

SOBRE EL ORIGEN DE UN EPISODIO DE INCISIÓN FLUVIAL, EL CANYON CUTTING EVENT, OCURRIDO DURANTE EL PLEISTOCENO TEMPRANO EN EL NORTE DE LA CORDILLERA PATAGÓNICA, ARGENTINA

Oscar Alfredo Martínez.

*Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de la Patagonia, Sede Esquel
(9200) Esquel, Chubut, Argentina - oam1958@excite.com - uata@ciudad.com.ar*

RESUMEN

Se discute la génesis de un episodio de incisión fluvial ocurrido durante el Pleistoceno temprano en el norte de la Cordillera Patagónica. El mismo tiene gran importancia estratigráfica pues permitió que drift de las glaciaciones más antiguas pudiera preservarse en los interfluvios. Se discute la naturaleza de este evento contrastando las hipótesis de a) incisión debida a una mayor disponibilidad de agua durante el período interglacial, b) un ascenso de la región como resultado de rebote glacioisostático, c) reactivación tectónica y d) una combinación de las dos últimas. La reconstrucción geométrica y el comportamiento de los glaciares que ocuparon la región antes y luego de la reactivación permite descartar la primer hipótesis. El carácter cíclico de las glaciaciones cuaternarias y la falta de evidencias de otros episodios de reactivación topográfica, obligan a desechar la posibilidad de que el fenómeno se haya debido a ajustes exclusivamente isostáticos postglaciales. Se concluye que el canyon cutting event es, muy probablemente, de origen tectónico, en todo caso potenciado por el ajuste isostático post Gran Glaciación Patagónica. La ubicación temporal de este supuesto pulso tectónico (entre los 0,76-1,016 Ma) permite correlacionarlo con alguna de las últimas fases de la Orogenia Andina ocurridas en la región.

ABSTRACT

The genesis of a fluvial incision episode occurred during the early Pleistocene in the north of Cordillera Patagónica is been discussed. This episode has a big stratigraphy importance because it allowed to the oldest glaciations drift been able to preserve them at the interfluve. The follows hypothesis are discussed: a) incition caused by a major amount of surperficial water during the interglacial period, b) regional uplift caused glacioisostatic rebound, c) tectonic reactivation, and d) a combination of the last two hypothesis. The geometric reconstruction and the behavior of the glaciers which occuped the region before and after the reactivation allow to reject the first hypothesis. The cyclic behavior of Quaternary glaciation and the lack of evidences of others topographic reactivation episodes in the region make to exclude the glaciosisotatic hypothesis. The conclusion is that the canyon cutting event was caussed, possibly, by tectonic reason, maybe with the colaboration of glacioisostatic rebound after the Greatest Patagonian Glaciation. The temporal ubication of this supposed tectonic episode (between 0,76-1,016 Ma) allow correlate it with someone of the latest fases of the Andic Orogeny occurred in the region.

Palabras Claves: nordpatagonia, canyon cutting event, tectonismo.

INTRODUCCIÓN

Son numerosos los autores que han reportado un episodio de incisión fluvial a lo largo de los Andes patagónicos, ocurrido en algún momento durante la sucesión de los ciclos glaciales del Cuaternario (Feruglio, 1950; Mercer, 1976; Rabassa y Clapperton, 1990; Rabassa et al., 1987, 1990); Rabassa y Evenson, 1996; Schlieder et al., 1988; Schlieder, 1989; Lapido et al., 1990; Beltramone, 1991; Wenzens et al., 1996; Rabassa, 1999; Martínez, 2002). Desde Feruglio (1950) a nuestros días, ha habido mucha coincidencia en ubicar temporalmente a esta profundización de los valles en tiempos posteriores a lo que Mercer (1976) denominó la Gran Glaciación Patagónica (GGP). En el norte de la Cordillera Patagónica los depósitos correlacionables con la GGP son los más antiguos hallados hasta el momento, y en gran medida tienden a corresponderse con los depósitos morénicos incluidas en el *Inicioglacial* definido por Caldenius (1932) y/o en el *Drift Pichileufú* de Flint y Fidalgo (1964). Según Mercer (1976) la GGP se desarrolló entre 1,2 y 1,0 Ma. Rabassa et al. (1990) y Clapperton (1993) proponen que el inicio de la reactivación puede haber ocurrido en el Pleistoceno

temprano. Recientemente Ton-That et al. (1999) le asignaron un intervalo de $1,168 \pm 0,007$ Ma / $1,016 \pm 0,005$ Ma.

Este evento fue denominado por Rabassa y Clapperton (1990) el *canyon cutting event* (CCE) aunque no existe acuerdo aún sobre el origen de esta reactivación del paisaje, de aparente alcance regional. Es objetivo del presente trabajo profundizar esta discusión incorporando los resultados de recientes observaciones (Martínez, 2002) realizadas en la Cordillera Patagónica Septentrional, a la latitud de los 43° sur, Provincia de Chubut.

¿FUE EL CCE RESULTADO DE CAMBIOS ESTRUCTIVAMENTE CLIMÁTICOS?

Según Clapperton (1993), el CCE tuvo poca significancia paleoclimática, más allá de indicar que el clima fue lo suficientemente húmedo como para producir denudación. La naturaleza de este evento erosivo no parece obedecer a un incremento de las precipitaciones a nivel regional, si se tiene en cuenta el excelente grado de conservación de las morenas que lo predatan. Sin embargo otros autores proponen un origen climático no asociado a un aumento de las precipitaciones sino al calentamiento atmosférico

propio de cada interglacial o interestadial. González Díaz y Andrada de Palomera (1996), relevando los depósitos glaciogénicos en los 42°50' lat.sur, calculan una diferencia topográfica de más 250-300 m entre las unidades de drift de las dos glaciaciones más antiguas presentes en la región, las que se corresponden con el *Initioglacial* y *Daniglacial* de Caldenius (1932). Estos autores asumen que las diferentes situaciones topográficas se deben a la reducción de la masa glaciaria es decir al efecto erosivo de una mayor descarga hídrica durante el deglaciamento. Una propuesta similar es presentada por Malagnino (1995) para las glaciaciones *Initioglaciales* desarrolladas a los 46° lat.sur. Las dimensiones de las escarpas rocosas presentes a los 43° lat.sur (Foto 1), similares a las identificadas por otros autores en otras localidades, superan en todos los casos los 250 m de altura, y hacen que sea muy difícil explicar tamaño incisión por el solo efecto de la acción erosiva del agua de deshielo durante el interglacial. Otro argumento en oposición a esta hipótesis *climática* es que los glaciares de la GGP se correspondieron, esencialmente, con extendidos mantos de hielo pedemontanos, de tal manera que el efecto erosivo de las aguas de derretimiento no se habría focalizado únicamente en los valles principales preexistentes (los que fueron objeto de reactivación luego, durante el CCE) situación que si se dio durante el decaimiento de las glaciaciones postCCE.

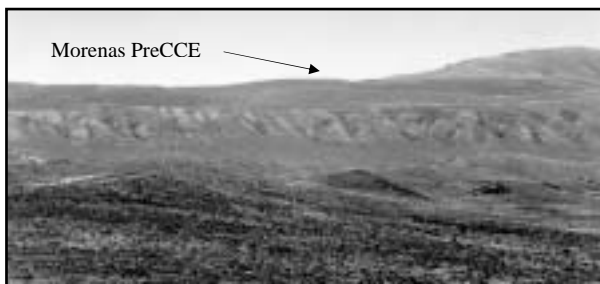


Foto 1: En primer plano, ocupando el fondo del valle, las morenas de las últimas dos glaciaciones. Al fondo la escarpa rocosa labrada durante el *canyon cutting event*. En las partes más altas de la serranía yacen las morenas PreCCE correlacionables con la Gran Glaciación Patagónica.

¿FUE EL CCE PRODUCTO DE AJUSTES GLACIOISOSTÁTICOS?

Se denomina rebote glacioisostático al proceso por el cual la superficie de la Tierra se recupera de un estado de desequilibrio isostático inducido por la carga superficial de un manto de hielo continental. La mayoría de los estudios sobre este fenómeno se han basado en las observaciones de niveles de playas marinas o lacustres que han sido elevadas o inclinadas (James y Bent, 1994), fundamentalmente luego de la Última Glaciación (Mitrovica y Davis, 1995), resultando muy dificultoso cuantificar el levantamiento de una región que no se halle en regiones costeras como la relevada en este trabajo, donde el nivel del mar es una superficie de referencia (Molnar y England, 1990; England y Molnar, 1990;

Burbank et al., 1996). Los modelos para calcular rebote glacioisostático exigen conocer, al menos, el espesor, las dimensiones y la duración del manto de hielo, así como el espesor de la litósfera y la viscosidad del manto superior e inferior para aquellos tiempos. Si bien se asume que las condiciones litosféricas y del manto superior en los Andes Patagónicos no han variado sensiblemente desde el Pleistoceno temprano, tal como parecen indicarlo los trabajos de Pardo Casas y Molnar (1987) y Ramos y Kay (1992), no se conocen los parámetros mencionados con un mínimo de certeza. Por esta razón se analizará la hipótesis glacioisostática considerando las conclusiones de otros autores que trabajaron en la región. Hulton y Sugden (1997) postulan que la influencia de la glacioisostasia en lo que hoy es el Campo de Hielo Patagónico (46°30'-51°30' lat.sur) durante la Última Glaciación jugó un rol subordinado debido a que los cambios en el espesor del hielo habrían sido pequeños en comparación con las modificaciones en la extensión del mismo, lo que habría significado una fuerte inhibición para los procesos glacioisostáticos. Si se acepta esta opinión entonces se debe reconocer que por su geometría y extensión, la GGP fue de todas las glaciaciones ocurridas durante el Cuaternario la menos favorable para generar fenómenos glacioisostáticos de envergadura. Sin embargo, es precisamente luego de este englazamiento pedemontano, y con anterioridad a las glaciaciones de valle, que se produjo el mencionado rejuvenecimiento del paisaje. Por otro lado, si se asume un origen glacioisostático para el CCE, el proceso de levantamiento post glaciación debió haberse repetido, con igual o mayor intensidad para cada una de las deglaciaciones subsecuentes. Sin embargo no se han encontrado en la región evidencias de otros resaltes topográficos similares a los producidos por el CCE, excepción hecha de las observaciones de Rabassa y Clapperton (1990) y Rabassa y Evenson (1996) a los 41° lat.sur. Por otro lado, Ivins y James (1999) aplicaron un modelo numérico en el Campo de Hielo Patagónico Sur (48°15'-51°30' lat.sur), el cual les permitió proyectar un movimiento vertical de la corteza, actuando en el presente, como respuesta a las variaciones en el volumen de hielo que significaron las denominadas Neoglacaciones, incluida la *Pequeña Edad del Hielo*, reconocidas y datadas en esas latitudes para los últimos 5.000 años (Rabassa y Clapperton, 1990; Aniya, 1995). Independientemente de las diferencias que de hecho existieron entre las condiciones geofísicas y tectónicas en tiempos de la GGP en el norte de Patagonia y las condiciones holocénicas y actuales debajo del Campo de Hielo Patagónico Sur, no se puede negar que los espesores de hielo en cuestión, así como la duración de cada evento, no son comparables. Para el caso en que, al menos, sea posible un rebote glacioisostático por efecto de las glaciaciones holocenas, debería ser absolutamente probable una respuesta de la misma índole, y sin dudas de mayor envergadura, luego de la deglaciación posterior a cualquiera de las glaciaciones pleistocénicas.

¿FUE EL CCE ORIGINADO POR TECTONISMO?

¿Se correspondió el CCE con un evento tectónicamente inducido entendido éste como un movimiento de bloques corticales en respuesta directa a la dinámica propia de un margen de placa activo? Si el CCE fue la respuesta a causas estrictamente tectónicas, no glaciales, debe ser enmarcado en el esquema evolutivo del margen subductivo andino. Este, para la Patagonia y desde el Mioceno, consiste en una convergencia oblicua (rumbo aproximado N 78°) entre la placa oceánica de Nazca y la continental Sudamericana, por lo menos hasta los 46° lat.sur. En esta latitud se halla el "punto triple" que coincide con la intercepción de la dorsal chilena y la fosa chilena (Ramos y Kay, 1992; Lavenú y Cembrano, 1999; entre otros). Debido a que distintos segmentos de corteza oceánica, paralelos al movimiento general noroeste, subductan a diferentes velocidades debajo de la placa Sudamericana (Corvalán, 1981; en Ramos y Kay, 1992; DeMets et al., 1994; Tamaki, 1999), es poco razonable pensar en una única y/o simultánea reactivación tectónica a lo largo de toda la Cordillera Patagónica. Es posible entonces que luego de la GGP, límite más temprano para el grupo de drifts más antiguos, se hayan sucedido movimientos tectónicos en diferentes momentos durante los aproximadamente 200.000 años (entre los EIO 20 y 28; Ton-That et al., 1999) que transcurrieron hasta la siguiente glaciación de importancia regional registrada. Esta propuesta es concordante con la de Ramos (1999) quien concluye que las fases orogénicas del Ciclo Andico no fueron sincrónicas y variaron su ubicación temporal de un sector a otro, admitiendo, además, que la importancia relativa de los procesos involucrados varían en cada segmento de la Cordillera.

En los 43° lat.sur algunas de las escarpas que se consideran producto del CCE se corresponderían con auténticas fallas (Rolleri, 1970), tal como lo indica también Spikerman (1977). Ambos autores han sugerido desplazamiento tectónico relativamente joven para algunas de ellas. El último propone que el resalto morfológico indicaría la elevación de bloques generando grabenes muy modernos (Spikerman 1977). También Turner (1982) consideró posible que ciertos aglomerados (*Fm Huaiqui* y *Fm Martín*; Volkheimer, 1964) que cubren las serranías más altas del sector, ubicados entre los 1.300 y 1.500 m s.n.m., alcanzaron su altitud por movimientos de bloques del Cuaternario. De este modo, es plausible suponer que existió una reactivación de fallas preexistentes que elevaron a estos depósitos con posterioridad a la glaciación más extendida de la región y previamente a los pulsos de la glaciación de valle (Vizán, 1988). Esto también es coincidente con la observación de Volkheimer (1964) quien reconoce en el Chubut Extrandino movimientos de bloques de edad posterior al Pleistoceno inferior. Lavenú y Cembrano (1999), mencionan que a la latitud de Puyuhuapi (44°30' lat. sur), en territorio chileno, en la zona de antearco e intraarco, un evento tectónico pleistocénico tuvo lugar con posterioridad a 1,6 Ma (edad máxima; Cembrano, 1998) que deformó sedimentos relacionados con la glaciación cuaternaria más antigua en esa vertiente de la cordillera,

de edad supuesta 0,7 Ma (Heusser y Flint, 1977; Hauser, 1986). Aunque estos autores relativizan las posibilidades de que el evento pueda haber superado los límites, hacia el este, de la zona de intraarco, Arancibia et al. (1999) habrían identificado el mismo evento entre los 44° y 45° lat.sur y concluyen que abarca las regiones de antearco, arco magmático y transarco, lo que implica, al menos teóricamente, que podría haber tenido algún tipo de expresión en el actual territorio argentino.

CONCLUSIONES

Se puede confirmar la escala extraregional de un episodio de reactivación del paisaje que afectó el segmento de Cordillera Patagónica entre el sur de la Provincia de Neuquén (39° lat.sur) y el Lago Buenos Aires (46°30' lat.sur), aunque existen evidencias de que el mismo podría haberse extendido al sur y al norte de estas latitudes. Este evento, denominado por Rabassa y Clapperton (1990) el canyon cutting event, se ha expresado como una marcada incisión de las redes de drenaje, generando en algunos casos escarpas de erosión de más de 250 m., y habría ocurrido en algún momento entre el retiro de los glaciares de la Gran Glaciación Patagónica (1,016 Ma) y la primer glaciación del Pleistoceno medio (0,76 Ma). Su ocurrencia temporal aparenta haber sido asincrónica a lo largo de la cordillera en consonancia con las condiciones tectónicas del margen subductivo desde, al menos, el Mioceno.

La hipótesis de un origen tectónico para este evento parece confirmarse a la luz de a) las evidencias geológicas y opiniones aportadas por otros autores, b) la magnitud de las escarpas generadas, de difícil justificación si se recurriera a otro origen, c) la ausencia de rasgos que indiquen un episodio similar emparentado con las glaciaciones subsiguientes. No se descarta que el ajuste glacioisostático postGGP haya colaborado con este episodio tectónico, al menos en algunas regiones, tal como ha ocurrido en otras localidades fuera de Patagonia (ver, por ejemplo: Ingólfsson et al., 1995; Lundqvist y Lagerbäck, 1976; Anundsen, 1989; Dawson, 1992).

Si se acepta el origen tectónico del CCE, el mismo debería correlacionarse con alguno de los episodios que Ramos (1981) denominó para la región (45° lat.sur) Movimientos Plio-Pleistocenos o con los Movimientos pleistocénicos indicados por Ploszkiewicz (1987). Más precisamente con la Prefase Pleistocena del Ciclo Andico ocurrida, según Ramos y Ramos (1979), a los 1,2 Ma y, según Linares et al. (2002), entre los 0,5-1,3 Ma.

Finalmente, se asume que ajustes glacioisostáticos han actuado durante el Cuaternario en la región, aunque aparentemente los mismos no tuvieron la magnitud suficiente para expresarse en rasgos topográficos significativos.

REFERENCIAS

- Aniya, M., 1995. Holocene Glacial Chronology in Patagonia: Tyndall and Upsala Glaciers. Arctic and Alpine Research, Vol. 27, No. 4: 311-322.
- Anundsen, K., 1989. Late Weichselian relative sea levels in southwest Norway: observed strandline tilts and

- neotectonic activity. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 11: 288-292.
- Arancibia, G., Cembrano, J. y Lavenu, A., 1999. Transpresión dextral y partición de la deformación en la Zona de Falla Liquiñe-Ofqui, Aisen, Chile (44-45 S). *Revista Geológica de Chile*. Vol. 26, No. 1: 3-22.
- Beltramone, C., 1991. Estratigrafía Glacial del valle de Río Mayo, Provincia de Chubut, Argentina. *Congreso Geológico Chileno*, Vol. 1. Resúmenes Expandidos, pp. 58-61.
- Burbank, D., Leland, J., Fielding, E., Anderson, R., Brozovic, N., Reid, M. y Duncan, C., 1996. Bedrock incision, rock uplift and threshold hillslopes in the northwestern Himalayas. *Nature* 379: 505-510.
- Caldenius, C., 1932. Las Glaciaciones Cuaternarias en la Patagonia y Tierra del Fuego. Dirección General de Minas y Geología, Ministerio de Agricultura de la Nación, 95. Buenos Aires.
- Cembrano, J., 1998. Kinematics and timing of intra-arc deformation at the Southern Andes plate boundary zone. Ph. D. Thesis, University of Dalhousie, 231 pp.
- Clapperton, C., 1993. Quaternary Geology and Geomorphology of South America. Elsevier Science Publishers B.V. Amsterdam. 779 págs.
- Dawson, A., 1992. *Ice Age Earth*. 293 pp. Routledge, London.
- DeMets, C., Gordon, R., Argus, D. y Stein, S., 1994. Effect of recent revisions to the geomagnetic reversal time scale on estimates of current plate motions. *Geophysical Research Letters*, Vol. 21, No. 20: 2191-2194.
- England, P. y Molnar, P., 1990. Surface uplift, uplift of rocks and exhumation of rocks. *Geology* 18: 1173-1177.
- Feruglio, E., 1950. Descripción Geológica de la Patagonia. Yacimientos Petrolíferos Fiscales (YPF). Vol. 3. Buenos Aires.
- Flint, R. y Fidalgo, F., 1964. Glacial Geology of the East Flank of the Argentine Andes between Latitude 39°10' S and Latitude 41°20' S. *Geological Society of America Bulletin*, v. 75: 335-352.
- González Díaz, E. F. y Andrada de Palomera, R. P., 1996. Nueva propuesta genética y evolutiva geomórfica de la "pampa" de Gualjaina, NO del Chubut extrandino. XIII Congreso Geológico Argentino y III Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas IV: 221-230.
- Hauser, A. Y., 1986. Rodados multicolores: su distribución y características en el sur de Chile. *Revista Geológica de Chile*, 27: 69-83.
- Heusser, C. J. y Flint, R. F., 1977. Quaternary glaciations and environments of northern Isla Chiloé. *Geology* 5: 305-308.
- Hulton N. y Sugden, D. 1997. Dynamics of mountain ice caps during glacial cycles: the case of Patagonia. *Annals of Glaciology*, 24: 81-89.
- Ingólfsson, O., Norddahl, H. y Hafliðason, H., 1995. Rapid isostatic rebound in southwestern Iceland at the end of the Last Glaciation. *Boreas*, 24: 245-259.
- Ivins, E. y James, T., 1999. Simple models for late Holocene and present-day Patagonian glacier fluctuations and predictions of a geodetically detectable isostatic response. *Geophysical Journal International* 138: 601-624.
- James, T. y Bent, A., 1994. A comparison of eastern North American seismic strain-rates to glacial rebound strain-rates. *Geophysical Research Letters*, Vol. 21, N° 19: 2127-2130.
- Lapido, O., Beltramone, C. y Haller, M., 1990. Glacial deposits on the Patagonian Cordillera at latitude 43°30'South. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula*. 6: 257-266.
- Lavenu, A. y Cembrano, J., 1999. Estados de esfuerzo compresivo Plioceno y compresivo-transpresivo Pleistoceno, Andes del sur, Chile (38-42,30 S). *Revista Geológica de Chile*. Vol. 26, No. 1: 67-87.
- Linares, E., Haller, M. y Ostera, H., 2002. Los Ciclos Magmáticos de la República Argentina: revisión sobre la base de las edades radiométricas al año 2000. XV Congreso Geológico.
- Lundqvist, J. y Lagerbäck, R., 1976. The Parve Fault: a late-glacial fault in the Precambrian of Swedish Lapland. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 98: 45-51.
- Malagnino, E. 1995. The discovery of the oldest extra-Andean glaciation in the Lago Buenos Aires Basin, Argentina. *Quaternary of South America & Antarctic Peninsula*, 9: 69-83. Balkema, Rotterdam.
- Martínez, O., 2002. Geomorfología y geología de los depósitos glaciares y periglaciares de la región comprendida entre los 43° y 44° lat. sur y 70°30' y 72° long. oeste, Chubut, República Argentina. Universidad Nacional de la Patagonia S.J.B., Tesis Doctoral, Inédito.
- Mercer, J. H., 1976. Glacial History of southernmost South America. *Quaternary Research*, T. 6: 125-166.
- Mitrovica, J. y Davis, J., 1995. The influence of a finite glaciation phase on predictions of post-glacial isostatic adjustment. *Earth and Planetary Science Letters*, 136: 343-361.
- Molnar, P. y England, P., 1990. Late Cenozoic uplift of mountain ranges and global climate change: chicken or egg? *Nature* 346: 29-34.
- Pardo-Casas, F. y Molnar, P., 1987. Relative motion of the Nazca (Farallón) and South American plates since Late Cretaceous time. *Tectonics*, Vol. 6, No. 3: 233-248.
- Ploszkiewicz, J. V., 1987. Descripción Geológica de la Hoja 47c, Apeleg, Provincia de Chubut. Dirección Nacional de Minería y Geología. Boletín N° 204.
- Rabassa, J. y Clapperton, C. M., 1990. Quaternary Glaciations of the Southern Andes. *Quaternary Sciences Reviews*, 9: 153-174.
- Rabassa, J. y Evenson, E., 1996. Reinterpretación de la estratigrafía glaciaria de la región de San Carlos de Bariloche (Prov. de Río Negro, Argentina). XIII Congreso Geológico Argentino y III Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas IV: 237.
- Rabassa, J., 1999. Cuaternario de la Cordillera Patagónica y Tierra del Fuego. En: R. Caminos (Ed.), *Geología Argentina*, Instituto de Geología y Recursos Minerales, Buenos Aires, Anales 29 (23), 710-714.
- Rabassa, J., Evenson, E. B., Clinch, J. M., Schlieder, G., Zeitler, P. y Stephens, G., 1990. Geología del Cuaternario del valle del río Malleo, Provincia del

- Neuquén. Revista de la Asociación Geológica Argentina, XLV (1-2): 55-68.
- Rabassa, J., Evenson, E. B., Schlieder, G., Clinch, J. M., Stephens, G. y Zeitler, P., 1987. Edad Pre-Pleistoceno superior de la Glaciación El Condor, valle del río Malleo, Neuquén, Rep. Argentina. X Congreso Geológico Argentino, San Miguel de Tucumán, 1987, Actas III: 261-263.
- Ramos, E. D. y Ramos, V. A. 1979. Los ciclos magmáticos de la República Argentina. VII Congreso Geológico Argentino, Actas, Tomo 1: 771-786. Neuquén.
- Ramos, V. A., 1981. Descripción geológica de la Hoja 47ab Lago Fontana, Provincia del Chubut. Servicio Geológico Nacional. Boletín 183, Buenos Aires.
- Ramos, V. y Kay, S., 1992. Southern Patagonian plateau basalts and deformation: backarc testimony of ridge collisions. Tectonophysics, 205: 261-282.
- Ramos, V., 1999. Las Provincias Geológicas del territorio argentino. En: R. Caminos (Ed.), Geología Argentina, Instituto de Geología y Recursos Minerales, Buenos Aires, Anales 29 (3), 41-96.
- Rolleri, E. O., 1970. Discordancia en la base del Neopaleozoico al este de Esquel. Cuartas Jornadas Geológicas Argentinas, Buenos Aires. Actas., 2: 273-277. Comunicación.
- Schlieder, G., 1989. Glacial stratigraphy and chronology in the province of Neuquén, between Aluminé and San Martín de los Andes. Ph.D. Dissertation, Lehigh University, Bethlehem, USA. Inédito.
- Schlieder, G., Evenson, E., Zeitler, P., Stephens, G. y Rabassa, J., 1988. K/Ar ages and evidence for at least four Plio-Pleistocene glaciations in the Northern Patagonian Andes, between lat. 39°S and 41°S. Geological Society of America, Abstracts with Programs.
- Spikermann, J. P., 1977. Geología de los alrededores de la Estancia Arroyo Pescado, Chubut. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 32 (4): 265-276.
- Tamaki, K., 1999. Nuvel-1^a calculation results. Ocean Research Institute, University of Tokyo. <http://manbow.ori.u-tokyo.ac.jp/tamaki-bin/post-nuvel1>
- Ton-That, T., Singer, B., Mörner, N. y Rabassa, J., 1999. Datación de lavas basálticas por ⁴⁰Ar/³⁹Ar y geología glacial de la región del Lago Buenos Aires, provincia de Santa Cruz, Argentina. Revista de la Asociación Geológica Argentina, Vol. 54, N° 4: 333-352.
- Turner, J. C., 1982. Descripción Geológica de la Hoja 44c, Tecka. Servicio Geológico Nacional. Boletín N° 180.
- Vizán, H., 1988. Geomorfología en las márgenes del Río Gualjaina (paralelo 43°S S.L.) Chubut. Revista de la Asociación Geológica Argentina, XLIII (3): 412-414.
- Volkheimer, W., 1964. Estratigrafía de la región extrandina del Departamento de Cushamen (Chubut) entre los paralelos 42° y 42°30' y los meridianos 70° y 71°. Revista de la Asociación Geológica Argentina, XX (2): 85-107.
- Wenzens, G., Wenzens, E. y Schellmann, G., 1996. Number and types of the piedmont glaciations east of the Central Southern Patagonian Icefield. Zbl. Geol. Paläont. Teil I, (7/8): 779-790; Stuttgart.