

# FORMACIÓN EL BELLO (*NOM. NOV.*), JURÁSICO TEMPRANO DE LA CORDILLERA PATAGÓNICA AUSTRAL, PROVINCIA DE SANTA CRUZ

Leonardo ESCOSTEGUY<sup>1</sup>, Silvana GEUNA<sup>2</sup>, Mariela ETCHEVERRÍA<sup>1</sup> y Mario FRANCHI<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Servicio Geológico Minero Argentino. Email: [lescosteguy@hotmail.com](mailto:lescosteguy@hotmail.com)

<sup>2</sup> IGEBA (CONICET-UBA). Departamento de Ciencias Geológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires

## RESUMEN

En las inmediaciones del paso fronterizo del río Mayer en la Cordillera Patagónica Austral, aflora una sucesión clástica continental completa de aproximadamente 300 m de espesor, que yace en discordancia sobre el basamento pre-jurásico (Formación Río Lácteo) y es sucedida transicionalmente por las volcanitas del Complejo El Quemado, de edad jurásica media-cretácica temprana. La importancia de este hallazgo radica en la magnitud de la secuencia reconocida, con base y techo definido. En esta contribución se propone reunir estos depósitos clásticos en una nueva unidad litoestratigráfica: Formación El Bello. La sección tipo está situada en el límite argentino-chileno, próxima al río Mayer y en cercanías del puesto El Bello. Las sedimentitas están constituidas por conglomerados polimícticos y areniscas finas a medianas, con areniscas volcanoclásticas subordinadas. Los bancos son granocrecientes e integran una secuencia estratodecreciente. La fracción conglomerádica suele presentar gruesa estratificación planar y paralela, mientras que las areniscas están bien laminadas. Esta unidad se generó en un ambiente fluvial donde prevalecían abanicos aluviales, que fueron el primer relleno de una cuenca del tipo hemigraben y se habrían depositado en las etapas iniciales de la extensión que luego daría lugar al difundido volcanismo jurásico de la región. Su antigüedad no ha sido determinada en forma precisa, pero los estudios paleomagnéticos en curso indican una edad jurásica temprana para la remanencia magnética. Se propone incluir dentro de la aquí definida Formación El Bello a varios depósitos con características similares e igual ubicación estratigráfica que los aquí presentados y que fueron descritos en la región cordillerana de Santa Cruz por otros autores.

**Palabras clave:** *Formación El Bello, Mesozoico, Patagonia, extensión*

## ABSTRACT

*El Bello Formation (nom. nov.), Early Jurassic from Cordillera Patagónica Austral, Santa Cruz province*

A complete, clastic, continental, 300 meters-thick succession outcrops close to the border crossing of the Mayer River, in the Cordillera Patagónica Austral, unconformably lying on the pre-Jurassic basement (Río Lácteo Formation); it is succeeded transitionally by the Middle Jurassic-Early Cretaceous El Quemado Complex. The importance of this finding resides in the magnitude of the recognized sequence, with clear base and top. We propose to reunite these clastic deposits in a new lithostratigraphic unit, El Bello Formation. The type-section is located in the Argentina-Chile border, next to the Mayer River and close to Puesto El Bello. The sedimentites are constituted by polymictic conglomerates and fine- to medium-grained sandstones, with subordinate volcanoclastic sandstones. The beds are coarsening-upward, and they compose a thinning-upward sequence. The conglomerate fraction shows crude, planar and parallel stratification, while sandstones are well laminated. This unit was formed in a fluvial environment, where alluvial fans prevailed. They were the first infill in a hemigraben basin, and they would have been deposited in the first stages of the extension that would later lead to the widespread Jurassic regional volcanism. Its age has not been precisely determined, but on-going palaeomagnetic studies point to an Early Jurassic age for the magnetic remanence. We propose to include into this unit several comparable deposits, described by other authors in the cordilleran region of Santa Cruz province.

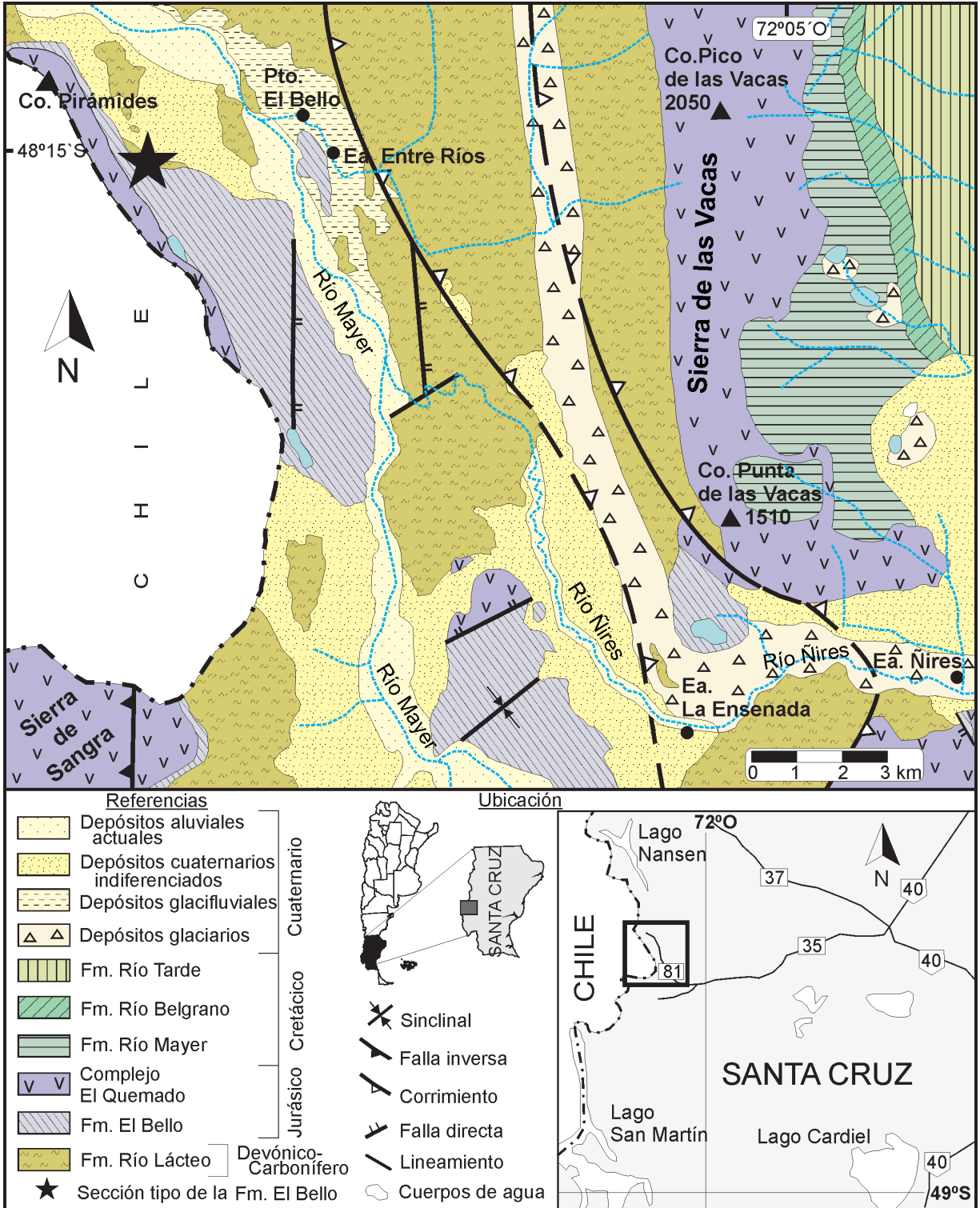
**Keywords:** *El Bello Formation, Mesozoic, Patagonia, extension*

## INTRODUCCIÓN

El registro geológico jurásico medio a superior de la Patagonia está caracterizado por la abundancia de rocas volcánicas de variada composición, que en términos ge-

nerales han sido atribuidas a la fusión de corteza en un evento extensional de características mayores (e.g. Kay *et al.* 1989, Pankhurst *et al.* 1998). Este volcanismo yace localmente sobre acumulaciones clásticas del Triásico-Jurásico Temprano,

muy bien preservadas en el subsuelo de la cuenca Austral y visibles en secciones sísmicas, depositadas en cuencas alargadas, controladas por fallas, de rápida subsidencia, que señalarían el inicio de las condiciones extensionales/transensionales que



**Figura 1:** Mapa geológico del área tipo de la Formación El Bello, comprendido entre las sierras de Las Vacas y de Sangra, a lo largo del río Mayer. Modificado de Escosteguy *et al.* (2014).

alcanzarían luego su clímax en el Jurásico Tardío, como parte del desmembramiento de Gondwana (Uliana y Biddle 1988). En ocasión del levantamiento regional

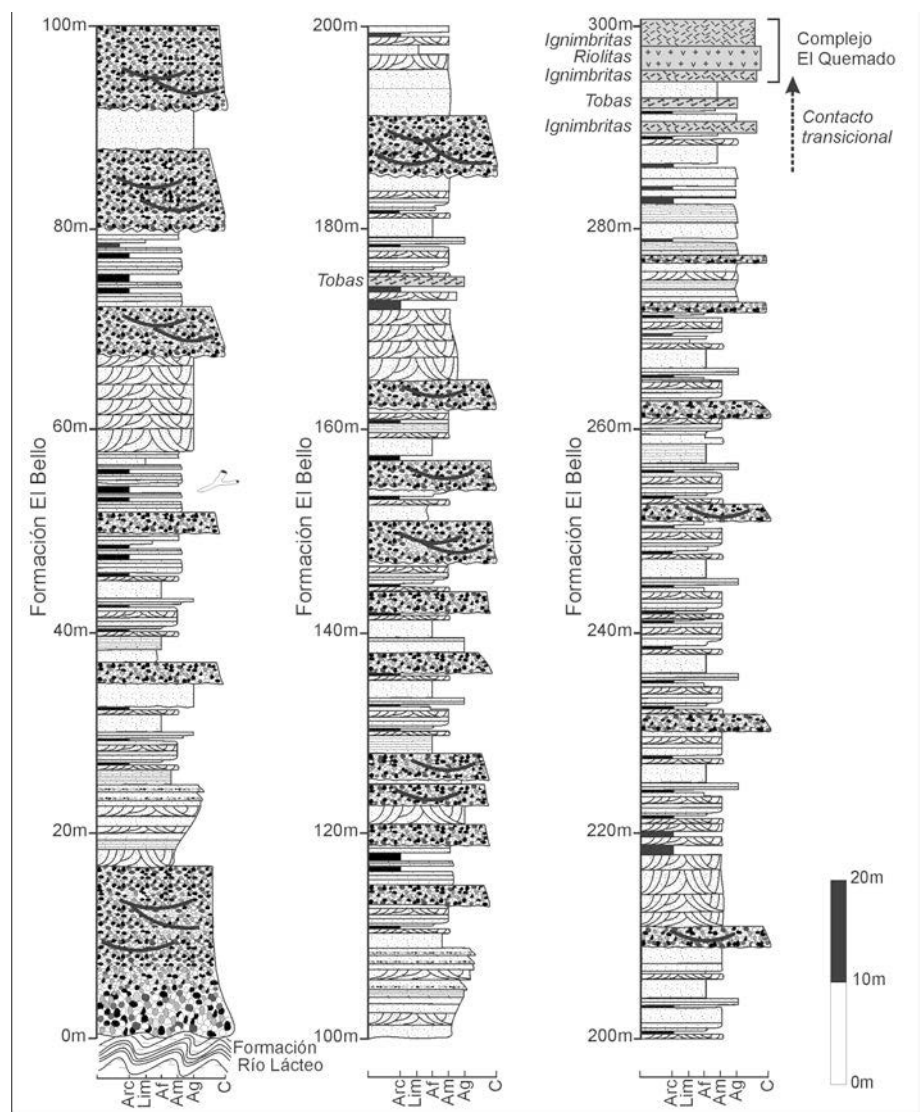
realizado por el Servicio Geológico Mine-ro Argentino para la Hoja 4972-I, Monte Tetris (escala 1:250.000, Escosteguy *et al.* 2014), se observó, en las inmediaciones

del paso fronterizo del río Mayer, en la Cordillera Patagónica Austral (Fig. 1), una sucesión clástica continental de aproximadamente 300 metros de espesor, que

yace en discordancia sobre el basamento pre-jurásico y es sucedida transicionalmente por las volcanitas del Complejo El Quemado, de edad jurásica media-cretácica temprana. En esta contribución se propone reunir estos depósitos clásticos en una nueva unidad litoestratigráfica, bajo el nombre de Formación El Bello, con su sección tipo en el cerro Pirámide, situado en el límite argentino-chileno en cercanías del puesto El Bello de la Gendarmería Nacional Argentina. Su edad no ha sido precisada por no haberse hallado fósiles, pero los estudios paleomagnéticos en curso indican una edad jurásica temprana para la remanencia magnética. Esto, sumado a su pasaje gradual hacia el Complejo El Quemado, y su marcada discontinuidad lateral, permite interpretar que la Formación El Bello se depositó en las etapas iniciales de la extensión que daría lugar posteriormente al difundido volcanismo jurásico de la región.

## MARCO GEOLÓGICO REGIONAL

La zona de estudio (Fig. 1) está situada en la Cordillera Patagónica Austral, que en estas latitudes está constituida por un núcleo de rocas paleozoicas, cubiertas por rocas volcánicas y sedimentarias del Jurásico, Cretácico y Cenozoico (Riccardi y Rolleri 1980). Las unidades más antiguas son metasedimentitas con un grado de metamorfismo variable, generalmente dentro de la facies de esquistos verdes, denominadas Formación Río Lácteo (Bianchi 1967, Leanza 1972), que actúan como basamento de las unidades mesozoicas. El vasto Complejo El Quemado (Riccardi 1971), de edad jurásica tardía-cretácica temprana (Pankhurst *et al.* 2000, Suárez *et al.* 2009), está en discordancia sobre la Formación Río Lácteo o sus equivalentes. Si bien sus manifestaciones basales suelen ser volcánicas, ocasionalmente median en la base delgadas interposiciones sedimentarias, que han sido tradicionalmente incluidas dentro del mismo Complejo volcánico, dada su restringida distribución areal, y que serán objeto de este trabajo. La Formación Río Lácteo (Leanza 1972)



**Figura 2:** Perfil tipo de la Formación El Bello en el cerro Pirámide, en la margen izquierda del río Mayer (véase ubicación en figura 1). Los tamaños de grano indicados en la barra inferior son: Arc (arcilla), Lim (limo), Af (arena fina), Am (arena media), Ag (arena gruesa), C (conglomerado).

es una alternancia rítmica de areniscas y pelitas con un grado de metamorfismo variable, mínimo en las cercanías del lago San Martín, donde el carácter sedimentario original se encuentra bien preservado, apenas con evidencias de diagénesis avanzada o anquimetamorfismo (e.g. Poiré *et al.* 1999). La ausencia de metamorfismo evidente llevó a separar a las rocas del lago San Martín en una unidad diferente, la Formación Bahía de la Lancha (Riccardi 1971), denominada previamente Formación Lancha por Shell CAPSA (1965), Formación Bahía La Lancha por Borrello (1967) y Formación Bahía Lancha por Limarino *et al.* (1999). Si bien se ha

extendido el uso de ambas denominaciones, Formación Río Lácteo y Formación Bahía de la Lancha, para aludir a las rocas paleozoicas con y sin metamorfismo, respectivamente (e.g. Ramos 1981, Bell y Suárez 2000, Thomson y Hervé 2002, Augustsson 2003), la evidencia geológica demuestra que se trata del mismo protolito con una historia metamórfica y estructural diferente, tal como lo sugirieran Leanza (1972), Ramos (1979) y Riccardi y Rolleri (1980), entre otros. Escosteguy *et al.* (2014) utilizaron el criterio de reunir a todas las exposiciones de basamento pre-jurásico de la zona en la Formación Río Lácteo, dado que las distintas facies meta-





**Figura 3:** a) Superficie basal de la Formación El Bello, labrada en la Formación Río Lácteo. Al fondo a la izquierda se observa el cerro Pirámide, donde continúa el perfil tipo de esta unidad. b) Vista hacia el este de la sección media del perfil tipo de la Formación El Bello en el cerro Pirámide. Nótese la alternancia cíclica de conglomerados, areniscas y pelitas. Al fondo, el río Mayer.

mórficas aparecen en forma contigua con variaciones en pocos metros (e.g. Ramos 1982).

La Formación Río Lácteo está compuesta por metaareniscas, metapelitas, metaconglomerados, pizarras, esquistos y mármoles, que representan depositación en un ambiente marino de plataforma y talud (Ramírez Sánchez *et al.* 2005), posiblemente en un margen continental pasivo, con aporte cratónico de afinidades gondwánicas, y una historia compleja de reciclaje (Hervé *et al.* 2008). Los escasos restos fósiles conservados en el área de la bahía de la Lancha (Frenguelli 1941, Casamiquela 1965, Shell CAPSA 1965), y los circones detríticos procesados por el método U-Pb SHRIMP (Thomson y Hervé 2002, Hervé *et al.* 2003, Augustsson *et al.* 2006), coinciden en apuntar una edad devónica-carbonífera para estas rocas. El metamorfismo sobreimpuesto sería de edad pérmica (Thomson y Hervé 2002) y alcanza grado de esquistos verdes al norte del río Mayer, en tanto las rocas que afloran al sur (sierra de Sangra y alrededores del lago San Martín) prácticamente no presentan metamorfismo.

Sobre la Formación Río Lácteo por lo general se dispone en discordancia angular el Complejo El Quemado (Riccardi 1971), un conjunto de volcanitas lávicas y piroclásticas con composiciones que va-

rían desde intermedias hasta ácidas, y areniscas volcánicas y tobáceas. Este Complejo, junto con el Complejo volcánico Bahía Laura de la Patagonia Extraandina, son parte de lo que se conoce como la provincia Chon Aike (Kay *et al.* 1989, Pankhurst *et al.* 1998) o más recientemente provincia silícea Chon Aike (Japas *et al.* 2011). Varios autores (Riccardi 1971, Nullo *et al.* 1979, Parma 1980, Ramos 1981) han separado al Complejo El Quemado informalmente en dos miembros, que se reconocen con cierta claridad en los sectores aledaños al lago San Martín y en la sierra de Sangra: una sección inferior, de características composicionales intermedias a ácidas y de típicos colores morados y violáceos, seguida por una superior predominantemente ácida y donde predominan los tonos claros y verdosos. Hacia el norte, en inmediaciones de la sierra de las Vacas, esta división no es del todo notoria y parecería prevalecer únicamente la sección superior.

Más al norte, unidades homologables con este Complejo son la Formación Ibáñez en Chile (Ramos 1979, Charrier *et al.* 1979, entre otros), y la Formación Lago La Plata (Ramos 1976) en Argentina. Al este del lago Fontana, sedimentitas marinas liásicas infrayacen a esta última formación (Ramos 1976, Ploszkiewicz y Ramos 1978) por lo que el límite cronológico in-

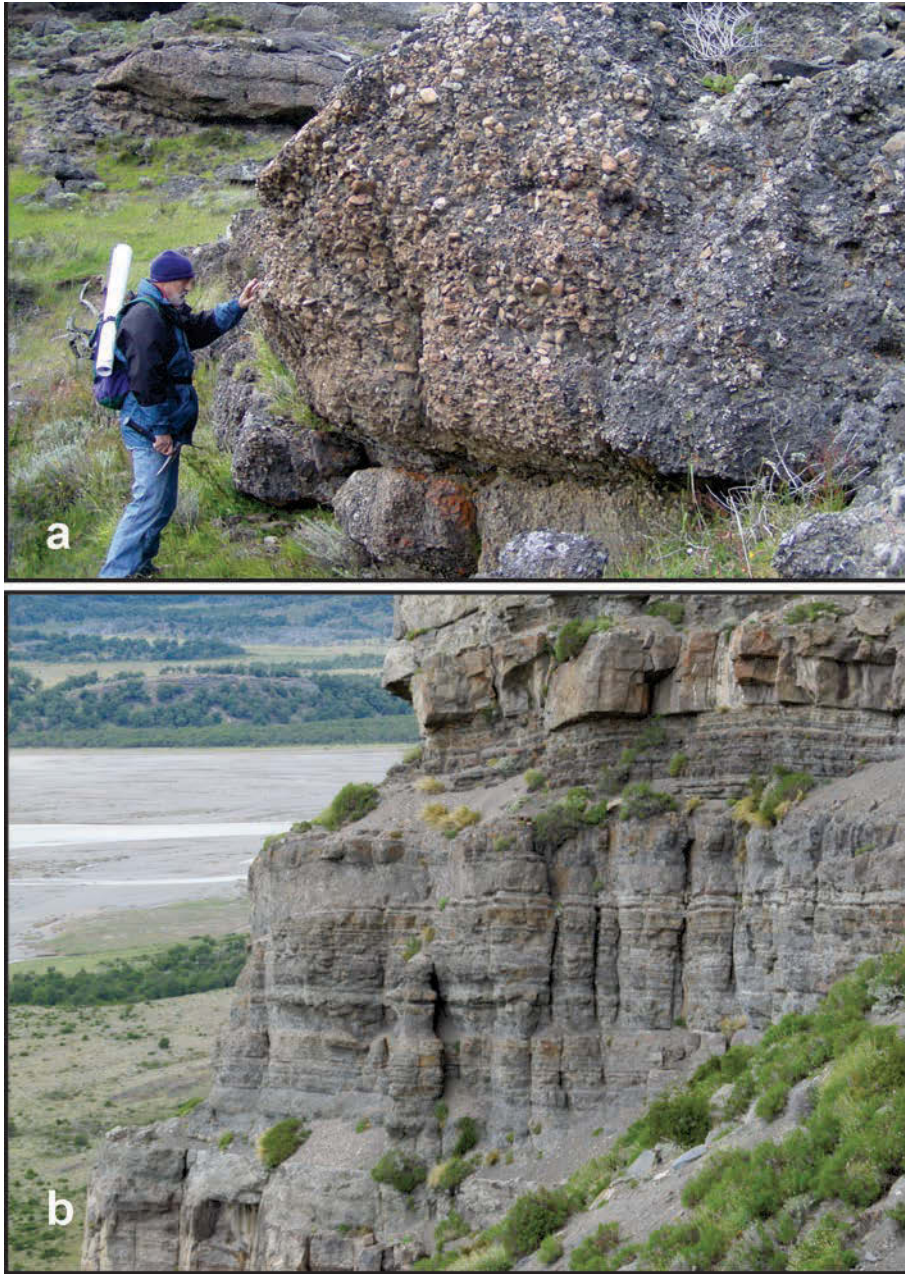
ferior de las volcanitas sería mesojurásico, conclusión a la que también llegó Riccardi (1971). Pankhurst *et al.* (2000), para la localidad tipo del Complejo El Quemado (estancia La Unión, margen norte del lago Argentino) obtuvieron edades mediante análisis SHRIMP de U-Pb en circones de  $154,5 \pm 1,4$  Ma y Ar-Ar de  $169,5 \pm 2$  Ma y  $144,6 \pm 1,4$  Ma. Suárez *et al.* (2009) presentaron 5 edades U-Pb SHRIMP en circones, de entre 140 y 136 Ma, obtenidas en la Formación Ibáñez al norte de los  $46^{\circ}$ S; esto sería evidencia de que al menos algunas secciones de este complejo y sus equivalentes en Chile, podrían llegar hasta el Cretácico.

Si bien es común observar el contacto entre las unidades mencionadas previamente, el Complejo El Quemado apoyado discordantemente sobre la Formación Río Lácteo, en varias localidades de la Cordillera Patagónica se ha mencionado una unidad que, cuando aparece, ocupa sistemáticamente una posición intermedia entre el basamento y el Complejo, y que se describirá a continuación.

## ANTECEDENTES Y SINOPSIS ESTRATIGRÁFICA

Riccardi (1971) definió a la unidad Conglomerado Arroyo de la Mina en la zona de la bahía de la Lancha del lago San Martín, limitada en su base por la Formación Bahía de la Lancha (= Río Lácteo) mediante discordancia angular y sucedida por el Complejo El Quemado. El espesor máximo estimado en esa localidad es de 70 m, pero en afloramientos discontinuos, ninguno de los cuales supera los 15 metros. En la sucesión de conglomerados no se observan clastos de origen volcánico, por lo que Riccardi (1971) separó esta secuencia del Complejo suprayacente. La Formación Arroyo de la Mina fue reconocida y mapeada por Kosmal (1997) en cercanías de El Chaltén. Un cuadro similar fue descrito por Bianchi (1967) en las inmediaciones del lago Belgrano, aunque allí se observa el pasaje gradual de los conglomerados hacia el Complejo El Quemado. Riggi (1955) describió, en la región del río Oro (lago Pueyrredón), un





**Figura 4:** Detalle del aspecto de los conglomerados en la sección tipo de la Formación El Bello, cerro Pirámide.

conjunto de conglomerados y areniscas en la base de sus “vulcanitas porfíricas” (= Complejo El Quemado). En estos últimos casos, los espesores de las sedimentitas no superan los 50 metros.

La naturaleza transicional del contacto entre estos conglomerados y el suprayacente Complejo, llevó a varios autores a incluirlos dentro de éste, como una unidad basal (Bonarelli y Nágera 1921, Feruglio 1938, Flores 1961, Nullo *et al.* 1979, Ramos 1981, 1982 y 2002, Kosmal y Spikermann 2001,

Kraemer *et al.* 2002, Giacosa *et al.* 2010, 2012, entre otros). Particularmente Flores (1961) incluyó en la Formación Arroyo de la Mina a todo el sector inferior del complejo ígneo, separando dos miembros: el Miembro La Lila, inferior, sedimentario, que sería equivalente al Conglomerado Arroyo de la Mina (Riccardi 1971) y el Miembro Bahía de la Lancha, superior, predominantemente tobáceo, y equivalente a parte del Complejo El Quemado. Riccardi (1971) optó por utilizar el térmi-

no Formación Arroyo de la Mina únicamente para las sedimentitas equivalentes al Miembro La Lila de Flores (1961). En el mismo sentido, Riccardi y Rolleri (1980) remarcaron que los conglomerados de la Formación Arroyo de la Mina presentan características litológicas y estratigráficas que permiten discriminarlos fácilmente del Complejo El Quemado. Otras secuencias de posición estratigráfica y características similares fueron descritas con rango de Formación en la región: Ramos (1982) describió una secuencia con un espesor mínimo de 120-150 m que infrayace concordantemente al Complejo El Quemado en inmediaciones del río Furioso, compuesta por areniscas y conglomerados rojos con intercalaciones de tobas dacíticas, a la que denominó Estratos del Río Furioso. Sepúlveda y Hervé (2000), por su parte, describieron una sucesión similar pero más potente (500 m) en cercanías de Villa O’Higgins, localidad chilena situada en el extremo norte del lago San Martín/O’Higgins, y a la cual denominaron Estratos del Cerro Submarino.

En este trabajo se da a conocer la descripción de una sección de más de 300 m de potencia y con exposición de base y techo, de sedimentitas que corresponden al intervalo estratigráfico que media entre la Formación Río Lácteo y el Complejo El Quemado. La unidad está expuesta en las márgenes del río Mayer, en inmediaciones del puesto de Gendarmería Nacional El Bello, y proponemos su denominación formal como Formación El Bello.

## FORMACIÓN EL BELLO (NOM. NOV.)

La sección elegida como estratotipo (Fig. 2) está situada 3 km al oeste del puesto El Bello de Gendarmería Nacional. Otros asomos conspicuos se hallan en la vega del río Ñires (Estancia La Ensenada), en la base del faldeo de la Punta de las Vacas y al oeste del lago Nansen (Fig. 1).

### Litología y ambiente de depositación

La Formación El Bello es un conjunto de conglomerados y areniscas, de colores rojos, grises y pardos, con una menor





**Figura 5:** a) Vista general de la sección superior de la Formación El Bello en cercanías de la Estancia La Ensenada. b) Contacto transicional entre la Formación El Bello y el Complejo El Quemado, tal como se observa en la margen izquierda del río Nires.

proporción de areniscas volcanoclásticas verdosas, que aflora en forma saltuaria y cuyo espesor varía lateralmente.

La composición de esta unidad se caracteriza por un alto porcentaje de material psefítico y por el carácter granocreciente y estratodecreciente de la sucesión sedimentaria.

La secuencia comienza con 5 m de conglomerado polimíctico, grueso y gris oscuro, que presenta una alternancia de fábricas clasto- y matriz-sostén (Figs. 2, 3). Los clastos y bloques son subangulosos a redondeados, con diámetros que varían entre 2 y 55 cm, están compuestos por metasedimentitas, pizarras y cuarzo lechoso que provienen de la Formación Río Lácteo. La matriz es arenosa y limosa. En su conjunto tiene un arreglo interno asociado con estructuras relacionadas con la acción fluvial y remoción en masa.

Continúan 13 m de conglomerados medianos, grises, matriz-sostén, constituidos por clastos redondeados, con diámetros que varían entre 2 y 15 cm, en una matriz arenosa (Figs. 2, 4a).

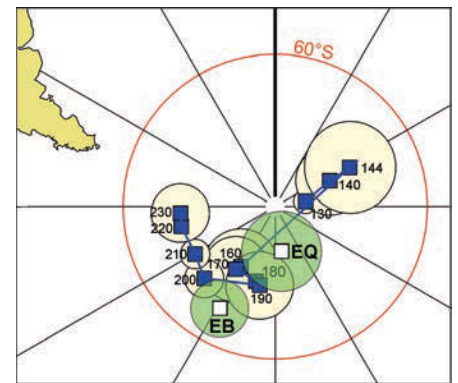
Le sigue una secuencia de 57 m formada por bancos de areniscas medianas y gruesas, rojas, grises y pardas, con estructuras laminar y entrecruzada de bajo ángulo, que alternan con conglomerados rojos

poco potentes. Esporádicamente aparecen, intercalados, lentes pelíticos con escasos fósiles vegetales (Figs. 2, 4b).

A éstas la sobryace una secuencia de 120 m con predominio de material psefítico, constituida por conglomerados medianos, matriz-sostén, rojos, con clastos redondeados de 2 a 4 cm, que alternan con areniscas medianas a gruesas, rojas, que alojan lentes de pelitas de color gris oscuro (Fig. 2).

Los últimos 100 m del perfil tienen un predominio psamítico, formado por bancos de areniscas rojas macizas y otros con estructuras laminar y entrecruzada de bajo ángulo, que alternan con bancos de pelitas oscuras y con conglomerados finos y medianos, rojos, poco potentes, con clastos de hasta 10 cm de diámetro (Fig. 2). Se observan intercalaciones de tobas gris blanquecinas, ignimbritas verdes y areniscas volcanoclásticas verdosas, que se hacen más abundantes en los últimos metros, al tiempo que aumentan su potencia, de lo que se deduce que existe un pasaje transicional al Complejo El Quemado.

Una buena exposición de la sección cuspidal de la Formación El Bello aparece en las inmediaciones de la Estancia La Ensenada (véase Fig. 1), donde una sucesión de



**Figura 6:** Polo paleomagnético preliminar obtenido para la sección superior (bancos rojos y tobas intercaladas) de la Formación El Bello (EB), con respecto a Patagonia en sus coordenadas actuales. Proyección de Wulf. Se incluye como referencia una curva de desplazamiento polar aparente propuesta por Kent e Irving (2010), y transferida a las coordenadas de Patagonia según los parámetros de reconstrucción utilizados por Torsvik *et al.* (2012). Se ilustra además la posición del polo paleomagnético obtenido por Iglesia Llanos *et al.* (2003) para las volcanitas del Complejo El Quemado (EQ) en el área al norte de los 46°S.

bancos rojos (conglomerados y areniscas) contiene intercalaciones de tobas, areniscas volcanoclásticas y aglomerados de color verde, cada vez más abundantes hacia el techo (Fig. 5a).

Jenchen y Rosenfeld (2002) analizaron muestras de esta unidad y sus equivalentes en los lagos Pueyrredón, Belgrano y San Martín. Los conglomerados son monomícticos y reflejan la composición de la roca subyacente. La sección del lago San Martín contiene metacuarcitas poco redondeadas sin estratificación visible y metalimolitas, en tanto que en las otras secciones hay clastos de filitas y de cuarzo lechoso, todo proveniente de la Formación Río Lácteo con diversos grados de metamorfismo. Los sedimentos son maduros, casi sin feldespatos, lo que implica proveniencia de un orógeno reciclado con sedimentos de segundo ciclo. La geoquímica de los sedimentos indica proveniencia de margen pasivo. Todas estas características se explican por el escaso transporte y el reciclado de las rocas metamórficas preexistentes (Jenchen y Rosenfeld 2002).

Al microscopio, una arenisca tipo de color morado oscuro tiene textura clástica,

compuesta por granos subangulares a subredondeados en una matriz fina muy alterada. Los granos son principalmente de cuarzo, feldespatos cálcicos y opacos, y conservan hábitos cristalinos prismáticos a equidimensionales. Se reconocen cuarzos metamórficos y líticos formados por metapelitas y chert. También se observaron otros líticos totalmente reemplazados por carbonatos. El mayor tamaño de grano es de 2 mm y el promedio es de 0,2 milímetros. Los contactos entre granos son tangenciales a flotantes y en menor medida rectos. La matriz es fina y está muy alterada a agregados arcillosos, cloríticos y limoníticos. La roca no presenta porosidad.

Una arenisca volcanoclástica de color verde claro, observada al microscopio, está compuesta por litoclastos subangulares a subredondeados, en una matriz fina muy alterada. Los litoclastos están compuestos por pastas volcánicas porfíricas principalmente andesíticas muy alteradas a carbonatos y metapelitas y metaareniscas muy alteradas a agregados micáceos. También se reconocieron vitroclastos alterados donde aún se preservan los rasgos originarios, con hábitos prismáticos a equidimensionales. Los granos cristalinos son principalmente de cuarzo, feldespatos cálcicos y potásicos, opacos, biotita y circón. El mayor tamaño de grano es de 4 mm y el promedio es de 0,2 milímetros. Los contactos entre granos son tangenciales a flotantes. La matriz es fina y está totalmente alterada a agregados cloríticos y arcillosos. La roca no presenta porosidad.

Esta unidad representaría el relleno inicial de un depocentro del tipo hemigraben. Su ambiente sedimentario se interpreta en este trabajo como caracterizado por la progradación de un sistema fluvial formado por abanicos aluviales que coalescen constituyendo bajadas donde se observan facies canalizadas de corrientes tractivas y de flujos de detritos. Este ambiente grada a otro donde hay un predominio de sistemas fluviales efímeros y entrelazados.

En las últimas etapas de la sedimentación, en la región comenzó una importante ac-

tividad volcánica representada por lluvias de cenizas y flujos piroclásticos.

### Relaciones estratigráficas

Esta unidad suprayace en forma discordante a rocas metamórficas de la Formación Río Lácteo. El contacto aparece expuesto en la base del cerro Pirámide (48° 15' 22"S, 72° 16' 32"O), donde se observa el conglomerado basal de la Formación El Bello, monomítico y de fábrica caótica, rellenando una superficie labrada sobre las rocas esquistosas de la Formación Río Lácteo (Fig. 3).

Hacia el techo, el pasaje al Complejo El Quemado es transicional (Fig. 5b), y se manifiesta por la progresiva aparición de intercalaciones de tobas, areniscas tobáceas y aglomerados volcánicos de color verde y amarillento, que comienzan en el perfil de El Bello a partir de los 175 metros. La sucesión se hace netamente lávica/piroclástica (es decir, finaliza la transición al Complejo El Quemado) a los 295 m de la base del perfil.

### Correlaciones y edad

La Formación El Bello, tal como se la describe en este trabajo, representa una exposición más potente y completa del mismo episodio de sedimentación en cuencas tafrogénicas que dio origen a la Formación Arroyo de la Mina (Riccardi 1971) y a los Estratos del Río Furioso (Ramos 1982). El perfil tipo de la Formación Arroyo de la Mina presenta una exposición fragmentaria, sin observarse con claridad la base y el techo. Por otra parte, el perfil tipo de los Estratos del Río Furioso, si bien representa una exposición mejor y más potente, tampoco incluye la relación de base. Por estas razones, se propone agrupar a los afloramientos adjudicados hasta el presente a estas unidades, en la Formación El Bello. Esto incluye a los perfiles descritos por Riggi (1955, 1957) y Bianchi (1967) en el río Oro, área de los lagos Pueyrredón y Posadas, y por Bianchi (1967) en el lago Belgrano.

No se han hallado restos fósiles que permitan precisar la edad de esta unidad. Las relaciones estratigráficas indican que la Formación El Bello es post-pérmica

(edad del metamorfismo sufrido por la subyacente Formación Río Lácteo) y prejurásica media (posible edad de las primeras manifestaciones del suprayacente Complejo El Quemado). Ramos (2002) consigna una edad K-Ar de  $173 \pm 10$  Ma para la unidad inferior volcánica del Complejo El Quemado en el río Furioso; según Ramos (com. pers.) esta datación es la misma que Jenchen y Rosenfeld (2002) atribuyeron, por comunicación personal del mismo autor, a la secuencia clástica basal en la zona del lago Pueyrredón, y sería por lo tanto aplicable a la unidad que aquí se discute. El carácter transicional del contacto superior con el Complejo El Quemado permite suponer que la edad de la Formación El Bello debería ser inmediatamente anterior, posiblemente jurásica temprana.

El estudio paleomagnético preliminar de la Formación El Bello en su área tipo permitió calcular un polo que coincide con los polos de referencia propuestos por Kent e Irving (2010) para el Jurásico Temprano (190-200 Ma, ver Fig. 6), a partir de una magnetización que habría sido adquirida durante la diagénesis temprana. Ya que al menos parte de la secuencia se habría magnetizado en el Jurásico Temprano, esto implica que toda la deposición habría ocurrido apenas antes, posiblemente en el Triásico-Jurásico. Cabe aclarar que la edad magnética de una roca (es decir, la posición relativa de su polo paleomagnético dentro de las curvas de desplazamiento polar de referencia) es condicionada por múltiples fuentes de incertidumbre, y por lo tanto su aplicación para la valoración de la edad geológica tiene un alcance limitado (véase por ejemplo Valencio 1980). Aún así, una edad magnética que no discrepa con la edad geológica supuesta debe considerarse como evidencia en favor de esta última.

Los depósitos de esta unidad están arealmente restringidos a depresiones con forma de grábenes o hemigrábenes y ampliamente distribuidos a lo largo de las fallas normales, posteriormente invertidas, que los limitaban (Ramos 2002). El régimen extensional que dio origen a estas cuencas es concomitante con el que imperaba en

la Patagonia Extraandina (Ramos 2002), cuyos depósitos triásico-jurásicos son descritos por Uliana *et al.* (1985). Estas cubetas subparalelas, de rumbo aproximado NNO, se formaron como respuesta a la reactivación extensional de las estructuras paleozoicas preexistentes (Uliana *et al.* 1990).

A este mismo marco tectónico responde la sedimentación de otras unidades del Triásico-Jurásico en la Patagonia (véase Lesta *et al.* 1980, de Giusto *et al.* 1980, Kokogian *et al.* 1999, Giacosa y Márquez 1999, Page *et al.* 1999, Uliana y Legarreta 1999).

## CONCLUSIONES

Se define en este trabajo la Formación El Bello, una unidad formada principalmente por rocas clásticas (conglomerados y areniscas, con menor participación de pelitas), que incluyen hacia su techo intercalaciones cada vez más frecuentes de rocas piroclásticas (tobas y aglomerados volcánicos). El perfil tipo se establece en el cerro Pirámide, cercano al Puesto El Bello de Gendarmería Nacional; su estratotipo posee su base a los 48° 15' 22"S y 72° 16' 32"O y alcanza 300 metros de potencia.

Si bien su contacto con el Complejo El Quemado es transicional, esta sucesión aparece sistemáticamente por debajo de este Complejo y es mapeable, por lo cual consideramos justificada su definición como unidad independiente. En el perfil tipo está la sección completa, con su base discordante sobre las rocas metamórficas de la Formación Río Lácteo muy bien expuesta, al igual que su techo, que pasa en transición al Complejo El Quemado.

Los depósitos clásticos de esta unidad representarían el registro del inicio del rifting, alojados en cuencas tafrogénicas (y por ende de distribución areal restringida), que en numerosas localidades de la Patagonia tienen edad triásica tardía y liásica (e.g. Lesta *et al.* 1980, de Giusto *et al.* 1980, Kokogian *et al.* 1999, Giacosa y Márquez 1999, Page *et al.* 1999, Uliana y Legarreta 1999). En la Cordillera Patagónica Austral, la extensión generalizada

daría lugar, a partir del Jurásico Medio, a la acumulación de importantes espesores de volcanitas intermedias y ácidas del Complejo El Quemado. El pasaje transicional entre la Formación El Bello y el Complejo El Quemado es evidencia de la estrecha relación entre los procesos que dieron origen a una y otra.

La localización de los máximos espesores de esta unidad a lo largo de la estructura que separa las sierras de las Vacas y de Sangra (valle del río Mayer), que a su vez divide dominios en los cuales la Formación Río Lácteo se presenta con distintos grados de metamorfismo, podría ser indicativo de una estructura regional mayor con una importante historia de reactivación.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por SEGEMAR, ANPCyT (PICT-2011-0956), UBACyT (20020100100047) y CONICET (PIP 112-200801-01502 y 112-201101-00294), y contó con el apoyo logístico de la Delegación Comodoro Rivadavia de SEGEMAR. Los Lics. C. Wilson, D. Azcurra y R. Torres Claro colaboraron en las tareas de campo. Los Editores y los árbitros de la revista, V. Ramos y M. Ghiglione, realizaron valiosas observaciones que permitieron mejorar la versión original. Los autores desean expresar su agradecimiento al personal de Gendarmería Nacional, en particular a las comisiones destacadas en el Grupo El Bello, por su invaluable apoyo logístico.

## TRABAJO CITADOS EN EL TEXTO

Augustsson, C., 2003. Provenance of Late Palaeozoic sediments in the Southern Patagonian Andes: age estimates, sources, and depositional setting. Tesis Doctoral, Westfälische Wilhelms-Universität (inédita), 94 p., Münster.

Augustsson, C., Münker, C., Bahlburg, H. y Fanning, C.M. 2006. Provenance of late Palaeozoic metasediments of the SW South American Gondwana margin: a combined U-Pb and Hf-isotope study of single detrital zircons. *Journal of the Geological Society* 163: 983-995.

Bell, C.M. y Suárez, M. 2000. The Río Lácteo Formation of Southern Chile. Late Paleozoic orogeny in the Andes of southernmost South America. *Journal of South American Earth Sciences* 13: 133-145.

Bianchi, J.L. 1967. Informe preliminar acerca de los perfiles estratigráficos realizados en el sector occidental de la Cuenca Austral, durante las campañas 1964-65 y 1965-66. Yacimientos Petrolíferos Fiscales B-39 (inédito), 77 p., Buenos Aires.

Bonarelli, G. y Nágera, J.J. 1921. Observaciones geológicas en las inmediaciones del lago San Martín (Territorio de Santa Cruz). Ministerio de Agricultura, Dirección General de Minas, Geología e Hidrología. Boletín N° 27, Serie B (Geología), 39 p., Buenos Aires.

Borrello, A.V. 1967. Estado actual del conocimiento geológico del Flysch en la Argentina. *Revista Museo de La Plata (nueva serie), Geología* 6: 125-153.

Casamiquela, R.M. 1965. Estudios icnológicos. Análisis de *Orchosteropus atavus* Freng. y una forma afín del Paleozoico de la Argentina. *Revista del Museo de La Plata (nueva serie), 4, Paleontología* 24: 187-244.

Charrier, R., Linares, E., Niemeyer, H. y Skarmeta, J. 1979. Edades K/Ar de volcanitas mesozoicas y cenozoicas de la región de Aysén y su significado estratigráfico. 7° Congreso Geológico Argentino, Actas 2: 23-41, Buenos Aires.

de Giusto, J.M., Di Persia, C.A. y Pezzi, E. 1980. Nesocratón del Deseado. En Turner, J.C. (ed.) Segundo Simposio de Geología Regional Argentina. Academia Nacional de Ciencias, 2: 1389-1430, Córdoba.

Escosteguy, L.D., Etcheverría, M., Geuna, S., Franchi, M., Wilson, C. y Azcurra, D. 2014. Hoja Geológica 4972-I, Monte Tetris, Provincia de Santa Cruz. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina 1:250.000. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino (inédita), 156 p., Buenos Aires.

Feruglio, E. 1938. El Cretáceo superior del lago San Martín (Patagonia) y de las regiones adyacentes. *Physis* 12: 293-342.

Flores, M. 1961. Surface Geology of the West Flank, Austral Basin. Pan American Argentina Oil Company, Report N° 112 (inédito), Buenos Aires.

Frenguelli, J. 1941. Las concreciones de los var-



- ves y su significado geológico. *Notas del Museo de La Plata*, 6, Geología 15: 371-386.
- Giacosa, R.E. y Márquez, M.J. 1999. Jurásico y Cretácico de la Cordillera Patagónica Septentrional y Precordillera Patagónica. En Caminos, R. (ed.) *Geología Argentina*, Servicio Geológico Minero Argentino, Anales 29: 444-459, Buenos Aires.
- Giacosa, R., Fracchia, D., Heredia, N. y Pereyra, F. 2010. Hoja Geológica 4972-III y 4975-IV, El Chaltén, provincia de Santa Cruz. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino. *Boletín* 399 (inédito), 86 p., Buenos Aires.
- Giacosa, R., Fracchia, D. y Heredia, N. 2012. Structure of the Southern Patagonian Andes at 49°S, Argentina. *Geologica Acta* 10: 265-282.
- Hervé, F., Fanning, C.M. y Pankhurst, R.J. 2003. Detrital zircon age patterns and provenance of the metamorphic complexes of southern Chile. *Journal of South American Earth Sciences* 16: 107-123.
- Hervé, F., Calderón, M. y Faúndez, V. 2008. The metamorphic complexes of the Patagonian and Fuegian Andes. *Geologica Acta* 6: 43-53.
- Iglesia Llanos, M.P., Lanza, R., Riccardi, A.C., Geuna, S.E., Laurenzi, M.A., y Ruffini, R. 2003. Palaeomagnetic study of the El Quemado Complex and Marifil Formation, Patagonian Jurassic igneous province, Argentina. *Geophysical Journal International* 154: 599-617.
- Japas, M.S., Sruoga, P., Kleiman, L.E., Gayone, M.R., Maloberti, A. y Comito, O. 2011. Cinemática de la extensión jurásica vinculada a la Provincia Silíceo Chon Aike, Santa Cruz, Argentina. 18° Congreso Geológico Argentino. Actas CD, S1, la Patagonia en el Contexto Geodinámico de Gondwana: 75-131, Neuquén.
- Jenchen, U. y Rosenfeld, U. 2002. Continental Triassic in Argentina: response to tectonic activity. *Journal of South American Earth Sciences* 15: 461-479.
- Kay, S.M., Ramos, V.A., Mpodozis, C. y Sruoga, P. 1989. Late Paleozoic to Jurassic silicic magmatism at the Gondwana margin: analogy to the Middle Proterozoic in North America? *Geology* 17: 324-328.
- Kent, D.V. e Irving, E. 2010. Influence of inclination error in sedimentary rocks on the Triassic and Jurassic apparent pole wander path for North America and implications for Cordilleran tectonics. *Journal of Geophysical Research* 115, B10103.
- Kokogian, D.A., Spalletti, L., Morel, E., Artabe, A., Martínez, R.N., Alcober, O.A., Milana, J.P., Zavattieri, A.M. y Papú, O.H. 1999. Los depósitos continentales triásicos. En Caminos, R. (ed.) *Geología Argentina*, Servicio Geológico Minero Argentino, Anales 29: 377-398, Buenos Aires.
- Kosmal, A.G. 1997. Nuevos aportes a la geología de la zona del cerro Fitz Roy, Departamento Lago Argentino, provincia de Santa Cruz. Trabajo Final de Licenciatura, Universidad de Buenos Aires (inédito), 111 p., Buenos Aires.
- Kosmal, A. y Spikermann, J.P. 2001. Geología de la zona del Cerro Fitz Roy, Provincia de Santa Cruz. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, nueva serie 3: 41-53, Buenos Aires.
- Kraemer, P.E., Ploszkiewicz, J.V. y Ramos, V.A. 2002. Estructura de la Cordillera Patagónica Austral entre los 46° y 52° S. En Haller, M.J. (ed.) *Geología y Recursos Naturales de Santa Cruz*, Relatorio del 15° Congreso Geológico Argentino: 353-459, El Calafate.
- Leanza, A.F. 1972. Andes Patagónicos Australes. En Leanza, A.F. (ed.) *Geología Regional Argentina*, Academia Nacional de Ciencias: 689-706, Córdoba.
- Lesta, P., Ferello, R. y Chebli, G. 1980. Chubut Extraandino. En Turner, J.C. (ed.) Segundo Simposio de Geología Regional Argentina. Academia Nacional de Ciencias: 1307-1387, Córdoba.
- Limarino, C.O., Massabie, A., Rossello, E., López Gamundí, O., Page, R. y Jalfín, G. 1999. El Paleozoico de Ventania, Patagonia e Islas Malvinas. En Caminos, R. (ed.) *Geología Argentina*, Servicio Geológico Minero Argentino, Anales 29: 319-347, Buenos Aires.
- Nulló, F.E., Proserpio, C. y Ramos, V.A. 1979. Estratigrafía y tectónica de la vertiente este del Hielo Continental Patagónico, Argentina-Chile. 7° Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 455-470, Buenos Aires.
- Page, R., Ardolino, A., de Barrio, R.E., Franchi, M., Lizuaín, A., Page, S. y Silva Nieto, D. 1999. Estratigrafía del Jurásico y Cretácico del Macizo de Somún Curá, provincias de Río Negro y Chubut. En Caminos, R. (ed.) *Geología Argentina*, Servicio Geológico Minero Argentino, Anales 29: 460-488, Buenos Aires.
- Pankhurst, R.J., Leat, P.T., Sruoga, P., Rapela, C.W., Márquez, M., Storey, B.C. y Riley, T.R. 1998. The Chon Aike province of Patagonia and related rocks in West Antarctica: A silicic large igneous province. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 81: 113-136.
- Pankhurst, R.J., Riley, T., Fanning, C. y Kelley, S. 2000. Episodic Silicic Volcanism in Patagonia and the Antarctic Peninsula: Chronology of magmatism associated with the Break-up of Gondwana. *Journal of Petrology* 41: 605-625.
- Parma, S.G. 1980. Geología de la Península de Cancha Rayada, lago San Martín, provincia de Santa Cruz. Trabajo Final de Licenciatura, Universidad de Buenos Aires (inédito), 115 p., Buenos Aires.
- Ploszkiewicz, J.V. y Ramos, V.A. 1978. Estratigrafía y tectónica de la sierra de Payaniyeu (provincia de Chubut). *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 32: 209-226.
- Poiré, D.G., Morel, E. y Maggi, J.H. 1999. Facies diamictíticas en la Formación Bahía de la Lancha (Paleozoico), Estancia La Lila, Lago San Martín, provincia de Santa Cruz, Argentina. 14° Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 425-428, Salta.
- Ramírez Sánchez, E., Hervé, F., Kelm, U. y Sassi, R. 2005. P-T conditions of metapelites from metamorphic complexes in Aysen, Chile. *Journal of South American Earth Sciences* 19: 373-386.
- Ramos, V.A. 1976. Estratigrafía de los lagos La Plata y Fontana, provincia del Chubut, República Argentina. 1° Congreso Geológico Chileno, Actas 1(A): 43-64, Santiago de Chile.
- Ramos, V.A. 1979. Tectónica de la región del río y lago Belgrano, Cordillera Patagónica, Argentina. 2° Congreso Geológico Chileno, Actas 1(B): 1-32. Arica.
- Ramos, V.A. 1981. Descripción Geológica de la Hoja 55 a, Sierra de Sangra, provincia de Santa Cruz. Informe del Servicio Geológico Nacional (inédito), 125 p. Buenos Aires.
- Ramos, V.A. 1982. Descripción Geológico-Económica de la Hoja 53 a, Cerro San Lorenzo y 53 b, Meseta Belgrano, provincia de Santa Cruz. Informe del Servicio Geológico Nacional (inédito), 125 p., Buenos Aires.
- Ramos, V.A. 2002. Evolución tectónica. En Haller, M.J. (ed.) *Geología y Recursos Naturales de Santa Cruz*, Relatorio del 15° Congreso Geológico Argentino: 365-387, El Calafate.

- Riccardi, A.C. 1971. Estratigrafía en el oriente de la Bahía de la Lancha, Lago San Martín, Santa Cruz, Argentina. *Revista Museo de la Plata (nueva serie), Geología* 7: 245-318.
- Riccardi, A.C. y Rolleri, E. 1980. Cordillera Patagónica Austral. En Turner, J.C. (ed.) Segundo Simposio de Geología Regional Argentina, Academia Nacional de Ciencias: 1173-1306, Córdoba.
- Riggi, J. C. 1955. Estudio geológico al sur de los lagos Pueyrredón y Posadas, Territorio de Santa Cruz. Tesis 226, Universidad Nacional de La Plata (inédito), 119 p., La Plata.
- Riggi, A.E. 1957. Resumen geológico de la zona de los lagos Pueyrredón y Posadas, provincia de Santa Cruz. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 12: 65-97.
- Sepúlveda, V. y Hervé, F. 2000. Geología de la Hoja Villa O'Higgins, región de Aysén, Chile. Implicancias cronológicas, metamórficas y tectónicas de las rocas paleozoicas. 9º Congreso Geológico Chileno, Actas 2: 760-763, Puerto Varas.
- Shell C.A.P.S.A. 1965. La palinología en la Industria Petrolera y algunos resultados palinológicos en la Argentina. *Segundas Jornadas Geológicas Argentinas* 3: 347-353, San Miguel de Tucumán.
- Suárez, M., De La Cruz, R., Aguirre-Urreta, B. y Fanning, M. 2009. Relationship between volcanism and marine sedimentation in northern Austral (Aisén) Basin, central Patagonia: Stratigraphic, U-Pb SHRIMP and paleontologic evidence. *Journal of South American Earth Sciences* 27: 309-325.
- Thomson, S.N. y Hervé, F. 2002. New time constraints for the age of metamorphism at the ancestral Pacific Gondwana margin of southern Chile. *Revista Geológica de Chile* 29: 255-271.
- Torsvik, T.H., Van der Voo, R., Preeden, U., Mac Niocaill, C., Steinberger, B., Doubrovine, P.V., van Hinsbergen, D.J.J., Domeier, M., Gaina, C., Tohver, E., Meert, J.G., McCausland, P.J.A. y Cocks, L.R.M. 2012. Phanerozoic Polar Wander, *Palaeogeography and Dynamics*. *Earth Science Reviews* 114: 325-368.
- Uliana, M.A. y Biddle, K.T. 1988. Mesozoic-Cenozoic Paleogeographic and Geodynamic Evolution of Southern South America. *Revista Brasileira de Geociências* 18: 172-190.
- Uliana, M.A. y Legarreta, L. 1999. Jurásico y Cretácico de la Cuenca del Golfo San Jorge. En Caminos, R. (ed.) *Geología Argentina, Servicio Geológico Minero Argentino, Anales* 29: 496-510, Buenos Aires.
- Uliana, M.A., Biddle, K.T., Phelps, D.W. y Gust, D.A. 1985. Significado del vulcanismo y extensión mesojurásicos en el extremo meridional de Sudamérica. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 40: 231-253.
- Uliana, M.A., Biddle, K.T. y Cerdan, J. 1990. Mesozoic extension and the formation of Argentine sedimentary basins. En Tankard, A.J. y Balkwill, H.R. (eds.) *Extensional tectonics and stratigraphy of the North Atlantic margins*, American Association of Petroleum Geologists, *Memoir* 46: 599-614, Tulsa.
- Valencio, D.A. 1980. El magnetismo de las rocas: su aplicación geológica, la Deriva Continental, la Tectónica de Placas y otros problemas geofísicos y geológicos. Editorial Universitaria de Buenos Aires, 351 p., Buenos Aires.

Recibido:

Aceptado: