

ANÁLISIS ESTRATIGRÁFICO Y PALEONTOLÓGICO DEL CRETÁCICO SUPERIOR EN LA CUENCA DEL GOLFO SAN JORGE: NUEVA UNIDAD LITOSTRATIGRÁFICA PARA EL GRUPO CHUBUT

Gabriel A. CASAL^{1,2}, José O. ALLARD² y Nicolás FOIX^{2,3}

¹ Laboratorio de Paleovertebrados, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Comodoro Rivadavia, Chubut. Email: paleogac@yahoo.com.ar

² Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Comodoro Rivadavia, Chubut.

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

RESUMEN

Las características litológicas, estratigráficas y paleontológicas del registro más moderno del Grupo Chubut en la Cuenca del Golfo San Jorge (Argentina), permiten proponer una nueva unidad litoestratigráfica dentro del grupo, la Formación Lago Colhué Huapi (*nov. nom.*). Esta unidad se dispone por encima de la Formación Bajo Barreal y por debajo de la Formación Laguna Palacios o de la Formación Salamanca. La base y el techo son transicionales, con excepción del contacto con la Formación Salamanca que en algunos casos es erosivo. Sus afloramientos se extienden ampliamente en el ámbito de la cuenca. Su localidad tipo se encuentra ubicada en las nacientes del río Chico y se propone un estratotipo compuesto: el holoestratotipo está constituido por el intervalo aflorante en las nacientes del río Chico (53 m de espesor), y el paraestratotipo es el intervalo aflorante en la margen sureste del Codo del río Senguerr (160 m de espesor). Los criterios para su reconocimiento consisten en la coloración rojiza de sus fangolitas y su posición estratigráfica. Se diferencia de la Formación Bajo Barreal (Miembro Superior) porque esta última se compone principalmente de fangolitas grises, mientras que se distingue de la Formación Laguna Palacios por la ausencia de niveles tobáceos y paleosuelos. En su localidad tipo se interpretó un paleoambiente fluvial con sistemas canalizados de alta sinuosidad con planicies de inundación bien drenadas, vinculados a un paleoclima semiárido. El contenido paleontológico de restos de dinosaurios permitió definir una edad comprendida entre el Coniaciano-Maastrichtiano, y afinidades faunísticas con la Formación Allen de la Cuenca Neuquina.

Palabras clave: *Formación Lago Colhué Huapi, Grupo Chubut, Cretácico Superior, Patagonia*

ABSTRACT

Stratigraphic and paleontologic analysis of the Upper Cretaceous in the Golfo San Jorge basin: a new lithostratigraphic unit for the Chubut Group
Lithologic, stratigraphic and paleontological features of the most recent record of the Chubut Group in the Golfo San Jorge Basin (Argentina), allowed us to propose the definition of a new lithostratigraphic unit in the Group: Lago Colhué Huapi Formation (*nov. nom.*). This unit overlies the Bajo Barreal Formation (Upper Member) and it is covered by the Laguna Palacios or Salamanca Formation. Although its base and top are transitional, this unit is sometimes limited by an erosional surface in its contact with the Salamanca Formation, and it is widely exposed in the basin. Its type locality is located in the headwaters of the Chico river and we propose a composed type-strata: the holostratotype is constituted by a stratigraphic section outcropped in the headwaters of the Chico river (53 m thick), and the parastratotype is the interval outcropped in the southeastern margin of the Senguerr river (160 m thick). Criteria for the recognition of the proposed unit are its reddish mudstones and the stratigraphic position. The Lago Colhué Huapi Formation differs from the Bajo Barreal Formation (Upper Member) because the latter is characterized by grey mudstones. This unit also differs from Laguna Palacios Formation because of the absence of tuffaceous strata and paleosols. In its type locality, we interpreted a fluvial paleo-environment with high-sinuosity channels and well-drained floodplains, probably developed under semiarid paleoclimatic conditions. The dinosaur record of the formation allowed us to define an age ranging between Coniacian-Maastrichtian, and faunistic affinities with the Allen Formation of the Neuquén basin.

Keywords: *Lago Colhué Huapi Formation, Chubut Group, Upper Cretaceous, Patagonia*

INTRODUCCIÓN

La Cuenca del Golfo San Jorge es una cuenca de génesis extensional originada

en el Mesozoico (Fitzgerald *et al.* 1990) ubicada en la Patagonia central entre los 45° y 47° de latitud sur, y los 71° y 66° de longitud oeste. Sus límites geológicos son

la cuenca de Cañadón Asfalto al norte, la Precordillera Patagónica al oeste, la región del Deseado al sur y la plataforma atlántica al este. Esta cuenca es una de las

mayores productoras de hidrocarburos de Argentina alcanzando casi el 40% de la producción anual de petróleo y un volumen acumulado de más de 600 millones de metros cúbicos producidos desde 1907 (Sylwan *et al.* 2008). Su potencial hidrocarbúfero ha generado más de 100 años de investigación enfocada a la caracterización y entendimiento de la cuenca, en especial de su registro estratigráfico con interés económico. Los estudios de subsuelo permitieron definir una columna sedimentaria de edad comprendida entre el Jurásico Tardío y el Cenozoico con un espesor máximo de 8,5 km (Rodríguez y Littke 2001); las unidades cretácicas contienen la mayoría de los elementos que definen los sistemas petroleros de la cuenca. El Grupo Las Heras (“Neocomiano”) está constituido por unidades de subsuelo, las formaciones Pozo Anticlinal Aguada Bandera y Pozo Cerro Guadal, y presenta un espesor de hasta 7000 metros (Fitzgerald *et al.* 1990). A este grupo le suprayace en discordancia el Chubutiano (Feruglio 1949) o Grupo Chubut (Lesta y Ferello 1972), representado por una secuencia sedimentaria con su mayor desarrollo en el sector oriental de la cuenca (Fitzgerald *et al.* 1990, Figari *et al.* 1999).

El Grupo Chubut se caracteriza por sistemas lacustres y fluvio-lacustres con variable participación de ceniza volcánica, desarrollados desde el Aptiano (Hechem *et al.* 1987) hasta el Campaniano (Hechem *et al.* 1990). Los afloramientos de este grupo se restringen arealmente al sector de la faja plegada de San Bernardo y a los márgenes de cuenca, y comprende las Formaciones Pozo D-129, Matasiete, Castillo, Bajo Barreal y Laguna Palacios. Las contribuciones sobre dichas formaciones son diversas y abundantes, abarcando aspectos estratigráficos (Feruglio 1949, Lesta y Ferello 1972, Sciutto 1981, Clavijo 1986, Barcat *et al.* 1989, Hechem *et al.* 1990, Sciutto y Martínez 1996, Figari *et al.* 1999, Sylwan 2001, entre otros), sedimentológicos (Figari *et al.* 1990, Hechem 1998, Paredes *et al.* 2007, Bridge *et al.* 2000, Umazano *et al.* 2008, 2009, 2012, entre otros), productivos (Hechem 1994, Figari *et al.* 1999, Rodríguez y Littke 2001,

entre otros), tectónicos (Barcat *et al.* 1984, Homovc *et al.* 1993, Paredes *et al.* 2013), icnológicos (Genise *et al.* 2002, Bedatou *et al.* 2008, Bedatou 2010), paleomagnéticos (Somoza y Zaffarana 2008), paleoclimáticos (Archangelsky *et al.* 1994, Barreda y Archangelsky 2006, Pujana *et al.* 2007), paleontológicos (Hechem *et al.* 1987, Vallati 2002, Martínez *et al.* 2004, Ibiricu *et al.* 2013a, entre otros) y tafonómicos (Rodríguez 1993, Casal *et al.* 2013).

En contraste, la zona del lago Colhué Huapi y nacientes del río Chico (Fig. 1a) está poco estudiada. El registro paleontológico de esta región ubicada al este de las secciones clásicas del Grupo Chubut, se ha incrementado en los últimos años (Luna *et al.* 2003, Lamanna *et al.* 2003, Casal *et al.* 2006, 2007, 2010, Ibiricu *et al.* 2010). Sin embargo, aspectos estratigráficos y cronológicos de estos niveles han sido históricamente confusos, lo cual en muchos casos resultó en la conflictiva y dudosa ubicación estratigráfica de sus fósiles. Así, los dinosaurios extraídos en esa región del sur de Chubut fueron sucesivamente asignados a diferentes unidades. En este sentido, el primer hallazgo de dinosaurios fue referido a los estratos con el mamífero *Notostylops* por Ameghino (1889); posteriormente nuevos hallazgos se asignaron a la Formación San Jorgé (*sensu* Brett-Surman 1979), a la Formación Laguna Palacios (Bonaparte y Gasparini 1979, Bonaparte 1996, Novas 1997) y a la Formación Bajo Barreal (Powell 2003, Salgado y Bonaparte 2007, Weishampel y Horner 1990, Sciutto *et al.* 2008, Casal *et al.* 2007, Prieto-Marquez y Salinas 2010). Por su parte, los dinosaurios procedentes de la margen sur del Codo del río Senguerr (Fig. 1b) fueron asignados tanto al Miembro Superior de la Formación Bajo Barreal (Sciutto 1981, Mannion y Otero 2012) como a la Formación Laguna Palacios (Bonaparte 1978, Bonaparte y Gasparini 1979). Estos antecedentes de diversas asignaciones cronostratigráficas ha generado la falta de consenso en las interpretaciones cronológicas y faunísticas para el registro paleontológico del Cretácico Superior de Patagonia Central, e incluso a la exclusión de este registro fósil en las correlaciones bioestra-

tigráficas regionales (González Riga y Casadio 2000).

La presente contribución tiene como objetivo principal caracterizar de forma integrada la estratigrafía, la paleontología y la sedimentología de un intervalo estratigráfico del Cretácico Superior de la Cuenca del Golfo San Jorge, que se diferencia claramente de las Formaciones Bajo Barreal y Laguna Palacios. Las zonas de estudio para este trabajo se restringen a las nacientes del río Chico y al Codo del río Senguerr (Fig. 1a). Las características observadas son de carácter regional (Fig. 1b) y permiten definir una nueva unidad litoestratigráfica: Formación Lago Colhué Huapi (*nom. nov.*). Sus implicancias estratigráficas son de importancia para el ordenamiento cronológico de su contenido paleontológico, y para el entendimiento de la evolución geológica de la Cuenca del Golfo San Jorge durante el Cretácico Tardío.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron perfiles estratigráficos a escala 1:100 con el uso de báculo de Jacob, caracterizando litología, estructuras sedimentarias, geometría, contactos y demás aspectos necesarios para la descripción e interpretación de litofacies. Las litofacies sedimentarias se agruparon en asociaciones de litofacies a fin de establecer interpretaciones paleoambientales. Las paleocorrientes se midieron con brújula geológica sobre estratificación entrecruzada en artesa y estratificación entrecruzada de gran escala. El ancho aparente de los cuerpos canalizados se obtuvo utilizando GPS. El ancho real de los canales fue calculado a partir de sus anchos aparentes, la orientación del afloramiento y el vector promedio de paleocorrientes correspondiente a cada cuerpo.

Para la determinación de arcillas se utilizó el método del polvo en muestra total de sedimento y complementariamente en muestras orientadas, glicoladas y calcinadas de acuerdo con Moore y Reynolds (1989). El equipo utilizado fue un Phillips con Difractómetro PW1710 que pertenece al Laboratorio de Fluorescencia y Difracción de Rayos X de la Universidad

Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. El registro paleontológico fue analizado mediante una revisión bibliográfica de los hallazgos realizados en la región del lago Colhué Huapi, naciente del río Chico y Codo del río Senguerr.

SEDIMENTOLOGÍA

El análisis sedimentológico consistió en la realización de cuatro perfiles estratigráficos de detalle abarcando un espesor acumulado de 290 metros. Tres de ellos se realizaron en las nacientes del río Chico con un espesor máximo de 53 m, y otra de 160 m al este del anticlinal del Codo del Senguerr (Fig. 2). Se obtuvieron datos básicos de granulometría, textura, geometría, estructuras sedimentarias primarias y se realizó la medición de paleocorrientes. En base a estas características se definieron siete litofacies (Cuadro 1), que se agruparon en seis asociaciones de litofacies fluviales: relleno de canal, barra lateral, barra central, albardón, lóbulo de desborde, canal abandonado y planicie de inundación distal. Las asociaciones de canal, barra lateral y barra central se vincularon al canal principal (CH), mientras que las asociaciones de albardón y lóbulo de desborde a la planicie de inundación proximal (PF). La planicie distal (DF) se restringió a fangolitas sin intercalación de depósitos arenosos.

Análisis de litofacies

Consistió en la descripción e interpretación de las litofacies reconocidas en las dos localidades de trabajo (Cuadro 1, Fig. 3).

Asociaciones de litofacies y elementos arquitecturales

Relleno de canal: Asociación de litofacies constituida por Lf.1, Lf.2 y Lf.4 (ver Cuadro 1), limitada en su base por superficies erosivas levemente cóncavas hacia arriba. La geometría y dimensiones de estos depósitos dependen de la orientación del afloramiento respecto al paleoflujo general. En secciones subparalelas al paleoflujo su reconocimiento es difícil ya que adopta la forma de un cuerpo tabular subhorizontal. Por el contrario, en seccio-

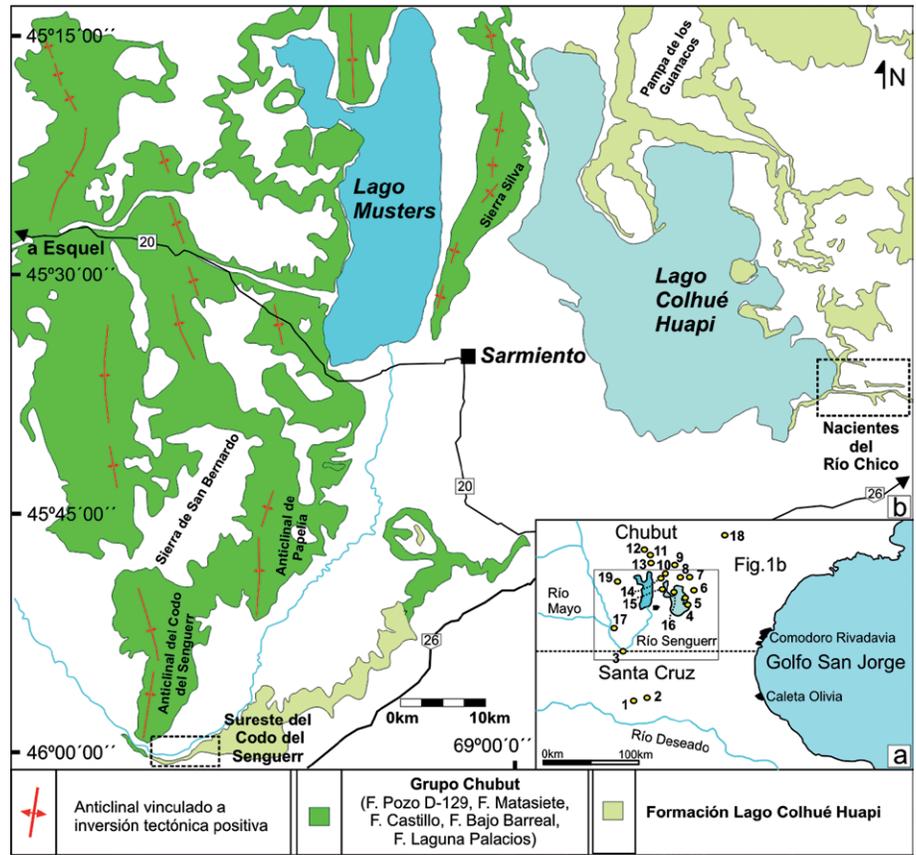


Figura 1: a) Localidades donde se reconoció la unidad propuesta: 1, laguna La Sin Nombre; 2, laguna de Janarez y El Guadal Sur; 3, Codo del río Senguerr; 4, nacientes del río Chico; 5, penínsulas Chica y Mocha; 6, estancia Cerro Guacho; 7, alrededores de cerro Toro; 8, estancia Santa Clara; 9, cañadón de Los Boers; 10, margen norte del lago Colhué Huapi; 11, estancia El Pajarito; 12, laguna Seca; 13, estancia La Juanita-viuda de Cárdenas; 14, boliche de Jeréz; 15, margen occidental del lago Colhué Huapi; 16, península Grande; 17, Confluencia (río Mayo-río Senguerr); 18, sierra Cuadrada y 19, estancia Ocho Hermanos. b) Mapa de afloramientos de la Formación Lago Colhué Huapi con ubicación de las áreas analizadas: Codo del Senguerr y nacientes del río Chico.

nes oblicuas o trasversales, su curvatura está mejor desarrollada y se caracteriza por bases subhorizontales que incrementan su pendiente hacia los márgenes, hasta alcanzar valores de entre 40° y 60°. La potencia de esta asociación es proporcional al tamaño de los cuerpos canalizados, con espesores de entre 0,8 m y 1,3 m. Internamente, la abundancia relativa de las litofacies depende de los cuerpos analizados y de la localidad considerada. A nivel de cuerpo individual, es común la presencia de Lf.2 cerca de la base que pasa de forma gradual a Lf.4. A nivel regional, esta asociación es más arenosa en las nacientes del río Chico, mientras que presenta mejor desarrollo gravoso en algunos cuerpos del Codo del Senguerr. *Interpretación:* Depósitos de fondo de ca-

nal, ubicados en la parte más profunda del cauce activo (Bridge 2003), originados durante la disminución de la paleodescarga y su consecuente pérdida en la capacidad de transporte (Miall 1996, Bridge 2003). La intercalación de depósitos arenosos y gravosos con diferente radio hidráulico evidencia modificaciones en la velocidad del paleoflujo (Limerinos 1970, Costa 1983), que sugieren condiciones fluctuantes en la capacidad de transporte del sistema. *Barra lateral:* Depósitos con base plana y techo convexo, constituidos por la asociación de las litofacies Lf.1, Lf.2, Lf.4, Lf.5 y Lf.6 (Cuadro 1). Internamente desarrollan tendencia general granodecreciente, con marcada disminución del contenido de clastos conglomerádicos hacia el techo.

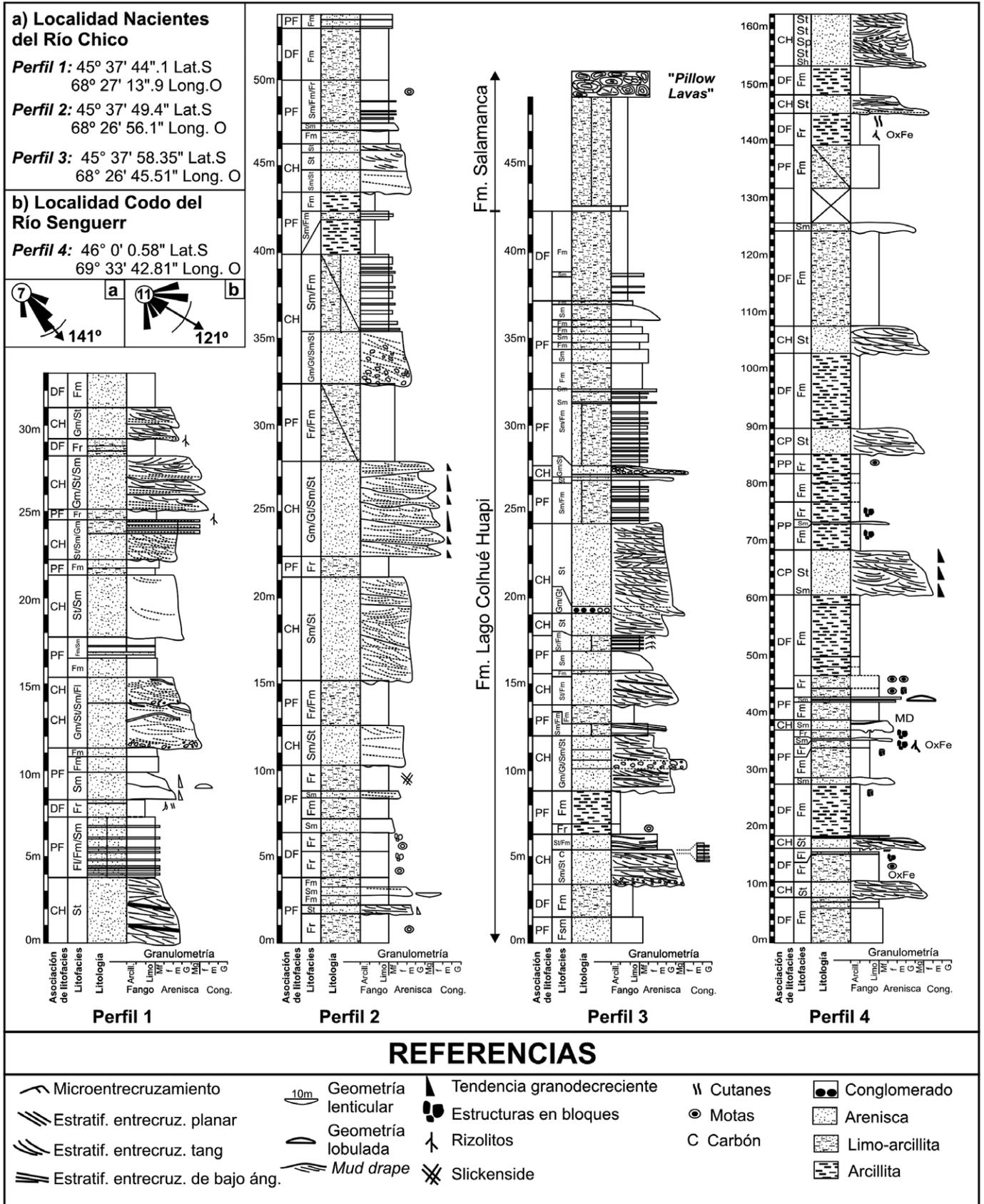


Figura 2: Columnas estratigráficas en los sitios de estudio.

El pasaje de las litofacies conglomerádicas a arenosas es transicional. Las paleocorrientes medidas en la estratificación entrecruzada y las superficies de acreción sobre las cuales se desarrollan, muestran una relación angular superior a 75° . Al mismo tiempo, las estructuras de menores dimensiones presentan direcciones de paleotransporte que evidencian migración a contrapendiente. Todos los cuerpos analizados en las nacientes del río Chico presentan intercalaciones de limo-arcillitas (Lf.6), desde láminas que limitan superficies de corte hasta láminas que copian las superficies de acreción. La potencia de estos depósitos es variada con un dominio de niveles inferiores a 5 cm, aunque localmente se reconocieron potencias de hasta 17 cm. El color de las fangolitas es rojizo, pero también se diferenciaron niveles grisáceos. Esta asociación puede presentar restos de dinosaurios desarticulados, fragmentados y erosionados, dispuestos en una fábrica abierta sin una clara tendencia respecto a la orientación de los ejes de simetría.

Interpretación: Esta asociación se interpreta como macroformas depositadas dentro del canal fluvial (Ashley 1990, Miall 1996, Bridge 2003). Las dimensiones de esta asociación guardan relación con el ancho y la profundidad del canal activo (Ashley 1990). Las relaciones entre las direcciones de inclinación de las estructuras de acreción y las paleocorrientes de las mesoformas evidencian un flujo helicoidal asociado a un canal fluvial curvo (Allen 1966, Bridge y Jarvis 1982, Miall 1996, entre otros). Las intercalaciones fangosas en los depósitos arenosos sugieren que los períodos de transporte tractivo alternan con períodos de menor energía cuando se produce decantación de la carga transportada en suspensión (Lynds y Hajek 2006). En este sentido, los intervalos fangosos de menor potencia sugieren eventos de decantación individuales, mientras que los mayores espesores representan múltiples eventos. Este escenario sugiere la existencia de lapsos de tiempo de distinta duración entre sucesivas reactivaciones del sistema tractivo y/o distintos volúmenes de material en suspensión.

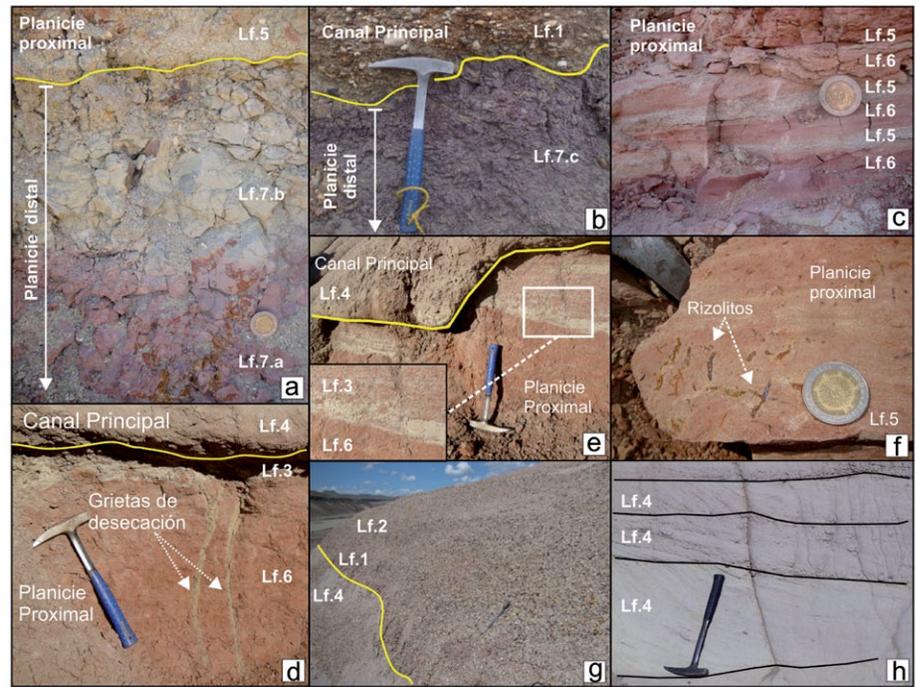


Figura 3: a) Depósitos arcillosos de la planicie de inundación distal con desarrollo de estructura en bloque. b) Alternancia de areniscas y fangolitas macizas vinculadas a la planicie de inundación proximal. c) Registro de actividad de raíces (rizolitos) en la planicie de inundación proximal. d) Grietas de desecación desarrolladas en depósitos de la planicie de inundación proximal. e) Escalón erosivo en la base de un cuerpo canalizado principal. El detalle muestra las brechas originadas por la incorporación y retrabajo de la planicie proximal dentro del relleno de canal. f) Intraclasto pelítico indicando el límite entre dos episodios de relleno individuales. g) Cuerpo multiépisódico con una historia de relleno arenosa y una gravosa. h) Variación vertical en el tamaño de set entrecruzado; la tendencia se interpreta como el registro de estacionalidad en la paleodescarga.

La presencia de estas pantallas de fango marcando superficies de corte vinculadas a mesoformas (dunas) sugiere interrupción del flujo de forma previa a la reactivación (Lynds y Hajek 2006). Las pantallas de fango desarrolladas en el medio y/o tope de las barras sugieren fluctuaciones en la paleodescarga que permitieron la decantación del material fino cerca de los márgenes de los canales (ej. Bridge *et al.* 1995); mientras que las láminas de fango desarrolladas hacia la base de las mismas y sobre los depósitos de fondo de canal sustentan el abandono total del sistema (Lynds y Hajek 2006). En todos los casos, la preservación parcial de estos depósitos luego de la reocupación del cauce evidencia la resistencia que ofrecen las arcillas a ser removilizadas debido a las fuerzas de cohesión que desarrollan (Collinson y Thompson 1982). El tipo de fábrica y el grado de abrasión presente en los restos fósiles sugiere un transporte como car-

ga de lecho (Casal *et al.* 2013) acorde a las condiciones de flujo interpretadas.

Barras centrales: La asociación está constituida por depósitos arenosos (Lf.4) y/o gravosos (Lf.1 y Lf.2) con desarrollo de estratificación entrecruzada de gran escala (Cuadro 1, Fig. 4). El carácter diagnóstico es su geometría plano-convexa limitada lateralmente por elementos cóncavos erosivos, que no alcanzan los 2 m de altura máxima y presentan continuidad lateral de algunas decenas de metros. Esta asociación es difícil de reconocer debido a la abundancia de superficies de corte y relleno que no permiten el seguimiento lateral de las superficies diagnósticas. Sin embargo, cuando pudo reconocerse su geometría externa, se observaron alturas máximas inferiores a 1,7 m, anchos aparentes subparalelos al flujo inferiores a 15 m y anchos transversales menores a 8 m. Al igual que en las barras laterales, son comunes las superficies erosivas que in-

CUADRO 1: Descripción e interpretación de litofacies reconocidas en las localidades de estudio.

Descripción	Interpretación
<p>Lf.1. Conglomerados finos a medianos macizos. Depósitos sin estructura interna ni gradación granulométrica. Los clastos son volcánicos subredondeados o tobáceos subangulosos, con diámetros máximos de 5 cm y 3 cm respectivamente. Los niveles con menor proporción de matriz pueden desarrollar estratificación paralela muy difusa con escasos clastos imbricados. Los niveles individuales no superan los 20 cm y los 5 m de continuidad lateral. Esta litofacies está mejor desarrollada en la localidad de codo del Senguerr.</p>	<p>Depósitos vinculados a flujos acuosos con alta carga sedimentaria, de tipo hiperconcentrados (Miall, 1996). Esta litofacies se considera equivalente a Gm <i>sensu</i> Miall (1996).</p>
<p>Lf.2. Conglomerados finos a medianos, clasto a matriz soportados con estratificación entrecruzada. Esta litofacies se subdivide en dos sublitofacies en base al tipo de estratificación, puede ser tangencial (Lf.2a) o planar (Lf.2b), siendo la primera más abundante. Composicionalmente los clastos dominantes son tobáceos, subredondeados, con diámetros máximos de 10-8 cm, y diámetros promedios de 3-5 cm. De forma subordinada se reconocen clastos volcánicos de composición intermedia, redondeados, con diámetro máximo de 8 cm. La matriz es arenosa gruesa a mediana, muy cuarzosa. El contenido de matriz es muy variable, tanto vertical como lateralmente, generando una fábrica interna clasto a matriz soportada. Los estratos desarrollan tendencia general granodecreciente, aunque localmente se diferencian paquetes granocrecientes. En términos generales, en las nacientes del río Chico los clastos son de menores dimensiones que en el codo del río Senguerr. Los sets entrecruzados alcanzan 0,35m de potencia.</p>	<p>Depósitos vinculados al transporte acuoso de una mezcla gravosa bien gradada (Kleinhans, 2004). La estratificación tangencial se vincula al desarrollo de dunas de crestas sinuosas (3D), mientras que la estratificación entrecruzada planar a dunas de crestas rectas (2D) (Bridge, 1993, Lunt <i>et al.</i>, 2004, Miall, 1996). La proporción de matriz arenosa sugiere superposición de eventos de transporte. Esta litofacies se considera equivalente a Gt <i>sensu</i> Miall (1996).</p>
<p>Lf.3. Brechas fangosas monolíticas con matriz limo-arenosa fina. Los clastos de esta litofacies se caracterizan por ser monolíticos y de composición fangosa similar a la litofacies 7. Estos se encuentran contenidos en una matriz limo-arenosa fina y no presentan gradación de tamaños ni estructura interna. Es una litofacies poco común, con escaso desarrollo ya que no supera los 25 cm de potencia y el par de metros de continuidad lateral. Presenta base transicional a la litofacies 7.</p>	<p>Retrabajo de clastos fangosos por un flujo acuoso de alta densidad (Miall, 1996). La angularidad de los clastos evidencia escasa distancia de transporte.</p>
<p>Lf.4. Areniscas medianas a conglomerádicas finas con estratificación entrecruzada. Areniscas cuarzosas medianas a conglomerádicas finas con estratificación entrecruzada tangencial. Los clastos que contiene esta litofacies son volcánicos, de composición ácida a intermedia, y presentan un diámetro máximo de 4 cm. El desarrollo de las estructuras internas es variable, desde muy difusas a bien desarrolladas. Los set presentan tamaños individuales entre 35 cm y 6 cm, y alcanzan potencias compuestas (coset) de 1,6 m. Es común que los coset presenten tendencia general granodecreciente, con una mayor proporción de clastos en las bases de los mismos. Los foreset pueden estar marcados por un incremento en la concentración de clastos conglomerádicos.</p>	<p>Depósitos originados por flujos acuosos, tractivos y unidireccionales. La estratificación entrecruzada tangencial se vincula a la migración de dunas de crestas sinuosas (3D) con alta concentración de carga en suspensión (Ashley, 1990, Miall, 1996, Bridge, 2003). La variación en el tamaño del set se interpreta como variación de la paleoprofundidad del agua. Esta litofacies se considera equivalente a St <i>sensu</i> Miall (1996).</p>
<p>Lf.5. Areniscas finas macizas. Areniscas cuarzosas sin estructuración interna, con base neta sobre Lf.6 o transicional con Lf.4. La potencia de esta litofacies en general no supera la decena de centímetros. Se desarrolla en contacto neto con otras litofacies arenosas (Lf.4) o gravosas (Lf.1).</p>	<p>Depósitos tractivos de alta carga sedimentaria. La depositación se vincula a rápida desaceleración sin un período prolongado de flujo estacionario (Bass 15°, 2011). Esta litofacies se considera equivalente a Sm <i>sensu</i> Miall (1996)</p>
<p>Lf.6. Limo-arcillitas rojizas a grisáceas. Limoarcillitas de color rojizo a rojo-anaranjados, macizas, con estructura en bloque o bioturbados. En ocasiones contienen motas grisáceas o grises-azuladas claras, especialmente en proximidad de cuerpos arenosos mayores. Estos depósitos en general presentan bioturbaciones ramificadas milimétricas color ocre, con un halo de alteración cromática. Cuando desarrollan estructura interna, esta es en bloques angulosos a subangulosos de centímetros de potencia. Ocasionalmente se reconocieron fracturas subverticales rellenas de material arenoso fino, de 8 cm de altura y 2 cm de espesor. La base de esta litofacies con las litofacies arenosas o gravosas puede ser neta o transicional. Cuando esta litofacies se relaciona verticalmente con la Lf.7 lo hace de forma transicional o neta. Esta litofacies se puede intercalar con Lf.4, y está limitada en base y techo por superficies erosivas. Los espesores que adquiere en ese escenario no superan los 15 cm y en general son inferiores a 3 cm, mientras que su continuidad lateral es métrica.</p>	<p>Depósitos asociados a procesos de decantación en medio subácueo. Los colores rojizos indican procesos oxidantes por exposición subaérea, mientras que los grisáceos representan condiciones reductoras en un medio saturado (Retallack, 1988; Ghosh 15°, 2006). Las fracturas se interpretan como grietas de desecación, y las bioturbaciones como rizolitos. Esta litofacies se considera equivalente a Fr o Fm <i>sensu</i> Miall (1996).</p>
<p>Lf.7. Arcillitas. Esta litofacies está constituida por arcillitas macizas o laminadas. Se la dividió en tres sublitofacies en base a su color: arcillitas rojizas (Lf.7a), arcillitas grisáceas (Lf.7b) y arcillitas violáceas (Lf.7c). Los depósitos mejor desarrollados de esta asociación presentan geometría tabular con espesores que varían entre 3 m y 13 m. La continuidad lateral es muy buena, con estratos individuales que se pueden seguir por decenas a cientos de metros. La proporción entre las tres sublitofacies es variable según la localidad de estudio, siendo dominante la Lf.7a en las nacientes del río Chico y las Lf.7b. y Lf.7c en el codo del Senguerr. Análisis de DRX definió la presencia de sepiolita y saponita en la sublitofacies Lf.7a (Fig. 8).</p>	<p>Depósitos vinculados a la decantación de material arcilloso transportado en suspensión por corrientes acuosas diluidas (Miall, 1996). El color rojizo se interpretó como consecuencia a la oxidación pervasiva en un contexto subaéreo (Ghosh 15°, 2006). Los colores grisáceos y violáceos se vincularon a ambiente reductor relacionado a un contexto de baja oxigenación. Esta litofacies se considera equivalente a Fsm <i>sensu</i> Miall (1996).</p>

terrupten el desarrollo de estratificación entrecruzada. En todos los casos, dichas superficies presentan niveles arcillosos que copian su morfología, con algunos

centímetros de espesor y escasa continuidad lateral (Fig. 4).

Interpretación: Estos depósitos se interpretan como macroformas que se desarro-

llaron dentro de canales principales (Ashley 1990). Su condición de barra central está definida por ubicarse entre canales coetáneos (Bridge 2003). Las superfi-

cies erosivas internas de esta asociación se interpretan como superficies de reactivación vinculadas a fluctuación de la paleodescarga (Miall 1996). El material arcilloso que se desarrolla sobre las mismas se vinculó a decantación de material fino durante el descenso del paleocaudal o durante el abandono temporal del canal (Lynds y Hajek 2006).

Lóbulo de desborde: Esta asociación está dominada por areniscas medianas a finas (Lf.5) aunque pueden alternar con fangolitas macizas (Lf.6) (Cuadro 1). Se caracteriza por su geometría plano convexa simétrica o asimétrica, con espesores máximos que no superan 1 m y continuidad lateral inferior a 20 m. Su contacto es neto y no erosivo con el material que la infrayace. Los cuerpos arenosos pueden presentarse aislados, contenidos por la Lf.7, o amalgamados con otras asociaciones arenosas como barras laterales y depósitos de albardón. Internamente pueden desarrollar estructuras tractivas con patrón divergente de paleocorrientes y son abundantes las superficies erosivas de bajo ángulo.

Interpretación: Estos depósitos se desarrollaron fuera de los márgenes de los canales principales, por lo tanto su génesis estaría controlada por eventos que inundaron la planicie aluvial (Bridge 2003, Miall 1996, Fisher *et al.* 2007). Su geometría lobulada sugiere eventos de sedimentación desconfinados, en los que la carga tractiva se depositó debido a la pérdida de capacidad de transporte. Las facies fangosas se depositaron por decantación luego de una inundación (Fisher *et al.* 2007) (Fig. 5).

Albardón: La asociación está constituida por la alternancia de depósitos de areniscas y limolitas, que se encuentran amalgamados con los márgenes superiores de los canales principales. Su geometría externa es compleja; sin embargo siempre su mayor espesor se desarrolla próximo al margen del canal y decrece rápidamente al alejarnos del mismo. Internamente los niveles arenosos inclinan hacia los sectores externos del canal. Es común que esta asociación esté erosionada por eventos de relleno de los canales. En las nacientes del río Chico, estos depósitos presentan

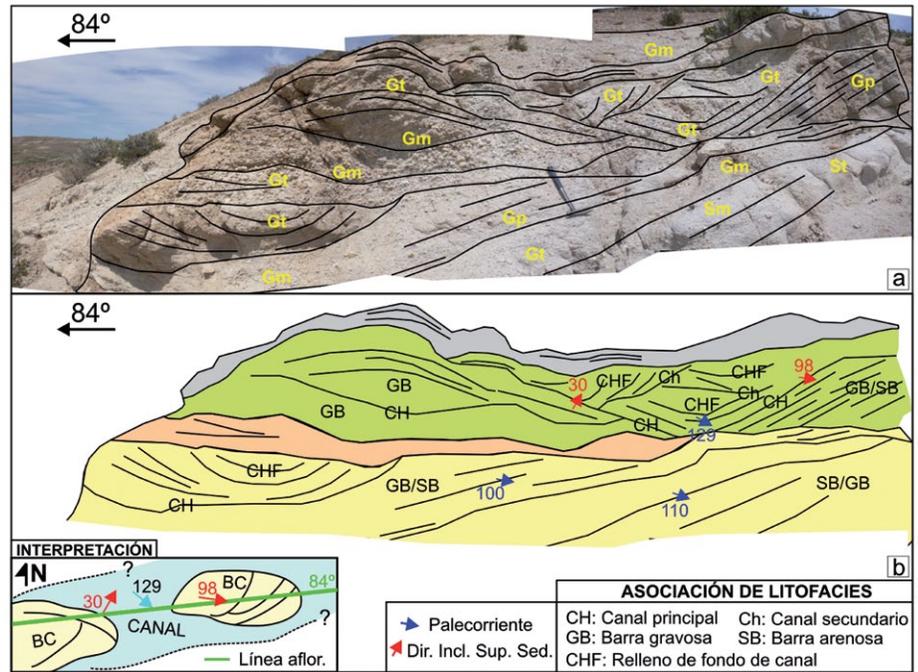


Figura 4: a) Depósitos interpretados como barras centrales desarrolladas dentro del canal principal. b) Interpretación de la figura 4a.

restos articulados de vertebrados fósiles (Fig. 6).

Interpretación: Esta asociación se restringe espacialmente a los márgenes de los canales principales. Su posición sugiere que la depositación del material está vinculada a períodos de inundación, cuando la sedimentación excede dichos márgenes (Miall 1996), y se produce el desconfinamiento general del flujo a lo largo de todo el margen del canal activo (Bridge 2003, Brierley *et al.* 1997). El desarrollo de eventos sedimentarios de corta duración y la alta tasa de sedimentación de esta asociación (Bridge 2003, Brierley *et al.* 1997) favorecerían la preservación de fósiles articulados (Willis y Behrensmeier 1995, González Riga y Astini 2007, Casal *et al.* 2014).

Canal abandonado: Se compone de un relleno basal de depósitos arcillosos (Lf.7a) a limosos (Lf.6), macizos, laminados o levemente estratificados en contacto neto con areniscas (Lf.4, Lf.5) (Cuadro 1). Se caracteriza por su limitada continuidad lateral, la cual no excede los 20 m. Su geometría es lenticular y está definida por una base neta. Internamente esta asociación no es uniforme ya que presenta lámi-

nas o estratos muy finos de limos contenidos en una matriz aún más fina. Estos niveles se disponen de forma horizontal en las posiciones equivalentes a la parte más profunda de la depresión canalizada, e incrementan su ángulo hasta valores de 10° a 12° en proximidades del borde de la misma (Fig. 7). La geometría interna de los depósitos está acompañada por un incremento vertical en la proporción de arcilla y por una disminución vertical en la potencia y proporción de niveles limosos macizos.

Interpretación: Depósitos vinculados al relleno de una depresión canalizada abandonada. La alternancia arena-arcilla en la estratificación de gran escala es análoga a la estratificación entrecruzada epsilon (ECS) descrita por Allen (1963) y redefinida por Thomas *et al.* (1987) como estratificación inclinada heterolítica (IHS). La acumulación inclinada de sedimento de granulometría fina hacia los márgenes abruptos de las depresiones canalizadas permite proponer un mecanismo de acreción lateral de la planicie de inundación, similar al descrito por Page *et al.* (2003) para sistemas fluviales de baja energía y carga mixta. La intercalación de

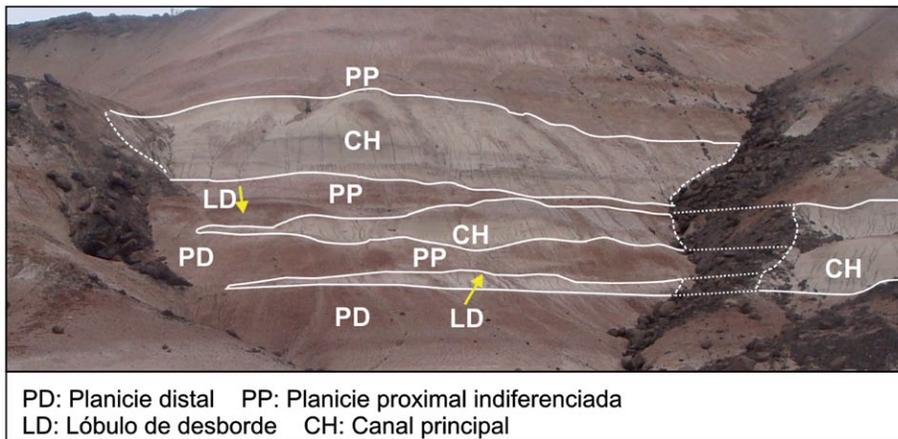


Figura 5: Depósito de desbordamiento de geometría lobulada con base plana y techo convexo, reconocido en las nacientes del río Chico.



Figura 6: Restos fósiles articulados pertenecientes a un saurópodo de gran tamaño que yace con una inclinación de 48° sobre la paleotopografía del depósito de albardón.

niveles arcillosos y limosos sugiere ciclicidad en los eventos de relleno (Alexander y Gawthorpe 1993). Esta ciclicidad estaría enmarcada en un clima semiárido, donde la evaporación y condiciones alcalinas permitirían el desarrollo de arcillas como la sepiolita (Fig. 8) y saponita (Pozo Rodríguez y Casas Sainz de Aja 1992, Zaaboub *et al.* 2005). En este esquema la depresión no habría funcionado como un cuerpo perenne de agua, sino que por el contrario solo habría recibido agua y sedimento durante las descargas extraordinarias que habrían desbordado los canales activos.

Planicie de inundación distal: Asociación

constituida exclusivamente por Lf.7a, Lf.7b y/o Lf.7c (Cuadro 1). Su geometría es tabular, con potencias métricas y continuidad lateral de centenas de metros. Esta asociación presenta diferentes características en las localidades estudiadas: en las nacientes del río Chico está dominada por depósitos rojizos (Lf.7a) (Fig. 3a), mientras que en el Codo del río Senguerr la asociación está mejor representada en la sección basal de la columna. Otra diferencia es su espesor máximo, ya que en las nacientes del río Chico es de ~15 m, mientras que en el Codo del río Senguerr es de 108 metros. Esta diferencia de espesores también se manifiesta en la proporción re-

lativa de esta asociación, ya que en el Codo del río Senguerr las fangolitas de planicie de inundación distal representan el 69% del total de la columna, mientras que en las nacientes del río Chico constituyen el 30% de la sección.

Interpretación: depósitos vinculados a decantación de material en suspensión en una planicie aluvial de bajo gradiente (Miall 1996, Bridge 2003). La variación en el color entre las litofacies que la componen, se vincularía a distintas condiciones de oxigenación relacionadas a la proximidad del nivel freático (Ghosh *et al.* 2006, Abels *et al.* 2013). De manera especulativa, las facies desarrolladas en condiciones de menor oxigenación serían las más alejadas de los sistemas canalizados principales, mientras que las facies mejor oxigenadas se dispondrían en sectores topográficamente más elevados (Bridge 2003, Bown y Kraus 1987, Kraus y Aslam 1999, Smith 1980).

La variabilidad espacial y temporal en la proporción de esta asociación de litofacies, respondería a contextos sedimentarios con distinta tasa de generación de espacio.

PALEOAMBIENTE SEDIMENTARIO

Al igual que otros depósitos del Grupo Chubut, las secuencias analizadas se interpretan como depósitos originados a partir de sistemas fluviales. Ambas localidades presentan asociaciones de litofacies de canal principal y de planicie de inundación, sin embargo muestran claras diferencias en la proporción de las mismas y en los estilos fluviales interpretados. Esta situación está acorde a la variabilidad espacial de la geomorfología fluvial de sistemas fósiles (Rygel y Gibling 2006) y actuales (Bridge 2003, Schumm 2005). Por tanto, el análisis paleoambiental integrado surgió de la evaluación individual de las localidades de estudio y de las características compartidas y particulares. Los depósitos analizados en las nacientes del río Chico representan el registro de sistemas fluviales de alta sinuosidad desarrollados en una amplia planicie de

inundación bien drenada. Aunque los afloramientos son discontinuos, y en consecuencia el seguimiento lateral de los cuerpos canalizados es dificultoso, se constató que muchos cuerpos simples presentan bases levemente cóncavas hacia arriba y techos no planos (Fig. 7a). Esta arquitectura define depresiones canalizadas rellenas de fangolitas vinculadas a canales abandonados. La preservación de estas topografías implicaría el abandono súbito del cauce, el cual es relleno posteriormente por la decantación de fangos aportados durante inundaciones de canales activos próximos (Miall 1996, McLaurin y Steel 2007). En los cuerpos multipisódicos, el reconocimiento de estos depósitos fangosos requiere un seguimiento detallado de las superficies que limitan cada episodio. Estas características permiten evaluar la dinámica del sistema respecto a la estabilidad del cauce principal y sus mecanismos de migración. Por un lado, los cuerpos multipisódicos evidencian sistemas que reocupan su posición previa, erosionando parcial o totalmente los depósitos de abandono de canal. Los “tapones” de arcilla sustentan un escenario opuesto, en la que la posición previa del canal no es reocupada. En consecuencia, las depresiones vinculadas a los canales abandonados serían el resultado del estrangulamiento de meandros y de procesos de avulsión regional y local (Miall 1996, Bridge 2003). La abundancia relativa de depósitos de la planicie de inundación sugiere que los desbordes habrían sido un importante mecanismo de agradación (Ghosh *et al.* 2006) y que la avulsión habría sido de tipo transicional (Jones y Hajek 2007).

La ciclicidad representada por la ocurrencia de las “pantallas de fango” entre depósitos de barra, sugiere la alternancia de períodos de tracción/decantación dentro del los canales principales (Jones y Hajek 2007, Allard y Casal 2013). Al mismo tiempo, la preservación de limoarcillitas en las posiciones más bajas de los canales principales, indica que los sistemas interrumpían su paleodescarga. En consecuencia, el carácter paleohidrológico del sistema se definió a partir de la ciclicidad

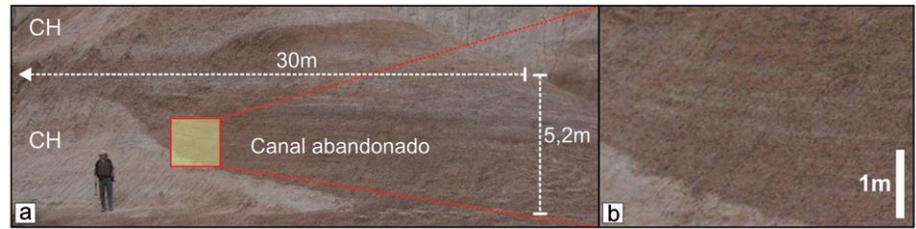


Figura 7: Asociación de litofacies de canal abandonado. a) En tonos claros los depósitos de fondo de canal y barra, mientras que las rocas de tonos rojizos oscuros corresponden al relleno fangoso en la etapa de canal abandonado. b) Detalles de la laminación interna.

mencionada y sugiere sistemas fluviales con importante variación estacional en la paleodescarga; las evidencias de abandono temporal definieron la existencia de sistemas de régimen estacional (Schumm 2005).

La presencia de arcillas como saponita y sepiolita (Fig. 8) se asocia con un clima semiárido con fluctuación del nivel freático (Zaaboub *et al.* 2005). Estas condiciones paleoclimáticas son acordes para el desarrollo de sistemas canalizados con las características mencionadas durante el Cretácico Tardío de la Cuenca del Golfo San Jorge.

Aunque los cuerpos canalizados de nacientes del río Chico se asociaron a cursos de alta sinuosidad, la reconstrucción del paleoambiente fluvial requiere además discriminar si los sistemas son monocalinizados o multicanalizados. La necesidad de reconocer depósitos fluviales sincrónicos en el registro fósil dificulta la interpretación de sistemas multicanalizados según Bridge (2003). Sin embargo, Nadon (1994) considera que probar la existencia de un flujo simultáneo, no es un prerequisite para interpretar sistemas multicanalizados anastomosados. Nadon (1994) sostiene que estos sistemas se dan bajo condiciones de estacionalidad de la descarga, elevada carga en suspensión y bajo gradiente depositacional. Esta última condición también fue propuesta por Rust (1981) cuando definió las condiciones y características de sistemas anastomosados en climas áridos. Makaske (2001) revisa de manera detallada la clasificación, el origen y los productos sedimentarios de ríos anastomosados, definiendo sus características generales diagnósticas: alta pro-

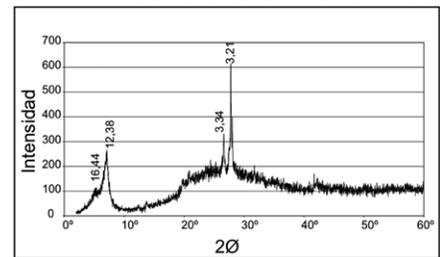


Figura 8: Diagrama de difracción de rayos X correspondiente a uno de los análisis realizados en arcillitas de la planicie de inundación distal. El pico de 12,38 Å° corresponde a la sepiolita.

porción de depósitos de planicie (mayor a 50%) y abundante desarrollo de depósitos de planicie proximal; también caracteriza los depósitos canalizados como cintas y asocia los sistemas a frecuentes procesos avulsivos, entre otros. Todos los criterios mencionados se cumplen en los depósitos analizados en las nacientes del río Chico, por tanto se interpretó que los depósitos en esa localidad estarían asociados a sistemas fluviales anastomosados. Por otro lado, el desarrollo de estratificación heterolítica permite proponer que la planicie de inundación se habría desarrollado por la combinación de agradación vertical y de acreción lateral (Figs. 3c y 7b). Este último mecanismo estaría vinculado a un paleorrelieve suave, bajos gradientes fluviales, sistemas fluviales de carga mixta o en suspensión, y marcada variación espacial en la paleodescarga durante las inundaciones (Knighton y Nanson 1994).

Un escenario fluvial distinto se definió en el Codo del río Senguerr. En esa localidad el registro de cuerpos canalizados es notablemente inferior a lo observado en nacientes del río Chico, y al mismo tiempo se incrementa la proporción

de depósitos de planicie de inundación. Los cuerpos donde se pudieron realizar tareas de arquitectura fluvial (n: 2) permitieron definir un patrón con desarrollo de barras centrales, que define al menos un patrón parcialmente entrelazado. Sin embargo, teniendo en cuenta que el número de cuerpos es reducido, no se descarta que futuros análisis de afloramiento definan otros estilos. Independientemente de los patrones fluviales, estos sistemas se habrían desarrollado en una planicie de inundación con drenaje variable, desde malo a bueno (Bridge 2003, Miall 1996, Varela *et al.* 2012). Incluso, es probable que hayan existido lagunas que permitieron el desarrollo de las condiciones reductoras interpretadas para la Lf.7b, aunque las evidencias sedimentológicas obtenidas al momento no son concluyentes. Este contexto dominado por depósitos de planicie de inundación distal evidencia una secuencia fluvial de bajo apilamiento, sugiriendo una región con alta tasa de acomodación (MacKey y Bridge 1995, Foix *et al.* 2013).

PALEONTOLOGÍA Y BIOESTRATIGRAFÍA

De la margen sur del Codo del río Senguerr se recuperaron los materiales PVL-4628, asignados originalmente a *Argyrosaurus superbis* (Powell 2003). Sin embargo, Mannion y Otero (2012) los reasignaron a un nuevo género nominado *Elaltitan lilloi*. En la sierra San Bernardo, en inmediaciones del casco de la estancia Ocho Hermanos, los autores de este trabajo registraron la presencia de una serie de vértebras caudales (UNPSJB-Pv 1011) asignables preliminarmente a Rebbachisauridae (G.A.Casal obs. pers.). Los materiales proceden de las primeras apariciones de fangolitas rojas, y por encima de las típicas fangolitas grises del Miembro Superior de la Formación Bajo Barreal. El registro paleontológico en nacientes del río Chico es más amplio y diverso que en los dos sitios antes mencionados, e incluye dinosaurios con implicancia cronoestratigráfica. Entre ellos, se destacan los hadrosáuridos, cuya presencia está

documentada por *Secernosaurus koernerii* (Brett-Surman 1979), hallado aproximadamente a 4 km de la embocadura del río Chico. Luna *et al.* (2003) dieron a conocer un ilion (UNPSJB-Pv 973) asignado a Ornithopoda indet., y que podría corresponder a un hadrosaurio (Coria, *com. pers.*). Este material provendría de niveles equivalentes a los de *Secernosaurus koernerii* (Casal *et al.* 2006), consecuentemente los hadrosaurios en el nacientes del río Chico estarían representados por más de un individuo.

El valor cronológico de este clado radica en que Coria y Cambiaso (2007) afirman que el registro de hadrosauridos en América del Sur está restringido al intervalo Campaniano tardío-Maastrichtiano. Por su parte, Prieto-Marquez y Salinas (2010) y Coria (2010, 2012) proponen que el clado conformado por *Secernosaurus* se habría originado en Sudamérica durante el Campaniano por vicarianza, y posterior a un evento de dispersión desde América del Norte antes del Campaniano.

En cuanto a la presencia de saurópodos en nacientes del río Chico, el registro se restringe al grupo de los titanosaurios. El primer hallazgo de la región corresponde a los materiales MLP 77-V-29-1, fue realizado por Carlos Ameghino y asignado a *Argyrosaurus superbis* (Lydekker 1893). Posteriormente, Casal *et al.* (2007) documentaron la presencia del titanosaurio *Aeolosaurus colhuehuapensis* con relevancia en la información paleoambiental y cronológica. En Argentina, el género *Aeolosaurus* está registrado únicamente y hasta el momento, a partir del Campaniano (Powell 1987, Salgado y Coria 1993, Salgado *et al.* 1997, Casal *et al.* 2007) para ambientes litorales y planicies de inundación vinculadas a ambientes fluviales de alta sinuosidad (Bonaparte 1986, 1992). Recientemente, Casal *et al.* (2010) dieron a conocer el hallazgo de un nuevo titanosaurio (MDT-Pv 4) proveniente de la margen sur del río Chico. Entre otros materiales, se recuperaron algunos osteodermos pertenecientes a este ejemplar y que representan el primer registro de estas estructuras en el Grupo Chubut. Salgado (2003) resalta la importancia cronológica

de los osteodermos en Titanosauria, ya que no han sido registrados en niveles estratigráficos pre-campanianos, quedando restringida su presencia en América del Sur, Madagascar y Europa únicamente al Campaniano-Maastrichtiano.

Complementariamente, y procedente de estos mismos niveles estratigráficos de nacientes del río Chico, fueron también descritos restos de un ornitópodo iguanodóntido no hadrosaurio (Ibiricu *et al.* 2010) y de un crocodiliforme, posiblemente un mesoeucrocodylia (Lamanna *et al.* 2003).

DISCUSIÓN

La información sedimentológica, estratigráfica y paleontológica presentada en esta contribución, permite puntualizar los atributos que definen y caracterizan a una nueva unidad litoestratigráfica propuesta, la Formación Lago Colhué Huapi *nom. nov.*

Sedimentología y estratigrafía

Los criterios utilizados históricamente para definir y diferenciar las unidades litoestratigráficas de origen fluvial del Grupo Chubut han sido fundamentalmente la naturaleza y la coloración de las rocas que lo componen, mayormente representados por los depósitos de planicie de inundación. En este sentido, Feruglio (1949) distingue dentro del denominado "Chubutense" a las "Areniscas y tobas coloradas", "Tobas verdes", "Tobas grises" y "Tobas amarillas", que se corresponden más tarde con las Formaciones Matasiete, Castillo, Bajo Barreal y Laguna Palacios respectivamente, en el esquema de Lesta y Ferello (1972).

Las diferencias sedimentológicas entre ambas localidades de estudio son evidentes, lo cual podría estar vinculado a la variabilidad de los estilos fluviales y al efecto de controles externos (Bridge 2003, Miall 1996, Schumm 2005). A pesar de las particularidades de cada afloramiento, los depósitos estudiados comparten el desarrollo de fangolitas rojizas vinculadas a depósitos de planicie de inundación y la ausencia de material piroclástico. Esta

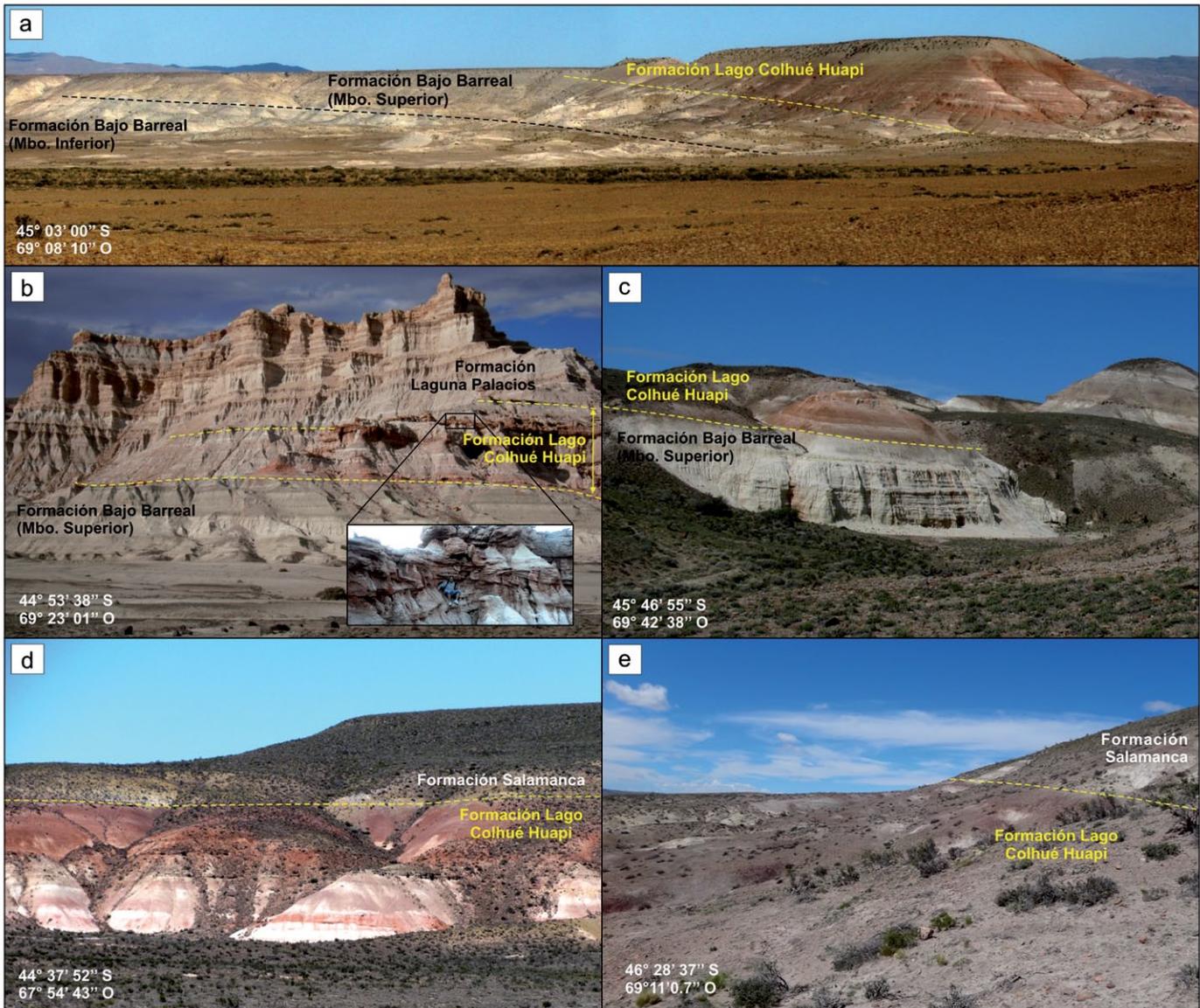


Figura 9: Relaciones estratigráficas de la Formación Lago Colhué Huapi con las formaciones Bajo Barreal, Laguna Palacios y Salamanca. a) Estancia El Pajarito. b) Buen Pasto. c) Confluencia (río Mayo-río Senguerr). d) Sierra Cuadrada. e) El Guadal Sur (Santa Cruz). La base de la unidad aflora en las localidades ubicadas más al oeste, en transición con el Miembro Superior de la Formación Bajo Barreal en las localidades 9a, 9b y 9c). El techo de la unidad está representado por el contacto con las Formación Laguna Palacios en las localidades más occidentales (9b) o la Formación Salamanca en sus afloramientos orientales (9d) o australes (9e).

característica física permite diferenciar las secuencias fluviales estudiadas de los depósitos infrayacentes de la Formación Bajo Barreal, los cuales se definen para el Miembro Superior por una planicie de fangolitas grises bien desarrollada con intercalación de niveles continuos de tobas (Paredes *et al.* 2011). Este criterio es de carácter regional y pudo reconocerse en otras localidades de la cuenca no caracterizadas en esta contribución, como aquellos reducidos afloramientos cercanos al casco de estancia Ocho Hermanos, Lagu-

na Seca, estancia El Pajarito, costa norte y este del lago Colhué Huapi, Pampa de los Guanacos, sierra Cuadrada y en todos los afloramientos asignados a la Formación Bajo Barreal en la Hoja Geológica 4569-IV (Sciutto *et al.* 2008), en la provincia del Chubut. Asimismo, también aflora en la margen norte de la Pampa de María Santísima, en inmediaciones de las lagunas de Janarez y La Sin Nombre, y en el yacimiento El Guadal, en la provincia de Santa Cruz (ubicaciones en Fig. 1b). En particular en la localidad ubicada al este del

Codo del Senguerr es donde mejor se expone esta diferencia en la coloración de la planicie de inundación, ya que allí se pasa desde un registro exclusivo de fangolitas grises en el flanco oriental del anticlinal (Formación Bajo Barreal), a un dominio de fangolitas rojizas (Lf.7a) con intercalaciones de fangolitas grises verdosas (Lf.7b) y violáceas (Lf.7c) en la secuencia estudiada (Allard y Casal 2013). A pesar de que estos afloramientos son discontinuos debido a la cobertura moderna, se infiere que el pasaje es gradual entre ambas unidades. Esta

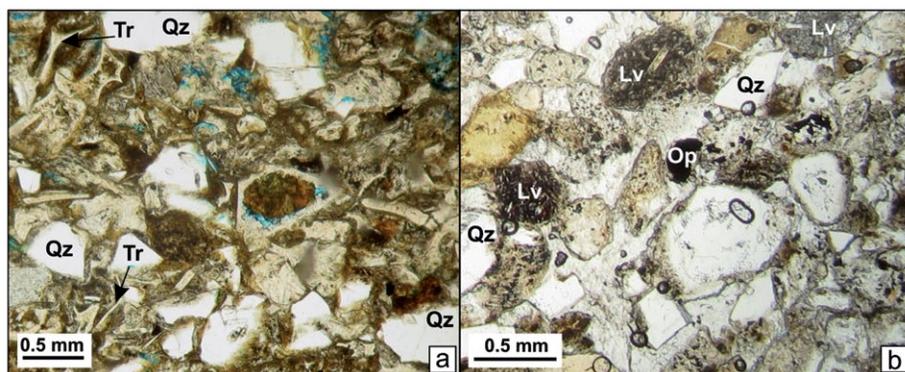


Figura 10: Secciones delgadas de areniscas finas a medianas vinculadas a depósitos de albardón al microscopio petrográfico (nicoles paralelos) de a) Formación Bajo Barreal. b) Formación Lago Colhué Huapi. Se indica la presencia de Tr: trizas; Qz: cuarzo; Lv: líticos volcánicos y Op: minerales opacos.

relación se observa con mayor claridad en la localidad de Laguna Seca y Estancia El Pajarito (Fig. 9).

Las diferencias litológicas no se restringen al material de la planicie de inundación, sino que también se ven reflejadas en la composición de las areniscas fluviales. La Formación Bajo Barreal presenta una proporción variable de ceniza volcánica en el registro arenoso, mientras que los depósitos estudiados en las nacientes del río Chico no registran este material (Fig. 10). Esta localidad no expone el contacto de los depósitos estudiados con alguna de las unidades clásicas del Grupo Chubut, sin embargo muestra el pasaje a los depósitos marinos de la Formación Salamanca. Allí coexisten un límite concordante y otro de tipo erosivo (Fig. 11) evidenciando una compleja relación espacio-temporal entre los depósitos más modernos del Grupo Chubut y la primera ingresión atlántica de la Cuenca del Golfo San Jorge. En este sentido, Bellosi *et al.* (2000) sugieren que el engranaje entre el tramo cuspidal del Grupo Chubut y la Formación Salamanca se resuelve dentro de un sistema fluvio-estuarino, en el sector de Pampa de María Santísima, donde aflorarían los términos más jóvenes del Grupo Chubut (Feruglio 1949). La caracterización de esa relación es fundamental para el avance en el entendimiento de la evolución de la Cuenca del Golfo San Jorge. Aunque el análisis de este pasaje excede el objetivo de esta contribución, debe mencionarse que la existencia de un pasa-

je transicional sugiere preliminarmente el engranaje lateral entre los sistemas fluviales estudiados en nacientes del río Chico y los depósitos marinos contemporáneos. De demostrarse esta relación, los depósitos canalizados evaluados tendrían un nivel de base regional marino, diferenciándose de las unidades más antiguas del Grupo Chubut que tendrían niveles de base lacustres (Figari *et al.* 1999).

En otros sectores de la cuenca (ej. estancia Ocho Hermanos), donde no se registra la Formación Salamanca, estos depósitos cretácicos están en contacto con el Grupo Río Chico. Teniendo en cuenta que la coloración de las fangolitas rojizas y la consolidación de los cuerpos arenosos de ambas unidades mencionadas son comparables entre sí, podría resultar confusa su diferenciación, como lo demostraron las asignaciones de restos de dinosaurios a los “niveles con *Notostylops*” por Ameghino (1889) (en Chiarelli 2006), y posteriormente Stappenbeck (1909), Keidel (1920) y Windhausen (1924).

La relación de los depósitos estudiados con la Formación Laguna Palacios se observa en la región comprendida por Buen Pasto, laguna Seca y Lote 37. Allí, se encuentran dispuestos de forma transicional entre la Formación Bajo Barreal y la Formación Laguna Palacios (Fig. 9), lo que implica necesariamente una relación de engranaje lateral entre ellas.

Las diferencias sedimentológicas entre la unidad propuesta y la Formación Laguna Palacios, radican en que esta última pre-

senta niveles de composición piroclástica, abundante desarrollo de paleosuelos y no contiene depósitos fluviales importantes (Sciutto 1981, Hechem *et al.* 1990, Genise *et al.* 2002). Estas diferencias litológicas se traducen en una diferencia en el perfil de erosión de estas unidades (Fig. 9).

Paleontología

La fauna de vertebrados fósiles procedente de la Formación Bajo Barreal (Cenomaniano medio-Turoniano tardío, Powell *et al.* 1989 y *sensu* Bridge *et al.* 2000) incluye quelonios Prochelidae (Lapparent de Broin y de la Fuente 2001), crocodiliformes, placas de peces holósteos (Martínez *et al.* 2001), pterosaurios (Ibiricu *et al.* 2013a), dinosaurios terópodos abelisáuridos, carcharodontosáuridos y dromaeosáuridos (Casal *et al.* 2009). Además, en estos niveles, se destaca la presencia de titanosaurios basales (Martínez *et al.* 2004) y rebaquisáuridos (Ibiricu *et al.* 2012, 2013b).

Estratigráficamente, el registro paleontológico se restringe fundamentalmente a la parte alta del Miembro Inferior, en areniscas verdes de origen fluvial que evidencian propiedades sedimentológicas y tafonómicas favorables para la preservación de vertebrados fósiles (Rodríguez 1993, Casal *et al.* 2009). Principalmente estos niveles se encuentran bien expuestos en sierra San Bernardo y sierra Nevada, en la provincia del Chubut. Sin embargo, existe el registro del titanosaurio *Drusilasaura deseadensis* en el Miembro Superior de la Formación Bajo Barreal en la margen sur del valle del río Deseado, en la provincia de Santa Cruz (Navarrete *et al.* 2011). *Drusilasaura deseadensis* es asignado al clado Lognkosauria (Navarrete *et al.* 2011) cuyo registro está restringido, hasta el momento, al Turoniano-Coniaciano (Calvo *et al.* 2007; González Riga 2005). La presencia de rebaquisáuridos reviste importancia paleobiogeográfica, ya que es un clado que incluye formas conocidas exclusivamente en sedimentos del Cretácico Inferior y Superior temprano en Gondwana, y en el Cretácico Inferior en el hemisferio norte (Ibiricu *et al.* 2012). También po-

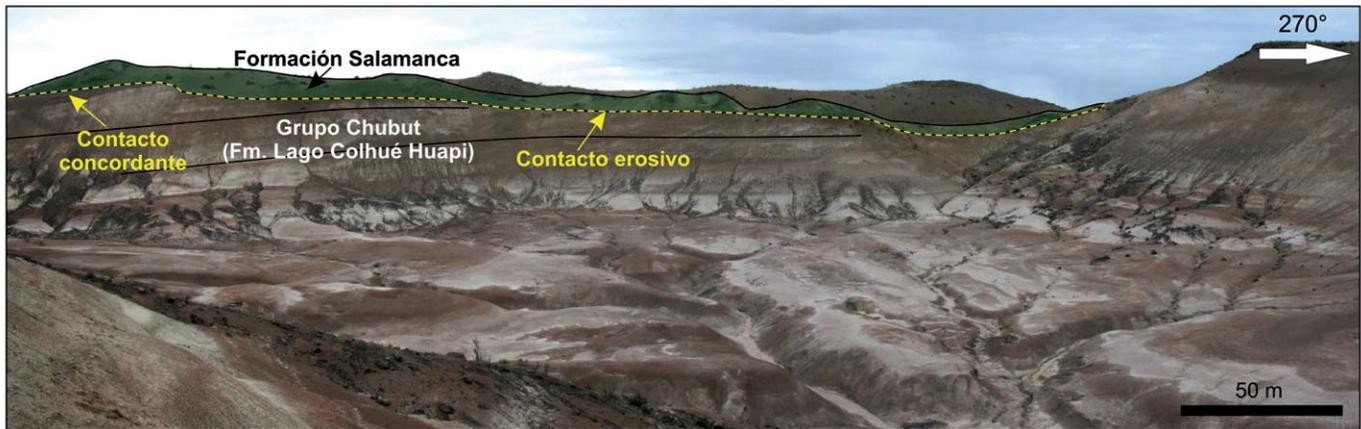


Figura 11: Contacto entre las formaciones Lago Colhué Huapi y Salamanca en las nacientes del río Chico.

see una implicancia cronológica dado que en Patagonia su registro está acotado al período de tiempo comprendido entre el Albiano y el Cenomaniano, donde tuvo lugar una aparente extinción del grupo (Salgado *et al.* 2004, Coria y Salgado 2005, Apesteguía 2007, Ibiricu *et al.* 2012). No obstante, Apesteguía *et al.* (2010) sugieren que este clado pudo alcanzar como máximo el Turoniano-Coniaciano en Gondwana.

La serie de vértebras caudales UNPSJB-Pv 1011 asignadas preliminarmente a Rebbachisauridae (G.A.Casal obs. pers.), y procedentes de las primeras apariciones de las fangolitas rojas de la nueva unidad aquí propuesta, en estancia Ocho Hermanos, en la sierra San Bernardo, sugieren que la edad de estos niveles correspondería como máximo al Coniaciano.

A escala regional, el registro paleontológico de las nacientes del río Chico es compartido con otras unidades de las cuencas Neuquina y de Cañadón Asfalto, destacándose el hadrosaurio *Secernosaurus koernerii*. Los hadrosaurios presentes en Patagonia proceden de la Formación Allen (Campaniano Superior-Maastrichtiano Inferior) y fueron citados por González Riga y Casadío (2000), Juárez Valieri *et al.* (2010) y Coria *et al.* (2012). Asimismo, hay registros en la Formación Los Alamitos (Bonaparte *et al.* 1984) en la provincia de Río Negro. Otros materiales fragmentarios de hadrosáurido fueron dados a conocer por Apesteguía y Cambiaso (1999) en la Formación Paso del Sapo (Campaniano-Maastrichtiano). En síntesis, se reconoce

la existencia de al menos cuatro formas de hadrosáuridos en Patagonia: *Kritosaurus* (Bonaparte *et al.* 1984), *Secernosaurus* (Brett-Surman 1979), *Willinakaqe* (Juárez Valieri *et al.* 2010) y *Lapampasaurus* (Coria *et al.* 2012). No obstante, Prieto-Márquez y Salinas (2010) proponen una sinonimia entre *Secernosaurus koernerii* y *Kritosaurus australis*, siendo este último un juvenil del proveniente de las nacientes del río Chico.

En cuanto a la fauna de dinosaurios saurópodos, *Argyrosaurus superbus* (Lydekker 1893), descubierto por Ameghino en la margen sur del río Chico, fue determinado también en afloramientos de la Formación Puerto Yerúa del Campaniano-Maastrichtiano de la Provincia de Entre Ríos (Powell 2003). Por su parte, el género *Aeolosaurus* está registrado a partir del Campaniano en las Formaciones Angostura Colorada (Powell 1987), Allen (Salgado y Coria 1993), Los Alamitos (Salgado *et al.* 1997) y Loncoche dentro del Grupo Malargüe (González Riga 1995, Previtiera y González Riga 2008), y *Aeolosaurus colhuehuapensis* (Casal *et al.* 2007), como fue mencionado, procedente de las nacientes del río Chico.

En Patagonia se registra una interesante asociación faunística que posee implicancia cronológica, y está dada por el saurópodo titanosaurio *Aeolosaurus* y los hadrosáuridos. Son ejemplos las asociaciones registradas en la Formación Los Alamitos con *Kritosaurus australis* (Bonaparte *et al.* 1984) y *Aeolosaurus* sp. (Salgado *et al.* 1997); en la Formación Allen con

Willinakaqe salitralensis (Juárez Valieri *et al.* 2010) y *Aeolosaurus* sp. (Salgado y Coria 1993). La importancia de esta asociación *Aeolosaurus*-hadrosauridos radica en que la misma fue utilizada para determinar la edad Vertebrado Alamitense como campaniana (Bonaparte 1992), posteriormente confirmada por Salgado *et al.* (1997).

La presencia de estos taxones permitió corroborar la correlación de Bonaparte (1992) entre las Formaciones Los Alamitos, Allen, Angostura Colorada y también con la Formación Loncoche (Candeiro 2010). Consecuentemente, la asociación registrada en las nacientes del río Chico entre *Aeolosaurus colhuehuapensis* (Casal *et al.* 2007) y *Secernosaurus koernerii* (Brett-Surman 1979) indicaría una correspondencia de esos niveles con las unidades del norte de Patagonia mencionadas. Por tanto, la edad de las sedimentitas en las nacientes del río Chico debería corresponder, al menos, al Campaniano Inferior.

En resumen, la fauna recuperada hasta el momento en la Formación Bajo Barreal (Cenomaniano medio-Turoniano tardío, Powell *et al.* 1989 y *sensu* Bridge *et al.* 2000; Cenomaniano *sensu* Suárez *et al.* 2014) presenta claras diferencias evolutivas, cronológicas y paleobiogeográficas, con la registrada en la Formación Lago Colhué Huapi *nom. nov.*

Ambas faunas compartirían únicamente la presencia del clado Rebbachisauridae, con el registro preliminar de vértebras caudales (UNPSJB-Pv 1011) en las fangolitas rojas de estancia Ocho Hermanos.

		Faja Plegada de San Bernardo		Flanco Norte		
CRETÁCICO	CZ.	Daniano	Gr. Río Chico	F. Salamanca		
	SUPERIOR	Maastrichtiano	Grupo Chubut	F. Lago Colhué Huapi		
		Campaniano				
		Santoniano				
		Coniaciano				
		Turoniano				
	Cenomaniano	Formación Bajo Barreal	Miembro Superior			
	Albiano	Formación Castillo		Miembro Inferior		
	INFERIOR	Aptiano	F. Lago Colhué Huapi			
		Barremiano				Formación Matasiete

Figura 12: Cuadro estratigráfico propuesto para el Grupo Chubut.

Asimismo, la fauna de la Formación Bajo Barreal presenta típicos componentes gondwánicos (Lamanna *et al.* 2002), mientras que los Hadrosauridae en las nacientes del río Chico integran una fauna invasora procedente del hemisferio Norte a partir del Campaniano temprano (Bonaparte *et al.* 1984, Bonaparte 1986, Salgado y Coria 1996, Coria 1999, Prieto-Marquez y Salinas 2010).

Recientes estudios faunísticos basados en análisis estadísticos de similitud (Canale *et al.* 2011) posicionan faunística y cronológicamente a la Formación Bajo Barreal (Cenomaniano medio-Turoniano tardío) junto con el Subgrupo Río Limay (*sensu* Garrido 2010) integrado por las formaciones Candeleros (Cenomaniano Inferior; Garrido 2010) y Huincul (Cenomaniano Superior-Turoniano; Garrido 2010). El mismo patrón estadístico resultó para el contenido paleontológico proveniente de los afloramientos de las nacientes del río Chico y de la Formación Allen (Campaniano Superior-Maastrichtiano Inferior, *sensu* Nández y Concheyro 1997), durante el Cretácico Tardío. En resumen, la edad de la formación propuesta está comprendida entre el Coniaciano-Maastrichtiano.

Recientemente Suárez *et al.* (2014) obtuvieron edades radimétricas (SHRIMP U-Pb) de 97,6 y 96 Ma (Cenomaniano) para

la Formación Laguna Palacios. No obstante, el contenido paleontológico de la nueva unidad y su relación estratigráfica con la Formación Laguna Palacios, desestiman la edad cenomaniana como edad mínima del Grupo Chubut.

CONCLUSIONES

El esquema litoestratigráfico de la Cuenca del Golfo San Jorge es ampliamente aceptado y aplicado en términos generales. En particular, el Grupo Chubut está definido por cinco formaciones clásicas, una de ellas de origen lacustre y las cuatro restantes fluviales-aluviales. Las diferencias litológicas entre estas últimas están enfocadas principalmente en la naturaleza de la planicie de inundación, en particular la coloración del material pelítico (ej. Formación Matasiete vs. Formación Bajo Barreal) y en la abundancia de material tobáceo (ej. Formación Matasiete vs. Formación Castillo, Formación Castillo vs. Formación Bajo Barreal). La presente contribución expone claramente que los depósitos analizados se diferencian de todas las unidades clásicas del Grupo Chubut, en especial de la Formación Bajo Barreal (Fig. 12). Por tanto, y de acuerdo a las disposiciones generales de los artículos 12, 33 y 34 del Código Argentino de Estratigrafía (Comité Argentino de Estrati-

grafía 1992), se propone la definición de una nueva unidad estratigráfica a partir de los depósitos caracterizados.

Clase: unidad litoestratigráfica

Rango: Formación.

Nombre: Lago Colhué Huapi

Definición y descripción: véase sección Sedimentología de esta contribución.

Localidad tipo (Art. 14): nacientes del río Chico, Departamento Sarmiento, sur de la Provincia del Chubut, Argentina.

Estratotipo (Art. 15): estratotipo compuesto (Art. 15.9). El holoestratotipo está constituido por el intervalo aflorante en las nacientes del río Chico (53 m de espesor). El paraestratotipo es el intervalo aflorante en la margen sur del Codo del río Senguerr (160 m de espesor).

Límites y relaciones estratigráficas: la Formación Lago Colhué Huapi presenta base transicional con la Formación Bajo Barreal y techo transicional con la Formación Laguna Palacios, y erosivo o transicional con la Formación Salamanca. La base de la unidad está definida en el Paraestratotipo y el techo en el Holoestratotipo.

Distribución areal: la unidad aflora en el ámbito de la faja plegada de San Bernardo y en la parte occidental de los flancos norte y sur de la cuenca del Golfo San Jorge.

Edad y Correlación: véase sección Paleontología de esta contribución (Coniaciano-Maastrichtiano).

AGRADECIMIENTOS

A Carmen Baltuska del Codo del río Senguerr. A Antonio Perujo (†), Héctor Martínez y Luis Insúa de las estancias de nacientes del río Chico. A Julio Fernández de estancia El Pajarito y Edgardo Valbuena de estancia Ocho Hermanos. A Rubén Martínez, Marcelo Luna, Lucio Ibiricu y Edmundo Ivany. Al Departamento de Geología de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco por el apoyo logístico que permitió el desarrollo de las actividades de campo. A Raúl Giacosa por sus comentarios. A los revisores (J.M. Paredes y J.F.R. Rodríguez) que con su crítica permitieron mejorar la calidad del manuscrito.

TRABAJO CITADOS EN EL TEXTO

- Abels, H.A., Kraus, M.J. y Gingerich, P.D. 2013. Precession-scale cyclicity in the fluvial lower Eocene Willwood Formation of the Bighorn Basin, Wyoming (USA). *Sedimentology* 60: 1467-1483.
- Allard, J.O. y Casal G.A. 2013. Análogos de afloramientos del Cretácico Superior en las nacientes del río Chico: sedimentología, paleoambiente, características geométricas y heterogeneidades intra-reservorio. Primeras Jornadas Geológicas de la Cuenca del Golfo San Jorge, Actas: 17-18, Comodoro Rivadavia.
- Alexander, J. y Gawthorpe, R.L. 1993. The complex nature of a Jurassic multistorey, alluvial sandstone body, Whitby, North Yorkshire. *Geological Society, London, Special Publication* 73: 123-142.
- Allen, J.R.L. 1963. The classification of cross-stratified units, with notes on their origin. *Sedimentology* 2: 93-114.
- Allen, J.R.L. 1966. On bed forms and palaeocurrents. *Sedimentology* 6: 153-190.
- Ameghino, F. 1889. Sinopsis Geológico-paleontológica. 2° Censo de la República Argentina, Fol., Buenos Aires 1: 112-255.
- Apesteeguía, S. 2007. The sauropod diversity of the La Amarga Formation (Barremian), Neuquén (Argentina). *Gondwana Research* 12: 543-546.
- Apesteeguía, S. y Cambiaso, A.V. 1999. Registro de hadrosaurios en la Formación Paso del Sapo, del Campaniano-Maastrichtiano de Chubut, su importancia bioestratigráfica y sus posibilidades de correlación con unidades contemporáneas. *Ameghiniana* 36: 26R.
- Apesteeguía, S., Gallina, P.A. y Haluza, A. 2010. Not just a pretty face: anatomical peculiarities in the postcranium of rebbachisaurids (Sauropoda: Diplodocoidea). *Historical Biology* 22: 165-74.
- Archangelsky, S., Bellosi, E.S., Jalfn, G.A. y Perrot, C. 1994. Palynology and alluvial facies from the mid-Cretaceous of Patagonia, subsurface of San Jorge Basin, Argentina. *Cretaceous Research* 15: 127-142.
- Ashley, G. 1990. Classification of large-scale subaqueous bedforms: A new look at an old problem. *Journal of Sedimentary Petrology* 60: 160-172.
- Barcat, C., Cortiñas, J.S., Nevistic, V.A., Stach, N.H. y Zucchi, H.E. 1984. Geología de la región comprendida entre los lagos Musters-Colhué Huapí y la sierra Cuadrada, Depto. Sarmiento y Paso de Indios, provincia del Chubut. 9° Congreso Geológico Argentino, Actas 2: 263-282, Buenos Aires.
- Barcat, C., Cortiñas, J.S., Nevistic, V.A. y Zucchi, H.E. 1989. Cuenca Golfo San Jorge. En: Chebli, G.A. y Spaletti, L.A. (Eds.) Cuencas Sedimentarias Argentinas. Instituto Superior de Correlación Geológica, Universidad Nacional de Tucumán, Serie Correlación Geológica 6: 319-345, San Miguel de Tucumán.
- Barreda, V. y Archangelsky, S. 2006. The southernmost record of tropical pollen grains in the mid-Cretaceous of Patagonia, Argentina. *Cretaceous Research* 27: 778-787.
- Baas, J.H., Best J.L. and Peakall, J. 2011. Depositional processes, bedform development and hybrid bed formation in rapidly decelerated cohesive (mud-sand) sediment flows. *Sedimentology* 58: 1953-1987
- Bedatou, E. 2010. Icnofábricas continentales complejas de Patagonia Central: significado y potenciales aplicaciones. Tesis doctoral, Universidad Nacional de San Luis (inédita), 255 p., San Luis.
- Bedatou, E., Melchor, R.N., Bellosi, E.S. y Genise, J.F. 2008. Icnofábricas complejas dominadas por trazas de crustáceos terrestres (crayfishes) y lombrices en paleosuelos de Patagonia, Argentina. 12° Reunión Argentina de Sedimentología, Resúmenes: 40, Buenos Aires.
- Bellosi, E.S., Palamarczuk, S., Barreda, B., Sanagua, J. y Jalfn, G. 2000. Litofacies y palinología del contacto Grupo Chubut-Formación Salamanca en el oeste de la cuenca del Golfo San Jorge. 11° Simposio Argentino de Paleobotánica y Palinología, Actas: 9, San Miguel de Tucumán.
- Bonaparte, J.F. 1978. El mesozoico de América del Sur y sus tetrápodos (geología, reptiles). *Opera Lilloana* 26: 1-596.
- Bonaparte, J.F. 1986. History of the terrestrial Cretaceous vertebrates of Gondwana. 4° Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, Actas 2: 63-95, Mendoza.
- Bonaparte, J.F. 1992. Una nueva especie de Triconodonta (Mammalia), de la Formación Los Alamitos, provincia de Río Negro y comentarios sobre su fauna de vertebrados. *Ameghiniana* 29: 99-110.
- Bonaparte, J.F. 1996. Dinosaurios de América del Sur, p., 174. Impreso en Artes Gráficas Sagitario, CIUDAD DE EDICIÓN.
- Bonaparte, J.F. y Gasparini, Z.B. 1979. Los saurópodos de los Grupos Neuquén y Chubut, y sus relaciones cronológicas. 6° Congreso Geológico Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, Actas 2: 393-406, Neuquén.
- Bonaparte, J., Franchi, M., Powell, J.E. y Sepúlveda, E. 1984. La Formación Los Alamitos (Campaniano-Maastrichtiano) del sudeste de Río Negro. Con descripción de *Kritosaurus australis* n. sp. (Hadrosauridae). Significado paleogeográfico de los vertebrados. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 49: 284-299.
- Bown, T.M. y Kraus, M.J. 1987. Integration of channel and floodplain suites: I. Developmental sequence and lateral relations of alluvial paleosols. *Journal Sedimentology Petrology* 57: 587-601.
- Brett-Surman, M.K. 1979. Phylogeny and palaeobiogeography of hadrosaurian dinosaurs. *Nature* 277: 560-562.
- Bridge, J.S. 1993. The interaction between channel geometry, water flow, sediment transport and deposition in braided rivers. In: Best J.L. and Bristow C.S. (Eds.) Braided Rivers. Geological Society of London, Special Publication 75: 13-71.
- Bridge, J.S. 2003. Rivers and floodplains: forms, processes, and sedimentary record. Wiley-Blackwell, 491 p., Malden.
- Bridge, J.S. y Jarvis, J. 1982. The dynamics of a river bend: a study in flow and sedimentary processes. *Sedimentology* 29: 499-541.
- Bridge, J.S., Alexander, J., Collier, R.E.L., Gawthorpe, R.L. y Jarvis, J. 1995. Groundpenetrating radar and coring used to study the large-scale structure of point-bar deposits in three dimensions: *Sedimentology* 42: 839-852.
- Bridge, J.S., Jalfn, G. y Georgieff, S. 2000. Geometry, lithofacies and spatial distribution of Cretaceous fluvial sandstones bodies, San Jorge basin, Argentina: outcrop analog for the hydrocarbon-bearing Chubut Group. *Journal of Sedimentary Research* 70: 341-359.
- Brierley, G.J., Ferguson, R.J. y Woolfe, K.J. 1997. What is a fluvial levee? *Sedimentary Geology* 114: 1-9.
- CAE (Comité Argentino de Estratigrafía) 1992. Código argentino de estratigrafía. Asocia-

- ción Geológica Argentina, Serie B, Didáctica y complementaria 20: 1-64, Buenos Aires.
- Calvo, J.O., Porfiri, J.D., González Riga, B.J. y Kellner, A.W. 2007. Anatomy of *Fentalognkosaurus dukei* Calvo, Porfiri, González Riga y Kellner, 2007 (Dinosauria, Titanosauridae) from the Neuquén Group (Late Cretaceous), Patagonia, Argentina. *Arquivos do Museu Nacional* 65: 511-526.
- Canale, J., Ibiricu, L.M., Haluza, A. y Casal, G. 2011. The continental Cenomanian of Patagonia: a comparison between the fossil vertebrate faunas of the río Limay Subgroup (Neuquén Group) and the Bajo Barreal Formation (Chubut Group) Fossil vertebrate faunas. *Ameghiniana* 48: 98R.
- Candeiro, C.R.A. 2010. Record of the genus *Aeolosaurus* (Sauropoda, Titanosauria) in the Late Cretaceous of South America: paleogeographic implications. *Estudios Geológicos* 66: 243-253.
- Casal, G.A., Luna, M.; Martínez, R.D., Lamanna, M.C., Sciotto, J.C. y Ivany, E. 2006. La fauna Campaniana-Maastrichtiana? de la Formación Bajo Barreal en el E-SE del Lago Colhué Huapi, Provincia de Chubut, Argentina. *Ameghiniana* 40: 61R.
- Casal, G.A., Martínez, R.D., Luna, M., Sciotto, J.C. y Lamanna, M.C. 2007. *Aeolosaurus colhuehuapensis* sp. nov. (Saurópoda, Titanosauria) de la Formación Bajo Barreal, Cretácico Superior de Argentina. *Revista Brasileira de Paleontología* 10: 53-62
- Casal, G.A., Candeiro, C.R.A., Martínez, R.D., Ivany, E. e Ibiricu, L.M. 2009. Dientes de Theropoda (Dinosauria: Saurischia) de la Formación Bajo Barreal, Cretácico Superior, Provincia del Chubut, Argentina. *Geobios* 42: 553-560.
- Casal, G.A., Martínez, R.D., Luna, M., Ivany, E. e Ibiricu, L.M. 2010. Un nuevo titanosaurio articulado de la Formación Bajo Barreal, Cretácico Superior tardío del Sur de Chubut. Aspectos ambientales y tafonómicos. *Ameghiniana* 47: 6R.
- Casal, G.A., Martínez, R.D., Ibiricu, L.M., González Riga, B.J. y Foix, N. 2013. Tafonomía del dinosaurio terópodo *Aniksosaurus darnini*, Formación Bajo Barreal, Cretácico Tardío de Patagonia (Argentina). *Ameghiniana* 50(6): 571-592.
- Casal, G.A., Ibiricu, L.M., Allard, J.O., Martínez, R.D., Luna, M. y González Riga, B. 2014. Tafonomía del titanosaurio *Aeolosaurus colhuehuapensis*, Cretácico Superior, Patagonia central, Argentina: un ejemplo de preservación en facies continentales fluviales. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 31: 163-173.
- Chiarelli, P. 2006. Florentino y Carlos Ameghino. Reseñas de la Patagonia: andanzas, penurias y descubrimientos de dos pioneros de la ciencia. Ed. Continente, 192 p., Buenos Aires.
- Clavijo, R. 1986. Estratigrafía del cretácico inferior en el sector occidental de la Cuenca Golfo San Jorge. *Boletín de Informaciones Petroleras* 9: 15-32.
- Collinson, J.D. y Thompson, D.B. 1982. *Sedimentary Structures*, Allen y Unwin, 194 p., Londres.
- Coria, R.A. 1999. Ornithopod dinosaurs from the Neuquen Group, Patagonia, Argentina: phylogeny and biostratigraphy. *National Science Museum Monographs. Second Gondwanan Dinosaur Symposium, Proceedings: 47-60*, Tokyo.
- Coria, R.A. 2010. Phylogeny and paleobiogeography of hadrosaurid dinosaurs from Argentina. 10° Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, 7° Congreso Latinoamericano de Paleontología, Resúmenes: 149-150, La Plata.
- Coria, R.A. 2012. South American Hadrosaurs. The gentle geodispersal. 5th International Symposium about dinosaurs Palaeontology and their environment, Proceedings: 31-39, Burgos, España.
- Coria, R.A. y Cambiaso, A. 2007. Ornithischian dinosaurs. En: Gasparini, Z. Salgado, L. y Coria, R. (Eds.) *Patagonian Mesozoic Reptiles*. Indiana University Press, 167-187, Indiana.
- Coria, R.A. y Salgado, L. 2005. Mid-Cretaceous turnover of saurischian dinosaur communities: evidence from the Neuquén Basin. En: Veiga, G.D., Spalletti, L.A., Howell, J.A. y Schwarz, E. (Eds.) *The Neuquén Basin, Argentina: A Case Study in Sequence Stratigraphy and Basin Dynamics*. Geological Society, London, Special Publication 252: 317-327.
- Coria, R.A., González Riga, B.J. y Casadío, S. 2012. Un nuevo Hadrosáurido (Dinosauria, Ornithopoda) de la Formación Allen, provincia de La Pampa, Argentina. *Ameghiniana* 49: 552-572.
- Costa, J.E. 1983. Paleohydraulic reconstruction of flash-flood peaks from boulder deposits in the Colorado Front Range. *Geological Society of America, Bulletin* 94: 986-1004.
- Feruglio, E. 1949. Descripción geológica de la Patagonia. Yacimientos Petrolíferos Fiscales, Tomo II, 1-349, Buenos Aires.
- Figari, E., Strelkov, E., Laffiffe, G., Cid de la Paz, M., Courtade, S., Celaya, J., Vottero, A., Laffourcade, P., Martínez, R. y Villar, H. 1999. Los sistemas petroleros de la Cuenca del Golfo San Jorge: Síntesis estructural, estratigráfica y geoquímica. 4° Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos, 197-237, Mar del Plata.
- Fisher J.A., Waltham D., Nichols G.J., Krapf C.B.E. y Lang S.C. 2007. A quantitative model for deposition of thin fluvial sand sheets. *Journal of the Geological Society, London*, 164: 67-71.
- Fitzgerald, M., Mitchum, M., Uliana, M. y Biddle, K. 1990. Evolution of the San Jorge Basin, Argentina. *American Association of Petroleum Geologists, Bulletin* 74: 879-920.
- Foix, N., Paredes, J.M. y Giacosa, R.E. 2013. Fluvial architecture variations linked to changes in accommodation space: Río Chico Formation (Late Paleocene), Golfo San Jorge basin, Argentina. *Sedimentary Geology* 394: 342-355.
- Garrido, A.C. 2010. Estratigrafía del Grupo Neuquén, Cretácico Superior de la Cuenca Neuquina (Argentina): nueva propuesta de ordenamiento litoestratigráfico. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales* 12: 121-177.
- Genise, J.F., Sciotto, J.C., Laza, J.H. y González, M.A. 2002. Fossil bee nests, coleopteran pupal chambers and tuffaceous paleosols from the Late Cretaceous Laguna Palacios Formation, Central Patagonia (Argentina). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 177: 215-235.
- Ghosh, P., Sarkar, S. y Maulik, P. 2006. Sedimentology of a muddy alluvial deposit: Triassic Denwa Formation, India. *Sedimentary Geology* 191: 3-36.
- González Riga, B.J. 1995. Estratigrafía y Paleontología de vertebrados del Cretácico Superior de Ranquil-Có, sur de la provincia de Mendoza, R. Argentina. Tesis doctoral, Universidad Nacional de Córdoba (inérito), 133 p., Córdoba.
- González Riga, B.J. 2005. Nuevos restos fósiles de *Mendozasaurus nequiyelap* (Sauropoda, Tita-

- nosauria) del Cretácico tardío de Mendoza, Argentina. *Ameghiniana* 42: 535-548.
- González Riga, B.J. y Astini, R. 2007. Fossil preservation of large titanosaur sauropods in overbank fluvial facies: a case study in the Cretaceous of Argentina. *Journal of South American Earth Sciences* 23: 290-303.
- González Riga, B.J. y Casadío, S. 2000. Primer registro de Dinosauria (Ornithischia, Hadrosauridae) en la Provincia de La Pampa (Argentina) y sus implicancias paleobiogeográficas. *Ameghiniana* 37: 341-351.
- Hechem, J.J. 1994. Modelo predictivo de reservorios en un sistema fluvial efímero del Chubutiano de la cuenca del Golfo San Jorge, Argentina. *Revista de la Asociación Argentina de Sedimentología* 1: 3-14.
- Hechem, J.J. 1998. Arquitectura y paleodrenaje del sistema fluvial efímero de la Formación Bajo Barreal, cuenca del Golfo San Jorge, Argentina. 1º Congreso Latinoamericano de Sedimentología: 315-323, Isla Margarita.
- Hechem, J.J., Figari, E.G. y Musacchio, E.A. 1987. Hallazgo de la Formación Pozo D-129. *Petrotecnia* 28: 13-15.
- Hechem, J.J., Homocv, J.F. y Figari, E.G. 1990. Estratigrafía del Chubutiano (Cretácico) en la Sierra de San Bernardo, cuenca del Golfo San Jorge, Argentina. 11º Congreso Geológico Argentino, Actas 3: 173-176, San Juan.
- Homocv, J.F., Conforto, G.A. y Lafourcade, P.A. 1993. Faja Plegada en el subsuelo de la Cuenca del Golfo San Jorge. Ejemplo de inversión tectónica. 12º Congreso Geológico Argentino y 2º Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas 3: 233-240, Mendoza.
- Ibiricu, L.M., Martínez, R.D., Lamanna, M.C., Casal, G.A., Luna, M., Harris, J. y Lacovara, K.J. 2010. A medium sized Ornithopod (Dinosauria: Ornithischia) from the Upper Cretaceous Bajo Barreal Formation of Lago Colhué Huapi, Southern Chubut province, Argentina. *Annals of the Carnegie Museum* 79: 29-40.
- Ibiricu, L.M., Casal, G.A., Lamanna, M.C., Martínez, R.D., Harris, J. y Lacovara, K.J. 2012. The southernmost records of Rebbachisauridae (Sauropoda: Diplodocoidea), from the early Late Cretaceous deposits of central Patagonia. *Cretaceous Research* 34: 220-232.
- Ibiricu, L.M., Martínez, R.D. y Casal G.A. 2013a. The first record of Pterosauria in the Bajo Barreal Formation (Upper Cretaceous), central Patagonia, Argentina. *Ameghiniana* 49: 657-661.
- Ibiricu, L.M., Casal G.A., Martínez, R.D., Lamanna, M.C. y Salgado, L. 2013b. *Katepensaurus goicoecheai* gen. et sp. nov., a Late Cretaceous rebbachisaurid (Sauropoda, Diplodocoidea) from central Patagonia, Argentina. *Journal of Vertebrate Paleontology* 33: 1351-1366.
- Jones, H.L. y Hajek, E.A. 2007. Characterizing avulsion stratigraphy in ancient alluvial deposits. *Sedimentary Geology* 202: 124-137.
- Juárez Valieri, R.D., Haro, J.A., Fiorelli, L.E. y Calvo, J.O. 2010. A new hadrosauroid (Dinosauria: Ornithopoda) from the Allen Formation (Late Cretaceous) of Patagonia, Argentina. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales* 12: 217-231.
- Keidel, J. 1920. Investigaciones especiales. Memorias Dirección de Geología y Minería 1917. *Anales de Minería y Agricultura, Sección Geológica* 16: 26-35.
- Kleinbans, M.G. 2004. Sorting in grain at the lee side of dunes. *Earth-Science Reviews* 65: 75-102.
- Knighton, A.D. y Nanson, G.C. 1994. Flow transmission along an arid zone anastomosing river, Cooper Creek, Australia. *Hydrological Processes* 8: 137-154.
- Kraus, M.J. y Aslan, A. 1999. Paleosol sequences in floodplain environments: a hierarchical approach. En: Thiry, M. (Ed.) *Palaeoweathering, Palaeosurfaces and Related Continental Deposits*. International Association of Sedimentologists, Special Publication 27: 303-321.
- Lamanna, M.C., Martínez, R.D. y Smith, J. 2002. A definitive abelisaurid theropod dinosaur from the early Late Cretaceous of Patagonia. *Journal of Vertebrate Paleontology* 22: 58-69.
- Lamanna, M.C., Luna, M., Casal, G., Martínez, R.D., Ibiricu, L.M., Sciuotto, J.C. 2003. New Crocodyliform and Dinosaur Discoveries From The Upper Cretaceous (Campanian-Maastrichtian?) Upper Member Of The Bajo Barreal Formation, Southern Chubut Province, Argentina. *Journal of Vertebrate Paleontology*, Abstract 23: 70 A.
- Lapparent de Broin, F. y de la Fuente, M.S. 2001. Oldest world Chelidae (Chelonii, Pleurodira), from the Cretaceous of Patagonia. *Comptes Rendues Académie des Sciences de Paris* 333: 463-470.
- Lesta, P. y Ferello, R. 1972. Región extraandina del Chubut y norte de Santa Cruz. En: Leanza, A.F. (Ed.) *Geología Regional Argentina*. Academia Nacional de Ciencias: 601-654, Córdoba.
- Limerinos, J.T. 1970. Determination of the Manning coefficient from measured bed roughness in natural channels. USGS Water-Supply Paper 1898B, 47 p.
- Luna, M., Casal, G.A., Martínez, R.D., Lamanna, M.C., Ibiricu, L.M. y Ivany, E. 2003. La presencia de un Ornithopoda en el Miembro Superior de La Formación Bajo Barreal, Cretácico Superior (Campaniano-Maastrichtiano?) del Sur de Chubut. 19º Jornadas Argentinas de Paleontología de Vertebrados: 61, Buenos Aires.
- Lunt, I.A., Bridge J.S. y Tye, R.S. 2004. A quantitative, three dimensional depositional model of gravelly braided rivers. *Sedimentology* 51: 377-414.
- Lydekker, R. 1893. The Dinosaurs of Patagonia. *Anales del Museo de La Plata* 2: 1-14.
- Lynds, R. y Hajek, E. 2006. Conceptual model for predicting mudstone dimensions in sandy braided-river reservoirs. *American Association of Petroleum Geologists, Bulletin* 90: 1273-1288.
- MacKey, S.D. y Bridge, J.S. 1995. Three-dimensional model of alluvial stratigraphy: theory and application. *Journal of Sedimentary Research* 65: 7-31.
- Makaske, B. 2001. Anastomosing rivers: a review of their classification, origin and sedimentary products. *Earth-Science Reviews* 53: 149-196.
- Mannion, P.D. y Otero, A. 2012. A reappraisal of the Late Cretaceous Argentinean saurópodo dinosaur *Argyrosaurus superbus*, with a description of a new titanosaur genus. *Journal of Vertebrate Paleontology* 32: 614-638.
- Martínez, R.D., Lamanna, M.C., Casal, G., Luna, M., Dodson, P., Tiedemann, C. y Koprowski, A. 2001. Dinosaurios de la Formación Bajo Barreal, Cretácico Superior Temprano del Sur del Chubut. *Ameghiniana* 38: 12R.
- Martínez, R., Giménez, O., Rodríguez, J., Luna, M. y Lamanna, M. 2004. An articulated specimen of the basal Titanosaurian (Dinosauria: Saurópoda) *Epachthosaurus sciuttoi* from the Early Late Cretaceous Bajo Barreal Formation of Chubut Province, Argentina. *Journal of Vertebrate Paleontology* 24: 107-120.

- McLaurin, B.T. y Steel, R.J. 2007. Architecture and origin of an amalgamated fluvial sheet sand, lower Castlegate Formation, Book Cliffs, UTA. *Sedimentary Geology* 197: 291-311.
- Miall, A.D. 1996. *The Geology of Fluvial Deposits: Sedimentary Facies, Basin Analysis and Petroleum Geology*. Springer, 582 p., Berlin.
- Moore, D.M. y Reynolds, R.C. 1989. X-Ray Diffraction and the Identification and Analysis of Clay Minerals. Oxford University Press, 332 p., Oxford.
- Nadon, G.C. 1994. The genesis and recognition of anastomosed fluvial deposits: data from the St. Mary River Formation, southwestern Alberta, Canada. *Journal of Sedimentary Research* 64: 451-463.
- Náñez, C. y Concheyro, A. 1997. Límite Cretácico-Paleógeno. Provincia del Neuquén, Dirección Nacional del Servicio Geológico, Geología y Recursos Minerales del Departamento Añelo, *Anales* 25: 129-149, Buenos Aires.
- Navarrete, C., Casal, G. y Martínez, R. 2011. *Drusilasaura deseadensis gen. et sp. nov.*, un nuevo titanosaurio (Dinosauria-Sauropoda) de la Formación Bajo Barreal, Cretácico Superior del Norte de Santa Cruz, Argentina. *Revista Brasileira de Paleontología* 14: 1-14.
- Novas, F.E. 1997. South American dinosaurs. En: Padian, K. y Currie, P. (Eds.) *Encyclopedia of dinosaur*. Academic Press, 678-689, San Diego.
- Page, K.J., Nanson, G.C., Frazier, P.S., 2003. Floodplain formation and sediment stratigraphy resulting from oblique accretion on the Murrumbidgee River, Australia. *Journal of Sedimentary Research* 73: 5-14.
- Paredes, J.M., Foix, N., Colombo, F., Nillni, A., Allard, J.O. y Marquillas, R. 2007. Volcanic and climatic control on fluvial style in a high energy system: the Lower Cretaceous Matusiete Formation, Golfo San Jorge Basin, Argentina. *Sedimentary Geology* 202: 96-123.
- Paredes, J.M., Colombo, F., Allard, J.O. y Foix, N. 2011. Alluvial architecture of fluvial successions in pyroclastic-rich environments: the Castillo Formation (Albian) in the Golfo San Jorge basin, Argentina. 28th IAS Meeting of Sedimentology: 97, Zaragoza.
- Paredes, J.M., Plazibat, S., Crovetto, C., Stein, J., Cayo, E. y Schiuma, A. 2013. Fault kinematics and depocenter evolution of oil-bearing, continental successions of the Mina del Carmen Formation (Albian) in the Golfo San Jorge Basin, Argentina. *Journal of South American Earth Sciences* 46: 63-79.
- Powell, J.E. 1987. The Late Cretaceous Fauna from Los Alamitos, Patagonia, Argentina. Part. VI. The titanosaurids. *Revista Museo Argentino Ciencias Naturales* 3: 147-153.
- Powell, J.E. 2003. Revision of South American Titanosaurid dinosaurs: palaeobiological, palaeobiogeographical and phylogenetic aspects. *Records of the Queen Victoria Museum* 111: 1-173.
- Powell, J.E., Giménez, O., Martínez, R. y Rodríguez, J. 1989. Hallazgo de saurópodos en la Formación Bajo Barreal de Ocho Hermanos, Sierra de San Bernardo, Provincia de Chubut (Argentina) y su significado cronológico. 11° Congreso Brasileiro de Paleontología, *Anais*: 165-176, Curitiba.
- Pozo Rodríguez, M. y Casas Sainz de Aja, J. 1992. Mineralogía y sedimentología del yacimiento de saponita de Yuncos (Toledo). *Estudios Geológicos* 48: 47-65.
- Previteria, E. y González Riga, B.J. 2008. Vertebrados cretácicos de la Formación Loncoche em Calmu-Co, Mendoza, Argentina. *Ameghiniana* 45: 349-359.
- Prieto-Marquez, A. y Salinas, G.C. 2010. A re-evaluation of *Secernosaurus koeneri* and *Kritosaurus australis* (Dinosauria, Hadrosauridae) from the Late Cretaceous of Argentina. *Journal of Vertebrate Paleontology* 30: 813-837.
- Pujana, R., Umazano, A. y Bellosi, E. 2007. Maderas fósiles afines a Araucariaceae de la Formación Bajo Barreal, Cretácico Tardío de Patagonia central (Argentina). *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales* 9: 161-167.
- Retallack, G.J. 1988. Field recognition of paleosols. En: Reinhardt, J. y Sigleo, W.R. (Eds.) *Paleosols and Weathering through Geologic Time: Principles and Applications*. Geological Society of America, Special Paper 216: 1-20.
- Rodríguez, J.F.R. 1993. La depositación de las areniscas verdes (Formación Bajo Barreal, Cretácico Tardío) y sus implicancias tafonómicas. 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, *Actas* 1: 194-199, Mendoza.
- Rodríguez, J.F. y Littke, R. 2001. Petroleum generation and accumulation in the Golfo San Jorge Basin, Argentina: a basin modeling study. *Marine and Petroleum Geology* 18: 995-1028.
- Rust, B.R. 1981. Sedimentation in an arid-zone anastomosing fluvial system: Coopers Creek, Central Australia. *Journal of Sedimentary Petrology* 51: 745-755.
- Rygel, M.C. y Gibling, M.R. 2006. Natural geomorphic variability recorded in a high-accommodation setting: fluvial architecture of the Pennsylvanian Joggins Formation of Atlantic Canada. *Journal Sedimentology Reserch* 76: 1230-1251.
- Salgado, L. 2003. Considerations on the bony plates assigned to titanosaurs (Dinosauria, Sauropoda). *Ameghiniana* 40: 441-456.
- Salgado, L. y Bonaparte, J.F. 2007. Sauropodomorpha. En: Gasparini, Z., Salgado, L. y Coria, R.A. (Eds.) *Patagonian Mesozoic Reptiles*, Indiana University Press, 188-228, Bloomington.
- Salgado, L. y Coria, R.A. 1993. El género *Aeolosaurus* (Sauropoda, Titanosauridae) en la Formación Allen (Campaniano-Maastrichtiano) de la Provincia de Río Negro, Argentina. *Ameghiniana* 30: 119-128.
- Salgado, L. y Coria, R.A. 1996. First evidence of an ankylosaur (Dinosauria, Ornithischia) in South America. *Ameghiniana* 33: 367-371.
- Salgado, L., Coria, R.A. y Calvo, J.O. 1997. Presencia del género *Aeolosaurus* (Sauropoda, Titanosauridae) en la Formación Los Alamitos, Cretácico Superior de la Provincia de Río Negro, Argentina. *Revista Universida de Guarulhos* 2: 44-49.
- Salgado, L., Garrido, A., Cocca, S. y Cocca, J.R. 2004. Lower Cretaceous rebbachisaurid sauropods from Cerro Aguada del León (Lohan Cura Formation), Neuquén Province, northwestern Patagonia, Argentina. *Journal of Vertebrate Paleontology* 24: 903-912.
- Sciutto, J.C. 1981. Geología del codo del río Senguerr, Chubut, Argentina. 8° Congreso Geológico Argentino, *Actas* 3: 203-219, Buenos Aires.
- Sciutto, J.C. y Martínez, R.D. 1996. El Grupo Chubut en el Anticlinal Sierra Nevada, Chubut, Argentina. 8° Congreso Geológico Argentino y 3° Congreso Geológico de Exploración de Hidrocarburos 1: 67-75, Buenos Aires.
- Sciutto, J.C., Césari, O. e Iantanos, N. 2008. Hoja geológica 4569-IV Escalante, escala 1:250000: Programa Nacional de Cartas

- Geológicas de la República Argentina, Secretaría de Minería de la Nación, Dirección Nacional del Servicio Geológico, Boletín 351, 76 p. Buenos Aires.
- Schumm, S.A. 2005. *River Variability and Complexity*. Cambridge University Press, 219 p., Cambridge.
- Smith, R.M.H. 1980. The lithology, sedimentology and taphonomy of floodplain deposits of the Lower Beaufort (Adelaide Subgroup) strata near Beaufort West. *Transactions of the Geological Society of South Africa* 83: 399-413.
- Somoza, R. y Zaffarana, C.B. 2008. Mid-Cretaceous polar standstill of South America, motion of the Atlantic hotspots and the birth of the Andean cordillera. *Earth and Planetary Science Letters* 271: 267-277.
- Stappenbeck, R. 1909. Informe preliminar relativo a la parte sudeste del Terciario del Chubut. *Anales del Ministerio de Agricultura, Sección Geología* 4, 1, Buenos Aires.
- Suárez, M., Márquez, M., De La Cruz, R., Navarrete, C. y Fanning, M. 2014. Cenomanian-? early Turonian minimum age of the Chubut Group, Argentina: SHRIMP U-Pb geochronology. *Journal of South American Earth Sciences* 50: 67-74.
- Sylwan, C.A. 2001. Geology of the Golfo San Jorge Basin, Argentina. *Journal of Iberian Geology* 27: 123-157.
- Sylwan, C.A., Rodríguez, J.F y Strelkov, E. 2008. Petroleum Systems of the Golfo San Jorge Basin, Argentina. 7° Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos, Simposio Sistemas Petroleros de las Cuencas Andinas: 53-77, Mar del Plata.
- Thomas, R.G., Smith, D.G., Wood, J.M., Visser, J., Calverley-Range, E.A. y Koster, E.H. 1987. Inclined heterolithic stratification-terminology, description, interpretation and significance. *Sedimentary Geology* 53: 123-179.
- Umazano, A.M., Bellosi, E., Visconti, G. y Melchor, R.N. 2008. Mechanisms of aggradation in fluvial systems influenced by explosive volcanism: an example from the Late Cretaceous Bajo Barreal Formation, San Jorge Basin, Argentina. *Sedimentary Geology* 203: 213-228.
- Umazano, A.M., Bellosi, E.S., Visconti, G., Jalfin, G.A. y Melchor, R.N. 2009. Sedimentary record of a Late Cretaceous volcanic arc in central Patagonia: petrography, geochemistry and provenance of fluvial volcanoclastic deposits of the Bajo Barreal Formation, San Jorge Basin, Argentina. *Cretaceous Research* 30: 749-766
- Umazano, A.M., Bellosi, E.S., Visconti, G. y Melchor, R.N. 2012. Detecting allocyclic signals in volcanoclastic fluvial successions: Facies, architecture and stacking pattern from the Cretaceous of central Patagonia, Argentina. *Journal of South American Earth Sciences* 40: 94-115.
- Vallati, P. 2002. Asociaciones palinológicas en el Cretácico temprano y medio de Patagonia septentrional: algunas consideraciones paleobiogeográficas. Simposio sobre el Cretácico de América del Sur 2: 57-161, São Pedro, Brasil.
- Varela, A.N., Veiga, G.D. y Poiré, D.G. 2012. Sequence stratigraphic analysis of Cenomanian greenhouse palaeosols: A case study from southern Patagonia, Argentina. *Sedimentary Geology* 271-272: 67-82.
- Weishampel, D.B. y Horner, J. 1990. Hadrosauridae. En: Weishampel, D.B., Dodson, P. y Osmólska, H. (Eds.) *The Dinosauria*, University of California Press, 534-561, Berkeley.
- Willis, B.J. y Behrensmeier, A.K. 1995. Fluvial systems in the Siwalik Miocene and Wyoming Paleogene in Long records of continental ecosystems. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 115: 13-35.
- Windhausen, A. 1924. Líneas generales de la constitución geológica de la región situada al oeste del Golfo San Jorge. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias* 27: 167-320.
- Zaaboub, N., Abdeljaouad, S. y López-Galindo, A. 2005. Origin of fibrous clays in Tunisian Paleogene continental deposits. *Journal of African Earth Sciences* 43: 491-504.

Recibido: 28 de agosto, 2014
Aceptado: 9 de octubre, 2014