

# ESTRUCTURA, PETROLOGIA Y GEOCRONOLOGIA DEL BASAMENTO DE LA REGION DEL LIMAY, PROVINCIAS DE RIO NEGRO Y NEUQUEN, ARGENTINA

RICARDO VARELA  
LUIS DALLA SALDA  
CARLOS CINGOLANI  
VERONICA GOMEZ

Centro de Investigaciones Geológicas, Universidad Nacional de La Plata  
-CONICET, La Plata, Argentina

## RESUMEN

Se presenta un estudio del basamento cristalino integrado por las Metamorfitas Cushamen, los Granitoides Mamil Choique y una serie granítica posttectónica, representantes de un ciclo mayor tecto-térmico que evolucionó entre el Paleozoico Inferior y el Superior en un ambiente hercínico colisional. En él se emplazaron diques alcalinos carboníferos (330 Ma), que se interpretan como señalando una etapa de 'rift' desarrollada sobre el cinturón orogénico estabilizado. Un ciclo magmático posterior (280 Ma) dio lugar al desarrollo de plutonitas y volcanitas probablemente a través de una tectónica de intraplaca vinculada a transcurrancia y extensión cortical. En este complejo ígneo-metamórfico, durante el Jurásico, intruyen stocks de granitoides (171 Ma) y un plutón de gabro olivínico (170 Ma). Las metamorfitas y migmatitas (488 Ma), que son el resultado de un episodio principal metamórfico de grado medio a alto, localmente compatible con anatexis, derivaron de grauwacas y pelitas con intercalaciones de areniscas cuarzosas y margas. Las rocas muestran la superposición de tres fases de deformación orientadas = D1:N90°/30°S, D2:N331°/70°E y D3: N49°/28°S. Estas direcciones, en especial la segunda, controlaron la tectónica post-carbonífera de fracturación (principalmente transcurrente) en bloques que caracteriza la región. La química de los granitoides del basamento los caracteriza como calcoalcalinos, per a metaaluminosos y de altos valores  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  inicial, situación que permite interpretar a la mayoría de ellos como anatécnicos de tipo S. Posteriormente se emplazan cuerpos menores de granitoides posttectónicos (344-348 Ma) en un ambiente epicortical y asociados a hidrotermalismo, marcando un levantamiento del orógeno que, hacia el este y noreste generaría las cuencas de Sierra Grande y Ventana. Finalmente, se destacan las características más sobresalientes del Macizo Norpatagónico y las Sierras Pampeanas, concluyendo que, debido a las similitudes que presentan, es posible proponer la presencia de un único orógeno central paleozoico, difiriendo en consecuencia con la hipótesis de la aloctonía de Patagonia.

*Palabras claves:* Macizo Norpatagónico, Estructura, Petrología, Edades, Cinturón orogénico colisional, Argentina.

## ABSTRACT

The Cushamen Metamorphites, the Mamil Choique Granitoids and a posttectonic granite suite are presented as the main units of the crystalline basement of the region, which evolved during the Lower to Upper Paleozoic in an Hercynotype collisional environment. Some minor carboniferous (330 Ma) alkaline dykes point out a rifting stage of a stabilized orogenic belt; later on, during the Permian (280 Ma), a new magmatic event took place probably related to extension and transcurrent fracturing in an intraplate setting. In this igneous-metamorphic complex some jurassic (171 Ma) granitoid stocks and olivine bearing gabbros (171 Ma) were emplaced. The 488 Ma old metamorphites and migmatites resulted from a main medium to high grade tecto-thermal event that produced local anatexis from a protolithe of graywackes, pelites and some quartz-rich sandstones and marls. These show three main deformational episodes with trends = D1: N90°/30°S, D2: N331°/70°E and D3: N49°/28°S, which controlled the post-carboniferous fracturing tectonics mainly developed through transcurrent faulting that originated a horst-graben structure in the region. The chemistry of the oldest granitoids indicates that they are mostly calc-alkaline, per to metaaluminous, with high  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  initial ratios S type anatectic rocks, as well as the posttectonic (344-348 Ma) ones which were intruded simultaneously with hidrothermalism in an epicortical zone of the orogenic belt, during and after an important uplift that originated, towards the east and northeast the Sierra Grande and Ventana paleozoic basins. The most outstanding common features of the North Patagonian Massif and the Pampean Ranges are pointed out, concluding that it is possible to define a single paleozoic orogenic belt, incompatible with the hypothesis of the pre-Permian allochthonous Patagonia.

*Key words:* North Patagonian Massif, Structure, Petrology, Ages, Collisional orogenic belt, Argentina.

## INTRODUCCION

En la comarca norpatagónica (41°S,) en un corte transversal desde el océano Atlántico al Pacífico, se han diferenciado cuatro importantes unidades morfoestructurales. De este a oeste son: el Macizo Norpatagónico, los Andes Norpatagónicos, el Valle Central chileno y la Cordillera de la Costa (Fig. 1).

Este trabajo está dirigido a caracterizar e interpretar una importante asociación de rocas metamórficas, migmatitas y granitoides que componen el basamento cristalino de la región del Limay (Fig. 2), en el que se emplazan con posterioridad granitoides jurásicos. Esta región constituye la porción noroccidental del Macizo Norpatagónico (MN), que ha sido interpretado como de gran estabilidad tectónica desde el Cretácico (Caminos y Llambías, 1984). Por otra parte fue presentada la hipótesis según la cual formaría parte de un continente acretado a Sudamérica en el Paleozoico Superior-Triásico (Ramos, 1988).

El basamento de la región occidental del Macizo Norpatagónico (BROMN) ha sido considerado como un cinturón ígneo-metamórfico único, integrado con las Metamorfitas Cushamen y los Granitoides Mamil Choique (Dalla Salda *et al.*, 1990). El BROMN sufrió una compleja deformación y amplia granitización que lo caracterizan como un ambiente hercínico desarrollado durante el Ciclo Famatiniano (Paleozoico

Inferior) propuesto para Sierras Pampeanas por Aceñolaza y Toselli (1976).

La vinculación regional del BROMN con otros terrenos que exponen hacia el oeste basamento ígneo-metamórfico se hace a través de la franja andina del límite argentino-chileno (Cordillera Norpatagónica). En Argentina este basamento se integra con un complejo metamórfico (Formación Colohuincul; Turner, 1965; González Díaz y Nullo, 1980) de grado medio a medio alto con subordinada migmatización. Se ha fechado un pico tecto-térmico en  $860 \pm 23$  Ma para estos neises y esquistos en la zona de San Martín de los Andes y datado tonalitas sintectónicas en  $590 \pm 47$  Ma y granodioritas tardioteónicas en  $423 \pm 65$  Ma (Dalla Salda *et al.*, en prensa, a). Poco al sur, en la zona de los lagos Gutiérrez-Mascardi-Guillermo, los neises y esquistos llevan intercalaciones de metabasitas y han sido datados en  $727 \pm 48$  Ma (Dalla Salda *et al.*, en prensa, b). Por otra parte, Parica (1986) para esquistos y neises del lago Curruhué obtuvo un valor de  $714 \pm 10$  Ma, correspondiendo todos los datos a isocronas Rb-Sr.

El basamento metamórfico de la Formación Colohuincul fue correlacionado por González Bonorino (1979) con el de la denominada Formación Panguipulli (Aguirre y Levi, 1964). Con posterioridad, Arrondo *et al.*, (1988) ubicaron, en el Triásico Medio a Superior



FIG. 1. Ubicación de la región del Limay.



lutitas y psamitas micáceas en el área tipo de la Formación Panguipulli (lago del mismo nombre) sobre la base de su contenido paleoflorístico, por lo que debería ser excluida del basamento ígneo-metamórfico. Afloramientos hacia el límite con Argentina, compuestos por filitas y esquistos cuarzosos son hasta el presente considerados integrantes del mencionado basamento.

Por lo tanto puede distinguirse al occidente (Cordillera Norpatagónica; Formación Colohuincul) una franja de terrenos metamórficos con escasa migmatización y edades en el Precámbrico superior y al oriente otra (región occidental del Macizo Norpatagónico; Formación Mamil Choique, Forma-

ción Cushamen) en la que es común la migmatización y los granitos tipo S, con remanentes de ectinitas y edades en el Ordovícico a Devónico Inferior.

El BROMN se encuentra interrumpido por una franja de dirección noroeste integrada por rocas andesíticas terciarias que localmente afloran al sur de las localidades del Pilcaniyeu y Comallo denominado 'Cinturón de Pilcaniyeu' (Rapela *et al.*, 1984).

El área del presente estudio comprende la mitad norte del BROMN, incluyendo la zona de Paso Flores-Comallo, entre los arroyos Pichileufú y Comallo al sur del río Limay, y la zona entre el río Collón Curá y las localidades del Sañicó y Piedra del Aguila al norte del río Limay (Fig. 2).

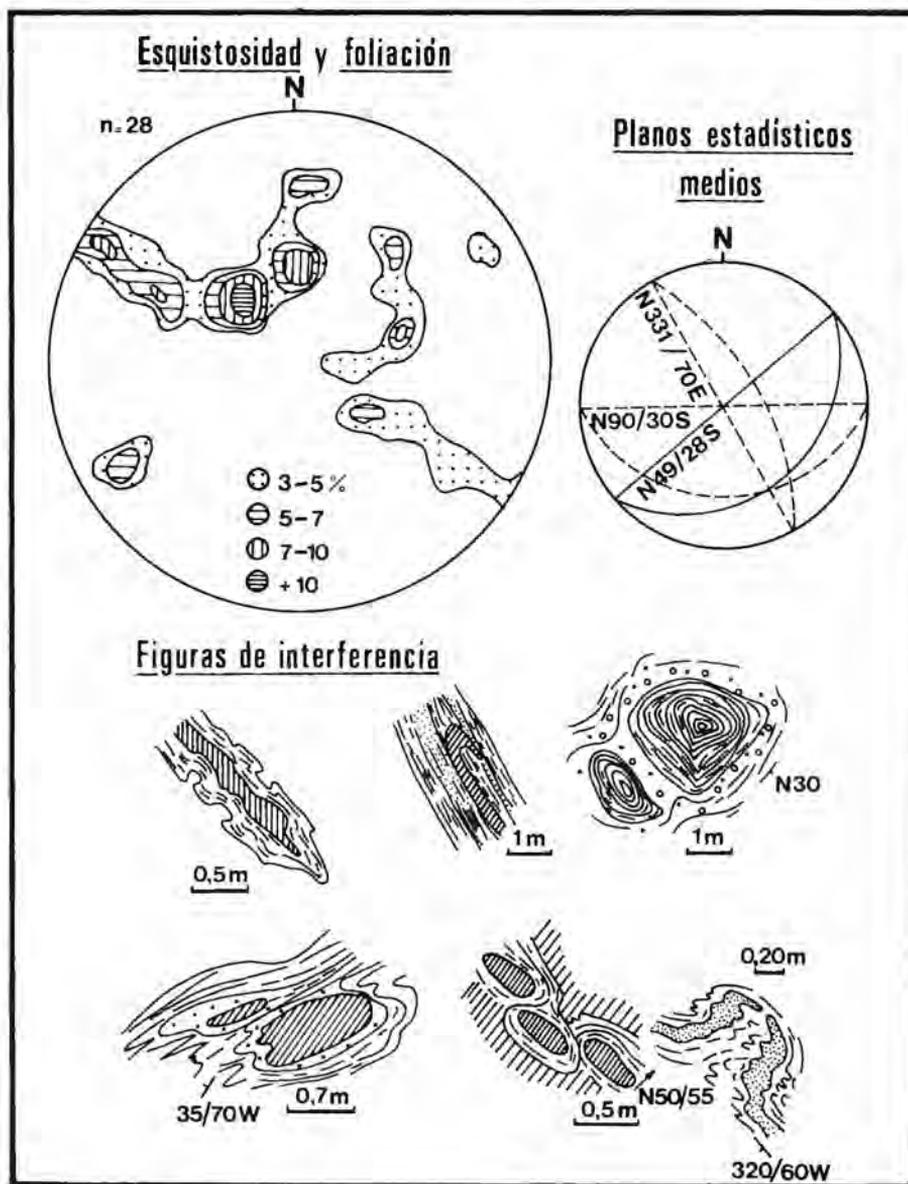


FIG. 3. Diagrama de estructuras planares y de interferencia de fases de deformación en el basamento cristalino.

En esta región el basamento fue descrito por Galli (1969), Nullo (1979), Rabassa (1979), Caminos y Lambías (1984), Alonso (1987) y Linares *et al.* (1988a, b). Se encuentra parcialmente cubierto por remanentes de una secuencia sedimentaria triásica continental (Formación Paso Flores), sedimentitas jurásicas continentales y marinas (Formación Piedra del Aguila, Cuyano inferior) más escasas volcánicas jurásicas asignadas a la Formación Taquetrén (Nullo, 1979). La cubierta se completa con el Cenozoico integrado por volcánicas terciarias de la Formación Auca Pan, tobas miocenas de la Formación Collón Curá, areniscas azuladas de la Formación Río Negro (Plioceno), rocas basálticas del Terciario superior-Cuaternario y depósitos modernos. El basamento, además, presenta plutones menores de granitoides de edad jurásica que fueron asignados a la Formación Lipetrén (Nullo, 1979).

El rasgo estructural sobresaliente de la región es

el dado por importantes fracturas, algunas de ellas transcurrentes, como por ejemplo la falla Los Chilenos (Coira *et al.*, 1975), tendidas de noroeste a sureste. Las mismas están asociadas a otro sistema de fracturas que corren principalmente norte-sur y nor-este-suroeste a este-oeste interpretadas en su mayor parte como fallas normales. Se destaca la falla Pichileufú-Collón Curá que da límite occidental al tramo norte del BROMN. Esta falla corresponde al borde oriental de la importante cuenca volcano-sedimentaria del Collón Curá de tipo graben, orientada NNW (Dalla Salda y Franzese, 1987). Otra cuenca deposicional vinculada a estos fallamientos normales estaría puesta en evidencia por las sedimentitas triásico-jurásicas de la Formación Paso Flores. Sobre estas estructuras es posible inferir un modelo de tipo transtensional que evolucionó desde el Triásico.

## GEOLOGIA DEL BASAMENTO

El basamento de la mitad norte del BROMN se caracteriza por una asociación ígneo-metamórfica integrada por esquistos y neises con migmatitas, estas últimas ligadas a granitoides más o menos homogéneos en los que aún se conservan relictos de esquistosidad marcados por una orientación preferente de biotita (Fig. 2). El conjunto se encuentra intruido por granitos que fueron denominados Formación Lipetrén y asignados al Pérmico por Nullo (1979). No obstante, en el área de Pilcaniyeu rocas similares fueron datadas como jurásicas por Alonso (1987); en el área de Escuela Merino otros cuerpos menores ofrecieron la misma edad.

En trabajo anterior (Dalla Salda *et al.*, 1990) que abarca una región mayor del Macizo Norpatagónico se redefinieron dos unidades para el basamento cristalino: Metamorfitas Cushamen y Granitoides Mamil Choique. Según el criterio aplicado se incluyeron las migmatitas heterogéneas con las metamorfitas y las migmatitas homogéneas con los granitoides.

En esta región el basamento cristalino muestra una estructura compleja, producto de la superposición de al menos tres importantes direcciones de deformación que producen algunas figuras de interferencia. Las direcciones metamórficas principales, ordenadas en una secuencia preliminar de eventos (Dalla Salda, 1989) son las siguientes: La primera ( $D_1$ ),

aproximadamente este-oeste se interpretó como relictica de una fase orogénica inicial precámbrica. La segunda ( $D_2$ ) desarrolló una fuerte esquistosidad de rumbo NNW-SSE ( $N310^\circ-330^\circ/70^\circ E-40^\circ W$ ), se la vinculó con una etapa de removilización cortical posiblemente del Paleozoico Inferior, y la tercera ( $D_3$ ), en una etapa más tardía, afectó al basamento con direcciones  $N49^\circ/28^\circ S$ ; esta última se encuentra también marcando franjas de corte, como otras direcciones andinas y finales NNE-SSW hasta N-S (Fig. 3). Los dominios tectónicos descritos que caracterizan a la estructura íntima del complejo ígneo metamórfico no se encuentran uniformemente distribuidos.

La segunda fase deformacional es la que genera las estructuras más penetrativas, de dirección casi perpendicular a la primera resultando de actividad temprana del borde suroeste de Gondwana (Dalla Salda, 1987), probablemente originada por un evento colisional como se verá más adelante. En ella evolucionan, durante el metamorfismo, los principales cuerpos graníticos sincinemáticos. La tercera dirección, noreste-suroeste, es interpretada como un último episodio de deformación dúctil-frágil de distribución regional, posiblemente de edad paleozoica a triásica y quizás relacionada con la deformación de las Sierras Australes de la Provincia de Buenos Aires. Cabe finalmente destacar que los episodios

tectónicos meso-cenozoicos activaron parte de las líneas de estructuras definidas en el basamento, en especial aquellas de dirección NNW-SSE ( $D_2$ ) que controlaron el volcanismo y la sedimentación mesozoica y cenozoica y las de dirección casi este-oeste que, asociadas con las norte-sur producto de las últimas fases de deformación cenozoicas, modelaron la estructura actual principalmente de escamas y bloques de la Cordillera y la región occidental del Macizo Norpatagónico.

Los afloramientos del basamento cristalino en la región estudiada son importantes en cuanto a extensión, pero es una característica el paisaje maduro y la cubierta de regolito y suelo. Ello hace necesario la descripción en sitios como cortes de caminos y arroyos, preferentemente. Para un tratamiento ordenado se exponen seguidamente las zonas ubicadas al sur y norte del río Limay (Fig. 2).

### Zona al sur del río Limay

Al sur del río Limay, sur y sudeste de Paso Flores, tal como lo indicó Nullo (1979), las Metamorfitas Cushamen son escasas y se encuentran representadas por distintos tipos de esquistos: cuarzo-micáceos, cuarzo-feldespáticos y biotítico-muscovíticos; algunas delgadas capas de cuarcitas y metareniscas cuarzosas se intercalan en los esquistos al sudeste del río Pichileufú. Delgadas franjas de neises acompañan a migmatitas a lo largo del río Limay. Las rocas dominantes en el área son las migmatitas y granitoides tipo Mamil Choique, que se encuentran foliados y de aspecto metamórfico. Las migmatitas son embrechitas y pocas epibolitas; los granitoides pueden ser considerados también anatexitas; la esquistosidad relictual coincide generalmente con la de las metamorfitas.

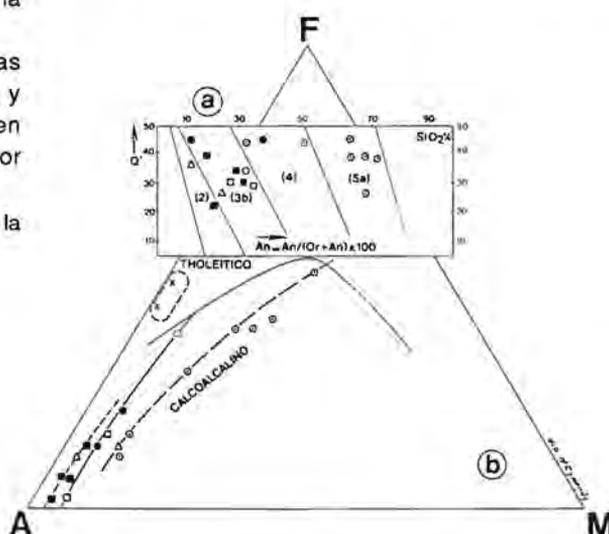
Según Nullo (1979), la composición de las migmatitas varía entre tonalítica, granodiorítica y granítica y su paleosoma es biotítico esquistoso y en parte anfibólico. Otras facies descritas por este autor

en la Formación Mamil Choique son la de tonalita-granodiorita, la de anfibolitas y la de granitos (granitos normales, granitos migmatíticos y granitos porfiroides). Observaciones propias en esta región muestran que la composición de las migmatitas varía fundamentalmente entre tonalítica y granodiorítica, siendo más frecuente la primera de ellas. Estas migmatitas tonalíticas, en general homogéneas, se pueden dividir en tres grupos: biotíticas, de hornblenda y biotita y de tremolita y hornblenda. Las primeras portan cantidades subordinadas de microclino, el que puede aumentar hasta constituir variedades granodioríticas. Las biotíticas son, en general, de grano más fino que las que poseen anfíbola y biotita, que llegan a tener grano mediano a muy grueso. En esta zona, los escasos asomos de rocas metamórficas y migmatitas, se encuentran distribuidos preferentemente hacia el oeste, marcando un aparente aumento de la cantidad del material granítico hacia el este, en forma similar a lo que ocurre en la mitad sur del BROMN.

En el área de Paso Chacabuco, sobre el río Limay, aguas abajo de la presa de Alicurá, afloraban dos tipos de granitoides tonalíticos: uno portando hornblenda y biotita y otro biotita solamente; ambos con escasa epidota. La variedad con hornblenda muestra un fenómeno deutérico con desarrollo de sericita, albita y epidota. Estas rocas, que fueron utilizadas en el enrocado de la presa mencionada, son generalmente homogéneas, de grano medio (alrededor de 1 cm) y de color gris. Por zonas son inhomogéneas y de grano más fino (alcanzando los 3 mm), en estos casos son biotíticas. Se observan

Fig. 4. Diagrama Q'AN y AFM de los granitoides de la región del Limay.

- Ordovícico-Silúrico
- Devónico (Linares *et al.*, 1988a)
- △ Edad desconocida (Linares *et al.*, *op. cit.*)
- ⊗ 'Rifting' del Carbónico Inferior
- Paleozoico Superior
- Jurásico tipo Lipetrén
- Tendencia del Paleozoico Inferior
- Tendencia del Devónico
- Tendencia del Paleozoico Superior



xenolitos de bordes difusos de 0,5-1 m de tamaño, compuestos por anfíbolitas o diabasas, presentando planos de diaclasas rellenos con clorita y zonas pegmatoides también cloritizadas. En general, estos granitoides presentan un alto tenor de mafitos (40-45%), plagioclasa blanca granular, localmente feldespato potásico intersticial y, en venas finas, epidota granular escasa. Por zonas presentan una débil foliación, grosera y muy mal definida, pasando transicionalmente a migmatitas tonalíticas que muestran porfiroblastos y agregados de cristales mayores de hasta 10-20 cm de tamaño. Existen también agregados de anfíbolitas de 3-4 cm de largo.

En esta zona es también posible encontrar cuerpos graníticos menores (Formación Lipetrén; Nullo, 1979) similares al 'granito aplítico rosado' de Volkheimer (1964) de la zona de Cushamen y al Granito de Lipetrén de la Sierra de Lonco Trapial (Proserpio, 1978). Por su parte, Alonso (1987), para la región de Pilcaniyeu, caracterizó stocks de 2-5 km de largo compuestos por granitos biotíticos-muscovíticos de grano grueso y una facies secundaria leucogranítica de grano fino, ambas de filiación calcoalcalina peraluminosa, mostrando una 'errorcrona' Rb-Sr de  $194 \pm 5$  Ma. En esta zona los granitoides poseen colores grises y rosados, se encuentran emplazados en el basamento y muestran variaciones texturales que parecerían indicar cuerpos epicorticales. Inmediatamente al oeste del Destacamento Policial al sur de Paso Flores, aparecen dos afloramientos menores de granitoides filonianos (Nullo, 1979) que muestran dos facies, una rosada y otra gris. Se trata de pórfidos granodioríticos biotíticos de textura porfídica con microclina perfitica, plagioclasa ácida zonada, escasa epidota y cuarzo.

Hacia el sur, en las proximidades de Comallo, aparece una serie de afloramientos menores de metamorfitas y migmatitas (Cushamen) en las que se emplazan cuerpos de granitoides gris-amarillentos de aspecto metamórfico (localmente muestran una esquistosidad relictual) asimilables a los Granitoides Mamil Choique. Las metamorfitas, que corresponden a metapelitas (esquistos micáceos) de grado biotita y metareniscas cuarzosas, se encuentran infiltradas por delgadas venas cuarzo-feldespáticas. El granito que es biotítico y débilmente esquistoso, presenta por zonas relictos tabulares de esquistos biotíticos, concordantes con la esquistosidad del granito; en partes se enriquece en biotita, hasta llegar a un 30%; no obstante, por sectores, el granito

se hace homogéneo y es de franco aspecto plutónico.

### Zona al norte del río Limay

Al norte del río Limay, entre Piedra del Aguila y el río Collón Curá, aparecen también escasas ectinitas (esquistos, neises y anfíbolitas) correspondientes a las Metamorfitas Cushamen. Las mismas se asocian a abundantes migmatitas y granitoides anatéticos y sintectónicos. En el área de Piedra del Aguila se observaron neises y migmatitas clasificadas como neises migmatíticos (arteritas o esquistos 'lit par lit'; Galli, 1969). Estas rocas alcanzaron el grado granate almandino en un episodio metamórfico principal que fue anterior a una intensa granitización como lo muestran la mayoría de las rocas del área; en las mismas quedan xenolitos relictuales de metamorfitas.

A unos 16 km al oeste de Sañicó aflora un grupo de migmatitas y granitoides grises de grano variado y esquistosidad  $N40^{\circ}-60^{\circ}/80^{\circ}NW$ . Algunas rocas presentan fuerte foliación (bandeado) y pliegues disarmónicos; se intercalan anfíbolitas de hasta dos metros de espesor. El afloramiento es reducido, pero tiene la característica de presentarse sin mayor alteración superficial, lo cual permitió un muestreo sistemático para estudio geocronológico Rb-Sr.

Los granitoides migmatíticos grises del área de Sañicó son de grano grueso (1-3 cm) y localmente porfiroideos, ya que presentan fenocristales de feldespato potásico de hasta 7 cm. Presentan una ligera foliación, marcada por biotita, que compone la roca en un 30-40%. Las variedades más comunes son homogéneas de tipo embrechitas, pero hay también otras epibolíticas de grano grueso y foliación muy difusa; otra variedad observada es una roca de grano grueso y biotítica, con una matriz verdosa fina y algunos fenocristales mayores, presentando en partes venas cuarzo feldespáticas de escasos centímetros de tamaño.

La composición de estas rocas varía desde migmatitas tonalítico-adamelíticas, biotíticas hasta anatexitas tonalíticas con hornblenda. La primera de ellas presenta fenocristales de microclino perfitico y andesina, con mortero de cuarzo y feldespatos dispuestos intersticialmente; acompaña biotita castaña, muscovita y una sericita formada a partir de muscovita. Las variedades granodioríticas poseen textura granoblástica gruesa y presentan biotita y hornblenda, con microclino perfitico y plagioclasas que varían entre  $An_{36}$  y  $An_{40}$ ; una variedad de migmatita homogénea presenta escasa epidota pistacítica y

otra, escasas fibras de sillimanita incluida en cuarzo. Las anatexitas tonalíticas son muy semejantes a las anteriormente descritas. Un grupo presenta hornblenda y otro, más alterado, clorita y sericita, con cantidades subordinadas de microclino. En la plagioclasa el contenido de anortita es de 44%.

Un perfil de buena exposición ofrece la ruta nacional 237, unos 60 km al suroeste de Piedra del Aguila. Anteriormente Linares *et al.*, 1988a, describieron para esta zona neises grises claros de textura granoblástica, compuestos de andesina, cuarzo, biotita, epidota y feldespato potásico, acompañados por anfíbolitas, esquistos anfíbólico-biotíticos, esquistos micáceos y cuarcitas. Estas metamorfitas se asocian con migmatitas tonalíticas bandeadas. La paragénesis fue asignada a un metamorfismo regional de grado medio. Observaciones propias muestran que en esta zona los neises y migmatitas epibolíticas son biotíticos y granatíferos, con delgadas intercalaciones de esquistos y anfíbolitas. El conjunto se encuentra replegado siguiendo una orientación de ejes  $N40^{\circ}/35^{\circ}NE$  con esquistosidad y foliación variables de  $N40^{\circ}/N10^{\circ}$  y fuerte inclinación al este hasta la vertical. El conjunto muestra filones de diabasas alimentadores de basaltos modernos (cenozoicos) emplazados en fracturas  $N10^{\circ}-N20^{\circ}/80^{\circ}E$ . Es importante señalar la presencia de franjas de corte de posición subhorizontal, así como otras fracturas menores orientadas  $N10^{\circ}$  y de plano vertical.

Hacia el río Collón Curá aparecen frecuentes bancos de esquistos y neises biotíticos orientados generalmente  $N40^{\circ}$ . Los mismos se asocian a migmatitas (embrechitas, epibolitas y agmatitas) que guardan relación sintectónica. Algunas metareniscas biotíticas, cuarcitas y escasos esquistos muscovíticos y metagrauwacas verdes de medio rango, mostrando un grado de biotita y/o granate, completan el conjunto de ectinitas. El complejo metamórfico está intruido por granitos con muscovita tardía a postectónicos, algo pegmatoides, de textura inequigranular y mirmequítica, en parte micropegmatítica, mostrando microclino micropertítico con abundantes inclusiones de cuarzo subesférico y algunas cuneiformes. La oligoclasa ácida aparece con bordes mirmequíticos, mientras el cuarzo es ameboidal e intersticial; acom-

paña muscovita.

Un granitoide sintectónico destacable es el del Cerro Yuncón, aflorante al sur de Piedra del Aguila y a orillas del río Limay. Es de color gris amarillento, con biotita y muy escasa hornblenda, con una débil foliación este-oeste y lineación mineral noreste-sur-oeste; lo afecta profusa inyección de pegmatitas cuarzo-feldespáticas. Se presenta superficialmente muy alterado y es similar al de la localidad de Comallo, no obstante ser algo más macizo. La composición es de tipo tonalítica a grandiorítica. Galli (1969) lo caracterizó en el área de Corral de Piedra como una tonalita con biotita y hornblenda. Además de este cuerpo principal, de tamaño batolítico, se destacan hacia el oeste cuerpos menores de granitoides entre los cuales Galli (1969) mencionó uno de composición granítica.

Otros granitos rojizos de grano mediano, componen un afloramiento menor 3 km al suroeste de Sañicó. Se encuentra intruido por rocas aplíticas con rumbo SSW-NNE, y está hidrotermalizado tomando un color secundario verdoso. Una facies de este granitoide se destaca por ser de grano grueso, portando xenolitos de anfíbolitas y algunas bandas verdosas de milonitas y/o metamorfitas. Está parcialmente cubierto por un conglomerado con clastos de volcanitas y granitos, de 5-15 cm de tamaño, correspondiente a unidades del Terciario inferior.

Cabe mencionar que en la zona ubicada inmediatamente al oeste de La Rinconada (5 km al norte de la confluencia de los ríos Chimehuín y Collón Curá, fuera del bosquejo geológico de la figura 2) se encontró una asociación de rocas filonianas constituidas por monzonitas alcalinas. Presentan ortosa micropertítica, plagioclasa sódica, anfíbolitas aenigmatíticas y piroxenas egrínicas; son rocas anormalmente ricas en circón y opacos. Junto a ellas yacen otros diques lamprofíricos, difíciles de clasificar por su fina pasta, portando anfíbolitas, piroxenas, feldespatos y cuarzo.

Finalmente, cabe señalar que al sur de Sañicó se localizó un plutón menor compuesto por gabros de olivino (Cingolani *et al.*, en prep.) de edad jurásica (ver Tabla 3).

## LOS GRANITOIDES: PETROLOGIA Y GEOQUIMICA

Se practicaron análisis químicos a siete granitoides representativos del basamento cristalino, y otros

dos a granitoides sin foliación pertenecientes al conjunto neopaleozoico-mesozoico denominado

Granito Lipetrén (Tabla 1).

Los granitoides del basamento estudiado, de características calcoalcalinas, se pueden dividir en dos grupos; uno corresponde a tonalitas, granodioritas y granitos de dos micas y otro a tonalitas con biotita y hornblenda. De acuerdo a la composición modal, según la norma de Streckeisen y Lemaitre (1979) y utilizando el diagrama Q'-An, las rocas corresponden a tonalitas, granodioritas y granitos con plagioclasa rica en anortita, campos 5a, 4 y 3b (Fig. 4a).

Las rocas de Paso Flores ocupan el sector de mayor tendencia granítica en el conjunto. Se destaca que no se cuenta con análisis químicos de las rocas de Sañicó, que por su petrografía podrían haber ocupado extremos más diferenciados del conjunto estudiado.

Sobre la base de sus elementos mayoritarios y normas, las rocas analizadas corresponden a granitoides peraluminosos a metaluminosos de bajo contenido en  $\text{Na}_2\text{O}$  (entre 2,9 y 1,65%). Los contenidos en sílice son variables entre 74,98 y 61,76%, siendo las rocas de Paso Chacabuco y Comallo las de más alta sílice, superando el 70%. La mayoría de las rocas presentan corindón normativo, variable entre 1,29 y 3,77 (norma base anhidra), excepto en dos rocas con hornblenda de Paso Chacabuco. Los tenores más altos de corindón normativo (3,74-3,77) se encuentran en las rocas de Comallo. En el diagrama AFM (Fig. 4b) se ubican conformando trenes que podrían considerarse representativos de la evolución de las rocas del Paleozoico Inferior a Medio y Superior de asociaciones tonalita-granodiorita-granito calcoalcalinas, siendo las más básicas las tonalitas hornbléndicas de Paso Chacabuco.

En general, los datos de campo, petrográficos y químicos parecen indicar que los granitoides del basamento no forman parte de un cuerpo único de gran escala, sino más bien de una serie de cuerpos desconectados, de variada composición y características, por haberse formado a distintos niveles estructurales, de diferentes rocas madres (por ana-

tesis) y magmas, en distintos tiempos; esto realmente es lo que refleja la diversidad de las rocas estudiadas y así debería interpretarse, más que como un conjunto de rocas derivadas de un mismo proceso petrogénico.

Linares *et al.* (1988a) indicaron que los granitoides están representados por granitos, granodioritas, pórfidos graníticos, aplitas y pegmatitas. Mencionaron también que todas estas rocas son postectónicas. Sobre la base de los datos isotópicos definieron un ciclo antiguo con isocronas Rb-Sr de  $380 \pm 6$  Ma y  $390 \pm 15$  Ma y otro de  $280 \pm 5$  Ma. Datos K-Ar en estas rocas graníticas van de 440-245 Ma. Serían granitos de tipo S de acuerdo a la clasificación de Pitcher (1982).

Los mismos autores (Linares *et al.*, 1988b) presentaron un estudio petrológico de los granitoides aflorantes en el borde oriental del río Collón Curá, reconociendo los subciclos devónico y pérmico, indicando que el primero está representado por granitos *s.str.*, mientras que el segundo está constituido por granitos y granodioritas. Es interesante destacar que el ciclo más antiguo lo encuentran a su vez intruido por porfidos graníticos de edad carbonífera inferior. Señalan además estos autores, que las rocas estudiadas son calcoalcalinas con una baja proporción de Mg y Fe, como así también el pequeño intervalo de variación de  $\text{SiO}_2$ . Esta estrecha diferenciación composicional ha sido citada por Rapela y Llambías (1985) y Llambías (1986) como característica de las asociaciones neopaleozoicas del Macizo Norpatagónico.

Siempre de acuerdo al trabajo ya mencionado, las muestras estudiadas poseen corindón normativo y son peraluminosas. Para el origen de estas rocas señalaron una refusión de material cortical sin la necesaria participación de metasedimentos y se concluye en la imposibilidad de diferenciar geoquímicamente los subciclos devónico y pérmico, a pesar del largo período transcurrido (ca. 110 Ma).

## GEOCRONOLOGIA

Se efectuaron nuevas determinaciones por los métodos Rb-Sr y K-Ar. En el primero de los casos se incluye a metamorfitas, migmatitas y granitoides, sobre un total de veinte muestras; por el segundo método se dataron siete concentrados de minerales (biotita y hornblenda) de granitoides tonalíticos y

cinco rocas ígneas por roca total. Cabe destacar que previamente Linares *et al.*, (1988a) dieron a conocer los resultados de un estudio geocronológico para rocas metamórficas y eruptivas de la zona aquí considerada.

TABLA 1: ANALISIS QUÍMICOS Y NORMAS DE GRANITOIDES

Muestras	86-CC 11 <sup>1</sup>	86-CC 20 <sup>2</sup>	86-CC 21 <sup>2</sup>	86-CC 22 <sup>2</sup>	86-CC 23 <sup>2</sup>	86-CC 34 <sup>3</sup>	86-CC 35 <sup>4</sup>	86-CC 12(A)L	86-CC 12(B)L	LR-1 (LR)	LR-2 (LR)	LR-3 (S)	LR-4 (LR)	LR-5 (S)
SiO <sub>2</sub>	70,90	67,65	68,27	74,98	61,76	73,54	66,86	75,26	76,03	52,89	63,75	63,25	52,15	64,45
TiO <sub>2</sub>	0,36	0,36	0,51	0,22	0,55	0,24	0,55	0,22	0,22	1,43	1,03	0,72	1,80	0,57
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,85	15,90	13,70	13,22	15,05	15,35	17,70	12,85	12,73	16,95	13,58	17,28	16,37	16,84
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (T)	2,78	4,33	5,44	1,63	7,15	1,39	3,97	2,25	1,71	-	-	-	-	-
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,75	0,47	1,54	0,32	1,99	0,01	0,99	0,87	0,33	2,78	2,32	3,36	2,99	3,25
FeO	1,76	3,47	3,51	1,18	4,64	1,24	2,68	1,24	1,24	5,93	3,79	4,10	7,04	4,52
MnO	0,02	0,06	0,07	0,02	0,12	0,02	0,04	0,02	0,03	0,12	0,11	0,13	0,15	0,08
MgO	1,02	1,94	2,63	0,57	3,94	0,47	1,34	0,67	0,55	6,48	3,60	0,04	6,36	0,13
CaO	4,02	5,03	4,84	2,85	7,64	2,69	4,80	2,11	0,74	6,79	4,75	0,85	7,53	1,43
Na <sub>2</sub> O	2,76	2,34	2,10	1,65	1,90	2,90	2,35	2,10	2,64	3,15	3,94	3,90	2,90	5,25
K <sub>2</sub> O	1,41	1,59	2,06	3,96	1,62	2,16	1,64	4,08	4,08	1,03	1,88	4,63	0,63	2,05
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,16	0,10	0,14	0,05	0,11	0,06	0,17	0,06	0,05	0,53	0,21	0,11	0,37	0,15
Pérdida por calcificación	0,48	0,76	0,67	0,49	0,86	0,50	0,56	0,57	0,94	-	-	-	-	-
H <sub>2</sub> O	0,06	0,22	0,20	0,24	0,12	0,12	0,08	0,32	0,26	1,18	0,39	0,75	0,88	0,66
Total	99,52	99,89	100,24	99,75	100,30	99,30	99,76	100,37	99,84	99,30	99,35	99,12	99,27	99,38
Q	39,22	32,42	32,72	43,12	21,95	41,80	33,93	41,74	42,95	5,10	18,89	19,55	5,88	21,04
OR	8,41	9,50	12,25	23,63	9,64	12,93	9,78	24,23	24,29	6,32	11,11	27,36	3,72	12,12
AB	22,59	20,02	17,88	14,10	16,19	24,87	20,06	17,86	22,51	26,66	33,34	33,00	24,54	44,43
AN	19,08	24,57	22,01	13,95	27,94	13,13	22,90	10,13	3,37	28,95	14,82	3,50	29,79	6,12
C	2,89	1,44	-	1,17	-	3,54	3,77	1,29	2,77	-	-	4,57	-	3,75
EN	2,57	4,88	6,30	1,43	7,56	1,19	3,37	1,68	1,38	-	-	-	-	-
FS	2,08	5,56	4,29	1,59	4,77	1,93	3,30	1,24	1,71	-	-	-	-	-
HI	4,64	10,44	10,59	3,03	2,74	3,12	6,66	2,92	3,09	27,06	11,36	3,94	26,14	5,25
MT	1,10	0,69	2,25	0,47	2,90	0,01	1,45	1,27	0,48	4,03	3,36	4,87	4,33	4,71
IL	0,069	0,69	0,97	0,42	1,05	0,46	1,05	0,42	0,42	2,72	1,96	1,37	3,42	1,08
AP	0,38	0,23	0,33	0,12	0,96	0,14	0,40	0,14	0,12	1,23	0,49	0,25	0,86	0,35
MgDi	-	-	0,63	-	4,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FeDi	-	-	0,38	-	2,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Di	-	-	1,01	-	7,74	-	-	-	-	1,13	7,47	-	4,59	-

Referencias: <sup>1</sup>Tonalita de biotita de Paso Flores. LR. Lampróforo de La Rinconada. <sup>2</sup>Tonalita de Paso Chacabuco. <sup>3</sup>Granito biotítico de Comallo. <sup>4</sup>Granodiorita biotítica de Comallo. L. Tonalita biotítica porfiróide Lipitrén. S. Monzonita La Rinconada.

Las muestras fueron analizadas en el Laboratorio Geoquímico del Centro de Investigaciones Geológicas, La Plata (UNLP), bajo la dirección del Dr. Julio C. Merodio.

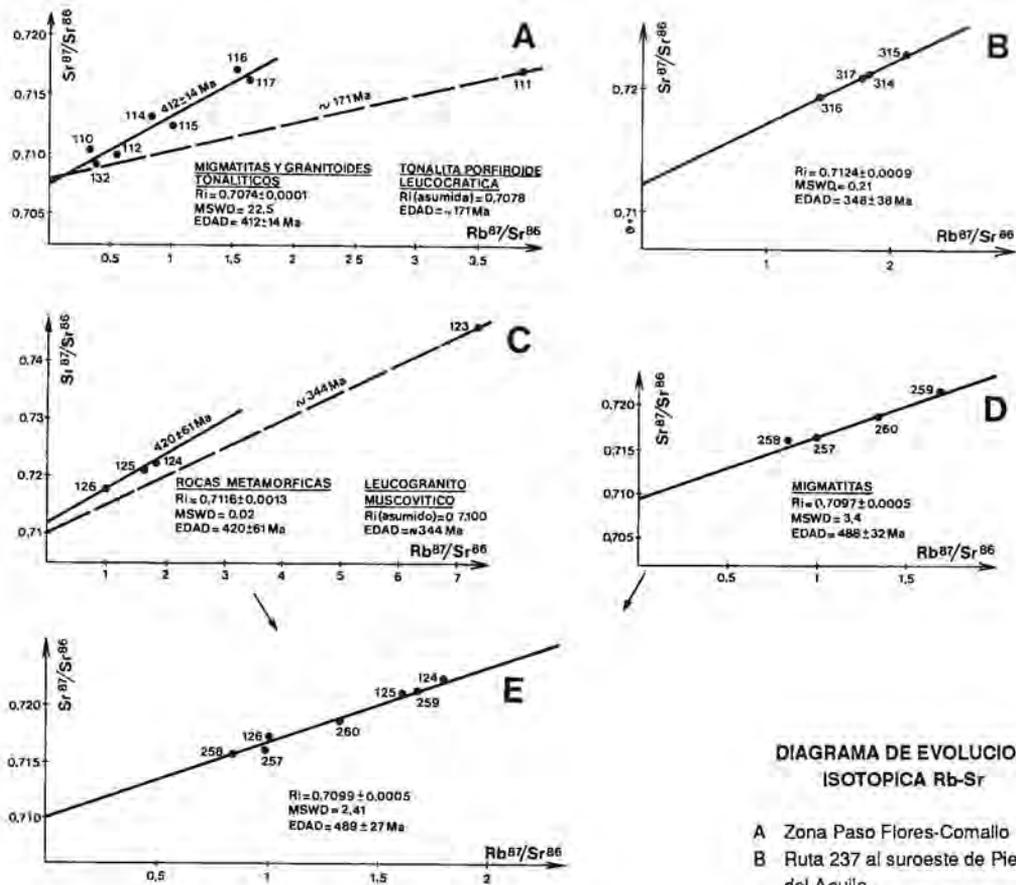


DIAGRAMA DE EVOLUCION ISOTOPICA Rb-Sr

- A Zona Paso Flores-Comallo
  - B Ruta 237 al suroeste de Piedra del Aguila
  - C Zona Rio Collón Curá
  - D Zona Sañicó
  - E Zona Sañicó-Collón Curá
- $\lambda_{Rb^{87}} = 1,42 \times 10^{-11} a^{-1}$

FIG. 5. Diagramas de evolución isotópica Rb-Sr.

**METODO Rb-Sr**

Se trabajó sobre roca total previa selección de un número mayor de muestras según contenidos en Rb y Sr determinados preliminar y semicuantitativamente por FRX. Posteriormente, el contenido cuantitativo de Rb y Sr fue realizado por FRX en todos los casos, teniendo en cuenta que las concentraciones eran superiores a 50 ppm en uno y otro elemento.

El ataque químico y concentración de Sr en columnas cromatográficas fueron llevados a cabo en el Centro de Investigaciones Geológicas de la Universidad de La Plata y la espectrometría de masas (Sr natural) corresponde al CPGeo, Universidad de

São Paulo, Brasil; Laboratorio de Geología Isotópica, Universidad Federal do Pará, Belem, Brasil y en el Natural Environment Research Council, Isotope Centre, Londres. De acuerdo con los datos de campo y petrológicos fueron tratados por separado conjuntos de muestras para las zonas de Paso Flores-Comallo, Collón Curá, Sañicó y Ruta 237 al suroeste de Piedra del Aguila, siguiendo el criterio de diagramas de evolución isotópica e isocronas  $^{87}Sr/^{86}Sr$  versus  $^{87}Rb/^{86}Sr$ . El cálculo de edad y de la relación inicial  $^{87}Sr/^{86}Sr$  corresponde al modelo propuesto por McIntyre (Brooks *et al.*, 1972). Las constantes utilizadas son las propuestas por Steiger y Jäger (1977).

TABLA 2. DATOS ANALITICOS Rb-Sr PARA ROCAS METAMORFICAS, MIGMATITAS Y GRANITOIDES DEL BASAMENTO CRISTALINO DE LA REGION DE SAÑICO-PASO FLORES-COMALLO

Muestra No.		Roca	Localidad <sup>2</sup>	Rb (ppm) <sup>3</sup>	Sr (ppm) <sup>3</sup>	Rb <sup>87</sup> /Sr <sup>86</sup> <sup>4</sup>	Sr <sup>87</sup> /Sr <sup>86</sup> <sup>4</sup>	Edad y error Ma <sup>5</sup>
Laboratorio <sup>1</sup>	Campo							
<b>Zona Paso Flores-Comallo</b>								
CIG110	86CC11	Tonalita biotítica	Loma Carhué	61,9	547,3	0,327	0,71024 ± 0,00012 <sup>6</sup>	412 ± 14
CIG111	86CC12	Tonalita biotítica porfiroide	Este de Escuela Merino	191,4	144,6	3,835	0,71707 ± 0,00018 <sup>6</sup>	ca. 171
CIG112	86CC13	Embrechita tonalítica	6 km al sureste Paso Flores	95,6	491,8	0,563	0,70989 ± 0,00016 <sup>6</sup>	412 ± 14
CIG114	86CC15	Tonalita biotítica	6 km al sureste Paso Flores	58,5	201,2	0,842	0,71307 ± 0,00017 <sup>6</sup>	412 ± 14
CIG115	86CC16	Tonalita c/tremolita y biotita	6 km al sureste Paso Flores	83,3	236,7	1,019	0,71245 ± 0,00007 <sup>6</sup>	412 ± 14
CIG116	86CC17	Tonalita biotítica	6 km al sureste Paso Flores	116,0	221,0	1,521	0,71711 ± 0,00027 <sup>6</sup>	412 ± 14
CIG117	86CC18	Tonalita biotítica	6 km al sureste Paso Flores	131,7	232,5	1,641	0,716415 ± 0,000079 <sup>7</sup>	412 ± 14
CIG132	86CC35	Granodiorita biotítica	Comallo	73,0	550,7	0,384	0,709148 ± 0,000072 <sup>7</sup>	412 ± 14
<b>Zona Collón Curá</b>								
CIG 123	86CC24	Leucogranito muscovítico	Río Collón-Curá	191,4	75,9	7,327	0,74590 ± 0,00039 <sup>6</sup>	ca. 344
CIG124	86CC25	Esquisto biotítico	Río Collón-Curá	126,5	203,3	1,804	0,72247 ± 0,00041 <sup>6</sup>	420 ± 61
CIG125	86CC26	Esquisto biotítico	Río Collón-Curá	117,9	212,0	1,612	0,72123 ± 0,00057 <sup>6</sup>	420 ± 61
CIG126	86CC27	Esquisto biotítico	Río Collón-Curá	100,1	290,1	1,000	0,71763 ± 0,00038 <sup>6</sup>	420 ± 61
<b>Zona Sañicó</b>								
CIG257	88CC2-C	Anatexita granodiorítica	16 km al oeste Sañicó	88,9	259,4	0,993	0,716190 ± 0,000034 <sup>7</sup>	488 ± 32
						0,992	0,716117 ± 0,000072 <sup>8</sup>	
						0,842	0,715838 ± 0,000025 <sup>7</sup>	488 ± 32
CIG258	88CC2-B	Anatexita granodiorítica	16 km al oeste Sañicó	75,5	259,7	0,842	0,715883 ± 0,000072 <sup>8</sup>	
						1,683	0,721572 ± 0,000063 <sup>7</sup>	488 ± 32
CIG259	88CC2-E	Anatexita granodiorítica	16 km al oeste Sañicó	107,9	185,8	1,682	0,721674 ± 0,000072 <sup>8</sup>	
						1,329	0,718800 ± 0,000026 <sup>7</sup>	488 ± 32
CIG260	88CC2-F	Anatexita granodiorítica	16 km al oeste Sañicó	98,3	214,4	1,328	0,719298 ± 0,000072 <sup>8</sup>	
<b>Zona Ruta 237, al suroeste de Piedra del Águila</b>								
CIG314	88CC3-A	Neis biotítico	64 km al suroeste Piedra Águila	125,4	200,9	1,809	0,72120 ± 0,00007 <sup>6</sup>	348 ± 38
							0,721620 ± 0,000010 <sup>6</sup>	
CIG315	88CC3-C	Neis biotítico	64 km al suroeste Piedra Águila	134,9	185,0	2,114	0,72295 ± 0,00005 <sup>6</sup>	348 ± 38
							0,723064 ± 0,000010 <sup>6</sup>	
CIG316	88CC3-D	Neis biotítico	64 km al suroeste Piedra Águila	104,7	212,5	1,428	0,71950 ± 0,00005 <sup>6</sup>	348 ± 38
CIG317	88CC3-E	Neis biotítico	64 km al suroeste Piedra Águila	135,4	221,5	1,772	0,72116 ± 0,00016 <sup>6</sup>	348 ± 38

Referencias: <sup>1</sup>CIG: Centro de Investigaciones Geológicas, La Plata. <sup>2</sup>Ver ubicación en la figura 1. <sup>3</sup>Error: ±2%. <sup>4</sup>Error: ±3%. <sup>5</sup>λRb<sup>87</sup>: 1,42 x 10<sup>-11</sup>a<sup>-1</sup>. <sup>6</sup>Espectrometría de masas efectuada en el Centro de Pesquisas Geocronológicas, San Pablo, Brasil. <sup>7</sup>Espectrometría de masas efectuada en el Laboratorio de Geología Isotópica de la Universidad Federal do Pará, Belem, Brasil. <sup>8</sup>Espectrometría de masas efectuada en el Natural Environment Research Council, Isotope Centre, U.K.

### Zona Collón Curá

El muestreo se realizó sobre los afloramientos ubicados unos 15 km al norte del cruce de la ruta 40 con la ruta 237 (Fig. 2), y se vio facilitado por los trabajos de apertura vial sobre la ruta 40. Las rocas muestreadas corresponden a esquistos biotíticos, con un contenido en Rb que varía de 100-125 ppm y de Sr entre 200-290 ppm. Los tres análisis efectuados definen un buen alineamiento correspondiente a una recta de  $420 \pm 61$  Ma y una relación inicial (Ri) de  $0,7116 \pm 0,0013$ . Una muestra correspondiente a un leucogranito muscovítico, emplazado discordantemente en los esquistos, permitió calcular una edad aproximada a los 344 Ma, con Ri asumido de 0,7100 (Fig. 5c).

### Zona Sañicó

Se analizaron cuatro rocas totales correspondientes a migmatitas granodioríticas de un único afloramiento ubicado a unos 16 km al oeste de Sañicó (Fig. 2). El contenido en Rb oscila entre 75 y 108 ppm y el de Sr entre 186 y 260 ppm. Para diferentes ataques químicos se realizaron determinaciones en los laboratorios de Belem y Londres, con concordancia de valores (Tabla 2). La edad para estas migmatitas es de  $488 \pm 32$  Ma, con Ri de  $0,7097 \pm 0,0005$  (Fig. 5D).

Estas migmatitas, más las ectinitas del río Collón Curá (Fig. 5e), fueron consideradas en un único diagrama isotópico que ofrece con buen alineamiento una isocrona de referencia de  $489 \pm 27$  Ma y una Ri de  $0,7099 \pm 0,0005$ .

### Zona Paso Flores-Comallo

Para este conjunto de migmatitas tonalíticas y granitoides tonalíticos-granodioríticos, se analizaron siete rocas totales que cubren la extensión entre el río Limay (Paso Flores) y la localidad de Comallo. Los contenidos en Rb varían entre 58 y 132 ppm y los de Sr entre 201 y 550 ppm, con baja relación Rb-Sr de acuerdo a la naturaleza tonalítica de las rocas estudiadas. La edad ofrecida tiene el carácter de una datación promedio (isocrona de referencia) para un proceso heterogéneo metamórfico-migmático, con un valor de  $412 \pm 14$  Ma y Ri de  $0,7074 \pm 0,0001$  (ver Tabla 2 y Fig. 5a). Esta edad se ubica en el límite Silúrico-Devónico. Se agregan los análisis para una tonalita porfiroide diferenciable por sus relaciones de

campo que fue datada (edad aparente, Ri asumido de 0,7078), con un valor de 171 Ma (Jurásico Medio), que sería un magmatismo de edad equivalente a lo encontrado en otras áreas del macizo Norpatagónico (Alonso, 1987).

### Zona Ruta 237 al suroeste de Piedra del Aguila

Se trata de neises biotíticos, con cuatro determinaciones sobre roca total de un único afloramiento, que está profusamente penetrado por venillas cuarzo-feldespáticas, a unos 64 km al suroeste de Piedra del Aguila (Fig. 2, 5 b). La concentración de Rb es variable entre 105 y 135 ppm y la Sr entre 185 y 221 ppm. Cabe destacar que dos muestras fueron analizadas por duplicado en la espectrometría de masas (CPGeo, Brasil y NERC, Gran Bretaña). La edad de la recta isocrona es de  $348 \pm 38$  Ma y Ri de  $0,7124 \pm 0,0009$ , que ubica al proceso datado en el Carbonífero Inferior, cercano al límite con el Devónico.

### METODO K-Ar

Las determinaciones por este método fueron realizadas en el CPGeo, San Pablo, Brasil, NERC, Londres, Gran Bretaña y en el SERNAGEOMIN, Santiago de Chile (Tabla 3).

Se dataron siete tonalitas, una monzonita alcalina, tres gabros y un lamprófiro. Para las rocas tonalíticas foliadas se tiene que el concentrado de biotita de una de ellas (SPK 6158, de Paso Flores) con  $311 \pm 6$  Ma es parte de un conjunto de rocas totales analizadas por el método Rb-Sr, con una edad de  $412 \pm 14$  Ma. Las restantes edades, con valores entre 316 y 353 Ma (Carbonífero Inferior) corresponden a tonalitas granudas de Paso Chacabuco, sobre el río Limay (Fig. 2). Se interpreta que la edad K-Ar de la tonalita foliada es un valor mínimo sobre rocas afectadas por eventos termotectónicos meso-neopaleozoicos. Los datos de las tonalitas de Paso Chacabuco podrían corresponder a edades de emplazamiento.

La monzonita alcalina de La Rinconada, que fue analizada por duplicado, tiene una edad de  $330 \pm 9$  Ma (Carbonífero Inferior, parte alta). Los gabros olivínicos del sur de Sañicó presentan edades concordantes entre sí de  $162 \pm 7$ ,  $163 \pm 5$  y  $170 \pm 6$  Ma, ubicándolos en el Jurásico Medio a Superior. El lamprófiro de La Rinconada ha sido datado en el Jurásico Inferior ( $189 \pm 6$  Ma).

TABLA 3. DATOS ANALITICOS K-Ar PARA ROCAS IGNEAS DE SAÑICÓ-LA RINCONADA-PASO CHACABUCO Y PASO FLORES

Muestra No.		Roca y material datado	Localidad <sup>2</sup>	%K	Ar <sup>40</sup> rad. 10 <sup>-6</sup> (ccSTP/g)	Ar <sup>40</sup> atm. %	Edad y error Ma <sup>3</sup>
Laboratorio <sup>1</sup>	Campo						
SPK 6155	86CC14	Tonalita (biotita)	Paso Chacabuco	6,23	86,11	4,4	325 ± 4
SPK 6156	86CC14	Tonalita (anfíbola + biotita)	Paso Chacabuco	2,05	27,47	2,6	316 ± 5
SPK 6158	86CC15	Tonalita (biotita)	Paso Flores	7,33	99,63	0,7	311 ± 6
SPK 6159	86CC19	Tonalita (biotita)	Paso Chacabuco	7,18	108,73	2,4	353 ± 4
SPK 6161	86CC19	Tonalita (anfíbola + biotita)	Paso Chacabuco	2,76	40,99	4,5	347 ± 5
SPK 6162	86CC20	Tonalita (biotita)	Paso Chacabuco	6,88	97,56	1,6	332 ± 4
SPK 6163	86CC23	Tonalita (biotita)	Paso Chacabuco	5,84	82,40	2,4	331 ± 4
NERC 2477 <sup>1</sup>	LR3	Monzonita alcalina	La Rinconada	4,50	63,44	1,70	330 ± 9
		(roca total)		4,50	63,42	1,70	330 ± 9
NERC 2475 <sup>2</sup>	88CC1-A	Gabro (roca total)	Sañicó	0,933	6,1629	2,5 nl	162 ± 7
NERC 2476 <sup>3</sup>	88CC1-B	Gabro (roca total)	Sañicó	0,916	6,3638	1,70 nl	170 ± 6
SERNAGEOMIN	CON-88-41	Gabro (roca total)	Sañicó	1,071	7,01	9	163 ± 5
NERC 2478 <sup>2</sup>	LR4	Lamprófiro (roca total)	La Rinconada	0,494	3,8313	0,84 nl	189 ± 6

Referencias: <sup>1</sup>SPK: Centro de Pesquisas Geocronológicas, San Pablo, Brasil. NERC: Natural Environment Research Council, U.K. SERNAGEOMIN: Servicio Nacional de Geología y Minería, Santiago, Chile.

<sup>2</sup>Ver ubicación en la figura 1. <sup>3</sup>%K<sup>40</sup>: 5,543 x 10<sup>-12</sup>a<sup>-1</sup>

## DISCUSION

La estructura actual de la región en estudio es el resultado de la interacción de dos sistemas de fracturación transcurrentes (extremo norte de los sistemas Gastre y Comallo, según Coira *et al.*, 1975), con los cuales se asocian fracturas sintéticas y antitéticas normales y de empuje que limitan bloques menores dentro del bloque mayor Sañicó-Piedra del Aguila-Comallo-Pilcaniyeu.

Esta estructura de bloques se desarrolló a partir del Triásico, con fenómenos distensivos en la corteza indicados por la cuenca sedimentaria de Paso Flores y el complejo volcánico-plutónico-sedimentario de Chasicó-Mencué, siguiendo las estructuras principales del basamento cristalino (Dalla Salda y Franzese, 1987 y Dalla Salda *et al.*, 1990). Hacia el norte fracturas normales favorecen el desarrollo del Mesozoico inferior sedimentario de la Cuenca Neuquina. Desde el Mesozoico superior el área registra cierta estabilidad tectónica.

Cabe señalar que en el ámbito del Macizo Norpatagónico la tectónica terciaria ha desarrollado importantes franjas de grabenes y cuencas de 'pull apart'. La fractura a la que se adapta el río Collón Curá da el borde occidental de una de estas megas-

estructuras, que se orienta NNW-SSE desde Gastre hasta Lolco en Chile (Dalla Salda y Franzese, 1987 y Rapela, 1990).

La estructura interna del complejo ígneo metamórfico del bloque en estudio es característica de cinturones móviles migmatizados, producto de al menos tres importantes fases de deformaciones, con figuras de interferencia y milonitización. Las direcciones en una secuencia preliminar de eventos es: D1: N90°/30°S; D2: N331°/70°E y D3: N49°/28°S. Los mencionados procesos de transcurrencia han ocurrido fundamentalmente sobre la segunda de las orientaciones dadas.

Composicionalmente, el basamento estudiado se integra con metamorfitas de la Formación Cushman, de grado medio a alto y en el que las máximas condiciones de presión y temperatura fueron compatibles con la anatexis que desarrolló el campo migmatítico-granítico de la Formación Mamil Choique durante el Paleozoico Inferior a medio (Ciclo Famatiniano). Se interpreta que las ectinitas previamente sufrieron un episodio de metamorfismo regional, grado granate, sólo reconocido localmente. El mismo es vinculado tentativamente con las direcciones

relictuales este-oeste y las edades precámbricas (1190-643 Ma) del ciclo metamórfico definido por Linares *et al.* (1988a). Cabe mencionar que los materiales originales fueron grauwacas y pelitas, con escasas areniscas cuarzosas y margas (¿o basaltos?).

El episodio metamórfico principal desarrolló una fuerte fábrica planar orientada NNW-SSE e impresa en metamorfitas de niveles corticales medios que componen pequeños afloramientos relictuales de extensas áreas migmatizadas.

Se destaca que la orientación estructural D3 (N49°/28°S), transversal a D2, se relaciona con una tectónica postpaleozoica media, que podría estar vinculada con planos de corte del sector norte de la Patagonia, con influencia inclusive en el cinturón plegado de Sierra de la Ventana, en la provincia de Buenos Aires.

Entre los granitoides, que presentan alto valor de corindón normativo y son per a metaaluminosos, se distingue un grupo más básico integrado por tonalitas y restringido al área de Paso Chacabuco, y una serie calcoalcalina dada por tonalita-granodiorita-granito de extensión regional. Las características de campo, geoquímicas y los valores  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  iniciales, los señalan como tipo S (Pitcher, 1982), condición ya indicada por Linares *et al.* (1988a).

La importante removilización de material cortical que produjo metamorfismo y migmatización y el emplazamiento de granitoides S, se asigna a una situación tectónica de colisión, que desarrolló un ambiente tectónico hercínico.

Con posterioridad, el levantamiento del complejo ígneo metamórfico a nivel epicortical da lugar a la generación de una discordancia interfamatiniana (¿oclóyica?), representada al este en la base de la Formación Sierra Grande. En el BROMN este cambio se advierte en la aparición de granitoides menores e hidrotermalimos.

Integrando el mencionado modelo con la presencia de rocas alcalinas de edad carbonífera (La Rinconada), se tiene que las mismas parecen sugerir una etapa de extensión cortical ('rifting'). Con ello es posible interpretar que hacia el Carbonífero Inferior finaliza la evolución del basamento en el Macizo Norpatagónico. Procesos magmáticos posteriores, con edades entre el Pérmico Medio y el Jurásico Inferior, dieron lugar a granitoides y volcanitas probablemente desarrollados a través de fenómenos de intraplaca, con transcurrencia y extensión (Rapela,

1990, Dalla Salda *et al.*, en prensa). En parte podría correlacionarse con el evento granítico joven (280 Ma) que Linares *et al.* (1988a) definieron para la zona del río Limay, y al cual podrían corresponder, por otra parte, los granitoides que intruyen a la Formación Sierra Grande.

La asociación aquí descrita, interpretada como originada por el desarrollo de una colisión continente-continente (Dalla Salda *et al.*, en prensa), presenta al oeste un terreno occidental compuesto por una franja de rocas principalmente precámbricas de la Formación Colohuincul, pobremente representada en la zona andina chilena. No obstante, la presencia del complejo de subducción en la Cordillera de la Costa, con un metamorfismo del Paleozoico medio a Superior, asociado a plutonitas (¿de arco magmático?) como las de Nahuelbuta (Frutos y Alfaro, 1987) y Lago Ranco (36-46°S), indican que éstas se debieron desarrollar sobre un borde de rocas más antiguas (paleozoico medio) que inclusive proveyeron de los sedimentos de relleno a dicho prisma de acreción.

Las características reseñadas para el complejo Cushamen-Mamil Choique, más la serie granítica póstuma, hacen posible la comparación de este basamento de la región occidental del Macizo Norpatagónico con el de las Sierras Pampeanas. Estas presentan una evolución metamórfica precámbrico-paleozoica inferior (uno de los principales episodios metamórficos es también ordovícico) y un definido desarrollo de plutones graníticos que abarcan desde el Paleozoico Inferior hasta el Carbonífero Inferior, con cuerpos finales de tipo alcalino (Rapela *et al.*, 1990).

En ambas regiones comparadas existe una franja de metamorfitas más antiguas con diferentes tipos de metamorfismo, abundancia de metabasitas y escasez de granitoides y migmatitas hacia el oeste de un cuerpo principal néisico-granítico-migmático. En las Sierras Pampeanas está representado por los cerros Ventana, Valdivia y El Gigante, las sierras Pie de Palo, Valle Fértil, Umango, Toro Negro y Fiambalá. En La Puna, por los afloramientos de Antofalla; y en el Macizo Norpatagónico, por el Cordón del Serrucho, la región de los lagos del sur de Bariloche, San Martín de los Andes, Cerro Colohuincul, Lago Curruhué, Lago Ñorquincó, hasta las cercanías de Lago Aluminé, integrando una franja metamórfica con anfíbolitas (v. gr. anfíbolitas de Lago Guillermo).

El concepto propuesto por Braccacini (1960)

sobre la existencia de un cratógeno central, en nuestro caso un orógeno central colisional, que da continuidad a las Sierras Pampeanas hacia el sur,

sería válido de acuerdo con la presente interpretación, difiriendo con la hipótesis de aloctonía de Patagonia sustentada por Ramos (1984).

### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue realizado mediante subsidio PID n 3-002100/88 de CONICET. Se agradece al Dr. K. Kawashita del Centro de Pesquisas Geocronológicas, San Pablo, Brasil y al Laboratorio de Geología Isotópica de la Universidad do Pará, Belem, Brasil por las determinaciones efectuadas con sus espectrómetros de masa. Un reconocimiento a los Drs. C. Rapela (Conicet, Argentina), F. Hervé, M. Parada, F. Munizaga (Universidad de Chile) y R.

Pankhurst (NERC, Londres) por las estimulantes discusiones realizadas durante y después de las tareas de campo, que resultaron en éste y otros trabajos. Agradecemos también a F. Munizaga, R. Pankhurst y S. Harrison (NERC, Londres) por su colaboración en algunas determinaciones K-Ar. Este estudio es una contribución a los Proyectos IGCP 249 (Andean Magmatism and its Tectonic setting) y 279 (Terranes of South America).

### REFERENCIAS

- Aceñolaza, F.G.; Toselli, A. 1976. Consideraciones estratigráficas y tectónicas sobre el Paleozoico Inferior del Noroeste Argentino. *In Congreso Latinoamericano de Geología, No. 2, Memorias, Vol. 2, p. 755-763. Caracas, 1973.*
- Aguirre, L.; Levi, B. 1964. Geología de la Cordillera de los Andes de las provincias de Cautín, Valdivia, Osorno y Llanquihue. *Instituto de Investigaciones Geológicas, Boletín, No. 17, 38p. Santiago.*
- Alonso, G. 1987. Resultados geoquímicos y geocronológicos preliminares de los cuerpos graníticos de Pilcaniyeu, Provincia de Río Negro. *In Congreso Geológico Argentino, No. 10, Actas, Vol. 4, p. 27-29. Tucumán.*
- Arrondo, O.; Morel, E.; Ganuza, D.; Hervé, F.; Parada, M.; Muenhlbach, W. 1988. La Formación Panguipulli y su contenido paleoflorístico, Chile. *In Congreso Geológico Chileno, No. 5, Actas, Vol. 1, p. C 137-145. Santiago.*
- Braccacini, I.O. 1960. Lineamientos principales de la evolución estructural de la Argentina. *Petrotecnica, Vol. 10, No. 6. Buenos Aires.*
- Brooks, C.; Hart, S.R.; Wendt, W. 1972. On the realistic use of two-error regression treatments as applied to Rb-Sr data. *Reviews of Geophysics and Space Physics, Vol. 10, No. 2, p. 551-578.*
- Caminos, R.; Llambías, E.J. 1984. El Basamento Cristalino. *In Congreso Geológico Argentino No. 9, Actas, Relatorio, Vol. 1, p. 37-63. Buenos Aires.*
- Coira, B.L.; Nullo, F.; Proserpio, C.; Ramos, V.A. 1975. Tectónica de basamento de la región occidental del Macizo Nordpatagónico (Provincias de Río Negro y Chubut), República Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina, Vol. 30, No. 4, p.361-383. Buenos Aires.*
- Dalla Salda, L. 1987. Basement tectonics of the southern Pampean Ranges. *Tectonics, Vol. 6, No.3, p. 249-260.*
- Dalla Salda, L. 1989. La estructura del Basamento Cristalino del occidente del Macizo Norpatagónico, Argentina. *Universidad de Chile, Departamento de Geología y Geofísica, Comunicaciones, Vol. 40, p. 29-38. Santiago.*
- Dalla Salda, L.; Franzese, J. 1987. Las megafracturas del Macizo y la Cordillera Norpatagónica Argentina y la génesis de las cuencas volcano sedimentarias terciarias. *Revista Geológica de Chile, No. 31, p. 3-13.*
- Dalla Salda, L.; Cingolani, C.A.; Varela, R. 1990. El basamento de la región occidental del Macizo Norpatagónico, Argentina. *In Congreso Geológico Argentino, No. 11, Actas, Vol. 2, p. 11-14. San Juan.*
- Dalla Salda; Cingolani, C.; Varela, R. (En prensa, a). El Basamento Pre-andino igneo-metamórfico de San Martín de los Andes, Neuquén. *Revista de la Asociación Geológica Argentina.*
- Dalla Salda; Cingolani, C.; Varela, R. (En prensa, b). El basamento cristalino de la región norpatagónica de los lagos Gutiérrez, Mascardi y Guillermo, provincia de Río Negro, República Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina.*
- Dalla Salda, L.; Varela, R.; Cingolani, C. (En prensa). Los granitoides de Chasicó-Mencué, Macizo Nordpatagónico, Río Negro. Su implicancia geotectónica. *Revista de la Asociación Geológica Argentina.*
- Dalla Salda, L.; Cingolani, C.A.; Varela, R. (En prensa). The origin of Patagonia. *In Simposio Proyecto IGCP 279, terranes of South America, Universidad de Chile, Departamento de Geología y Geofísica, Comunicaciones, Santiago, Chile.*
- Frutos, J.; Alfaro, G. 1987. Metallogenic and tectonic characteristics of the paleozoic ophiolitic belt of the

- Southern Chile Coastal Cordillera. *Geologische Rundschau*, Vol.76, No. 2, p. 343-356.
- Galli, C.A. 1969. Descripción geológica de la Hoja 38c, Piedra del Aguila, provincias del Neuquén y Río Negro. *Dirección Nacional de Geología y Minería, Boletín*, No 111, 67 p. Buenos Aires.
- González Bonorino, F. 1979. Esquema de la evolución geológica de la Cordillera Norpatagónica. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, Vol. 34, No. 3, p. 184-202. Buenos Aires.
- González Díaz, E.; Nullo, F. 1980. Cordillera Neuquina. *In Simposio de Geología Regional Argentina, No 2, Actas*, Vol. 2, p. 1099-1147. Córdoba.
- Linares, E.; Cagnoni, M.C.; Do Campo, M.; Osters, H.A. 1988a. Geochronology of metamorphic and eruptive rocks of southeastern Neuquén and Northwestern Río Negro provinces. Argentine Republic. *Journal of South American Earth Sciences*, Vol 1, p. 53-61.
- Linares, E.; Cagnoni, M.C.; Do Campo, M.; Osters, H. 1988b. Caracterización del basamento meso y neopaleozoico en el borde oriental de la depresión del Collón Curá, Provincia del Neuquén, República Argentina. *In Congreso Geológico Chileno, No. 5, Actas*, Vol. 1, p. 167-183. Santiago.
- Llambías, E. 1986. Intrusivos pérmicos del sur de la Cordillera del Viento, Provincia del Neuquén. *Revista Asociación Geológica Argentina*, Vol. 41, Nos. 1-2, p. 22-32. Buenos Aires.
- Nullo, F.E. 1979. Descripción geológica de la Hoja 39c, Paso Flores, Provincia de Río Negro. *Servicio Geológico Nacional, Boletín*, No. 167, 70 p. Buenos Aires.
- Parica, C. 1986. Resultados geocronológicos preliminares de las Formaciones Colohuincul y Huechulafquén, provincia del Neuquén. *Revista Asociación Geológica Argentina*, Vol. 41, Nos. 1-2, p. 201-205, Buenos Aires.
- Pitcher, W.S. 1982. Granite type and tectonic environment. *In Mountain building processes* (Hsu, K.J.; editor) *Academic Press*, p.19-40. Londres.
- Proserpio, C.A. 1978. Descripción geológica de la Hoja 42d, Gastre. Provincia de Chubut. *Servicio Geológico Nacional, Boletín*, No. 159, 75 p. Buenos Aires.
- Rabassa, J. 1979. Estratigrafía de la región Pilcaniyeu-Comallo, Provincia de Río Negro. *Congreso Geológico Argentino, No. 7, Actas*, Vol. 1, p. 731-746. Buenos Aires.
- Ramos, V.A. 1984. Patagonia: un continente paleozoico a la deriva? *In Congreso Geológico Argentino, No. 9, Actas*, Vol. 2, p. 311-325. Buenos Aires.
- Ramos, V.A. 1988. Late Proterozoic-Early Paleozoic of South America. A collisional history. *Episodes*, Vol. 11, No. 3, p. 168-174.
- Rapela, C.W. 1990. El magmatismo gondwánico y la megafractura de Gastre. *In Congreso Geológico Argentino, No. 11, Actas*, Vol. 1, p. 113-116. San Juan.
- Rapela, C.; Llambías, E. 1985. Evolución magmática y relaciones regionales de los complejos eruptivos de La Esperanza, provincia de Río Negro. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, Vol. 40, Nos. 1-2, p. 4-25. Buenos Aires.
- Rapela, C.W.; Spalletti, L.A.; Merodio, J.C.; Aragon, E. 1984. El vulcanismo Paleoceno-Eoceno de la provincia volcánica Andino-Patagónica. *In Congreso Geológico Argentino, No. 9, Relatorio*, p. 189-213. Buenos Aires.
- Rapela, C.W.; Toselli, A.; Heaman, L.; Saavedra, J. 1990. Granite plutonism of the Sierras Pampeanas; An inner cordilleran paleozoic arc in the southern Andes. *Geological Society of America, Special Paper*, No. 241, p. 77-99.
- Steiger, R.H.; Jäger, E. 1977. Subcommission on Geochronology: Convention on the use of decay constants in geo- and cosmochronology. *Earth and Planetary Sciences Letters*, Vol. 36, No. 3, p. 359-362.
- Streckeisen, A.; Lemaître, R.W. 1979. A chemical approximation to the modal QAPF classification of the igneous rocks. *Neues Jahrbuch für Mineralogie und Geologie, Abhandlung*, Vol. 136, p. 169-206.
- Turner, J. 1965. Estratigrafía de la comarca Junín de los Andes (Neuquén). *Academia Nacional de Ciencias, Boletín*, No. 44, p. 5-51. Córdoba.
- Volkheimer, W. 1964. Estratigrafía de la zona extraandina del departamento de Cushamen (Chubut) entre los paralelos 42° y 42°30' y los meridianos 70° y 71°. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, Vol. 19, No. 2, p. 85-107. Buenos Aires.