agnolin & F.E. Novas. 2008. New carnivorous dinosaur from the Late Cretaceous of NW Patagonia and the evolution of abelisaurid theropods. *Naturwissenschaften* 96(3): 409-414.
- Canudo, J. L., L.S. Filippi, L. Salgado, A.C. Garrido, I. Cerda, R. García & A. Otero. 2007. Nuevos datos sobre los Titanosaurios (Dinosauria, Sauropoda) de la Formación Plottier (Coniaciense – Santoniense) en Rincón del los Sauces (Neuquén, Patagonia, Argentina). En: E. Díaz-Martínez & I. Robano (Eds.), *IV° European Meeting on the Palaeontology and Stratigraphy of Latin America. Cuadernos del Museo Geominero* N° 8: 81-84. Madrid.
- Canudo, J. I., L.S. Filippi, L. Salgado, A.C. Garrido, I. Cerda, R. García, & A. Otero. 2009. Theropod teeth associated with a sauropod carcass in the Upper Cretaceous (Plottier Formation) of Rincón de los Sauces. *IV° Jornadas Internacionales sobre Paleontología de Dinosaurios y su Entorno, Salas de los Infantes, Burgos*. Actas 343-352. España.
- Carballido, J.L., A.C. Garrido, J.I. Canudo & L. Salgado. 2010. Redescription of *Rayososaurus agrioensis* Bonaparte (Sauropoda, Diplodocoidea), a rebachisaurid from the early Late Cretaceous of Neuquén. *Geobios* 43(5): 493-502.
- Carta Estratigráfica Internacional. 2009. International Union of Geological Sciences, International Commission on Stratigraphy <<http://www.stratigraphy.org>>
- Cazau, L.B. & M.A. Uliana. 1973. El Cretácico superior continental de la Cuenca Neuquina. *V° Congreso Geológico Argentino*. Actas 3: 131-163.
- Cevallos, M.F. 2005. Análisis estratigráfico de alta frecuencia del límite kimmeridgiano – tithoniano en el subsuelo de la Dorsal de Huincul, Cuenca Neuquina. *Petrotecnia* (Diciembre): 34-55.
- Chiappe, L.M. & R. A. Coria. 2004. Auca Mahuevo, un extraordinario sitio de nidificación de dinosaurios saurópodos del Cretácico Tardío, Neuquén, Argentina. *Ameghiniana* 41(4): 591-596.
- Chiappe, L.M., R.A. Coria, L. Dingus, F.D. Jackson, A. Chinsamy & M. Fox. 1998. Sauropod dinosaur embryos from Late Cretaceous of Patagonia. *Nature* 396: 258-261.
- Chiappe, L.M., L. Dingus, F.D. Jackson, G. Grellet-Tinner, R. Aspinall, J. Clarke, R. Coria, A.C. Garrido & D. Loope. 2000. Sauropod eggs and embryos from the Upper Cretaceous of Patagonia. *I° Symposium of Dinosaur Eggs and Embryos*, Actas: 23-29. Isona, España.
- Chiappe, L. M., L. Salgado & R. A. Coria. 2001. Embryonic skulls of titanosaur sauropod dinosaurs. *Science* 293: 2444-2446.
- Chiappe, L.M., J.G. Schmitt, F.D. Jackson, A.C. Garrido, L. Dingus & G. Grellet-Tinner. 2004. Nest structure for sauropods: sedimentary criteria recognition of dinosaur nesting traces. *Palaio* 19: 89-95.
- Código Argentino de Estratigrafía. 1992. Comité Argentino de Estratigrafía. *Asociación Geológica Argentina, Serie B (Didáctica y Complementaria)* 20: 1-63. Buenos Aires.
- Collinson, J.D. & D.B. Thompson. 1992. *Sedimentary structures (second edition)*. Chapman & Hall, London, 207 pp.
- Collinson, J.D. 1978. Vertical sequence and sand body shape in alluvial sequences. En: A.D. Miall (Ed.). *Fluvial Sedimentology*. Canadian Society of Petroleum Geologists, Memoir 5: 577-586.
- Collinson, J.D. 1986. Alluvial sediments. En: H.G. Reading (Ed.). *Sedimentary Environments and Facies*. Blackwell Scientific Publications, London, Capítulo 3: 20-62
- Condat, P., C. Cruz, E. Kozłowsky & R. Manceda. 1990. Ambiente deposicional de las sedimentitas del Grupo Neuquén Inferior en el suroeste de Mendoza, Argentina. *XI° Congreso Geológico Argentino*, Actas 3: 65-68.
- Corbella, H., F.E. Novas, S. Apesteguía & H.A. Leanza. 2004. First fision-track age for the dinosaur-bearing Neuquén Group (Upper Cretaceous), Neuquén Basin, Argentina. *Revista del Museo de Ciencias Naturales, Nueva Serie* 6(2): 227-232. Buenos Aires.
- Coria, R.A. & J.O. Calvo. 2002. A new iguanodontian ornithopod from Neuquén Basin, Patagonia, Argentina. *Journal of Vertebrate Paleontology* 22: 503-509.
- Coria, R.A. & P. Curie. 2002. Un gran terópodo celurosaurio en el Cretácico Superior de Neuquén. *XVIII° Jornadas Argentinas de Paleontología de Vertebrados*. Bahía Blanca. *Ameghiniana* 39(4S): 9R.
- Coria, R.A. & P. Curie. 2006. A new carcharodontosaurid (Dinosauria, Theropoda) from the Upper Cretaceous of Argentina. *Geodiversitas* 28(1): 5-52.
- Coria, R.A. & L. Salgado. 1995. A new giant carnivorous dinosaur from the Cretaceous of Patagonia. *Nature* 377: 224-226.
- Coria, R.A. & L. Salgado. 1996. A basal iguanodontian (Ornithischia: Ornithopoda) from the Late Cretaceous of South America. *Journal of Vertebrate Paleontology* 16(3): 445-457.
- Coria, R.A. & L. Salgado. 1998. A basal Abelisauria Novas, 1992 (Theropoda-Ceratosauria) from the Cretaceous of Patagonia. *Gaia* 15: 89-102.
- Coria, R.A., G. Cladera & L. Salgado. 1996. Sobre una nueva localidad fosilífera en la Formación Río Limay? Cretácico Superior temprano, en la localidad de Cerro Bayo Mesa, Provincia de Neuquén. *XII° Jornadas Argentinas de Paleontología de Vertebrados*. *Ameghiniana* 33 (Resúmenes): 463.
- Coria, R.A., P.J. Currie, D. Eberth, A.C. Garrido & E. Koppelhus. 2001. Nuevos vertebrados fósiles del Cretácico Superior de Neuquén. *Ameghiniana* 38(4): 6R. Buenos Aires.
- Coria, R.A., L.M. Chiappe & L. Dingus. 2002a. A new close relative of *Carnotaurus sastrei* Bonaparte, 1985 (Theropoda: Abelisauridae) from the Late Cretaceous of Patagonia. *Journal of Vertebrate Paleontology* 22: 460-465.
- Coria R.A., P.J. Currie, D. Eberth & A.C. Garrido. 2002b. Bird footprints from the Anacleto Formation (Late Cretaceous), Neuquén, Argentina. *Ameghiniana* 39(4): 453-463.
- Coria, R.A., P.J. Currie & A. Paulina Carabajal. 2006.

- A new abelisauroid theropod from northwestern Patagonia. *Canadian Journal of Earth Sciences* 43: 1283-1289.
- Coria, R.A., A.V. Cambiaso & L. Salgado. 2007. New records of basal ornithomimid dinosaurs in the Cretaceous of North Patagonia. *Ameghiniana* 44(2): 473-477.
- Criado Roqué, P. 1972a. Bloque de San Rafael. En: A.F. Leanza (Ed.). *Geología Regional Argentina*. Academia Nacional de Ciencias. pp: 283-295. Córdoba.
- Criado Roqué, P. 1972b. Cinturón Móvil Mendocino-Pampeano. En: A. F. Leanza (Ed.) *Geología Regional Argentina*. Academia Nacional de Ciencias. pp: 297-303. Córdoba.
- Cruz, C.E. 1993. Facies y estratigrafía secuencial del Cretácico superior en la zona de río Diamante, Provincia de Mendoza, Argentina. *XII Congreso Argentino de Geología y II Congreso de Exploración de Hidrocarburos*. Actas 1: 46-54. Mendoza.
- Cruz, C. E., E. Condat, E. Kozłowski & R. Mancada. 1989. Análisis estratigráfico secuencial del Grupo Neuquén (Cretácico superior) en el valle del río Grande, Provincia de Mendoza. *I Congreso Nacional de Exploración de Hidrocarburos*. Actas 2: 689-714. Mar del Plata.
- d'Orbigny, A.D. 1842. Voyage dans L'Amérique Méridionale. *Geologie* Vol. 3(3): 7-177. *Bertrandt Edit.* Paris y Estrasburgo.
- Dalrymple, R.W. 1979. Wave-induced liquefaction: a modern example from the Bay of Fundy. *Sedimentology* 26: 835-844.
- Danderfer J.C. & P. Vera. 1992. Geología. En: *Geología y recursos naturales del Departamento Confluencia, provincia del Neuquén, República Argentina*. Dirección Provincial de Minería, Boletín 1: 23-45. Zapala.
- Davies, H.G. 1965. Convolute lamination and other structures from the Lower Coal Measures of Yorkshire. *Sedimentology* 5: 305-325.
- De Boer, P.L., J.S. Prag & A.D. Oost. 1991. Vertically persistent sedimentary facies boundaries along growth anticlines and climate-controlled sedimentation in the thrust-sheet-top South Pyrenean Temp-Graus Foreland Basin. *Basin Research* 3(2): 63-78.
- de Ferrariis, C. 1947. Edad del arco o Dorsal antigua del Neuquén oriental de acuerdo con la estratigrafía de la zona inmediata. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 2(3): 256-283.
- de Ferrariis, C. 1968. El Cretácico del Norte de la Patagonia. *3º Jornadas Geológicas Argentinas*. Actas 1: 121-144. Buenos Aires.
- de la Fuente, M.S. 1993. Un posible Podocnemididae (Pleurodira: Pelomedusoides) en el Cretácico tardío de la Patagonia. Implicaciones paleobiogeográficas. *Ameghiniana* 30(4): 423-433. Buenos Aires.
- de la Fuente, M.S. 2003. Two new pleurodiran turtles from the Portezuelo Formation (Upper Cretaceous) of northern Patagonia, Argentina. *Journal of Paleontology* 77: 559-575.
- de la Fuente, M.S. 2007. Testudines. En: Z. Gasparini, L. Salgado & R.A. Coria (Eds.), *Patagonian Mesozoic Reptiles*. Indiana University Press, Bloomington, 50-86.
- de la Fuente, M.S., J.O. Calvo & B.J. González Riga. 2007. A new Cretaceous chelid turtle from Northern Neuquén Basin Argentina. *Ameghiniana* 44 (2): 485-492.
- Di Paola, E.C. 1973. Caracterización litoestratigráfica de la Formación Neuquén. *Vº Congreso Geológico Argentino*. Actas 3: 197-206.
- Di Paola, E.C. & H.G. Marchese. 1970. Relaciones litoestratigráficas entre las Formaciones Rayoso, Candeleros y Huincul, Provincia de Neuquén, república Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 25(1): 111-120.
- Digregorio, J. H. 1972. Neuquén. En: Leanza, A.F. (Ed.): *Geología Regional Argentina*. Centenario Academia Nacional de Ciencias: 439-506. Córdoba.
- Digregorio, J.H. & M.A. Uliana. 1980. Cuenca Neuquina. En: *IIº Simposio de Geología Regional Argentina*. Academia Nacional de Ciencias (Córdoba) 2: 985-1032.
- Dingus, L., J. Clarke, G.R. Scott, C.C. Sweisher III & R.A. Coria. 2000. Stratigraphy and magnetostratigraphic/faunal constraints for the age of sauropod embryo-bearing rocks in the Neuquén Group (Late Cretaceous, Neuquén Province, Argentina). *American Museum Novitates* 3290: 1-11.
- Dingus, L., A.C. Garrido, G.R. Scott, L.M. Chiappe, J. Clarke & J.G. Schmitt. 2009. The litho-, bio-, and magnetostratigraphy of titanosaurian nesting sites in the Anacleto Formation at Auca Mahuevo (Campanian, Neuquén Province, Argentina). En: L. Barry Albright III (Ed.): *Papers on Geology, Vertebrate Paleontology, and Biostratigraphy in Honor of Michael O. Woodburne*. Museum of Northern Arizona Bulletin 65: 237-258.
- Doering, A. 1882. Geología. En: Informe oficial de la Comisión agregada al Estado Mayor General de la Expedición al Río Negro (Patagonia) realizada en los meses de Abril, Mayo y Junio de 1879, bajo las órdenes del General Julio A. Roca. IIIº Parte, Geología: 299-530. Buenos Aires.
- Dreyer, T. 1993. Quantified fluvial architecture in ephemeral stream deposits of the Esplugafreda Formation (Paleocene), Tremp-Graus Basin, northern Spain. En: M. Marzo & C. Puigdefabregas (Eds.). *Alluvial Sedimentation*. International Association of Sedimentologists, Special Publication 17: 337-362.
- Eberth, D.A. & S.C. O'Connell. 1995. Notes on changing paleoenvironments across the Cretaceous-Tertiary boundary (Scollard Formation) in the Red Deer River valley of southern Alberta. *Bulletin of Canadian Petroleum Geology* 43(1): 44-53
- Embry, A.F. 1990. A tectonic origin for depositional sequences in extensional basins - Implications for basin modeling. En: T.A. Cross (Ed.). *Quantitative Dynamic Stratigraphy*. Prentice-Hall, New York, pp: 491-501.
- Ethridge, F.G., L.J. Wood & S.A. Schumm. 1998. Cyclic variables controlling fluvial sequence development: problems and perspectives. En: K.W. Shanley & P.J. McCabe (Eds.). *Relative role of eustasy, climate, and tectonism in continental rocks*. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication 59: 17-29.
- Fernández Carro, A. 1949. Noticia preliminar sobre la extensión de la cuenca de depositación de los es-

- tratos con Dinosaurios en el norte del Neuquén. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 4(3): 235-238.
- Feruglio, E. 1949. Descripción Geológica de la Patagonia. *Dirección General de Yacimientos Petrolíferos Fiscales* Tomo 1: 1-334. Buenos Aires.
- Filippi, L.S. & A.C. Garrido. 2008. *Pitekunsaurus macayai* gen. et sp. nov., nuevo titanosaurio (Saurischia, Sauropoda) del Cretácico Superior de la Cuenca Neuquina, Argentina. *Ameghiniana* 45(3): 575-590.
- Filippi, L.S., J.I. Canudo, J.L. Salgado, A.C. Garrido, R. García, I. Cerda & A. Otero. En Prensa. New sauropod from Plottier Formation of Patagonia (Argentina). *Geológica Acta*.
- Fiorelli, L. & J.O. Calvo. 2007. The first "Protosuchian" (Archosauria: Crocodyliformes) from the Cretaceous (Santonian) of Gondwana. *Arquivos do Museu Nacional* 65(4): 417-459. Río de Janeiro.
- Fossa Mancini, E., E. Feruglio & J.C. Yussen de Campana. 1938. Una reunión de geólogos de Y.P.F. y el problema de la terminología estratigráfica. *Boletín de Informaciones Petroleras* 15(171): 1-67. Buenos Aires.
- Franzese, J., L. Spalletti, I. Gómez Pérez & D. Macdonald. 2003. Tectonic and paleoenvironmental evolution of Mesozoic sedimentary basins along the Andean foothills of Argentina (32° - 54°S). *Journal of South American Earth Sciences* 16: 81-90.
- Frenguelli, J. 1930. Nomenclatura estratigráfica patagónica. *Museo de la Sociedad Científica Argentina* 3: 1-117. Buenos Aires.
- Frenguelli, J. 1937. Excursión geológica al Neuquén realizada en el año 1932. Relación Preliminar. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias* 34: 11-31. Córdoba.
- Friend, P.F. 1983. Towards the field classification of alluvial architecture or sequence. En: J.D. Collinson & J. Lewin (Eds.). *Modern and Ancient Fluvial System*. International Association of Sedimentologists, Special Publication 6: 345-354.
- Frostick, L.E. & I. Reid. 1989. Climatic versus tectonic controls of fan sequences: lessons from the Dead Sea, Israel. *Journal of the Geological Society of London* 146: 527-538.
- Gallina, P.A. & S. Apesteguía. 2005 *Cathartesaura anaeróbica* gen. et sp. nov., a new rebbachisaurid (Dinosauria, Sauropoda) from Huincul the Formation (Upper Cretaceous), Río Negro, Argentina. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales, Nueva Serie* 7(2): 153-166. Buenos Aires.
- Gallo, V., J. Calvo & A. Kellner. 2003. First occurrence of teleostean fish in the Portezuelo Formation (Upper Cretaceous), Neuquén Group, Patagonia, Argentina. *IIIº Simpósio Brasileiro de Paleontologia de Vertebrados* (Rio de Janeiro), *Resúmenes*: 29.
- Garrido, A.C. 2000. Estudio estratigráfico y reconstrucción paleoambiental de las secuencias fosilíferas continentales del Cretácico Superior en las inmediaciones de Plaza Huincul, provincia del Neuquén. Escuela de Geología de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba. Trabajo Final para el Título de Grado. 78 pp. Inédita.
- Garrido, A.C. 2010. Paleoenvironment of the Auca Mahuevo and Los Barreales sauropod nesting-sites (Late Cretaceous, Neuquén province, Argentina). *Ameghiniana* 47(1): 99-106.
- Garrido, A.C. & J.O. Calvo. 2004. Reasignación litoestratigráfica de los niveles portadores de *Megaloolithus patagonicus* Calvo et al. (Dinosauria: Sauropoda) en las bardas de la ciudad de Neuquén. *Ameghiniana* (Suplemento) 41(4): 47R.
- Garrido, A.C., L.M. Chiappe, F.D. Jackson, J.G. Schmitt & L. Dingus. 2001. First sauropod nest structures. *Journal of Vertebrate Paleontology, Abstracts of Papers* 21(3): 52A-53A.
- Gasparini, Z.B., L.M. Chiappe & M. Fernández. 1991. A new Senonian peirosaurid (Crocodylomorpha) from Argentina and a synopsis of the South American Cretaceous crocodylians. *Journal of Vertebrate Paleontology* 11:316-333.
- Gazzera, C.E. & J.O. Calvo. 1991. Asignación de los estratos de la formación la balsa a la Formación Río Colorado, Senoniano de la Cuenca Neuquina. *Ameghiniana* 28(3-4): 408.
- Gazzera, C.E. & L.A. Spalletti. 1990. Modelo de sedimentación arenosa y fangosa en canales fluviales: Grupo Neuquén inferior, Cretácico, Argentina Occidental. *Revista Geológica de Chile* 17(2): 131-151.
- Gentili, C.A. 1950. Descripción geológica de la Hoja 35c, Ramón Castro (Neuquén). *Dirección General de Industria y Minería*. Boletín 72:1- 48. Buenos Aires.
- Gerth, F. 1925. Estratigrafía y distribución de los sedimentos mesozoicos en los Andes argentinos. *Actas de la Academia Nacional de Ciencias* 9: 1-56. Córdoba.
- Gibling, M.R. 2006. Width and thickness of fluvial channel bodies and valley fills in the geological record: a literature compilation and classification. *Journal of Sedimentary Research* 76: 731-770.
- Giusiano, A. & G. Pettinari. 1999. La Formación Lisandro (Cretácico Superior), Neuquén: Geología, mineralogía y características tecnológicas. *XIVº Congreso Geológico Argentino*. Actas 1: 449-451.
- Goin, F.J., A. Carlini & R. Pascual. 1986. Un probable marsupial del Cretácico Tardío del norte de Patagonia, Argentina. *IVº Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía*. Actas: 43-47.
- González Díaz, E.F. & J.A. Ferrer. 1986. *Geomorfología de la provincia del Neuquén. Relevamiento y priorización de áreas con posibilidad de Riego*. Consejo Federal de Inversiones. Informe. Expediente. N° 181, 111 pp. Inédito.
- González Riga, B.J. 2003. A new titanosaur (Dinosauria, Sauropoda) from the Upper Cretaceous of Mendoza, Argentina. *Ameghiniana* 40: 155-172.
- González Riga, B.J., E. Previtara & C.A. Pirrone. 2009. *Malarguesaurus florenciae* gen. et sp. nov., a new titanosauriform (Dinosauria, Sauropoda) from the Upper Cretaceous of Mendoza, Argentina. *Cretaceous Research* 30: 135-148.
- Groeber, P. 1918. Edad y extensión de las estructuras de la cordillera entre San Juan y Nahuel Huapi. *Physis* 4(17): 208-240.
- Groeber, P. 1927. Hoja Geológica 31c "Confluencia de

- los ríos Grande y Barrancas”, escala 1:200.000. *Dirección de Minas y Geología*. Buenos Aires
- Groeber, P. 1929. Líneas fundamentales de la geología del Neuquén, sur de Mendoza y regiones adyacentes. *Dirección General de Minería, Geología e Hidrología*. Publicación 58: 1-109. Buenos Aires.
- Groeber, P. 1931. El doctor Richard Wichmann y su obra científica. *Physis* 10(36): 267-278.
- Groeber, P. 1933. Confluencia de los ríos Grande y Barrancas (Mendoza y Neuquén). Descripción de la Hoja 31c del mapa geológico general de la República Argentina. *Dirección de Minas y Geología*. Boletín N° 38, 72 pp.
- Groeber, P. 1937. Mapa geológico-general de la República Argentina. Hoja Geológica 30c (Puntilla de Huincán), escala 1:200.000. *Dirección Nacional de Geología y Minería*. Buenos Aires.
- Groeber, P. 1939. Mapa geológico de Mendoza. *Physis* 14(46): 171-220.
- Groeber, P. 1946. Observaciones geológicas a lo largo del meridiano 70°. I Hoja Chos Malal. *Revista de la Sociedad Geológica Argentina* 1(3): 177-208.
- Groeber, P. 1947a. Observaciones geológicas a lo largo del meridiano 70°. II Hoja Sosneao y Maipo. *Revista Sociedad Geológica Argentina* 2(2): 141-176.
- Groeber, P. 1947b. Observaciones geológicas a lo largo del meridiano 70°. III Hoja Domuyo, Mari Mahuida, Huarhuar Co y parte de Epu Lauken. IV Hojas Bardas Blancas y Molles. *Revista Sociedad Geológica Argentina* 2(4): 347-433.
- Groeber, P. 1952. Mesozoico. Geografía de la República Argentina. Tomo II, Primera parte. *GAEA*. Buenos Aires. 541 pp.
- Groeber, P. 1959. Supracretácico. Geografía de la República Argentina. Tomo II, Segunda parte. *GAEA*. Buenos Aires. 165 pp.
- Groll P.E. & J.R. Steidmann. 1987. Fluvial response to Eocene tectonism, the Bridger Formation, Southern Wind River Range, Wyoming. En: F.G. Ethridge, R.M. Flores & M.D. Harvey (Eds.). *Recent Developments in Fluvial Sedimentology*. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication 39: 263-268. Tulsa
- Guccione, M.J. 1993. Grain-size distribution of overbank sediment and its use locate channel positions. En: M. Marzo & C. Puigdefabregas (Eds.). *Alluvial Sedimentation*. International Association of Sedimentologists, Special Publication 17: 185-194.
- Hajek, E.A., P.L. Heller & B.A. Sheets. 2010. Significance of channel-belt clustering in alluvial basins. *Geology* 38(6): 535-538.
- Hanneman, D.L. & Ch.J. Wideman. 1991. Sequence stratigraphy of Cenozoic continental rocks, southwestern Monatan. *Geological Society of America Bulletin* 103: 1335-1345.
- Heller, P.L. & C. Paola. 1992. The large-scale dynamics of grain-size variation in alluvial basin, 2: Application to syntectonic conglomerate. *Basin Research* 4: 388-391.
- Heller, P.L., C.L. Angevine, N.S. Wilson & C. Paola. 1988. Two-stage stratigraphic model for foreland basin sequences. *Geology* 16: 501-504.
- Heredia, S. & J.O. Calvo. 1997. Sedimentitas eólicas en la Formación Río Colorado (Grupo Neuquén) y su relación con la fauna del Cretácico superior. *Ameghiniana* 34(1): 120. Buenos Aires.
- Heredia, S. & J.O. Calvo. 2002. Estratigrafía de las bardas de la ciudad de Neuquén, Argentina. *XV Congreso Geológico Argentino*. Actas: 699-705.
- Heredia, S. & L. Salgado. 1999. Posición estratigráfica de los estratos supracretácicos portadores de dinosaurios en el lago Pellegrini, Patagonia septentrional, Argentina. *Ameghiniana* 36(2): 229-234. Buenos Aires.
- Hermitte, E. 1915. La geología y minería argentinas en 1914. *Tercer Censo Nacional de la República Argentina*. Compañía Sud-Americana de Billetes de Banco. Buenos Aires. 100 pp.
- Herrero Ducloux, A. 1938. *Reconocimiento de la zona situada entre la vía férrea, el río Neuquén y el meridiano de Plaza Huincul*. Yacimientos Petrolíferos Fiscales. 23pp. Inédito.
- Herrero Ducloux, A. 1939. Estratigrafía tectónica de los Estratos con Dinosaurios del Neuquén. En: *II Reunión de Geólogos y Geofísicos de YPF*. Boletín de Informaciones Petroleras 16(180): 16-17. Buenos Aires.
- Herrero Ducloux, A. 1946. Contribución al conocimiento geológico del Neuquén extraandino. *Boletín de Informaciones Petroleras* 23(226): 245-281. Buenos Aires.
- Herrero Ducloux, A. 1947. Los depósitos terrestres del Cretácico medio y superior del Neuquén y sur de Mendoza. *Boletín de Informaciones Petroleras* 24(271): 171-178. Buenos Aires.
- Hogg, S.L. 1993. Geology and hydrocarbon potential of the Neuquén Basin. *Journal of Petroleum Geology* 16(4): 383-396.
- Holmberg, E. 1964. Descripción Geológica de la Hoja 33d, Auca Mahuida, Provincia del Neuquén. *Dirección Nacional de Geología y Minería*, Boletín N° 94: 1-112. Buenos Aires.
- Holmberg, E. 1976. Descripción Geológica de la Hoja 32c, Buta Ranquil, Provincia del Neuquén. *Servicio Geológico Nacional*, Boletín N° 152: 1-98. Buenos Aires.
- Howell, J.A., E. Schwarz, L.A. Spalletti & G.D. Veiga. 2005. The Neuquén Basin: an overview. En: G.D. Veiga, L.A. Spalletti, J.A. Howell & E. Schwarz (Eds.): *The Neuquén Basin, Argentina: A Case Study in Sequence Stratigraphy and Basin Dynamics*. Geological Society, London, Special Publications 252: 1-14.
- Huene, F. von. 1929. Los Saurisquios y Ornisquios del Cretácico Argentino. *Anales del Museo de La Plata*, 2° Serie 3: 1-196. La Plata.
- Hugo, C.A. & H.A. Leanza. 2001. Hoja Geológica 3069-IV General Roca (escala 1:250.000). Provincias de Río Negro y Neuquén. *Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR*. Boletín 308: 1-65. Buenos Aires.
- Introcaso, A., M.C. Pacino & J. Fraga. 1992. Gravity, isostasy and Andean crustal shortening between latitudes 30° and 35°S. *Tectonophysics* 205: 31-48.
- Keidel, J., 1913. *Informe geológico sobre el yacimiento de Challacó*. Territorio del Neuquén. Ed. Peuser. Buenos Aires. 36 pp.

- Keidel, J., 1917. Über das patagonische Tafelland und ihre zuehungen zu den geologischen ercheinungen in den Argentinischen Anden gebiet und Litoral. *Zeitschrift der Deutsche Akademie Wiessenschaft* 3(5-6): 219-245. Stuttgart.
- Keidel, J. 1925. Sobre la estructura tectónica de las capas petrolíferas en el oriente del Territorio del Neuquén. Ministerio de Agricultura. *Dirección General de Minería y Geología*, Publicación 8: 5-67. Buenos Aires.
- Kellner, A.W., J.O. Calvo, J.M. Sayao & J.D. Porfiri. 2006. Pterosaur bones from the Portezuelo Formation (Cretaceous), Neuquén Group, Patagonia, Argentina. *Arquivos do Museu Nacional* 64(4): 369-375. Rio de Janeiro.
- Krapovickas, V. & A.C. Garrido. 2006. Sobre una huella de Theropoda de la Formación Anacleto (Campaniano Temprano), provincia del Neuquén, Argentina. *Ameghiniana* 43(4) Suplemento: 43R.
- Kraus, M.J. & L.T. Middleton. 1987. Contrasting architecture of two alluvial suites in different structural settings. En: F.G. Ethridge, R.M. Flores & M.D. Harvey (Eds.). *Recent Developments in Fluvial Sedimentology*. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication 39: 253-262. Tulsa.
- Lageson, D.R. & J.G. Schmitt. 1994. The siever orogenic belt of the Western United States: recent advances in understanding its structural and sedimentological framework. En: M.V. Caputo, J.A. Peterson & K.J. Franczyk (Eds.). *Mesozoic systems of the Rocky Mountain region, U.S.A.* Rocky Mountain Section of Society of Sedimentary Geology: 27-64.
- Lapparent de Broin, F. de & M.S. de la Fuente. 2001. Oldest world Chelidae (Chelonii, Pleurodira), from the Cretaceous of Patagonia. *Comptes Rendues Académie des Sciences de Paris* 333: 463-470.
- Lawton, T.F., S.E. Boyer & J.G. Schmitt. 1994. Influence of inherited taper on structural variability and conglomerate distribution, Cordilleran fold and thrust belt, western United Sates. *Geology* 22: 339-342.
- Leanza, H.A. 1999. The Jurassic and Cretaceous terrestrial beds from Southern Neuenen Basin, Argentina. Field Guide. *Instituto Superior de Correlación Geológica. INSUGEO*. Serie Miscelánea 4:1-30. San Miguel de Tucumán.
- Leanza, H.A. 2003. Las sedimentitas huitrinianas y rayosianas (Cretácico inferior) en el ámbito central y meridional de la cuenca Neuquina, Argentina. *Servicio Geológico Minero Argentino, Serie de Contribuciones Técnicas - Geología* 2: 1-31
- Leanza, H.A. 2009. Las principales discordancias del Mesozoico de la Cuenca Neuquina según observaciones de superficie. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales, Nueva Serie* 11 (2): 145-184. Buenos Aires.
- Leanza, H.A. & C.A. Hugo. 1995. Revisión estratigráfica del Cretácico inferior continental en el ámbito sudoriental de la Cuenca Neuquina. *Revista Asociación Geológica Argentina* 50 (1-4): 30-32. Buenos Aires.
- Leanza, H.A. & C.A. Hugo. 1997. Hoja Geológica 3969-III - Picún Leufú, provincias del Neuquén y Río Negro. *Instituto de Geología y Recursos Naturales. SEGEMAR*. Boletín 218: 1- 135. Buenos Aires.
- Leanza, H.A. & C.A. Hugo. 2001. Cretaceous red beds from southern Neuquén basin (Argentina): age, distribution and stratigraphic discontinuities. 7th International Symposium on Mesozoic Terrestrial Ecosystems. Asociación Paleontológica Argentina, Publicación Especial 7: 117-122. Buenos Aires.
- Leanza, H.A., C.A. Hugo & D. Repol, 2001. Hoja geológica 3969-I, Zapala (escala 1: 250.000), provincia del Neuquén. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina a escala 1: 250.000. Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR. Boletín 275: 1-128.versión digital. (=2005, Versión impresa)
- Leanza, H.A. & C.A. Hugo 2001. Hoja Geológica 3969-I - Zapala, provincia del Neuquén. *Instituto de Geología y Recursos Naturales. SEGEMAR*. Boletín 275: 1- 128. Buenos Aires.
- Leanza, H., S. Apestegua, F.E. Novas & M.S. De la Fuente. 2004. Cretaceous terrestrial beds from the Neuquén Basin (Argentina) and their tetrapod assemblages. *Cretaceous Research* 25: 61-87.
- Leeder, M.R. & R.L. Gawthorpe. 1987. Sedimentary models for extensional tilt-block/half graben basin. En: M.P. Coward, J.F. Dewey & P.L. Hancock (Eds.). *Continental Extensional Tectonics*. Geological Society of London, Special Publication 73: 7-22.
- Legarreta, L. & C.A. Gulisano. 1989. Análisis estratigráfico secuencial de la Cuenca Neuquina (Triásico superior - Terciario inferior). En: G. Chebli & L. Spalletti (Eds.), *Cuencas Sedimentarias Argentinas. Xº Congreso Geológico Argentino*. Serie Correlación Geológica 6: 221-243. Buenos Aires.
- Legarreta, L. & M.A. Uliana. 1998. Anatomy of hinterland depositional sequences: Upper Cretaceous fluvial strata, Neuquén Basin, west-centrl Argentina. En: K.W. Shanley & P.J. McCabe (Eds.), *Relative Role of Eustacy, Climate, and Tectonism in Continental Rocks*. Society of Economic Paleontologist and Mineralogists, Special Publication N° 59: 83-92. Tulsa.
- Legarreta, L., D.A. Kokogíán & D.A. Boggetti. 1989. Depositional sequences of the Malargüe Group (Upper Cretaceous – lower Tertiary), Neuquén Basin, Argentina. *Cretaceous Research* 10: 337-356.
- Legarreta, L., C.A. Gulisano & M.A. Uliana. 1993a. Las secuencias sedimentarias jurásico-cretácicas. En: V.A. Ramos (Ed.). *Geología y Recursos Naturales de Mendoza. XIIº Congreso Geológico Argentino y Iº Congreso de Exploración de Hidrocarburos*. Relatorio I (9): 87-114.
- Legarreta, M.A. Uliana, C.A. Larotonda & G. Meconi. 1993b. Approaches to nonmarine sequence stratigraphy – Theoretical models and examples from Argentina basins. En: R. Eschard & B. Doligez (Eds.). *Subsurface Reservoir Characterization from Outcrop Observations*. Editions Technip: 125-143.
- Leгуizamón, R. & A.C. Garrido. 2000. Silicificaciones y moldes de tallos cretácicos de la Formación Huinul (Grupo Neuquén, Subgrupo Río Limay), provincia del Neuquén. *Ameghiniana* (Suplemento) 37(4): 11R.
- Loope, D., J. Schmitt & F. Jackson. 2000. Thunder plat-

- ters: thin discontinuous limestones in Late Cretaceous continental mudstones of Argentina may be chemically infilled saurópodo tracks. *Geological Society of America*, Abstracts with Programs: A450.
- Lowe, D. R. 1975. Water escape structures in coarse-grained sediments. *Sedimentology* 22: 157-204.
- Lydekker, R. 1893. Contributions to the study of the fossil vertebrates of Argentina. I. The Dinosaurs of Patagonia. *Anales del Museo de La Plata*, Paleontología 2: 1-14. La Plata.
- Macdonald, D., I. Gómez-Pérez, J. Franzese, L. Spalletti, L. Lawver, L. Gahagan, I. Dalziel, C. Thomas, N. Trewin, M. Hole & D. Paton. 2003. Mesozoic breakup of SW Gondwana: implications for regional hydrocarbon potential of the southern South Atlantic. *Marine and Petroleum Geology* 20: 287-308.
- Macellari, C.E. 1988. Cretaceous paleogeography and depositional cycles of western South America. *Journal of South America Earth Sciences* 1(4): 373-418.
- Makovicky, P.J., S. Apesteguía & F.L. Agnolín. 2005. The earliest dromaeosaurid theropod from South America. *Nature* 437: 1007-1011.
- Manceño, M.O. & S.E. Damborenea. 1984. Megafauna de vertebrados paleozoicos y mesozoicos. *IXº Congreso Geológico Argentino*. Relatorio 2(5): 423-465.
- Marchese, H. 1971. Litoestratigrafía y variaciones faciales se las sedimentitas mesozoicas de la Cuenca Neuquina, Provincia del Neuquén, República Argentina. *Revista Asociación Geológica Argentina* 26 (3): 343-410.
- Martinelli, A.G. & D.F. Pais. 2008. A new baurusuchid crocodyliform (Archosauria) from the Late Cretaceous of Patagonia (Argentina). *Comptes Rendus Paleovol* 7(6): 371-381.
- Martinelli, A.G. & E.I. Vera. 2007. *Achillesaurus manazzoni*, a new alvarezsaurid theropod (Dinosauria) from the Late Cretaceous Bajo de la Carpa Formation, Río Negro Province, Argentina. *Zootaxa* 1582: 1-17.
- Martínez, L.C.A. 2008. Maderas de Araucariaceae en la Formación Huincul (Cretácico Superior), Neuquén, Argentina. *Ameghiniana* 45(4): 29R.
- Martínez, L.C.A. 2009a. Análisis xiloflorístico y paleoecológico de la Formación Huincul, Cretácico Superior, Neuquén, Argentina. Reunión Anual de Comunicaciones de la Asociación Paleontológica Argentina. *Ameghiniana* 46(4): 86R.
- Martínez, L.C.A. 2009b. Magnoliophyta basal en el Cretácico Superior de la Cuenca Neuquina. Evidencia xilológica. *XVIº Simposio Argentino de Paleobotánica y Palinología*. *Ameghiniana* 46(4): 129R.
- Méndez, V., J.C. Zanettini & E.O. Zappetini. 1987. Aspectos geológicos del Orógeno Andino Central de la República Argentina. *Xº Congreso Geológico Argentino*. Actas 1: 181-184.
- Miall, A.D. 1985. Analysis of fluvial depositional systems. *American Association of Petroleum Geologists*. Education Course Note Series Nº 20: 1-75. Tulsa.
- Miall, A.D. 1996. *The geology of fluvial deposits. Sedimentary facies, basin analysis, and petroleum geology*. Springer, New York, 582 pp.
- Miall, A.D. & M. Arush. 2001. The Castlegate sandstone of the Bokk Cliffs, Utah: Sequence stratigraphy, paleogeography, and tectonic controls. *Journal of Sedimentary Research* 71(4): 537-548.
- Milana, J.P. 1994. Secuencias aluviales asociadas a variaciones hidrológicas: consideraciones teóricas y ejemplos. *Revista de la Asociación Argentina de Sedimentología* 1(2): 103-124.
- MjØs, R., O. Walderhaug & E. Prestholm. 1993. Crevasse splay sandstone geometries in the Middle Jurassic Ravenscarf Group of Yorkshire, UK. En: M. Marzo & C. Puigdefabregas (Eds.). *Alluvial Sedimentation*. International Association of Sedimentologists, Special Publication 17: 167-184.
- Mpodozis, C. & V.A. Ramos. 1989. The Andes of Chile and Argentina. En: G.E. Erickson, M.T. Cañas Punocho & J.A. Reinemund (Eds.): *Geology of the Andes and its relation to hydrocarbon and mineral resources*. Circum-Pacific for Energy and Mineral Resources Earth Sciences Series 11: 59-90. Houston.
- Musacchio, E.A. 2006. Charophyta del Cretácico Tardío y el Paleoceno del centro oeste de Argentina. *Revista Brasileira de Paleontología* 9(1): 93-100.
- Musacchio, E.A. & P. Vallati. 2007. Late Cretaceous non marine microfossils of the Plottier Formation (Cretaceous) at Zampal, Argentina. En: E. Díaz-Martínez & I. Rábano (Eds.). *4º European Meeting on the Palaeontology and Stratigraphy of Latin America*. Instituto Geológico y Minero de España. Cuadernos del Museo Geominero Nº 8: 273-278. Madrid.
- Novas, F.E. 1996. Anatomy of *Patagonykus puertai* (Theropoda, Avialae, Alvarezsauridae). *Journal of Vertebrate Paleontology* 17: 137-166.
- Novas, F.E. 1997. *Megaraptor namunhuiquii*, gen. et sp. nov., a large-clawed, Late Cretaceous theropod from Patagonia. *Journal of Vertebrate Paleontology* 18: 4-9. 74.
- Novas, F.E. & D. Pol. 2005. New evidence on deinonychosaurian dinosaurs from the Late Cretaceous of Patagonia. *Nature* 3285: 858-861.
- Novas, F.E. & P. Puerta. 1997. New evidence concerning avian origins from the Late Cretaceous of NW Patagonia. *Nature* 387: 390-392.
- Olsen, H. & P.H. Larsen. 1993. Structural and climatic controls on fluvial depositional systems: Devonian, North-East Greenland. En: M. Marzo & C. Puigdefabregas (Eds.). *Alluvial Sedimentation*. International Association of Sedimentologists, Special Publication 17: 401-423.
- Orchuela, I. & V. Ploszkiewicz. 1984. La Cuenca Neuquina. *IXº Congreso Geológico Argentino*. Relatorio: 163-188.
- Ortega, F., Z. Gasparini, A.D. Buscaloni & J.O. Calvo. 2000. A new species of *Araripesuchus* (Crocodylomorpha, Mesoeucrocodylia) from the Lower Cretaceous of Patagonia (Argentina). *Journal of Vertebrate Paleontology* 20(1): 57-76.
- Passalia, M.G., M.B. Prámparo, J.O. Calvo & S. Heredia. 2008. Primer registro de hojas de angiospermas en el Grupo Neuquén (Turoniano tardío-Coniaciano temprano), Lago Barreales, Argentina. *Ameghiniana* 45 (1): 233-239.

- Pettinari, G. & S. Barredo. 1994. Mineralogía del sector medio-superior del Miembro Huincul, Fm. Río Limay, Grupo Neuquén, en Challacó, Provincia del Neuquén. *IIª Reunión de Mineralogía y Metalogenia*. Publicación del Instituto de Recursos Minerales Nº 3: 295-304. La Plata.
- Pettinari, G., A. Giusiano & D. Ludueña. 1999. Arcillas rojas del Grupo Neuquén. En: Zappettini, E.O. (Ed.). *Recursos minerales de la República Argentina*. Servicio Geológico Minero Argentino. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Anales 35: 1103 - 1112. Buenos Aires.
- Plint, A.G., P.J. McCarthy & U.F. Faccini. 2001. Non-marine sequence stratigraphy: Updip expression of sequence boundaries and systems tracts in a high-resolution framework, Cenomanian Dunvegan Formation, Alberta, Canada. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin* 85(11): 1967-2001.
- Ploszkiewics, J.V., L. Orchueta, J.C. Vaillard & R. Viñes. 1984. Compresión y desplazamiento lateral en la zona de la falla Huincul, estructuras asociadas, provincia del Neuquén. *IXº Congreso Geológico Argentino*, Actas 2: 163-169.
- Pol, D. & S. Apesteguía. 2005. New *Araripesuchus* remains from the Early Late Cretaceous (Cenomanian-Turonian) of Patagonia. *American Museum Novitates* 3490: 38 pp. New York.
- Pol, D. & Z. Gasparini. 2007. Crocodyliformes. En: Z. Gasparini, L. Salgado & R. Coria (Eds.). *Patagonian Mesozoic Reptiles*. Indiana University Press, Bloomington, pp. 116-143.
- Ponce, J.J., C. Zavala, V. Marteau & D. Drittanti. 2002. Análisis estratigráfico y modelo deposicional para la Formación Rayoso (Cretácico Inferior) en la Cuenca Neuquina, provincia del Neuquén. *XVº Congreso Geológico Argentino*, Actas 1: 716-721.
- Powell, J.E. 1986. *Revisión de los Titanosauridae de América del Sur*. Universidad Nacional de Tucumán, Tesis, 340 pp. Inédita.
- Prámparo, M.B., M.G. Passalia, S. Heredia & J.O. Calvo. 2003. Hallazgo de una macroflora en el Cretácico Superior del Grupo Neuquén, lago Barreales, Neuquén. *Ameghiniana* 40(4) Suplemento: 91R.
- Ramos, V.A. 1975. Ciclos sedimentarios y la bio-rhexistasia en el control de las manifestaciones cupríferas del Neuquén extraandino - Argentina. *IIº Congreso Ibero-Americano de Geología Económica*. Actas 5: 373- 394. Buenos Aires.
- Ramos, V.A. 1981. Descripción Geológica de la Hoja 33c, Los Chihuidos Norte. Provincia del Neuquén. *Servicio Geológico Nacional*. Boletín 182: 1-103. Buenos Aires.
- Ramos, V.A. 1999a. Rasgos estructurales del territorio argentino. 1. Evolución tectónica de la Argentina. En: R. Caminos (Ed.). *Geología Argentina*. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Anales 29 (24): 715-784. Buenos Aires.
- Ramos, V.A. 1999b. Las provincias geológicas del territorio argentino. En: R. Caminos (Ed.). *Geología Argentina*. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Anales 29 (3): 41-96. Buenos Aires.
- Ramos, V.A. & A. Folguera. 2005. Tectonic evolution of the Andes of Neuquén: constrains derived from magmatic arc and foreland deformation. En: G.D. Veiga, L.A. Spalletti, J.A. Howell & E. Schwarz (Eds.): *The Neuquén Basin, Argentina: A case study in sequence stratigraphy and basin dynamics*. Geological Society, London, Special Publications 252: 25-35.
- Ramos, V.A. & S.M. Kay. 2006. Overview of the tectonic evolution of the southern Central Andes of Mendoza and Neuquén (35°-39° S latitude). En: S.M. Kay & V.A. Ramos (Eds.). *Evolution of the Andean margin: A tectonic and magmatic view from the Andes of the Neuquén Basin (35°-39° S latitude)*. Geological Society of America, Special Paper 407: 1-17.
- Reyes, J.C. 1957. Región de Ranquil del Norte. Bosquejo geográfico y petrográfico con especial referencia al chilicense, a las rocas básicas, nefelínicas y al ranquilenese. *Revista de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (Universidad Nacional de Córdoba)* 19 (1-2): 1-85. Córdoba.
- Rodríguez, M.F., H.A. Leanza & M. Salvarredy Aranguren. 2007. Hoja Geológica 3969-II Neuquén, provincias del Neuquén, Río Negro y La Pampa. *Instituto de Geología y Recursos Naturales. SEGEMAR*. Boletín 370: 1- 165. Buenos Aires.
- Rogers, R.R. 1994. Nature and origin of through-going discontinuities in nonmarine foreland basin strata, Upper Cretaceous, Montana: Implications for sequence analysis. *Geology* 22: 1119-1122.
- Rojas, G.E. 1993. Análisis estratigráfico secuencial en las sedimentitas uraníferas del área de Pampa Amarilla, Malargüe, provincia de Mendoza. *XIIº Congreso Argentino de Geología y IIº Congreso de Exploración de Hidrocarburos*. Actas 1: 41-45. Mendoza.
- Roll, A. 1938. Observaciones en el Neuquén Central (Resumen). *Boletín de Informaciones Petroleras*. 15 (171): 40-41.
- Roll, A. 1939. *La cuenca de los estratos con dinosaurios al sur del río Neuquén*. Yacimientos Petrolíferos Fiscales, 112 pp. Inédito.
- Roll, A. 1941. Über die Ortiz und Roca Schichten des oberen Kreide der Río Negro senke (Nord Patagonien). *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie* 85 (B): 144-190. Stuttgart.
- Roth, S. 1898. Apuntes sobre la geología y paleontología de los territorios del Río Negro y Neuquén. *Revista Museo de La Plata* 9: 1-56. La Plata.
- Roth, S. 1899. Aviso preliminar sobre mamíferos mesozoicos encontrados en Patagonia. *Revista del Museo de La Plata* 9: 381-388. La Plata.
- Roth, S. 1908. Beitrag zur Gliederung der Sedimentablagerungen in Patagonien und der Pampasregion. *Neues Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paleontologie, Beilage Band*. 26. Stuttgart.
- Rovereto, G. 1912. *Studi di geomorfologia argentina. III La valle del río Negro*. Tipografía Della Pace E. Cuggiani. Roma. pp: 181-237.
- Salgado, L. 1996. *Pellegrinisaurus powelli* nov. gen. et sp. (Sauropoda, Titanosauridae) from the Upper Cretaceous of Lago Pellegrini, Northwestern Patagonia, Argentina. *Ameghiniana* 33(4): 355-365.
- Salgado, L. & R.A. Coria. 2009. *Barrosasaurus casamiquelai* gen. et sp. nov., a new titanosaur (Dinosauria, Sauropoda) from the Anacleto Formation (Late

- Cretaceous: early Campanian) of Sierra Barrosa (Neuquén, Argentina). *Zootaxa* 2222: 1-16.
- Salgado, L., S. Apesteguía & S.E. Heredia. 2005. A new specimen of *Neuquensaurus australis*, a Late Cretaceous Saltasaurine Titanosaur from North Patagonia. *Journal of Vertebrate Paleontology* 25: 623-634.
- Salgado, L., J.I. Canudo, A.C. Garrido, J.I. Ruiz-Omeñaca, R.A. García, M.S. de la Fuente, J.L. Barco & R. Bollati. 2009. Upper Cretaceous vertebrates from El Anfiteatro area, Río Negro, Patagonia, Argentina. *Cretaceous Research* 30: 767-784.
- Sánchez, M.L. & P. Armas. 2008. Paleoambientes Sedimentarios del Cretácico Superior en el Borde Nororiental de Cuenca Neuquina, Formación Anacleto y Miembro Inferior de la Formación Allen. En: M. Schiuma (Ed.). *VIIº Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos*, Actas: 543-564.
- Sánchez, M.L. & S. Heredia. 2006. Sedimentología y paleoambientes del Subgrupo Río Neuquén (Cretácico Superior) en la Quebrada de las Chivas, Departamento Confluencia, provincia de Neuquén. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 61 (1): 39-56.
- Sánchez, M.L., S. Heredia & J.O. Calvo. 2004. Paleoambientes sedimentarios de la Formación Candeleros (Subgrupo Río Limay), Cretácico Superior, en el cañadón El Escondido, sudeste del Neuquén. *Xº Reunión Argentina de Sedimentología*. Resúmenes: 157. San Luis.
- Sánchez, M.L., J.O. Calvo & S. Heredia. 2006a. Paleoambientes sedimentarios del Cretácico Superior de la Formación Plottier (Grupo Neuquén), Departamento Confluencia, Neuquén. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 61(1): 03-18.
- Sánchez, M.L., M.J. Gómez & S. Heredia. 2006b. Sedimentología y paleoambientes del Subgrupo Río Colorado (Cretácico Superior), Grupo Neuquén, en las bardas de la ciudad de Neuquén y alrededores. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 61(2): 236-255.
- Sánchez, M.L., P. Armas & S. Morra. 2006c. La transición entre los Grupos Neuquén y Malargüe (Cretácico Superior) en el borde noreste de la cuenca Neuquina (provincias de Río Negro y Neuquén), Argentina. *4º Congreso Iberoamericano de Sedimentología y 11º Reunión Argentina de Sedimentología*. Resúmenes: 206. San Carlos de Bariloche.
- Sánchez, M.L., S. Morra, P. Armas & J. Rossi. 2008a. El Grupo Neuquén (Cretácico) en el borde oriental de la Cuenca Neuquina, provincias de Neuquén y Río Negro. *XVIIº Congreso Geológico Argentino*. Actas: 797-798.
- Sánchez, M.L., J. Rossi, S. Morra & P. Parmas. 2008b. Análisis estratigráfico secuencial de las formaciones Huincul y Lisandro del Subgrupo Río Limay (Grupo Neuquén - Cretácico Tardío) en el Departamento El Cuy, Río Negro, Argentina. *Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis* 15 (1): 1-26.
- Sánchez, M.L., J. Tarditi, E. Asurmendi & M.P. Parmas. 2008c. El contacto entre los subgrupos Río Neuquén y Río Colorado (Cretácico Superior) en la zona del lago Los Barreales, Cuenca Neuquina, Neuquén. *XVIIº Congreso Geológico Argentino*. Actas: 795-796.
- Scanferla, C.A. & J.I. Canale. 2007. The youngest record of the cretaceous snake genus *Dinilysia* (Squamata, Serpentes). *South American Journal of Herpetology* 2(1): 76-81.
- Schweitzer, M.H., F.D. Jackson, L.M. Chiappe, J.G. Schmitt, J.O. Calvo & D.E. Rubilar. 2002. Late Cretaceous avian eggs with embryos from Argentina. *Journal of Vertebrate Paleontology* 22(1): 191-195.
- Sereno, P.C., R.N. Martínez, J.A. Wilson, D.J. Varricchio, O. A. Alcober & H.C. Larson. 2008. Evidence for avian intrathoracic air sacs in a new predatory dinosaur from Argentina. *Plos One* 3 (9): 1-20.
- Shanley K.W. & P.J. McCabe. 1994. Perspectives on the sequence stratigraphy of continental strata. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin* 78: 544-568.
- Shuster, M.W. & J.R. Steidmann. 1987. Fluvial-sandstone architecture and thrust-induced subsidence, northern Green River Basin, Wyoming. En: F.G. Ethridge, R.M. Flores & M.D. Harvey (Eds.). *Recent Developments in Fluvial Sedimentology*. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication 39: 279-285. Tulsa.
- Simón, M.E. & A.W. Kellner. 2003. Neew sphenodontid (Lepidosauria, Rhynchocephalia, Eilenodontinae) from the Candeleros Formation, Cenomanian of Patagonia, Argentina. *Boletim do Museu Nacional, Nova Série. Geologia* 68: 1-12.
- Simón, M.E., J.O. Calvo & J.D. Porfiri. 2006. Primer registro de cáscaras de huevos asignadas a la oofamilia Elongatoolithidae en la provincia del Neuquén. *IXº Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía*. Resúmenes: 90.
- Smith Woodward A.S. 1896. On two Mesozoic crocodylians *Notosuchus* nov. gen. and *Cynodontosuchus* nov. gen. from the red sandstones of the Territory of Neuquén (Argentina). *Anales del Museo de la Plata. Paleontología* 4: 1-20.
- Smith Woodward, A.S. 1901. On some extinct reptiles from Patagonia of the genera *Miolania*, *Dinilysia* and *Genyodectes*. *Proceedings of the Royal Society of London* 1: 169-184.
- Spalletti, L. & C.E. Gazzera. 1994. Eventos eólicos en capas rojas cretácicas (Formación Río Limay, Grupo Neuquén), sector sudeste de la Cuenca Neuquina, Argentina. En: L. Spalletti (Ed.). *Contribuciones de los Simposios sobre Cretácico de América Latina. Parte A: Eventos y Registro Sedimentario*. Actas: 89-100.
- Stipanovic, P.N. & F. Rodrigo. 1970. El distrofia Eo y Mesocretácico en Argentina y Chile, con referencia a los Movimientos Jurásicos de la Patagonia. *IVº Jornadas Geológicas Argentinas*. Actas 2: 337-352.
- Stipanovic, P.N., F. Rodrigo, O.L. Baulies & C.G. Martínez. 1968. Las Formaciones presenonianas en el denominado Macizo Nordpatagónico y regiones adyacentes. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 23(2): 67-98.
- Suero, T. 1942. Sobre la tectónica del Jurásico Superior y del Supracretácico en los alrededores del Cerro Lotena (Gobernación del Neuquén). Universidad Nacional de la Plata. Tesis del Museo de La Plata Nº 4: 1-76. La Plata.

- Suero, T. 1951. Descripción geológica de la Hoja 36 c, Cerro Lotena (Neuquén). *Dirección Nacional de Geología y Minería*. Boletín N° 76: 1-67. Buenos Aires.
- Tunbridge, I.P. 1981. Sandy high-energy flood sedimentation – Some criteria for recognition, with an example from the Devonian of S.W. England. *Sedimentary Geology* 28: 79-95.
- Tunik, M., A. Folguera, M. Naipauer, M. Pimentel & V. Ramos. 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(1-4): 258-273.
- Turner, A.H. & J.O. Calvo. 2005. A new Sebecosuchian Crocodyliform from the Late Cretaceous of Patagonia. *Journal of Vertebrate Paleontology* 25(1): 87-98.
- Uliana, M.A. & K.T. Biddle. 1988. Mesozoic-Cenozoic paleogeographic and geodynamic evolution of southern South America. *Revista Brasileira de Geociências* 18(2): 172-190.
- Uliana, M.A. & D.A. Dellapé. 1981. Estratigrafía y evolución paleoambiental de la sucesión maestrichtiano-eoterciaria del engolfamiento neuquino (Patagonia Septentrional). *VII° Congreso Geológico Argentino*. Actas 3: 673-711.
- Uliana, M.A., D.A. Dellapé & G.A. Pando. 1975^a. Distribución y génesis de las sedimentitas rayosianas. (Cretácico inferior de las provincias de Neuquén y Mendoza). *II° Congreso Iberoamericano de Geología Económica*. Actas 1: 151-176. Buenos Aires.
- Uliana, M.A., D.A. Dellapé & G.A. Pando. 1975^b. Estratigrafía de las sedimentitas rayosianas. (Cretácico inferior de las provincias de Neuquén y Mendoza). *II° Congreso Iberoamericano de Geología Económica*. Actas 1: 177-196. Buenos Aires.
- Valentin, J. 1897. Bosquejo Geológico de la Argentina. En: F. Latzina (ed.). *Diccionario Geográfico de la República Argentina*. 3ª Edición: Gmo. Van Woerden & Cia., Sucesores de Ernst Nolte, Buenos Aires, 50 pp.
- Vallati, P. 2001. Middle Cretaceous microflora from the Huincul Formation (“Dinosaurian Beds”) in the Neuquén Basin, Patagonia, Argentina. *Palynology* 25: 179-197.
- Vallati, P. 2006. Las primeras angiospermas en el Cretácico de la Cuenca Neuquina (centro oeste de Argentina): aspectos geológicos relacionados. *Revista Brasileira de Paleontologia* 9(1):83-92.
- Vergani, G.D., A.J. Tankard, H.J. Belotti & H.J. Welsink. 1995. Tectonic evolution and paleogeography of the Neuquén Basin, Argentina. En: Tankard, A.J., R. Suárez & H.J. Welsink (Eds.): *Petroleum basins of South America*. American Association of Petroleum Geologists, Memoir 62: 383-402.
- Weaver, Ch. 1931. Paleontology of the Jurassic and Cretaceous of west central Argentina. *Memoir University of Washington* 1: 1-469. Seattle.
- Wichmann, R. 1916. Las capas con dinosaurios en la costa sur del río Negro, frente a General Roca. *Physis* 2(11): 258-262. Buenos Aires.
- Wichmann, R. 1918a. Sobre la constitución geológica del Territorio del Río Negro y la región vecina, especialmente de la parte oriental entre el río Negro y Valcheta. *1° Reunión Nacional de la Sociedad Argentina de Ciencias Naturales (1916)*. Actas 90-107.
- Wichmann, R. 1918b. Estudios geológicos e hidrogeológicos en la región comprendida entre Boca del río Negro, San Antonio y Choele Choel. *Anales del Ministerio de Agricultura de la Nación*. 23(3): 1-43. Buenos Aires.
- Wichmann, R. 1922. Algunas nuevas observaciones geológicas en la parte oriental del Territorio del Neuquén. *Physis* 5(20): 301-303.
- Wichmann, R. 1927. Sobre las facies lacustres Senoniense de los estratos con dinosaurios y su fauna. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias* 30(1-4): 383-406.
- Wichmann, R. 1934. Contribución al conocimiento de los Territorios del Neuquén y del Río Negro. *Dirección de Minas y Geología*. Boletín N° 39: 4-27. Buenos Aires.
- Wilckens, O. 1905. Die Meersablagerungen der Kreide- und Tertiär-formation in Patagonien. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paleontologie, Beilage Band* 16: 98-195. Stuttgart.
- Windhausen, A. 1914. Contribución al conocimiento geológico de los territorios del Neuquén y Río Negro. *Anales Ministerio de Agricultura, Sección Geología, Mineralogía y Minería* 10 (1): 1-60. Buenos Aires.
- Windhausen, A. 1922. Estudios geológicos en el valle superior del río Negro. *Dirección de Minas, Geología e Hidrogeología*. Boletín N° 29: 1-56. Buenos Aires.
- Windhausen, A. 1931. Geología Argentina. Segunda parte: Geología Histórica y Regional del Territorio Argentino. Jacobo Peuser Limitada - Editores, Buenos Aires 645 pp.
- Zavala, C., J.C. Ponce, M. Arcuri, D. Drittanti, H. Freije & M. Asensio. 2006. Ancient lacustrine hyperpycnites: a depositional model from a case study in the Rayoso Formation (Cretaceous) of west-central Argentina. *Journal of Sedimentary Research* 76: 41-59.

Recibido: 25-VII-2010
Aceptado: 20-XII-2010