

EVOLUCIÓN TECTÓNICA DEL BASAMENTO PALEOZOICO DE LA PATAGONIA Y LA PLATAFORMA CONTINENTAL ADYACENTE

Víctor A. Ramos¹, Maximiliano Naipauer², Juan Pablo Lovecchio³

1: Instituto de Estudios Andinos don Pablo Groeber, UBA-CONICET. andes@gl.fcen.uba.ar

2: Instituto de Geocronología y Geología Isotópica, UBA-CONICET. maxinaipauer@hotmail.com

3: Gerencia de Exploración de YPF S.A. juan.lovecchio@ypf.com

Palabras clave: Acreción, colisiones, arcos magmáticos, márgenes pasivos

ABSTRACT

This paper describes the tectonic evolution of Patagonia and the adjacent continental shelf based on the different behavior of its continental margins. The Pacific margin is characterized by a complex tectonic evolution where each segment has a geological development during the Paleozoic with its own characteristics. The northern sector is characterized by a typical Andean-type evolution where the subduction of the oceanic crust produces a Devonian magmatic arc of a continental nature, which towards the Carboniferous was located closer to the trench. The central sector records the collision of an island arc, recognized as the Chaitenia terrane, with magmatism more primitive and characteristic of an oceanic setting. This island arc collided in the Late Devonian-Early Carboniferous against Patagonia. The late Paleozoic magmatism that followed migrated towards the foreland and is recorded further south in the subsurface of the San Jorge Gulf basin. The southernmost sector records the collision of the Antarctic Peninsula, possibly in the middle Permian according to the age of metamorphism, which exposes rocks from 10 to 12 kilometers depth. The complexity observed in the Paleozoic active margin contrasts with the Atlantic margin which is characterized by a conjugate passive margin similar to the Eastern Antarctic margin. This margin is preserved on the continental shelf below the Mesozoic sequences. These Paleozoic deposits are slightly deformed along the eastern edge of Patagonia. The exception is the northern sector, which was affected by the collision of Patagonia against Gondwana at the end of the Paleozoic.

INTRODUCCIÓN

En los últimos cuatro años ha habido un importante número de trabajos de investigación que han aportado nuevas evidencias en la evolución geológica de la región patagónica y la plataforma continental adyacente. El objetivo de esta contribución es hacer una síntesis de las propuestas que han tenido consenso entre los diferentes investigadores, para permitir una más precisa reconstrucción de la Patagonia y de las estructuras paleozoicas reconocidas en la plataforma continental a estas latitudes.

EL MARGEN ACTIVO DE PATAGONIA

El margen pacífico de la Patagonia corresponde durante gran parte del Devónico hasta el Pérmico a una zona de subducción. A partir de los trabajos iniciales de Beckinsale *et al.* (1977) en el *Plateau* de las Malvinas, en especial el sitio 330 del Deep Sea Drilling Project (D.S.D.P.) que permitió obtener las primeras edades Rb-Sr y K-Ar, hubo varios intentos de relacionar la actividad magmática del sector occidental del continente con las Malvinas. Los primeros que postulan esa conexión a través de un arco magmático para el Neopaleozoico en forma oblicua a la Patagonia fueron Halpern (1973) y Forsythe (1982), quienes asumieron un basamento continental solamente en el macizo del Deseado, lo que implicaba que la mitad occidental de la Patagonia se correspondía a una acreción sedimentaria. Las evidencias de la existencia de un basamento continental tanto en la Cordillera Fueguina como en gran parte de la Patagonia llevaron a circunscribir esa actividad magmática al sector occidental sin participar el Plateau de las Malvinas en el arco magmático propuesto (Ramos 1983). Estos trabajos iniciales fueron superados por una serie de trabajos petrológicos, geoquímicos y tectónicos realizados en diferentes sectores de la Cordillera Patagónica que han permitido reconocer diferentes segmentos entre los 39°y 52°S de latitud. Se describirá esa actividad paleozoica de norte a sur, antes de analizar la evolución del margen pasivo atlántico.

Sector patagónico norte: La estructura devónica-carbonífera

Las primeras dataciones que registraron la presencia de rocas magmáticas de edad devónica en este sector se deben a Varela *et al.* (2005) y a Pankhurst *et al.* (2006). Los nuevos datos permiten reconocer la existencia y desarrollo de un importante arco magmático de edad devónica en el sector norte de la Patagonia occidental. Los estudios realizados por Marcos *et al.* (2020) han podido identificar la extensión y las características de estos granitoides de arco entre los 39° y 41° de latitud sur y su relación con el arco carbonífero (Fig. 1). Este arco magmático se extendería desde la provincia de Río Negro hasta la región norte de Chubut. Hacia el sur, Renda *et al.* (2019) lo continúan en el subsuelo por debajo de los depósitos mesozoicos de la cuenca del Golfo San Jorge.

Las características geoquímicas e isotópicas de este arco magmático devónico, identificado como arco San Martín, fueron estudiadas por Rapela *et al.* (2021) en la región de San Martín de los Andes y posteriormente reconocido más al sur. El arco magmático devónico se lo ha identificado en la Península Antártica, en la Tierra de Marie Bird y más hacia el sur, siempre en el sector occidental (véase Ramos y Naipauer 2014 y citas allí mencionadas). La presencia de este arco en todos estos terrenos australes indicaría que estos avanzaban hacia el oeste (en coordenadas actuales) en concordancia con un margen activo en el sector occidental.

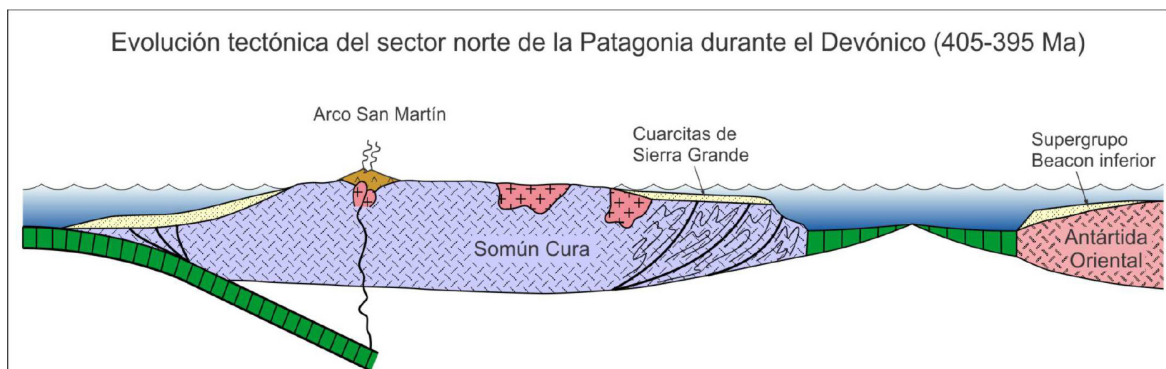


Figura 1. Sección tectónica a través del sector norte de la Patagonia mostrando los diferentes elementos reconocidos para el Devónico. Un margen activo hacia el océano de Panthalassa, representado por un arco magmático expuesto en el sector occidental de la Patagonia y el margen pasivo de la Formación Sierra Grande cuya polaridad de sedimentación que se profundiza hacia el este como fue propuesto por Spalletti (1993). Este margen es conjugado con el de la Antártida oriental correspondiente al Supergrupo Beacon (basado en Ramos y Naipauer 2014; Renda *et al.* 2019, 2021; Marcos *et al.* 2020; Rapela *et al.* 2021).

Es interesante destacar que en este sector, entre los 39° y 41° sur de latitud, los granitoides de arco de edad carbonífera afloran de acuerdo con Marcos *et al.* (2020) al oeste del arco devónico previamente descrito. Esta migración del arco hacia la trinchera está vinculada con un empinamiento del arco como ha sido postulado por Ramos (2022).

Sector patagónico central: La colisión de Chaitenia

En el sector centro-occidental de la Patagonia y en la región chilena adyacente más al sur entre los 42° y 43° sur de latitud, Hervé *et al.* (2016, 2018) han reconocido en el prisma de acreción pacífico rocas primitivas de arco. Estas rocas las han interpretado como de naturaleza islándica, correspondiente a un terreno oceánico que denominaron Chaitenia. Este terreno se habría acrecionado a la Patagonia en el Neopaleozoico. Las características isotópicas primitivas muestran que es un arco de naturaleza oceánica, con netas diferencias respecto al arco de San Martín desarrollado sobre corteza continental. Las rocas de este arco islándico varían entre 384 y 360 Ma de acuerdo con Rapela *et al.* (2021).

La colisión de este terreno contra la Patagonia, una típica arc-continent collision, se habría producido de acuerdo con Renda *et al.* (2019, 2021) cerca del límite devónico-carbonífero, aproximadamente a los 350 Ma.

La existencia de granitos neopaleozoicos en el subsuelo de la cuenca del Golfo San Jorge era conocida por los trabajos de exploración de YPF (Lesta *et al.* 1980), que permitieron identificar una subducción durante el Carbonífero y el Pérmico en el borde occidental de la Patagonia (Forsythe 1982; Ramos 1983, Renda *et al.* 2019).

La presencia de rocas metasedimentarias intercaladas con basaltos en el sector pacífico occidental con circones detríticos procedentes del arco continental junto con las características geoquímicas de back-arc de estos basaltos, llevan a Rapela *et al.* (2021) a proponer el desarrollo de

una cuenca de trasarco. En la presente interpretación se propone que esa interdigitación se debe a una temprana colmatación de la cuenca entre los dos arcos (Fig. 2).

Esto permitiría reconstruir nuevamente una estructura completa con un margen pasivo al este (siempre en coordenadas actuales) donde las secuencias silúrico-devónicas suavemente deformadas se apoyan en fuerte discordancia angular sobre rocas metamórficas de edad ordovícica. En el

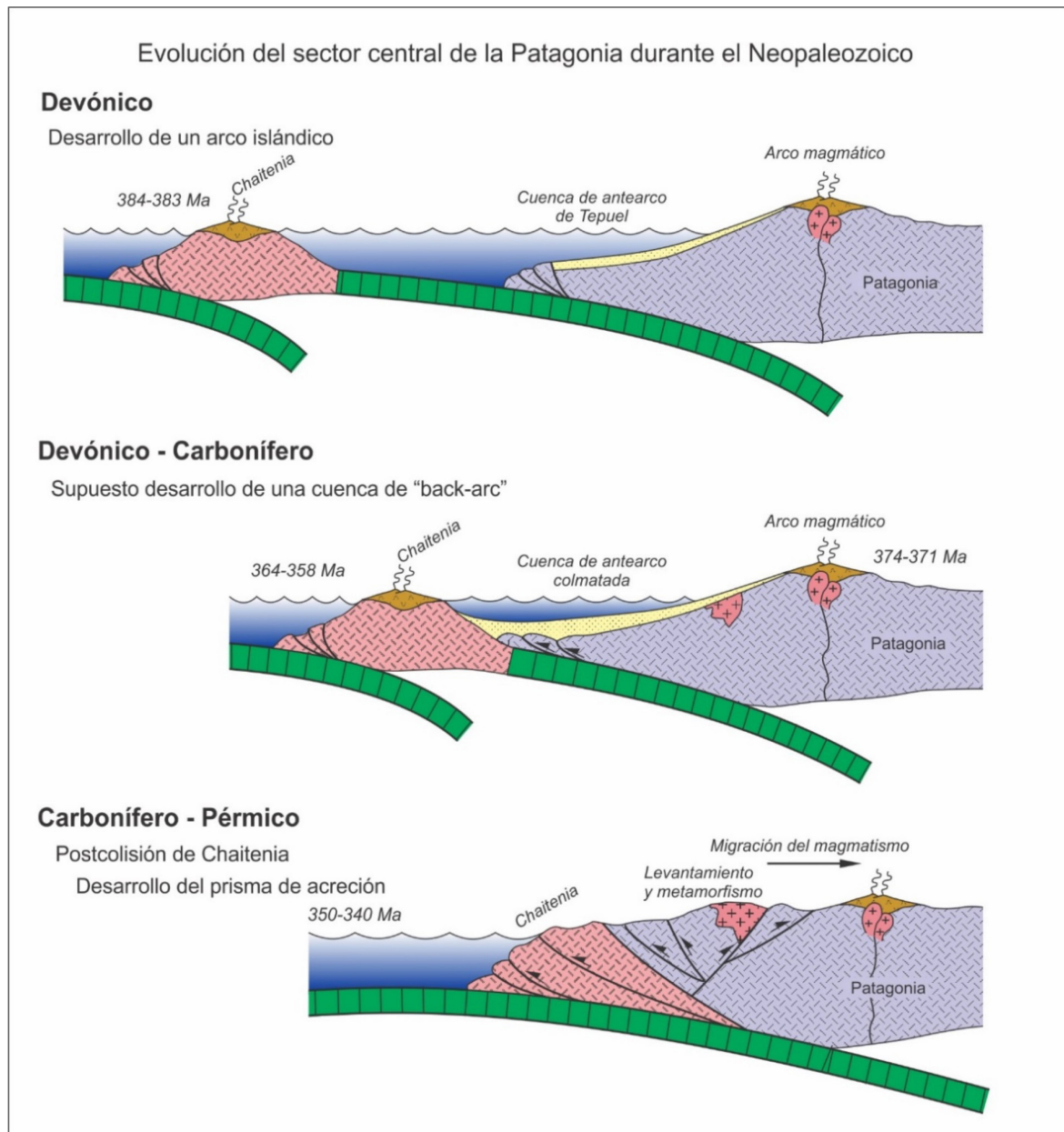


Figura 2. Evolución del margen activo de la Patagonia en el sector central. Obsérvese la presencia de un arco islándico que colisiona contra la Patagonia entre los 360 y 340 Ma. Esta colisión expone en superficie los ortogneises y otras rocas metamórficas asociadas al antiguo arco magmático. En la actualidad el terreno de Chaitenia se lo encuentra altamente deformado en el prisma de acreción (Hervé *et al.* 2018; Hervé 2022). La zona de subducción se horizontaliza migrando el arco neopaleozoico hacia el antepaís (basado en Marcos *et al.* 2018, 2020; Renda *et al.* 2019).

sector occidental el arco magmático continental de San Martín estaría separado por una sutura del terreno de Chaitenia, preservado principalmente en el sector chileno. Las rocas del antepaís estarían deformadas por la colisión de este terreno y se preservan como ortogneisses y metamorfitas de mediano grado (Renda *et al.* 2019).

A diferencia del sector norte descripto, el arco neopaleozoico a estas latitudes avanza hacia el antepaís después de la colisión de Chaitenia para continuar hacia el sur en el subsuelo de la cuenca del Golfo San Jorge, cada vez más alejado de la trinchera oceánica.

La paleogeografía devónica que lleva a la colisión del arco islándico de Chaitenia ha sido reconstruida por Hervé (2022) y se ilustra en la Fig. 3. En esta propuesta el margen pacífico de Patagonia a los 39° sería un margen pasivo entre los 400 y 360 Ma, a diferencia del sector sur donde a partir de los 40°S habría subducción asociada al arco islándico de Chaitenia.

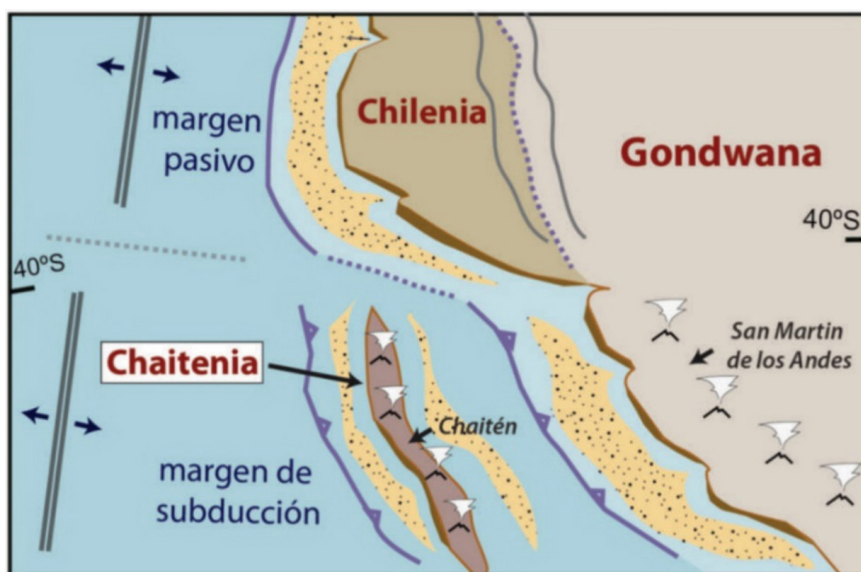


Figura 3. Reconstrucción paleogeográfica para el intervalo 400-360 Ma propuesta por Hervé (2022) del margen pacífico de Patagonia donde se observa el terreno Chaitenia antes de su colisión.

Sector patagónico austral: El margen activo de Tierra del Fuego

La región austral de la Patagonia tiene una paleogeografía más compleja. De acuerdo con los estudios de las anomalías magnéticas realizadas en el Mar de Weddell, la Península Antártica estuvo adosada en el sector occidental de Tierra del Fuego y sectores más al norte hasta los 160 Ma (Ghidella *et al.* 2002, 2007). Sobre esta base, Ramos (2008) propuso que la colisión neopaleozoica asociada al levantamiento y exposición de las rocas metamórficas expuestas en el borde occidental sur de la Patagonia se debían a la colisión de la Península Antártica.

Los estudios de Hervé *et al.* (2010) permitieron datar un evento metamórfico de alto grado acompañado de anatexis en el subsuelo del sector chileno norte de Tierra del Fuego. El basamento

del pozo Punta Baja 1 está constituido por gneises de cordierita-sillimanita-granate, que arrojaron una edad U-Pb en circones de $268,2 \pm 2,1$ Ma. Esto indicaría un importante metamorfismo pérmico. Datos de varios pozos de exploración en el sector norte argentino de Tierra del Fuego, constataron la presencia de granitoides que a través de dataciones K-Ar evidenciaron una edad neopaleozoica, que se puede correlacionar con el evento metamórfico de alta temperatura pérmica descrito por Hervé *et al.* (2010) y Castillo *et al.* (2016). Nuevos datos de granitoides procedentes de tres pozos del sector chileno adyacente, a través de dataciones U-Pb en circones, han reconocido edades entre 254 y 258 Ma (Castillo *et al.* 2017) confirmando la extensión en territorio chileno de este arco de edad pérmica. Estos nuevos datos muestran que el arco magmático estaba ubicado a lo largo del sector oriental de Tierra del Fuego, modificando la propuesta previa de Ramos (2008), que lo ubicaba costa afuera.

Este metamorfismo pérmico de alto grado se lo ha identificado también en la Península Antártica en la Adie Inlet con edades similares en sus circones a los del pozo Punta Baja 1 en Tierra del Fuego. Estas rocas metamórficas tienen una edad U-Pb en circones de 258 ± 3 Ma (Millar *et al.* 2002). A lo largo de la Península Antártica se han identificado también granitoides de edad pérmica hasta triásicos inclusive (Hervé *et al.* 2010).

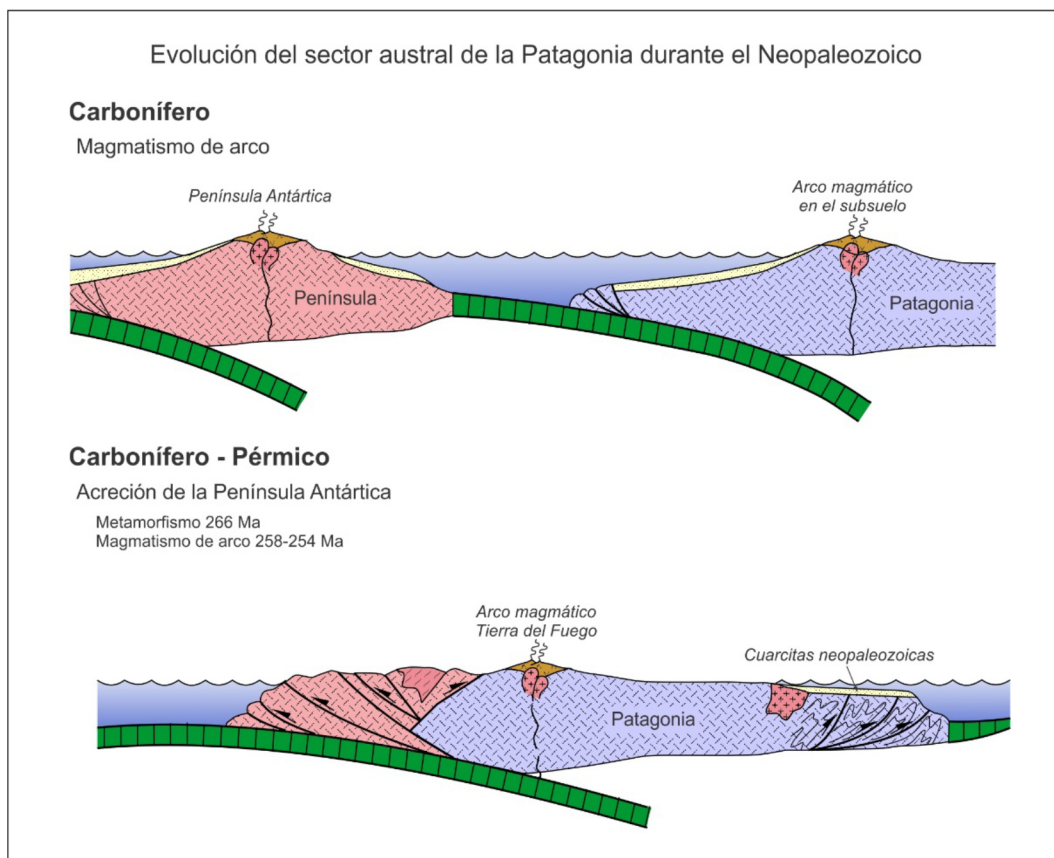


Figura 4. Reconstrucción de la evolución magmática del arco neopaleozoico en el sector austral de la Patagonia. La reconstrucción está basada en datos de Hervé *et al.* (2006, 2010, 2022) y Millar *et al.* (2002), entre otros.

La reconstrucción de la Figura 4 trata de ilustrar la evolución tectónica del sector sur. Para el Carbonífero se había visto en el sector central de acuerdo con la propuesta de Renda *et al.* (2019) que el arco magmático cruzaba en diagonal la cuenca y volvía a emerger en la parte norte del Macizo del Deseado. En este lugar están representados por grandes bloques de granitoides de edad pérmica. Su continuidad hacia el sur es más problemática. A los 50°S de latitud en el prisma de acreción en las rocas metasedimentarias se observa un pico muy abundante en circones detríticos de $344,4 \pm 2,2$ Ma de edad carbonífera que estaría indicando la continuidad de ese arco magmático más hacia el sur (véase Hervé *et al.* 2006 y Ramos 2008, Fig. 10). Sin embargo, se constata su continuidad recién en el subsuelo de Tierra del Fuego donde las edades son principalmente pérmicas.

Si se acepta una colisión entre la Península Antártica y Patagonia, como lo denotan los 10 a 12 km de levantamiento identificados por Hervé *et al.* (2010) la misma debería coincidir con el pico de metamorfismo de 266 Ma detectado en Tierra del Fuego de edad pérmica media. Inmediatamente después continuaría el arco magmático durante el Pérmico superior en Tierra del Fuego, ya en continuidad con la Península Antártica donde perdura este arco hasta el Triásico.

EL MARGEN PASIVO DE PATAGONIA

En el sector norte de la Patagonia es bien conocido desde los trabajos de Spalletti (1993) que la Formación Sierra Grande pertenece a una plataforma siliciclástica dominada por oleaje, con una asociación de fósiles compuesta por braquiópodos, trilobites, bivalvos y gastrópodos que sugieren una edad silúrico-devónica. Los estudios de Uriz *et al.* (2011) de sus circones detríticos indican una edad máxima de sedimentación silúrica de 428 Ma, asociados a picos de frecuencia que confirman su origen a partir de rocas de arco magmático ubicado más hacia el oeste (González *et al.* 2022; Ramos 2022).

Más hacia el sur los estudios realizados en testigos extraídos de la cuenca de Valdés permitieron confirmar la propuesta inicial de Yrigoyen (1989), quien había correlacionado las rocas paleozoicas con la Formación Sierra Grande. Estos estudios realizados sobre circones detríticos de esta secuencia obtuvieron una edad de 406 Ma indicando una edad máxima devónica inferior (Lovecchio *et al.* 2022). La edad de estos circones detríticos permite corroborar la existencia de un arco magmático devónico más hacia el oeste, a la vez que sus picos de frecuencia confirman una herencia eopaleozoica más antigua con valores similares a los determinados más al norte por Uriz *et al.* (2011).

Los afloramientos de supuestas areniscas devónicas en Cabo Blanco reconocidas desde los iniciales trabajos de Darwin (1846) como tales, no han resultado de esa edad. Estudios actualmente en curso demuestran una edad más joven.

El margen pasivo se continúa con las areniscas cuarcíticas de la Formación Port Stephens de edad devónica y la Formación Port Stanley de edad carbonífera ampliamente representadas en las Islas Malvinas. El estudio de sus circones detríticos demostró edades máximas de sedimentación entre 492 y 486 Ma, cuyos picos de frecuencia son similares a los anteriores (Ramos *et al.* 2017). Los estudios de paleocorrientes de estas areniscas corroboran su procedencia desde el sudoeste (Hunter y Lomas 2003) confirmando la polaridad de este margen pasivo.

Se puede concluir que el margen atlántico de la Patagonia tiene marcadas afinidades con el margen pasivo de edad paleozoica de la Antártida oriental, y como ha sido postulado por Ramos y Naipauer (2014), González *et al.* (2018 y citas ahí mencionadas) constituyeron márgenes conjugados originados con posterioridad a la deformación ordovícica. En conjunto se puede afirmar que las rocas sedimentarias de este margen pasivo están levemente deformadas a lo largo de la Patagonia, con excepción de su sector septentrional. Algo similar ocurre en la Antártida oriental, donde solo su extremo norte tiene evidencias de deformación como se puede observar en la región de Pensacola. Esta deformación tiene vergencia hacia el sur en la región de Sierra Grande y en las Islas Malvinas, que se ha interpretado como resultado de la colisión de la Patagonia con Gondwana, deformación que se inició en el Pérmico superior y en la región central del sistema del Cabo se prolongó hasta el Triásico inclusive.

La Figura 5 ilustra un perfil de sur a norte que muestra la estructura actual del margen pasivo de Patagonia en el Pérmico superior basado en las líneas sísmicas de la plataforma adyacente y correlaciones con tierra firme.

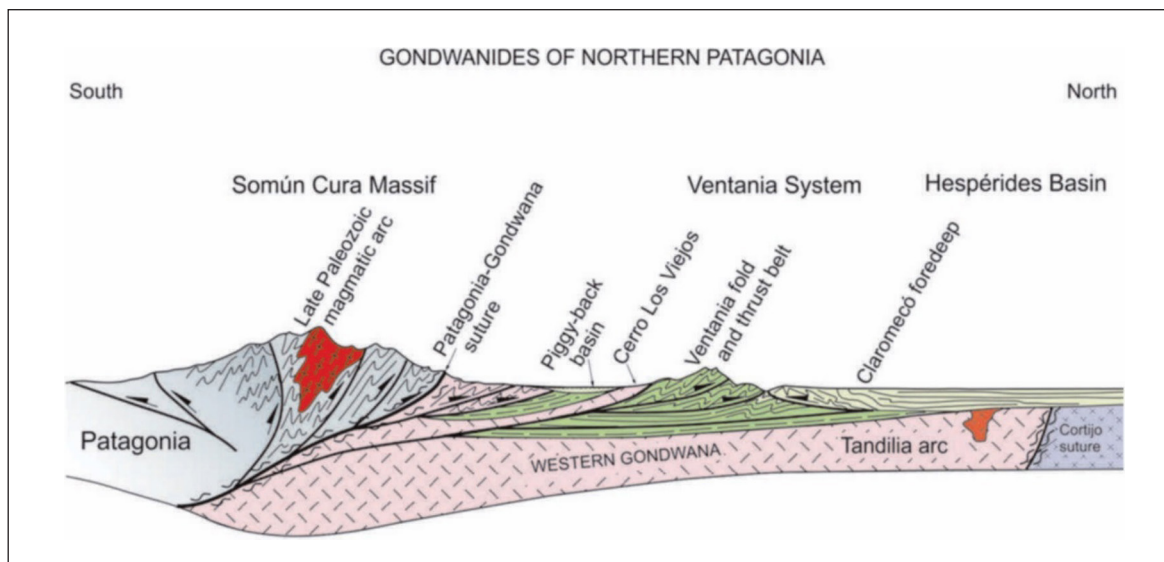


Figura 5. Reconstrucción a lo largo del margen pasivo del sector norte de la Patagonia y su relación estructural con Gondwana (basada en Pángaro *et al.* 2016; Ramos *et al.* 2017, 2020).

CONSIDERACIONES FINALES

El análisis realizado de los datos disponibles muestra que la Patagonia ha tenido sus márgenes continentales con muy distinto comportamiento. El margen activo, que correspondió al frente de avance de la Patagonia, tiene una compleja historia de subducción, la que se caracteriza por dos importantes eventos. Uno es la colisión del arco islándico de Chaitenia en el límite Devónico-Carbonífero, que presenta robustas evidencias geológicas, magmáticas e isotópicas, y el otro más al sur es la colisión de la Península Antártica en el Pérmico. Las evidencias de esta colisión no son tan firmes, pero es necesario explicar el levantamiento de 10 a 12 km del basamento de Tierra del Fuego y la exposición de metamorfitas de alto grado.

El margen pasivo, que se correspondería al *trailing-edge* del terreno Patagonia, es más simple y no presenta mayores dificultades. Gran parte de las secuencias paleozoicas de la plataforma continental están cubiertas por las rocas volcánicas jurásicas y los depósitos sedimentarios mesozoicos y más jóvenes. La sección de la Figura 5 resume las características estructurales de estos depósitos que en su sector norte están afectados por la colisión de la Patagonia contra el margen del Gondwana Occidental.

REFERENCIAS CITADAS

- Beckinsale, R., Tarney, J., Dombysire O. y Humm, H., 1977. Rb-Sr and K-Ar determinations of the Falkland Plateau basement at site 330 O.S.D.P. National Science Foundation, Initial Reports D.S.O.P. 36, p. 923-928.
- Castillo, P., Fanning, C.M., Hervé, F. y Lacassie, J.P., 2016. Characterisation and tracing of Permian magmatism in the south-western segment of the Gondwanan margin; U-Pb age, Lu-Hf and O isotopic compositions of detrital zircons from metasedimentary complexes of northern Antarctic Peninsula and western Patagonia. *Gondwana Research* 36, p. 1-13.
- Castillo, P., Fanning, C.M., Pankhurst, R., Hervé, F. y Rapela, C.W., 2017. Zircon O- and Hf-isotope constraints on the genesis and tectonic significance of Permian magmatism in Patagonia. *Journal of the Geological Society* 174, p. 803-816.
- Darwin, Ch., 1846. Geological observations on South America. Being the third part of the geology of the voyage of the Beagle, under the command of Capt. Fitzroy, R. N. during the years 1832 to 1836. Smith, Elder and Co., 279 p., London.
- Forsythe, R., 1982. The Late Paleozoic to Early Mesozoic evolution of Southern South America: a plate tectonic interpretation. *Journal of the Geological Society* 139, p. 671-682.
- Ghidella, M.E., Yañez, G. y La Brecque, H.L., 2002. Revised tectonic implications for the magnetic anomalies of the Western Weddell Sea. *Tectonophysics* 347 (1-3), p. 65-86.
- Ghidella, M.E., Lawver, L.A., Marensi, S. y Gahagan, L.M., 2007. Modelos de cinemática de placas para Antártida durante la ruptura de Gondwana: Una revisión. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 62(4), p.635-645.

- González, P.D., Sato, A.M., Naipauer, M., Varela, R., Basei, M., Sato, K., Llambías, E., Chemale, F. y Castro Dorado, A., 2018. Patagonia-Antarctica Early Paleozoic conjugate margins: Cambrian synsedimentary silicic magmatism, U-Pb dating of K bentonites, and related volcanogenic rocks. *Gondwana Research* 63, p. 186-225.
- González, P.D., Naipauer, M., Sato, A.M., Varela, R., Basei, M., Cábana, M.C., Vlach, S., Arce, M. y Parada, M., 2022. Early Paleozoic structural and metamorphic evolution of the Transpatagonian Orogen related to Gondwana assembly. *International Journal of Earth Sciences* 110, p. 81-111.
- Halpern, M., 1973. Regional geochronology of Chile South of 50° latitude. *Geological Society of America, Bulletin* 84, p. 2407-2422.
- Hervé, F., 2022. Geología de Chile, mirando al sudeste. *Anales de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales Argentina* 73, p. 184-187.
- Hervé, F., Miller, H. y Pimpirev, C., 2006. Patagonia-Antarctica connections before Gondwana break-up. En Fütterer, D.K., Damaske, D., Kleinschmidt, G., Miller, H. y Tessensohn, F. (eds.) *Antarctica: Contributions to global earth sciences*, Springer, p. 215-226, Heidelberg.
- Hervé, F., Calderón, M., Fanning, C.M., Kraus, S. y Pankhurst, R., 2010. SHRIMP chronology of the Magallanes Basin basement, Tierra del Fuego: Cambrian plutonism and Permian high-grade metamorphism. *Andean Geology* 37(2), p. 253-275.
- Hervé, F., Calderón, M., Fanning, C.M., Pankhurst, R.J., Fuentes, F., Rapela, C.W. y Marambio, C., 2016. Devonian magmatism in the accretionary complex of southern Chile. *Journal of the Geological Society* 173 (4), p. 587-602.
- Hervé, F., Calderón, M., Fanning, C.M., Pankhurst, R., Rapela, C.W. y Quezada, P., 2018. The country rocks of Devonian magmatism in the North Patagonian Massif and Chaitenia. *Andean Geology* 45(3), p. 301-317.
- Hunter, M.A. y Lomas, S.A., 2003. Reconstructing the Siluro-Devonian coastline of Gondwana: insights from the sedimentology of the Port Stephens Formation, Falkland Islands. *Journal of the Geological Society* 160, p. 459-476.
- Lesta, P., Ferello, R. y Chebli, G., 1980. Chubut Extraandino. Segundo Simposio Geología Regional Argentina, Academia Nacional de Ciencias 11, p. 1307-1380, Córdoba.
- Lovecchio, J.P., Naipauer, M. y Ramos, V.A., 2022. Datación del prerift paleozoico de la cuenca de Valdés y correlación con unidades del macizo nordpatagónico. 21° Congreso Geológico Argentino (Puerto Madryn), Actas p. 1353-1354.
- Marcos, P., Gregori, D.A., Benedini, L., Barros, M., Strazzere, L. y Pivetta, C.P., 2018. Pennsylvanian glacial marine sedimentation in the Cushamen Formation, western North Patagonian Massif. *Geoscience Frontiers* 9, p. 485-504.
- Marcos, P., Pivetta, C.P., Benedini, L., Gregori, D.A., Mauro, C.G., Scivetti, N., Barros, M., Varela, M.E. y Dos Santos, A., 2020. Late Paleozoic geodynamic evolution of the western North Patagonian Massif and its tectonic context along the southwestern Gondwana margin. *Lithos*, p. 376-377, 105801.
- Millar, I.L., Pankhurst, R.J. y Fanning, C.M., 2002. Basement chronology of the Antarctic Peninsula: recurrent magmatism and anatexis in the Palaeozoic Gondwana margin. *Journal of the Geological Society* 159, p. 145-157.

- Pángaro, F., Ramos, V.A. y Pazos, P.J., 2016. The Hesperides basin: a continental-scale upper Palaeozoic to Triassic basin in southern Gondwana. *Basin Research* 28(5), p. 685-711.
- Pankhurst, R.J., Rapela, C.W., Fanning, C.M. y Márquez, M., 2006. Gondwanide continental collision and the origin of Patagonia. *Earth Science Reviews* 76 (3), p. 235-257.
- Ramos, V.A., 1983. Evolución tectónica y metalogénesis de la Cordillera Patagónica. 2° Congreso Nacional Geología Económica (San Juan), Actas I, p. 108-124.
- Ramos, V.A., 2008. Patagonia: A Paleozoic continent adrift? *Journal of South American Earth Sciences* 26(3), p. 235-251.
- Ramos, V.A., 2022. La evolución tectónica de la provincia del Chubut. En Giacosa, R. (ed.) *Geología y Recursos Naturales de la Provincia del Chubut*, 21° Congreso Geológico Argentino, Relatorio p. 1372-1397, Puerto Madryn.
- Ramos, V.A. y Naipauer, M., 2014. Patagonia: Where does it come from? *Journal of Iberian Geology* 40 (2), p. 367-379.
- Ramos, V.A., Cingolani, C., Chemale Junior, F., Naipauer, M. y Rapalini, A., 2017. The Malvinas (Falkland) Islands revisited: The tectonic evolution of southern Gondwana based on U-Pb and Lu-Hf detrital zircon isotopes in the Paleozoic cover. *Journal of South American Earth Sciences* 76, p. 320-345.
- Ramos, V.A., Lovecchio, P., Naipauer, M. y Pángaro, F., 2020. The collision of Patagonia: Geological facts and speculative interpretations. *Ameghiniana* 57 (5), p. 464-479.
- Rapela, C.W., Hervé, F., Pankhurst, R.J., Calderón, M., Fanning, C.M., Quezada, P., Poblete, F., Palape, C. y Reyes, T., 2021. The Devonian accretionary orogen of the North Patagonian Cordillera. *Gondwana Research* 96, p. 1-21.
- Renda, E., Álvarez, D., Prezzi, C., Oriolo, S. y Vizán, H., 2019. Inherited basement structures and their influence in foreland evolution: A case study in Central Patagonia, Argentina. *Tectonophysics* 772, p. 228-232.
- Renda, E.M., González, P.D., Vizán, H., Oriolo, S., Prezzi, C., Ruiz González, V., Schulz, B., Krause, J. y Basei, M., 2021. Igneous-metamorphic basement of Taquetrén Range, Patagonia, Argentina: A key locality for the reconstruction of the Paleozoic evolution of Patagonia. *Journal of South American Earth Sciences* 106, 103045.
- Spalletti, L.A., 1993. An iron-bearing wave-dominated siliciclastic shelf: facies analysis and palaeogeographic implications (Silurian-Lower Devonian Sierra Grande Formation, Southern Argentina). *Geological Journal* 28, p. 137-148.
- Uriz, N.J., Cingolani, C.A., Chemale, F.J., Macambira, M.B. y Armstrong, R., 2011. Isotopic studies on detrital zircons of Silurian-Devonian siliciclastic sequences from Argentinean North Patagonia and Sierra de la Ventana regions: comparative provenance. *International Journal of Earth Sciences (Geologisches Rundschau)* 100, p. 571-589.
- Varela, R., Basei, M.A.S., Cingolani, C.A., Siga Jr., O. y Passarelli, C.R., 2005. El basamento cristalino de los Andes norpatagónicos en Argentina: geocronología e interpretación tectónica. *Revista Geológica de Chile* 32 (2), p. 167-187.
- Yrigoyen, M.R., 1989. Cuencas de Rawson y Península Valdez. En: Chebli, G.A. y Spalletti, L. (eds.) *Cuencas Sedimentarias Argentinas*, INSUGEO p. 467-476, San Miguel de Tucumán.

