

LA PRECORDILLERA DEL OESTE ARGENTINO: UNA CUENCA DE BACK ARC EN EL PALEOZOICO

W.P. Loske

Institut für Allgemeine und Angewandte Geologie
Luisenstr.37, 80333 München, Alemania.

ABSTRACT. The Cambro-Devonian sediments of the Precordillera exhibit the geotectonic evolution of part of the Palaeozoic western margin of Gondwana. Detrital modes, geochemical and REE patterns of the psammities display an evolution from a virtually passive to an active continental margin system. Heavy mineral analyses demonstrate a significant shift of provenance from recycled cratonic sources to the exhumation of crystalline basement lithologies. New geochemical data of syngedimentary pillow basalts allow for their identification as nearly uncontaminated back arc rift basalts. All presented data fit into a geotectonic model describing the Precordillera sedimentary trough as a back arc basin.

ANTECEDENTES

La Precordillera de San Juan y Mendoza en el oeste de Argentina compone un cinturón orogénico con rumbo N-S de unos 600 Km de longitud al norte de la ciudad de Mendoza (fig.1). Durante el Cámbrico y Ordovícico inferior se desarrolló una plataforma carbonática en el margen oriental de la cuenca (e.g. Baldi y Bordonaro 1981, Baldi *et al.* 1984, Banchig y Bordonaro 1990) mientras que los sedimentos situados más al oeste están representados por silicoclásticos marinos (e.g. Banchig y Bordonaro 1990, Banchig *et al.* 1990, Cingolani *et al.* 1986, 1987, Cuerda *et al.* 1985, Pina *et al.* 1986). A comienzos del Ordovícico medio se depositaron sedimentos no carbonáticos con espesores regionales variables en toda la cuenca (e.g. Benedetto *et al.* 1986, Contreras y Peralta 1990, Peralta y Carter 1990, Ramos *et al.* 1986, Spaletti *et al.* 1989) acompañados por lavas almohadilladas y diques basálticos (e.g. Haller y Ramos 1984, Kay *et al.* 1984, Ramos 1988).

La evolución geotectónica de la Precordillera ha sido discutida de modo controvertido por diversos autores. Baldi *et al.* (1984) suponen a la Precordillera como desarrollada en un margen pasivo sobre corteza continental. La evolución morfoestructural de las distintas facies habría sido controlada por profundas megafracturas (Baldi *et al.* 1989). Un modelo similar que enfatiza el carácter autóctono de la Precordillera fue presentado por González Bonorino y González Bonorino (1991).

En contraste con los modelos fijistas Ramos *et al.* (1986) y Ramos (1988) describen la Precordillera como un "terrane" paleozoico separado que se desarrolló entre el terrane de las

Sierras Pampeanas por el este y el de Chilenia por el oeste a lo largo de un margen continental activo.

Un rifting inicial entre los continentes de Norte y Sudamérica, que en ese momento (600 Ma) constituían una única masa continental, parte de un primitivo Gondwana (véase Bond *et al.* 1984), provocó la apertura de un protopacífico. A grandes razgos, sobre cada margen de la cuenca se habrían desarrollado la Precordillera y los Apalaches respectivamente.

Dada la presencia de un arco magmático en las Sierras Pampeanas, al este de la cuenca de la Precordillera, Ramos (1988) interpreta por lo menos los sedimentos devónicos como de antearco. Como consecuencia de la supuesta colisión del terrane Chilenia con las Sierras Pampeanas, la zona de subducción situada al oeste de las Sierras Pampeanas se debió haber trasladado hacia el oeste del terrane Chilenia.

Dalla Salda *et al.* (1992 a,b) describen una sucesión de colisiones de microcontinentes (partes del Laurentia) con el continente sudamericano. En contraste con el modelo de terranes de Ramos *et al.* (1986) para Dalla Salda *et al.* la Precordillera estaba flanqueada en su lado este por mar abierto durante el Cámbrico y Ordovícico inferior.

Similitudes paleontológicas conocidas desde hace tiempo (por ej. Baldi y Bordonaro 1982) hacen coincidir las historias orogénicas entre Norte y Sudamérica mientras que datos paleomagnéticos permiten a Keppie (1991) suponer que el terrane San Juan colisionó con Sudamérica durante el Silúrico.

LA EVOLUCION DE LA PRECORDILLERA - ARGUMENTOS

Un aspecto de esta contribución es la reinterpretación de datos conocidos con el apoyo de nueva información producto de investigaciones sedimentológicas en los siguientes perfiles:

Guandacol, Río Jáchal, Río Escondido, Gualilán, Termas de Talacasto, Villicúm, Río San Juan, Rinconada, Termas de Villavicencio y Estancia San Isidro (Ea. San Martín).

Análisis modales de acuerdo a Dickinson y Suczek (1979) indican para casi todas las muestras del Ordovícico-Devónico un ambiente de margen continental pasivo (fig. 2). Solo



Figura 1: Situación geográfica de la Precordillera argentina.

algunas de las muestras del Devónico muestran un origen en "arco disectado" que denuncia un ambiente de margen continental activo.

El estudio geoquímico para la caracterización del ambiente geotectónico conduce a los siguientes resultados:

1. Los patrones multielementos normalizados de acuerdo a distintos ambientes muestran la menor desviación frente al promedio recomendado por Bhatia (1983) para un arco continental de islas (fig. 3). Las concentraciones de Na y Al presentan una débil disminución debido a la deficiencia en feldespatos causada por la alta madurez de los sedimentos. El enriquecimiento en Ca y P se puede explicar por la presencia de carbonatos detríticos derivados de la plataforma carbonática y minerales ricos en P (no apatita).

2. Los plots de relación K_2O/Na_2O versus concentración de SiO_2 (fig. 4) demuestran que la mayoría de las muestras analizadas caen en los campos "margen continental pasivo" / "margen continental activo" de Roser y Korsch (1986). Solamente una muestra del Cámbrico de la Fm. Estancia San Martín y varias del Devónico se hallan en el campo "arco".

Los sedimentos devónicos presentan afinidades químicas a un sistema relacionado a subducción, lo cual confirma la observación similar que se realizó sobre las modas detríticas.

3. El fraccionamiento de tierras raras (LaN/YbN) y las anomalías de Eu (fig. 5) indican un patrón típico para áreas de margen pasivo (*trailing edge*) o retroarco (*back arc*), si se las compara con los valores recomendados por McLennan *et al.* (1990).

La facies tectónica más razonable, de acuerdo a los datos geoquímicos y las modas detríticas, para el Ordovícico hasta el Devónico corresponden a un ambiente de retroarco con una influencia variable del continente o del arco.

El contenido de minerales pesados de los sedimentos cámbricos a silúricos se reduce a los minerales estables circón, turmalina y rutilo (fig. 6). En el caso de los devónicos se

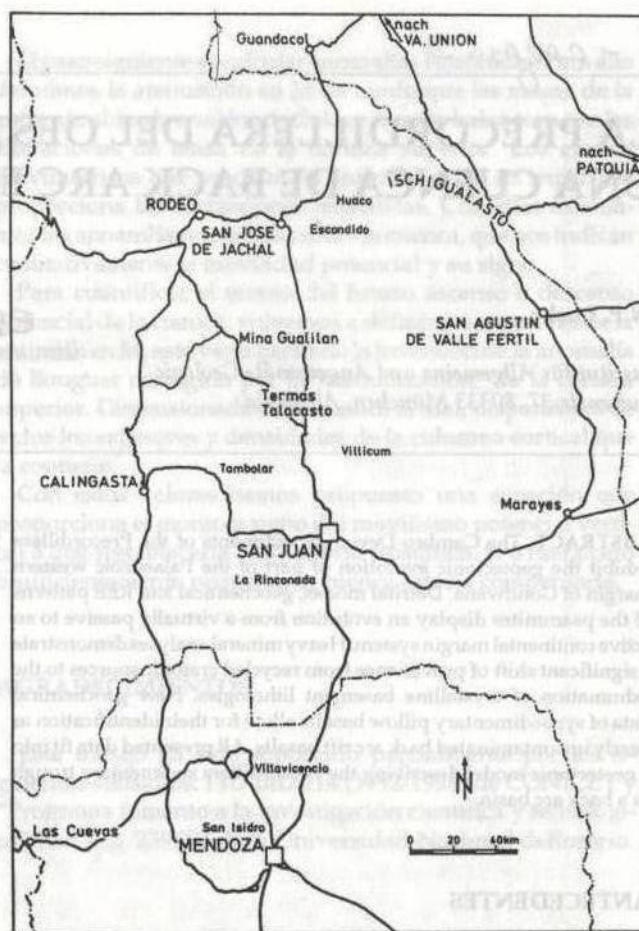


Figura 2: Localización de los perfiles examinados.

detecta un marcado incremento en la cantidad y variedad de los minerales pesados (por ej. apatita, epidoto, granate, titanita y zoicita). El residuo de minerales pesados estables en los sedimentos "antiguos" de la precordillera se puede adjudicar a un origen en "cratón reciclado" (Herbig y Stattegger 1989) los cuales representan detritos devastados de una cubierta sedimentaria / metasedimentaria en el área de proveniencia.

La gran variedad y concentración de minerales pesados en los sedimentos devónicos y carbónicos (excluyendo el sector más austral de la Precordillera) es indicio para la exhumación de litologías correspondientes al basamento cristalino y, en segundo término, indican una rápida elevación del antepaís así como una menor alteración y rápido transporte de los detritos erosionados hacia la cuenca sedimentaria.

De acuerdo a la morfología de circones parte del espectro de minerales pesados deriva de rocas graníticas. Dataciones por el método U-Pb de estos circones "graníticos" de las Formaciones Punta Negra y Villavicencio revelan una edad de cristalización superior a los 1100 Ma (Loske 1992 a, b). De hecho ésta es una edad típica del Grenville, e incluso los patrones isotópicos de los circones de la Precordillera son casi idénticos a los de circones de monzogranitos del terrane Grenville (Sinha y Bartholomew 1984), pero esto no significa necesariamente una conexión del Laurentia con Sudamérica

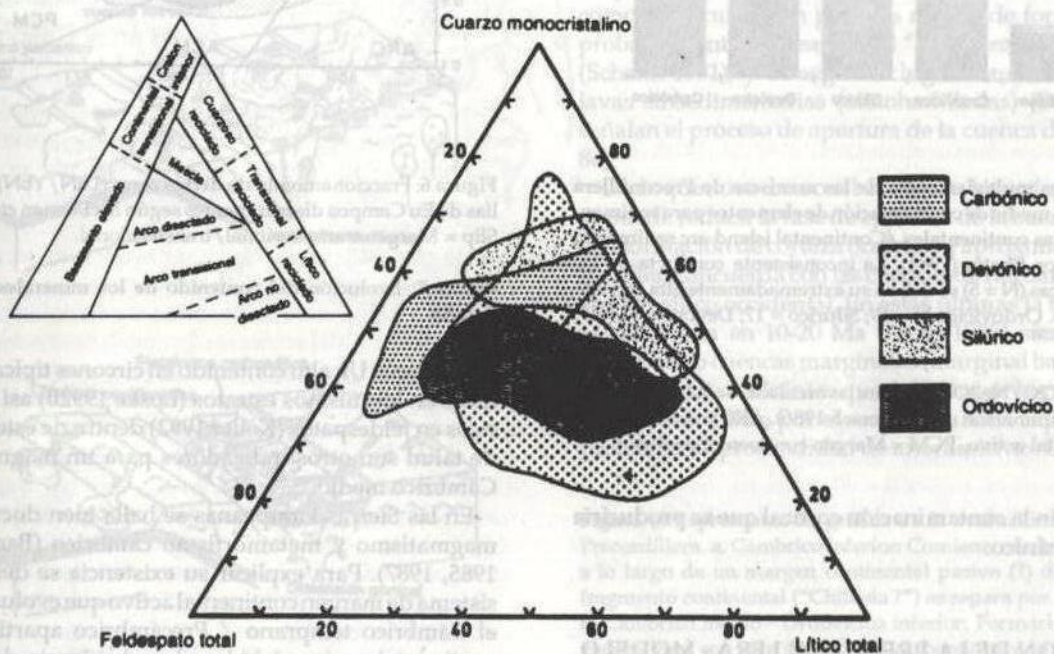
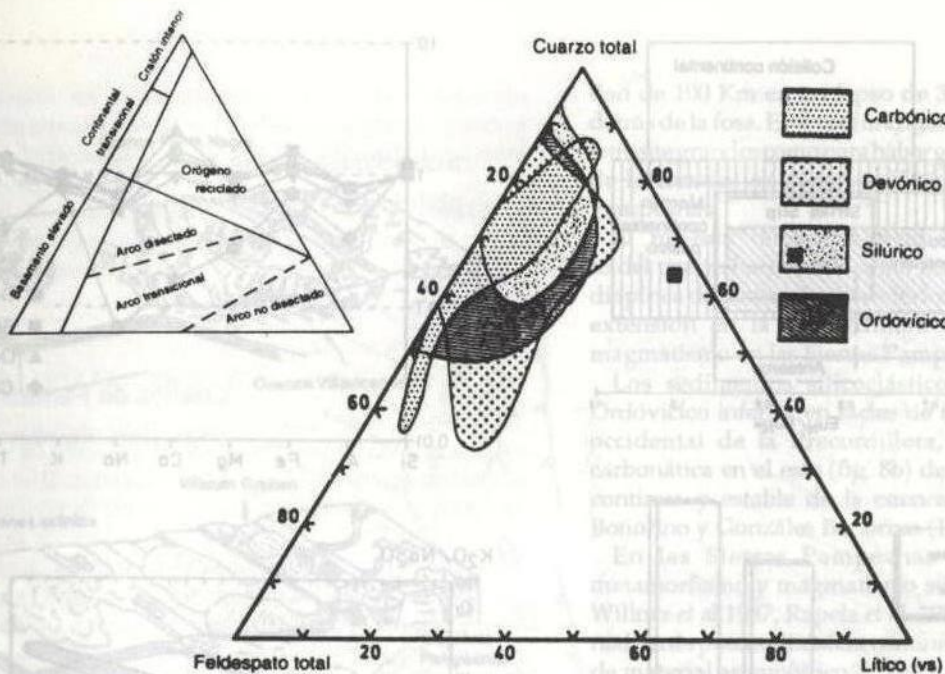


Figura 3: Diagrama triangular de las modas detríticas según Dickinson. Cantidades de muestras: Ordovícico N=20, Silúrico N=18, Devónico N=34, Carbónico N=4. La muestra Cámbrica descrita en el texto falta en este diagrama por su alto contenido de calcita (24 %)

tal como lo proponen Dalla Salda et al. (1992 b).

Es muy posible que los circones de 1100 Ma provengan del cinturón móvil de Rondonia (Brasil / Bolivia) u otras regiones del continente sudamericano e incluso Sudáfrica (Loske 1992 c).

Los análisis geoquímicos de lavas indudablemente

sin sedimentarias (almohadilladas) (Loske 1992 a,b) de la Sierra del Tigre y Sierra de la Invernada (vease fig. 2, Gualilán) muestran un patrón MORB con un incremento de Ba, Th y Nb debido a la contaminación con grauvacas (Pearce 1983). De acuerdo a una relación inicial $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ de aproximadamente 0.705, estas lavas son típicos basaltos de rift de retroarco

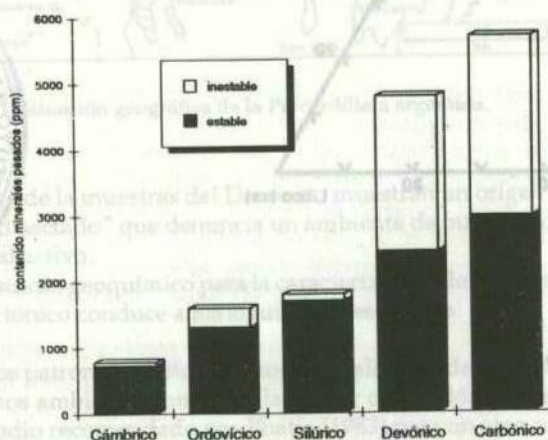
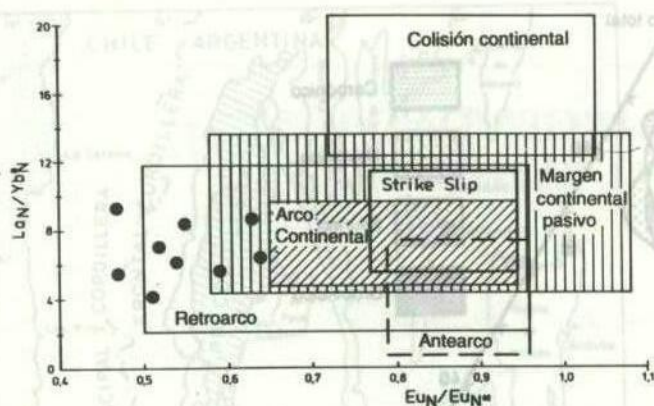


Figura 4: Patrones multielementos de las areniscas de Precordillera normalizados a la media de concentración de elementos para sedimentos de Arco de islas continentales /Continental island arc sediments) recomendados por Bhatia (1983). La inconsistente conducta de las muestras cámbricas (N = 5) se debe a su extremadamente alta concentración de cuarzo. Ordovícico N = 19; Silúrico = 17; Devónico N = 17; Carbónico N = 5.

Figura 5: Plot de K_2O/Na_2O - SiO_2 para las areniscas de la Precordillera (campos de discriminación según Korsch 1986). ARC = Arco, ACM = Margen continental activo, PCM = Margen continental pasivo

(back arc rift) sin la contaminación cortical que se produciría en un arco volcánico.

LA EVOLUCION DE LA PRECORDILLERA - MODELO

El comienzo de la sedimentación en la Precordillera está documentado por la presencia de estratos silicoclásticos y carbonáticos del Cámbrico inferior/medio a superior (fig. 8a)(Baldís 1992, Bordonaro 1990, 1992).

Una posible actividad magmática en el área de proveniencia de los detritos de la Precordillera, o en esta misma, se halla documentada por el carácter de una muestra cámbrica de la Fm. Estancia San Martín con alto contenido de feldespato y cuarzo monocristalino. Esta actividad magmática sería producto de una extensión (stretching) a lo largo del margen del

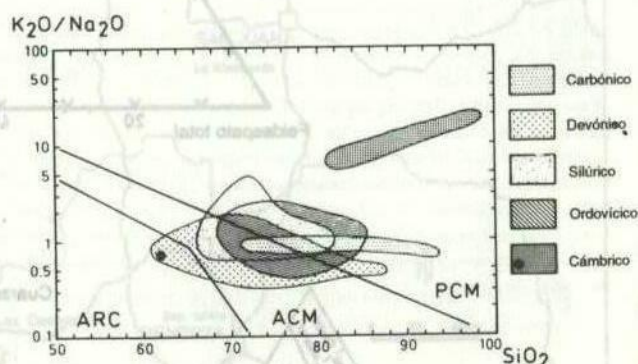
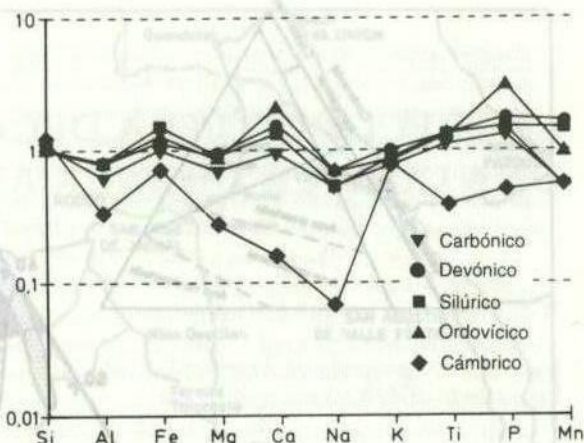


Figura 6: Fraccionamiento de tierras raras (LaN/YbN) versus anomalías de Eu Campos discriminantes según McLennan *et al.* (1990) Strike Slip = Margen transpresional/transensional.

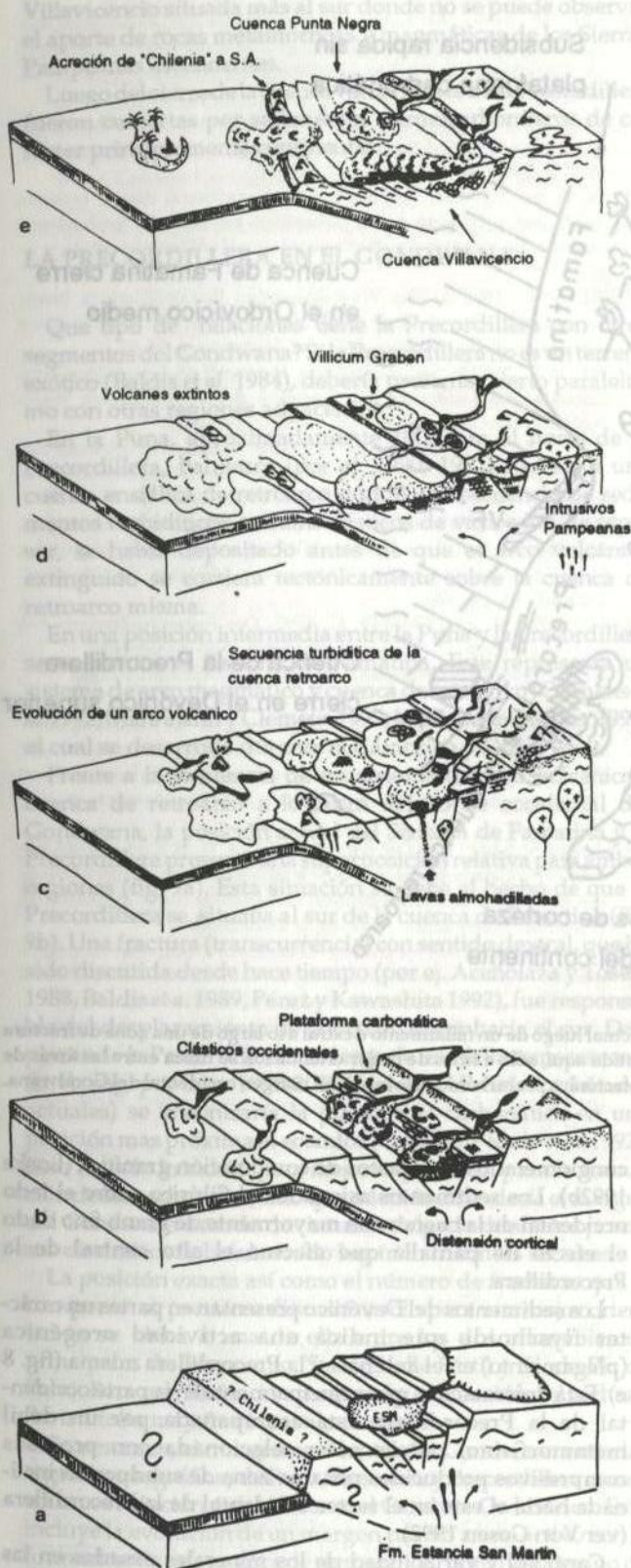
Figura 7: Evolución del contenido de los minerales pesados en el tiempo

Gondwana. Un alto contenido en circones típicamente volcánicos en los mismos estratos (Loske 1992b) así como niveles ricos en feldespatos (Keller 1992) dentro de estos sedimentos de talud son otros indicadores para un magmatismo en el Cámbrico medio.

En las Sierras Pampeanas se halla bien documentado un magmatismo y metamorfismo cámbrico (Bachmann *et al.* 1985, 1987). Para explicar su existencia se debe asumir un sistema de margen continental activo que evoluciona durante el Cámbrico temprano / Precámbrico apartir un margen continental pasivo debido a la subsidencia de una corteza oceánica fría y pesada.

El mayor problema es tratar de explicar la simultaneidad de un ambiente tectónico compresional relacionado a una subducción en las Sierras Pampeanas con una tectónica extensional responsable del desarrollo de la cuenca de la Precordillera que presenta afinidades con un margen pasivo.

Si se asume el inicio de la subsidencia/subducción de la placa oceánica en el límite Precámbrico/Cámbrico, una velocidad de subducción de 5 cm/a y un ángulo de 15-20°, la corteza oceánica subductada habría alcanzado una profundi-



dad de 100 Km en un lapso de 3-4 Ma a unos 300-400 Km detrás de la fosa. Esta profundidad e intervalo son lo suficientemente grandes como para haber generado por deshidratación de la corteza los magmas de tipo I (I-type) de las Sierras Pampeanas.

El "roll-back" de la placa en subducción y un desplazamiento del cratón hacia atrás como consecuencia de la inyección diapírica de material astenosférico desencadenan la continua extensión en la Precordillera así como deformación y magmatismo en las Sierras Pampeanas.

Los sedimentos silicoclásticos del Cámbrico medio/Ordovícico inferior en facies de talud ubicados en el sector occidental de la Precordillera, así como la plataforma carbonática en el este (fig. 8b) demuestran una subsidencia continua y estable de la cuenca descriptos por Gonzáles Bonorino y Gonzáles Bonorino (1991).

En las Sierras Pampeanas aparecen deformación, metamorfismo y magmatismo sincinemático (Lottner 1986, Willner *et al.* 1987, Rapela *et al.* 1990) debido al calor almacenado en la potente litósfera continental y la inyección diapírica de material astenosférico.

Un importante cambio en la historia de la sedimentación de la Precordillera tuvo lugar en el Ordovícico medio a superior. En primer término desaparece la plataforma carbonática tal como lo documentan pizarras negras de fondo marino que probablemente representen el "anoxia event" del Ordovícico (Schenk 1991), y en segundo lugar comienza la efusión de lavas sinsedimentarias (almohadilladas) (Beresi 1990) que señalan el proceso de apertura de la cuenca de retroarco (fig. 8c).

Dado que no se conocen basaltos en los sedimentos silúricos se puede reducir la fase de apertura de la cuenca de retroarco con formación de corteza oceánica a aproximadamente 15-30 Ma. Esto concuerda con las cuencas de retroarco del Terciario en el Pacífico occidental. En estas últimas la fase de apertura se desarrolla en 10-20 Ma (Klein 1985) siendo su período activo como cuencas marginales (marginal basin) claramente mayor. El arco volcánico que debió haber bordeado la cuenca de la Precordillera por el oeste no se halla expuesto debido al problema de profundidad de afloramiento. Dentro del Siste-

Figura 8: Representación gráfica de la evolución geológica para la Precordillera. a. Cámbrico inferior: Comienzo de la extensión cortical a lo largo de un margen continental pasivo (?) del Gondwana, un fragmento continental ("Chilenia?") se separa por rifting (ver texto). b. Cámbrico medio - Ordovícico inferior: Formación de una cuenca geosinclinal con una plataforma carbonática a lo largo del margen oriental y facies silicoclásticas de abanico submarino hacia el oeste; indicios definitivos de subducción en las Sierras Pampeanas al este de la Precordillera. c. Ordovícico medio - superior Formación de "corteza oceánica" (lavas almohadilladas) en la Precordillera central; desaparición de la plataforma carbonática; generalizada sedimentación silicoclástica en parte glaciogénica (Peralta y Carter 1990); formación de un arco de islas activo en el margen este de la cuenca de retroarco de la Precordillera. d. Silúrico Sedimentación de abanicos submarinos en el sector occidental de la cuenca de la Precordillera (Baldi, comm. pers. Mérida 1992); formación de estructuras tipo graben a lo largo del margen oriental (por ej. graben de Villicum) debido a una extensión cortical continua. e. Devónico Sedimentación flyschoid relacionada al cierre orogénico de la cuenca de retroarco de Precordillera ocasionado este por el resoldamiento del arco ("Chilenia?") a Sudamérica.

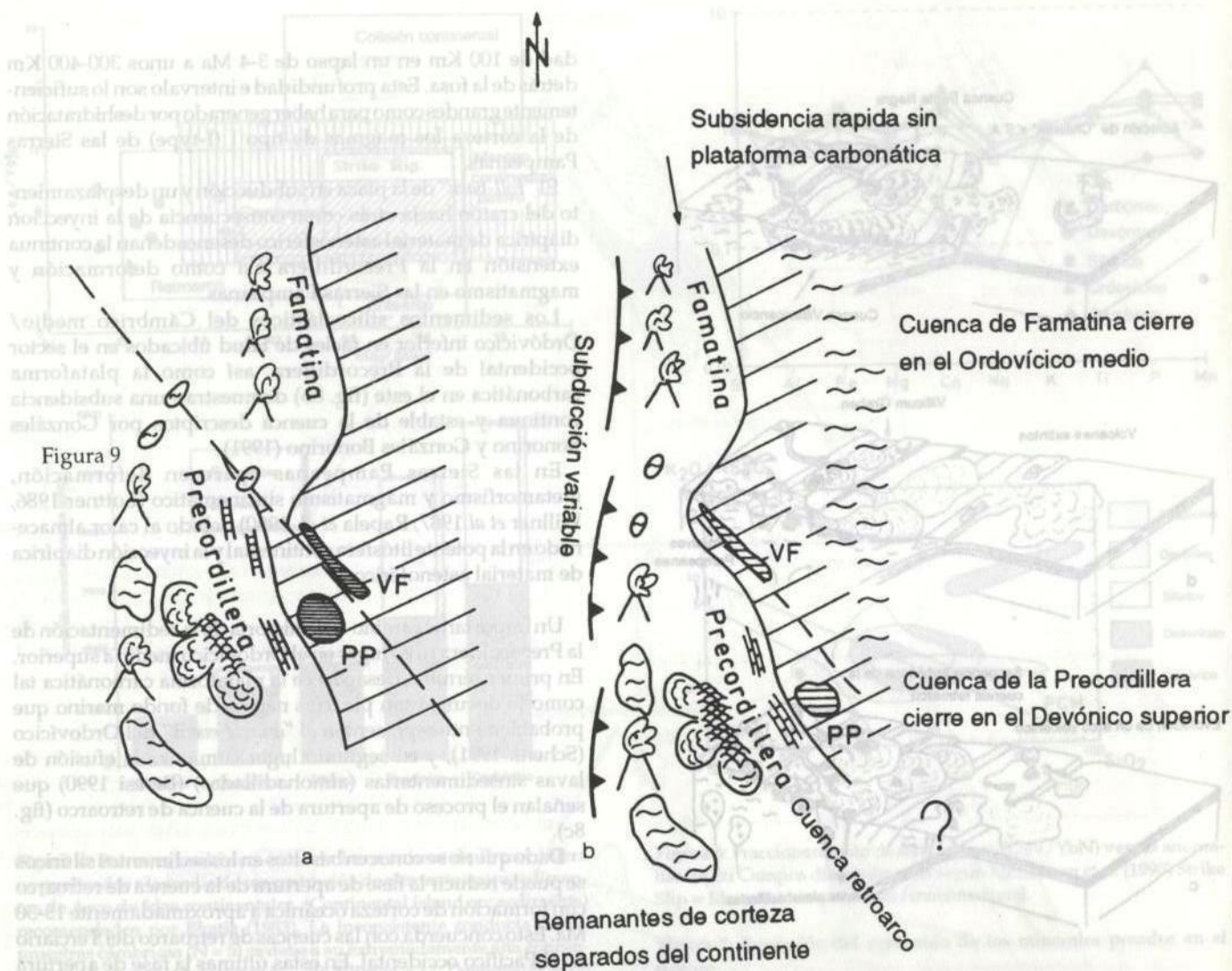


Figura 9: Relación entre la Precordillera y el Sistema de Famatina. a. Posición actual luego de un fallamiento dextral a lo largo de una zona de fractura con rumbo NW-SE. (La posición exacta de esta zona de fractura no será discutida aquí, sólo a fines de mejor orientación se ubica entre las áreas de basamento de las Sierras de Valle Fértil -VF- y Pie de Palo -PP-). b. Situación geotectónica precaribónica a lo largo del margen occidental del Gondwana.

ma de Famatina, el cual en este modelo representa la prolongación septentrional de la Precordillera, el arco volcánico se halla completamente exhumado (Clemens *et al.* 1992, Mannheim y Miller 1992).

Al mismo tiempo con la extensión en la Precordillera, la cual se habría debido a un ángulo de subducción muy alto, se produce en las Sierras Pampeanas un metamorfismo con características retrógradas, y el magmatismo ya no se relaciona a la subducción (Rapela *et al.* 1990).

El Silúrico está caracterizado por un régimen de estiramiento cortical "crustal stretching" (fig. 8d). Sobre el este y probablemente también el oeste de la Precordillera se forman estructuras de graben y semigraben (por ej. graben de Villicúm, Loske 1992b) mientras que el sector central de la misma permanece mas o menos estable a manera de alto central con la depositación de secuencias menos potentes de grano fino. La actividad tectónica en el antepaís y el comienzo de la erosión de granitoides está documentado por la existencia de

conglomerados con clastos de composición granítica (Loske 1992b). Los sedimentos asignados al Silúrico sobre el lado occidental de la cuenca son mayormente de grano fino dado el efecto de pantalla que efectuó el alto central de la Precordillera.

Los sedimentos del Devónico presentan en partes un carácter flyschoides que indica una actividad orogénica (plegamiento) en el antepaís y la Precordillera misma (fig. 8 e). Esta deformación, que principalmente en la parte occidental de la Precordillera está acompañada por un débil metamorfismo, parece estar relacionada con procesos compresivos producidos por una zona de subducción inclinada hacia el este en el sector occidental de la Precordillera (ver Von Gosen 1992).

Cantidad y variabilidad de los minerales pesados en las Formaciones Punta Negra y Villavicencio (Loske 1992b) dan indicios de que el cierre de la cuenca se produjo de modo asimétrico. La cuenca de la Formación Punta Negra se cerró

más temprano en comparación a la de la Formación Villaviciencio situada más al sur donde no se puede observar el aporte de rocas metamórficas y magmáticas de las Sierras Pampeanas ascendentes.

Luego del cierre de la cuenca varias partes de la Precordillera fueron cubiertas por sedimentos permocarboníferos de carácter principalmente continental.

LA PRECORDILLERA EN EL GONDWANA

Que tipo de relaciones tiene la Precordillera con otros segmentos del Gondwana? Si la Precordillera no es un terreno exótico (Baldis *et al.* 1984), debería presentar cierto paralelismo con otras regiones adyacentes.

En la Puna, aproximadamente 1000 Km al norte de la Precordillera, Bahlburg (por ej. 1990, 1991) describió una cuenca ensiálica de retroarco donde una secuencia de sedimentos turbidíticos, volcanoclasticos de varios km de espesor, se había depositado antes de que el arco volcánico extinguido se corriera tectónicamente sobre la cuenca de retroarco misma.

En una posición intermedia entre la Puna y la Precordillera se encuentra el Sistema de Famatina. Este representa un sistema de arco magmático y cuenca de retroarco (Clemens *et al.* 1992, Mannheim y Clemens 1992, Mannheim y Miller 1992) el cual se desarrolló durante el Cámbrico y Ordovícico.

Frente a la existencia de un sistema de arco volcánico - cuenca de retroarco a lo largo del borde occidental del Gondwana, la posición actual del Sistema de Famatina y la Precordillera presenta una superposición relativa para ambas regiones (fig. 9a). Esta situación se debe al hecho de que la Precordillera se situaba al sur de la cuenca de Famatina (fig. 9b). Una fractura (transcurrencia) con sentido dextral, que ha sido discutida desde hace tiempo (por ej. Aceñolaza y Toselli 1988, Baldis *et al.* 1989, Pérez y Kawashita 1992), fue responsable del desplazamiento de la Precordillera hacia el sur. Desplazando la Precordillera a lo largo de una falla transcurrente (*strike slip*) por unos 1000-2000 Km hacia el sur (coordenadas actuales) se encontraría la plataforma carbonática en una posición mas próxima al ecuador (Courjault-Radé *et al.* 1992). Esto no sólo brindaría una mejor explicación para la formación de los carbonatos, sino que además extendería el margen del Gondwana a modo de cinturón delgado donde los procesos dinámicos habrían tenido lugar en distintos sectores.

La posición exacta así como el número de fracturas que la componen se prestan a discusión, sólo para una mejor orientación se ubica a una de ella entre los dos afloramientos principales de basamento (Sa. de Valle Fértil y Sa. de Pie de Palo). Para una limitación temporal y estimación del rechazo harían falta mayores investigaciones.

En resumen, el margen occidental del Gondwana entre las regiones geográficas de Puna, Famatina y Precordillera muestra una evolución única durante el Cambro-Ordovícico. Esto incluye la evolución de un margen pasivo a uno activo con la formación de una cuenca de retroarco. El tamaño y tiempo de cierre de los distintos segmentos del Gondwana muestran una tendencia norte - sur donde la Precordillera representa el sector más ancho en el que se observa el período de cierre mas tardío.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi profundo agradecimiento a los Dres. Osvaldo Bordonaro y Silvio Peralta por el apoyo en los trabajos de campo y las fértiles discusiones. Se agradece al Dr. B. Baldis por sus beneficiosas críticas y al Dr. G. González Bonorino por sus comentarios.

Gracias al Lic. Walter Kury por la conversión del manuscrito original al español. Las investigaciones han sido llevadas a cabo mediante subsidios de la Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG).

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- ACEÑOLAZA, F.G. y TOSELLI, A. J., 1988, El Sistema de Famatina: Su interpretación como orógeno de margen continental activo: V Congreso Geológico Chileno, Santiago 1988, I, p. A55-A67.
- BACHMANN, G., GRAUERT, B. y MILLER, H., 1985, Isotopic dating of polymetamorphic metasediments from Northwest Argentina: Zbl. Geol. Paläont. Teil I, 1985 H.9/10, p. 1257-1268.
- BACHMANN, G., GRAUERT, B., KRAMM, U., LORK, A. y MILLER, H., 1987, El magmatismo del cámbrico medio/cámbrico superior en el basamento del noroeste Argentino: investigaciones isotópicas y geocronológicas sobre los granitoides de los complejos intrusivos de Santa Rosa de Tastil y Cañani: X Congreso Geológico Argentino, Tucumán 1987, Actas Tomo IV, p. 125-127.
- BAHLBURG, H., 1990, The Ordovician basin in the northern Puna of Argentina and Chile: geodynamic evolution from back-arc to foreland basin: Geotekt. Forsch., pp. 107.
- BAHLBURG, H., 1991, The Ordovician back-arc to foreland successor basin in the Argentinian-Chilean Puna: tectono-sedimentary trends and sea-level changes: Spec. Publs. Int. Ass. Sediment., 12, p. 465-484.
- BALDIS, B.A., 1992, Marco estructural de las cuencas del Paleozoico Inferior sudamericano en su contexto gondwánico: en J.G. Gutiérrez Marco, J. Saavedra y I. Rábano (eds), Paleozoico Inferior de Ibero-América, Universidad de Extremadura, 1992, p. 1-19.
- BALDIS, B. y BORDONARO, O., 1981, Evolución de facies carbonáticas en la cuenca cámbrica de la Precordillera de San Juan: Actas 8. Congr. Geol. Arg., 2, p. 385-397, San Luis.
- BALDIS, B.A.J. y BORDONARO, O.L., 1982, Comparación entre el Cámbrico de la "Great Basin" norteamericana y la Precordillera de San Juan, Argentina. Su implicancia internacional: Quinto Congreso Latinoamericano de Geología, Argentina 1982, Actas I, p. 97-108.
- BALDIS, B., BERESI, M., BORDONARO, O. y VACA, A., 1984, The Argentine Precordillera as a key to Andean Structure: Episodes, 7(3), p. 14-19.
- BALDIS, B., PERALTA, S. y VILLEGAS, R., 1989, Esquematisaciones de una posible transcurrencia del terrane de Precordillera como fragmento continental procedente de áreas Pampeano-Bonarenses: Correlación Geológica, 5, p. 81-100.
- BANCHIG, A.L. y BORDONARO, O.L., 1990, Nuevos afloramientos del talud continental Cámbrico en la Sierra de Tontal, San Juan, Argentina: Décimo Primer Congreso Geológico Argentino, San Juan 1990, Actas II, p. 49-52.
- BANCHIG, A.L., MILANA, J.P. y BORDONARO, O., 1990, Litofacies clásticas de la Formación Los Sombreros (Cámbrico medio) en la Quebrada Ojos de Agua, Sa. de Tontal, San Juan: Tercera Reunión Argentina de Sedimentología, San Juan, Mayo 20-24, 1990, p. 25-30.
- BENEDETTO, J.L., ORTEGA, G., BRUSA, E. y TORO, B., 1986, Estratigrafía y fauna de la secuencia neo-ordovícica y Llandeilo-veriana del Río Escondido (flanco occidental del Cerro

- del Fuerte), Provincia de San Juan: Primeras Jornadas sobre Geología de Precordillera, San Juan 1985, Actas: 128-133.
- BERESI, M.S., 1990, El Ordovícico de la Precordillera de San Juan: Décimo Primer Congreso Geológico Argentino, San Juan, 1990, Relatorio: 32-46.
- BHATIA, M.R., 1983, Plate tectonics and geochemical composition of sandstones: *Journal of Geology*, 91, p. 611-627.
- BOND, G.C., NICKESON, P.A. y KOMNINZ, M.A., 1984, Breakup of a supercontinent between 625 Ma and 555 Ma: new evidence and implications for continental histories: *Earth and Planetary Science Letters*, 70, p. 325-345.
- BORDONARO, O.L., 1990, El sistema Cámbrico de la Provincia de San Juan: Décimo Primer Congreso Geológico Argentino, San Juan, 1990, Relatorio: 18-30.
- BORDONARO, O.L., 1992, El Cámbrico de Sudamérica: en J.G. Gutiérrez Marco, J. Saavedra y I. Rábano (eds), *Paleozoico Inferior de Ibero-América*, Universidad de Extremadura, 1992, p. 69-84.
- CINGOLANI, C., VARELA, R., CUERDA, A. y SCHAUER, O., 1986, El Paleozoico inferior de la Sierra de Tontal, Precordillera de San Juan, República Argentina: IV. Congr. Geol. Bolivia (1986).
- CINGOLANI, C., VARELA, R., CUERDA, A. & SCHAUER, O., 1987, Estratigrafía y estructura de la Sierra de Tontal, Precordillera de San Juan, Argentina: Congreso Geológico Argentina, Tucumán 1987.
- CLEMENS, K., KURY, W., LOSKE, W., MANNHEIM, R., NEUGEBAUER, H., MILLER, H. y TOSELLI, A., 1992, Geodynamische Entwicklung des paläozoischen Gondwanalandes in West-Argentinien (Präkordillere, Famatina-System): 13. Geowissenschaftliches Lateinamerika-Kolloquium Münster 1992, abstr.
- CONTRERAS, V.H. y PERALTA, S.H., 1990, El género *Cheirocrinus* Eichwald (Pelmatozoa, Cystoidea) en el Ordovícico de la Precordillera de San Juan, Argentina: Décimo Primer Congreso Geológico Argentino, San Juan, 1990, Actas II, p. 211-213.
- COURJAULT-RADE, P., DEBRENNE, F. y GANDIN, A., 1992, Palaeogeographic and geodynamic evolution of the Gondwana continental margins during the Cambrian: *Terra Nova*, 4, p. 657-667.
- CUERDA, A., CINGOLANI, C., SCHAUER, O. y VARELA, R., 1985, El Ordovícico de la Sierra de Tontal, Precordillera de San Juan, República Argentina: IV Congreso Geológico Chileno-Agosto 1985, Univ. del Norte-Antofagasta, p. 1-109-1-132.
- DALLA SALDA, L., CINGOLANI, C. y VARELA, R., 1992 a, Early Paleozoic orogenic belt of the Andes in southwestern South America: Results of Laurentia-Gondwana collision?: *Geology*, 20, p. 617-620.
- DALLA SALDA, L.H., DALZIEL, I.W.D., CINGOLANI, C.A. y VARELA, R., 1992 b, Did the Taconic Appalachians continue into southern South America?: *Geology* 1992, Vol. 20/12, p. 1059-1062.
- DICKINSON, W.R. y SUCZEK, C.R., 1979, Plate tectonics and sandstone composition: *AAPG*, 63(12), p. 2164-2182.
- GONZALEZ BONORINO, G. y GONZALEZ BONORINO, F., 1991, Precordillera de Cuyo y Cordillera Frontal en el Paleozoico temprano: terrenos 'bajo sospecha' de ser autóctonos: *Revista Geológica de Chile*, Vol. 18/2, p. 97-107.
- GOSEN, W. von, 1992, Paleozoic tectonics in the Precordillera (Argentina): 13. Geowissenschaftliches Lateinamerika-Kolloquium Münster 1992, abstr.
- HALLER, M.J. y RAMOS, V.A., 1984, Las ofiolitas famatinianas (eopaleozoico) de las Provincias de San Juan: Noveno Congreso Geológico Argentino, S.C. Bariloche, 1984, Actas II, p. 66-83.
- HERBIG, H.-G. y STATTEGGER, K., 1989, Late Palaeozoic heavy mineral and clast modes from the Betic Cordillera (southern Spain): transition from a passive to an active continental margin: *Sedimentary Geology*, 63, p. 93-108.
- KAY, S.M., RAMOS, V.A. y KAY, R.W., 1984, Elementos mayoritarios y trazas de las vulcanitas ordovícicas de la Precordillera Occidental: basaltos de rift oceánico temprano (?) próximos al margen continental: Noveno Congreso Geológico Argentino, S.C. Bariloche, 1984, Actas II, p. 48-65.
- KELLER, M., 1992, Die Kontinentalhangfazies der Argentinischen Präkordillere: Sedimentologie und geodynamische Implikationen: 13. Geowissenschaftliches Lateinamerika-Kolloquium Münster 1992, abstr.
- KEPPIE, J.D., 1991, Avalon, an exotic Appalachian-Caledonide terrane of western South American provenance: *Comunicaciones*, 42/1991, p. 109-111.
- KIEIN, G. de V., 1985, The control of depositional depth, tectonic uplift, and volcanism on sedimentation processes in the back-arc basins of the western Pacific Ocean: *Journal of Geology*, 91(1), p. 1-25.
- LOSKE, W.P., 1992 a, The West-Argentine Precordillera: a lower Palaeozoic back arc basin?: en: Conferencia Internacional Paleozoico inferior de Ibero-América, Mérida, Abstracts, p. 96-97.
- LOSKE, W.P., 1992 b, Sedimentologie, Herkunft und geotektonische Entwicklung paläozoischer Gesteine der Präkordillere West-Argentinien: *Münchner Geol. Hefte*, 7, pp. 155.
- LOSKE, W.P., 1992 c, Alter und Herkunft detritischer Zirkone der Präkordillere West-Argentinien: 13. Geowissenschaftliches Lateinamerika-Kolloquium Münster 1992, abstr.
- LOTTNER, U.S., 1986, Strukturgebundene Magmenentwicklung im altpaläozoischen Grundgebirge NW-Argentinien am Beispiel der Sierra de Ancasti (Provincia Catamarca): *Münster. Forsch. Geol. Paläont.*, 65, pp. 180.
- MANNHEIM, R. y CLEMENS, K., 1992, Das Famatina-System: Ein ordovizischer Inselbogen/Back-Arc-Komplex: 13. Geowissenschaftliches Lateinamerika-Kolloquium Münster 1992, abstr.
- MANNHEIM, R. y MILLER, H., 1992, Sistema de Famatina, NW-Argentina: acreción de un arco volcánico en el borde occidental del Gondwana en el Paleozoico inferior: en: Conferencia Internacional Paleozoico inferior de Ibero-América, Mérida, Abstracts, p. 102-103.
- McLENNAN, S.M., TAYLOR, S.R., McCULLOCH, M.T. y MAYNARD, J.B., 1990, Geochemical and Nd-Sr isotopic composition of deep-sea turbidites: Crustal evolution and plate tectonic associations: *Geochim. Cosmochim. Acta*, 54, p. 2015-2050.
- PEARCE, J.A., 1983, Role of the sub-continental lithosphere in magma genesis at active continental margins, in: Pearce, J.A. and Norry, M.J. eds., *Continental basalts and mantle xenoliths*, p. 231-249.
- PERALTA, S.H. y CARTER, Ch.H., 1990, Facies de plataforma e icnofacies asociadas de la Formación Tambolar (Silúrico) en su localidad tipo, Precordillera Central Sanjuanina, Argentina: Tercera Reunión Argentina de Sedimentología, San Juan, Mayo 20-24, 1990, p. 339-344.
- PERALTA, S.H. y CARTER, Ch.H., 1990, La glaciación Gondwanica del Ordovícico tardío: Evidencias en fangolitas guijarrosas de la Precordillera de San Juan: Décimo Primer Congreso Geológico Argentino, San Juan, 1990, Actas II, p. 181-185.
- PEREZ, W.A. y KAWASHITA, K., 1992, K-Ar and Rb-Sr geochronology of igneous rocks from the Sierra de Paimán, northwestern Argentina: *Journal of South American Earth Sciences*, Vol. 5(3/4), p. 251-264.
- PINA, L., BALDIS, B. & BORDONARO, O., 1986, Formación Estancia San Martín (nov. nom.) del Cámbrico inferior - Cámbrico medio en la comarca de San Isidro, Mendoza: Primeras Jornadas sobre Geología de la Precordillera, San Juan 1985, Acta, p. 7-11.
- RAMOS, V.A., 1988, The tectonics of the Central Andes; 300 to 330 S latitude: *Geological Society of America Special Paper*, 218, p. 31-54.
- RAMOS, V.A., JORDAN, T.E., ALLMENDINGER, R.W., MPODOZIS, C., KAY, S.M., CORTES, J.M. y PALMA, M., 1986, Paleozoic terranes of the Central Argentine - Chilean Andes: *Tectonics*, 5(6), p. 855-880.
- RAPELA, C.W., TOSELLI, A., HEAMAN, L. y SAAVEDRA, J., 1990, Granite plutonism of the Sierras Pampeanas: An inner cordilleran

