

GEOLOGIA Y PETROLOGIA DE LOS GRANITOIDES DEL SUR DE LA SIERRA DE COMECHINGONES, CORDOBA, ARGENTINA

F. E. Nullo *, M. R. Fagiano * y J. E. Otamendi **

RESUMEN

Se describe la petrografía y petrología de los granitoides aflorantes en el basamento cristalino del sur de la Sierra de Comechingones.

Dentro del complejo metamórfico regional predominan gneises biotíticos, parafibrolitas, mármoles y metabasitas. El evento metamórfico principal alcanzó condiciones de alta temperatura dentro del grado medio.

Entre los granitoides se reconocieron los siguientes tipos litológicos: granitos biotíticos, leucogranitos y granitos gnéisicos.

Los granitos biotíticos con apatito, sillimanita y granate conforman cuerpos elongados, concordantes con la esquistosidad penetrativa principal. Son de grano fino a medio, con marcada foliación, dada por la alineación de elementos micáceos.

Los leucogranitos, cuyos minerales accesorios son moscovita, granate, turmalina, dumortierita y biotita, se presentan como un conjunto de cuerpos tubulares, de poca potencia y superan el kilómetro de largo.

Los granitos gnéisicos aparecen en pequeños a medianos plutones concordantes siguiendo el tren de la estructura regional. Biotita, sillimanita, monacita y apatito son los minerales accesorios más frecuentes.

Edades radimétricas obtenidas en áreas cercanas permiten inferir que los granitoides son de edad paleozoica inferior.

Las características geológicas y petrológicas de los granitoides sugieren que su origen se debe relacionar a procesos de fusión parcial en la corteza.

Palabras clave: *Granitoides peraluminosos, Paleozoico Inferior, Sierras Pampeanas, Argentina.*

ABSTRACT

The petrography and petrology characteristics of a group of granitoid bodies from the crystalline basement of Southern Comechingones Hills, is described here.

In the metamorphic Complex biotitic gneisses, amphibolites, marbles and metabasic rocks were recognized. The main metamorphic episode in this area reached high-temperature within medium grade conditions.

These granitoid are: biotitic granites, leucogranites and gneissic granites.

The biotitic granites, with biotite, apatite sillimanite and garnet, are elongate bodies, concordant with the main penetrative schistosity. Have medium to small grain, with an important foliation, shown by the lineation of micaceous minerals.

The muscovite, garnet, tourmaline, dumortierite and biotite leucogranites have tabular shape, and an extension more than one kilometer.

The gneissic granites are plutons that intruded concordant to the regional structural trend. Biotite, sillimanite, monacite and apatite minerals are characteristic of these rocks.

Radimetric ages obtained in nearby areas, show that granitoids may be of Lower Paleozoic age.

Geology and petrology characteristics of granitoids suggest that they may have been produced by partial melt of crustal metasedimentary rocks.

Key words: *Peraluminous granitoids, Lower Paleozoic, Sierras Pampeanas, Argentina.*

* Departamento de Geología. Univ. Nac. Río Cuarto. Estafeta Postal n.º 9 (5800). Río Cuarto, Argentina.

** Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

Introducción

El área de estudio se encuentra delimitada por los paralelos 33°00' y 33°15' de latitud Sur, y de los meridianos 64°55' y 65°05' de longitud Oeste, teniendo como centro la localidad de Achiras (fig. 1).

La primera contribución respecto de la geología del área se debe a Sosic (1964).

Estudios regionales realizados por diferentes autores en las Sierras Pampeanas de Córdoba y San Luis, sirvieron como punto de partida para nuestras observaciones detalladas a fin de ampliar el conocimiento geológico regional de esta importante unidad morfoestructural. Entre ellos se pueden mencionar: Gordillo y Lencinas (1979), Caminos (1979), Kilmurray y Dalla Salda (1979), Dalla Salda (1984, 1988), entre otros.

En los últimos años se han realizado estudios del Basamento Cristalino en el área, mediante el proyecto «Evolución Estructural y Petrológica del Basamento en los alrededores de la localidad de Achiras», Nullo y Fagiano (1988, 1989) y Nullo *et al.* (1992) caracterizando el basamento metamórfico-granítico de la región con un punto de vista petrológico y estructural, reconociéndose diferentes fases de deformación.

Este trabajo tiene como objetivo dar a conocer la caracterización petrológica de las variedades de granitoides aflorantes en la porción sur de la Sierra de Comechingones, sus relaciones temporales y algunas interpretaciones petrogenéticas, en base a estudios petrográficos y relaciones de campo. También se presenta una breve descripción de las rocas metamórficas y las condiciones de metamorfismo.

Complejo metamórfico

Las rocas metamórficas que afloran en el sur de la Sierra de Comechingones (fig. 1), son principalmente derivadas de protolitos sedimentarios. La asociación litológica muestra una gran heterogeneidad y está constituida por gneises biotíticos, parafibrolitas, metabasitas y calizas cristalinas.

Las metamorfitas más abundantes son gneises biotíticos, rocas de color gris, con marcada foliación metamórfica, de granulometría meso o macroblástica. Muestran texturas granoblástica a lepidoblásticas y sus constituyentes mineralógicos principales son: cuarzo + plagioclasa (An₂₅) + biotita ± granate ± sillimanita. El cuarzo es abundante, dispuesto en general con el diámetro mayor paralelo a la esquistosidad, y presente como xenoblastos muy fracturados. La plagioclasa, variedad oligoclasa media a cálcica, aparece asociada al cuarzo en bandas granoblásticas.

La biotita es abundante y de color pardo a pardo verdoso. La presencia de granate en porfiroblastos redondeados no es constante en todos los afloramientos. Esta mineralogía va siempre acompañada por pequeñas cantidades de esfena, apatito, circón y epidota.

Intercalados entre los gneises, aparecen escasos afloramientos de mármoles, parafibrolitas y metabasitas. Los primeros son de color blanco, blanco rosado y verdosos, de grano fino a medio. La potencia de los bancos no superan los 2 a 3 m y constituyen lentes dispersos en el basamento. Los accesorios silicatados más comunes son tremolita y flogopita.

Las escasas anfibolitas son de grano fino a medio, de color verde oscuro a gris oscuro, textura nematoblástica y compuesta esencialmente por hornblenda y plagioclasa, con cuarzo y biotita ocasionalmente presentes.

Las metabasitas constituyen bancos lentiformes concordantes con la foliación penetrativa del gneis regional. Sus espesores son variables, no obstante nunca superan el metro de potencia. En este grupo litológico se diferencian dos tipos de estructuras principales: macizas y foliadas. En general son de color gris oscuro a verdoso claro y de grano fino. Al microscopio, las metabasitas presentan textura granoblástica y están formadas por individuos cristalinos de plagioclasa (An₄₀), augita, hornblenda, cuarzo y esfena, con granate en algunas rocas de la variedad bandeada, siendo el apatito y esfena minerales accesorios comunes en estas rocas.

Deformación y grado de metamorfismo

Se han determinado varias fases de deformación, la primera (D₁) produjo una deformación de plano axial penetrativa (S₁), a la que se asocia el evento metamórfico principal (Nullo *et al.*, 1992). La segunda fase (D₂) repliega la foliación de plano axial (S₁) generando un segundo plegamiento dando como resultado una lineación penetrativa (L₂) y una segunda foliación de plano axial (S₂). La tercera fase (D₃) pliega todas las rocas del basamento en estructuras sinformes y antiformes de 1 a 2 km de longitud de onda.

Las rocas que constituyen el complejo metamórfico reflejan los efectos de metamorfismo regional dinamotérmico. La asociación mineralógica de los gneises biotíticos (cuarzo + biotita + plagioclasa ± granate ± sillimanita) y de las metabasitas (plagioclasa An₄₀ + augita + hornblenda + esfena + cuarzo ± granate) corresponde a un metamorfismo de grado medio, equivalente a la parte de alta temperatura de este grado (Winkler, 1978).

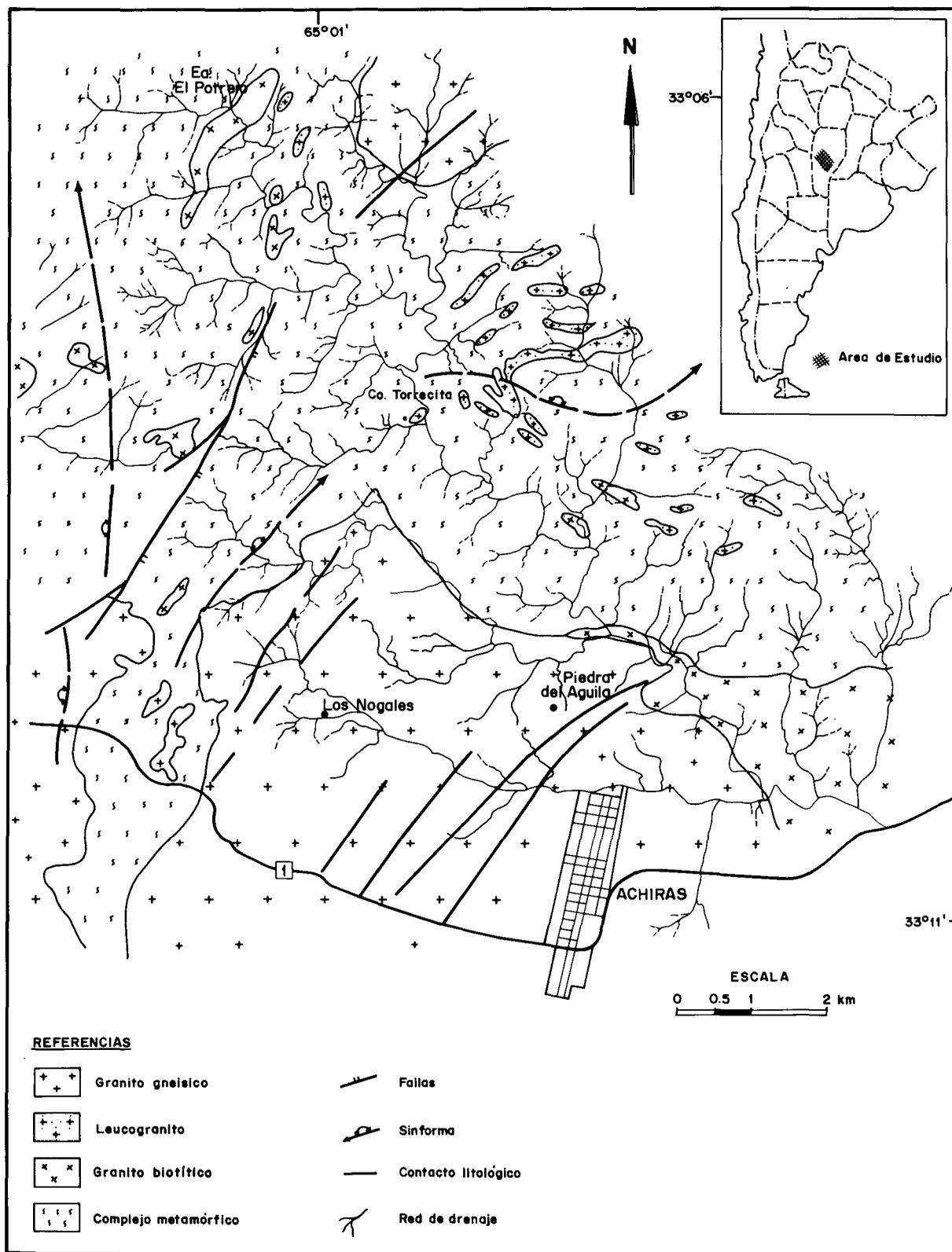


Fig. 1.—Situación de la zona de estudio y bosquejo geológico del extremo sur de la Sierra de Comechingones.

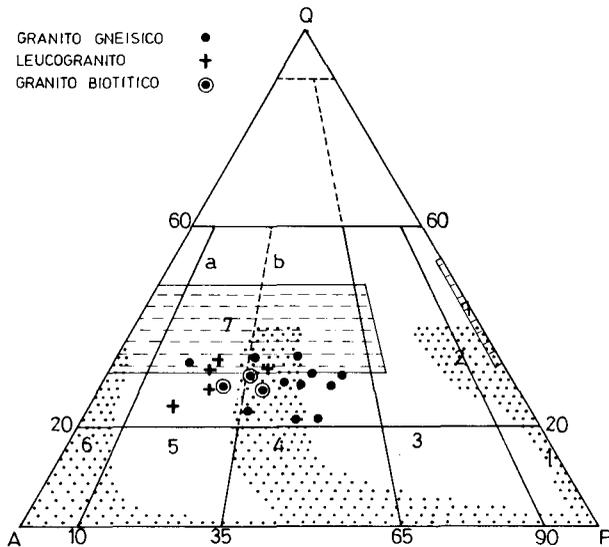


Fig. 2.—Diagrama de clasificación QAP de Streckeisen (1976): a) sienogranito y b) monzogranito. 1-7) Series de rocas plutónicas de Lameyre y Bowden (1982). 7) Granitoides formados por fusión de corteza.

Granitoides

Se pueden diferenciar tres tipos litológicos principales: granitos biotíticos, leucogranitos y granitos gnéisicos. Estos se presentan intercalados en la secuencia metamórfica constituyendo grandes cuerpos homogéneos del orden de 6 km² hasta pequeños cuerpos tabulares de potencias y longitud variables.

Granitos biotíticos

Sus afloramientos tienen un diseño en forma de huso alargado con potencias medias que oscilan entre los 20 y 40 metros. Presentan contactos netos con la roca de caja y en marcada relación concordante con la estructura regional.

Macroscópicamente, se trata de rocas de color rosado pálido o rosado grisáceo, que muestran foliación grosera, dada ésta por la alineación subparalela de las micas.

Los constituyentes esenciales son cuarzo, microclina y plagioclasa, con biotita como accesorio más abundante; además se observa granate, moscovita, sillimanita, apatito, circón y rutilo. El cuarzo, de carácter anhedral, muestra extinción ondulosa y presenta los bordes dentados o suturados. Algunos individuos han sufrido microfracturación intracrística. El feldespato potásico corresponde a microclina micropertítica, es anhedral, tiene extinción ondulan-

te y maclado polisintético en enrejado deshomogeneizado. La plagioclasa se presenta en individuos anhedrales a subhedrales, maclados según ley albita, carlsbad y periclina; su alteración es moderada, a minerales arcillosos y sericita y presenta abundantes inclusiones de cuarzo goticular y vermicular; también se la encuentra como relicto dentro del cuarzo, siendo notable la reabsorción a feldespato alcalino. La biotita es abundante con individuos bien desarrollados, subhedral y pleocroísmo pardo verdoso a pardo marrón. Es frecuente su moscovitización y desferrización. El granate es el componente mineralógico más variable, puede estar desde ausente hasta altas concentraciones porcentuales. Observaciones petrográficas muestran la formación de porfiroblastos de granate a expensa de una matriz cuarzo-feldespática-biotítica. El granate es de carácter sintectónico no rotacional, generado por aplastamiento puro.

Al microscopio estas rocas muestran intensos efectos cataclásticos, observándose flexura y deshomogeneización de la macla de microclina, cuarzo con fuerte extinción ondulosa, sutura y mortero en bordes de fenoblastos, y en las biotitas se observan efectos de flexión y plegamiento tipo kink.

Leucogranitos

En un esquema general estas rocas se caracterizan por encontrarse alternadas, más o menos regularmente, entre las metamorfitas descritas. Afloran como cuerpos tabulares concordantes con la estructura regional, de potencias variadas, oscilando desde 1 a 30 m. Ocasionalmente se presentan como cuerpos ovoides más desarrollados en el espacio. Son rocas de color blanco a rosado pálido, grano medio a grueso. Al microscopio estas rocas muestran textura equigranular con generalizada blastesis mineral sobreimpuesta, la que llega a obliterar la textura primaria. Los componentes principales son cuarzo, microclina, plagioclasa, granate, dumortierita, biotita, sillimanita, moscovita, turmalina y epidota. El cuarzo se presenta en grandes individuos con marcada extinción ondulosa; es frecuente encontrar retazos de microclina y plagioclasa dentro de él. Se observa también recristalización de cuarzo integranular con bordes dentados y suturados. La microclina se encuentra en blastos anhedrales a subhedrales, con micropertitas en cordones subparalelas, en general maclada. La plagioclasa es de tipo oligoclasa con un rango composicional An₁₇-An₂₆, presente como cristales subhedrales con su maclado polisintético característico deformado. La biotita es escasa, aparece como pequeñas láminas de color pardo amarillento, a veces incluidas en cuarzo y feldespato; es muy frecuente su moscovitización por pérdida de hierro. El gra-

Tabla 1.—Moda de muestras representativas de los granitoides del sur de la sierra de Comechingones

	Granitos biotíticos				Leucogranitos				
	36a	36b	57	132	31a	58	108b	121	125b
Cuarzo	26,5	28,3	31,2	27,5	32,55	28,4	32,4	23,0	29,8
Microclina	41,5	40,8	28,7	43,8	47,35	49,6	48,4	57,3	38,7
Plagioclasa	26,3	24,6	29,1	19,5	18,4	20,4	16,6	13,8	25,4
Biotita	3,5	4,2	5,4	2,6	—	—	—	—	0,5
Moscovita	1,3	1,6	0,3	4,6	0,7	0,1	2,5	3,5	2,1
Sillimanita	0,3	—	Tr	0,6	—	—	—	—	0,1
Granate	0,4	0,3	0,4	0,3	0,6	0,6	—	0,3	0,4
Apatito	—	0,1	0,3	0,5	0,4	0,1	Tr	0,2	—
Esfena	—	—	—	—	—	—	Tr	Tr	Tr
Circón	—	Tr	0,1	Tr	—	—	—	—	—
Alteraciones	n.d.	n.d.	n.d.	0,6	n.d.	n.d.	n.d.	1,8	n.d.
Q	28,10	30,2	35,1	30,2	33,1	28,9	33,3	24,4	31,7
A	44	43,5	32,2	48,3	48,2	50,4	49,7	60,9	41,1
P	27,9	26,3	32,7	21,5	18,7	20,7	17,0	14,7	27,2

	Granitos gnéisicos										
	21	22	23	106	123a	127	128a	131a	131b	134	139
Cuarzo	21	21,27	20	30,0	26,3	25,2	27,8	32,0	26,8	29,6	27,8
Microclina	35	46,87	37	38,5	36,7	28,7	26,1	32,1	29,9	50,5	35,7
Plagioclasa	40	26,37	34	22,8	30,7	36,6	38,6	28,8	31,5	12,2	32,6
Biotita	3	4,5	6	3,3	3,2	6,6	3,8	4,7	9,3	3,6	3,0
Moscovita	—	0,5	2	1,5	0,5	0,6	Tr	0,5	—	1,1	0,2
Sillimanita	—	—	—	2,5	—	—	—	—	—	1,3	—
Granate	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Apatito	1	0,4	1	Tr	0,4	Tr	—	0,1	0,6	0,4	Tr
Esfena	—	—	—	—	Tr	Tr	Tr	0,2	Tr	—	Tr
Circón	—	—	—	Tr	—	—	—	—	—	—	—
Alteraciones	n.d.	n.d.	n.d.	1,2	1,6	2,1	7,2	1,1	1,1	1,2	—
Q	21,9	22,5	22	32,88	28,1	27,9	30,1	34,4	30,4	32,1	28,9
A	36,4	49,6	40,6	42,19	39,1	31,7	28,2	34,6	33,9	54,7	35,7
P	41,7	27,9	37,4	24,93	32,8	40,4	41,7	31,0	35,7	13,2	33,9

nate es abundante, de color rosado claro, anhedral a subhedral, está muy fracturado y libre de inclusiones y de aparente carácter postcinemático. La dumortierita se presenta en observación macroscópica con hábito fibroso, siendo las fibras delgadas y de no más de 1 cm de longitud, de color azul claro, con brillo vítreo algo sedoso; en sección delgada es fuertemente pleocroica, de un azul intenso a incoloro, constituye agregados fibrosos como inclusión en los feldespatos.

Es una característica muy común el desarrollo de abundantes y grandes cristales de microclina de hasta 5 cm de longitud, confiriéndole a la roca una textura semejante a las pegmatitas.

Los efectos cataclásticos están muy desarrollados y generan una estructura suturada por la movilización y recristalización del cuarzo.

Granito gnéisico

Los granitos gnéisicos afloran como plutones elongados, con su eje mayor en dirección NNE paralelo a tren de la estructura regional. Se encuentran ubicados en la zona sur del área de estudio en las proximidades de la Estancia Los Nogales o dispersos como pequeños plutones en el sector centro-norte de la comarca. Sus contactos son gradacionales a veces tectónicos.

Macroscópicamente corresponde a una roca de color gris rosado blanquecino, de grano medio a grueso, de textura granular hipidiomórfica. El rasgo textural más sobresaliente es la orientación de las biotitas en bandas discontinuas subparalelas, con frecuentes concentraciones de estos mafitos en pequeños nidos, lo que le confiere un aspecto gnéisico muy

particular. La roca muestra textura porfirica, dada por la presencia de fenocristales de feldespato potásico (0,8 mm), la matriz, es equigranular y se trata de un mosaico de cuarzo, plagioclasa y biotita, de granometría media (0,1 a 0,4 mm).

Los constituyentes esenciales son cuarzo, microclina y plagioclasa, con biotita como accesorio más abundante; además se observa moscovita, apatito, monacita, circón, rutilo y sillimanita.

El cuarzo, es anhedral, posee bordes dentados y recristalizados. Muestra extinción ondulante. Algunos cristales suelen estar más desarrollados y se presentan groseramente alineados según su elongación. La microclina, también anhedral, con bordes corroídos y el maclado característico polisintético en enrejado, está generalmente alterada a minerales arcillosos. La plagioclasa, oligoclasa básica, se encuentra en cristales subhedrales, con maclado polisintético, levemente deformado. Es frecuente la formación de simplectitas mirmequíticas por desmezcla de plagioclasa y cuarzo. La biotita, es pleocroica, de color pardo oscuro o pardo amarillento; está parcialmente cloritizada y desferrizada, y comúnmente aparece flexionada.

El desarrollo, en estas rocas, de rasgos texturales especiales como mirmequitas y microaplitas, son típicos productos de la deformación con existencia de fundido (Hibbard, 1987).

Consideraciones petrogenéticas

Sobre la base de observaciones de campo (asociación litológica y yacencia), y características mineralógicas y petrológicas, podemos interpretar algunos aspectos respecto de la génesis de los granitoides del sur de la Sierra de Comechingones.

Siguiendo los criterios de Castro (1987), los granitoides descritos poseen todos los rasgos de los plutones concordantes, tanto su diseño de afloramiento, como el eje mayor, e incluso la estructura interna—foliación—, se dispone en marcado paralelismo como el tren de la estructura regional, pudiéndose caracterizarlos como sintectónicos y sometidos a esfuerzos durante su cristalización (Hibbard, *op. cit.*).

Otro carácter geológico relevante es la presencia de abundantes xenolitos metasedimentarios, éstos son de tamaños variables desde pocos centímetros hasta pocos metros y su mineralogía y textura son iguales o semejantes a la del gneis biotítico, en raras oportunidades muestran estructura masiva microgranada.

Por su composición modal (tabla 1) los granitoides se clasifican como granitos en sentido estricto en el diagrama QAP de Streckeisen (1976); además, aunque con porcentajes menores de cuarzo, ocupan un

campo similar al que caracteriza los granitoides removilizados por fusión de corteza de Lameyre y Bowden (1982), fig. 2.

De su mineralogía se destaca la composición restringida de las plagioclasas (oligoclasa ácida a media), por lo que se supone poco probable que la cristalización fraccionada haya jugado un rol importante en la evolución de estos granitoides. Por otro lado, los minerales accesorios moscovita, sillimanita y granate, indican que se trata de rocas fuertemente peraluminosas, granitoides Ps en el esquema de Miller (1985).

En vista de estas observaciones, los granitoides del sur de Comechingones, pueden clasificarse dentro del tipo granitoides peraluminosos autóctonos Cca de Barbarin (1990); lo que induce a pensar, más como una hipótesis de trabajo que como una conclusión definitiva, que su origen está relacionado a la fusión parcial de rocas iguales o semejantes a las metamorfitas que los rodean. Por evidencias de campo (Nullo *et al.*, *op. cit.*) el conjunto de los granitos representa más de un pulso anatéctico, y el proceso generador estaría íntimamente relacionado a los eventos de deformación.

Por tratarse de pequeños cuerpos de composición esencialmente granítica, de relación estrictamente concordante con la foliación del gneis regional y marcado carácter peraluminoso, tentativamente pueden asociarse al Ciclo G₂ (sin D₂) de Rapela *et al.* (1990), de donde se deduce para ellos una edad correspondiente al Ordovícico Inferior.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue realizado a través de subsidios de la SeCyT Universidad Nacional de Río Cuarto, como parte del Proyecto de Investigación «Evolución Estructural y Petrología en los alrededores de la localidad de Achiras».

Los autores desean expresar su agradecimiento al Lic. Héctor Martínez (Secretaría de Minería) por la determinación de Dumortierita por el método Difracción de Rayos X.

Referencias

- Barbarin, B. (1990). Granitoids: main petrogenetic classifications in relation to origin and tectonic setting. *Geological Journal*, 25, 227-238.
- Caminos, R. (1979). Sierras Pampeanas noroccidentales, Salta, Tucumán, Catamarca, La Rioja y San Juan. *Segundo Simp. de Geol. Reg. Arg. Acad. Nac. de Cienc.*, 1, 225-292.
- Castro, A. (1987). On granitoid emplacement and related structures. A review. *Geologische Rundschau*, 76, 101-124.
- Dalla Salda, L. (1984). La estructura íntima de la Sierra de Córdoba. *Rev. Asoc. Geol. Arg.*, 39, 38-51.
- Dalla Salda, L. (1987). Basement tectonics of the southern Pampean Ranges. *Tectonics*, 6, 249-260.

- Gordillo, C. y Lencinas, A. (1979). Sierras Pampeanas de Córdoba y San Luis. *Segundo Simp. de Geol. Reg. Arg. Acad. Nac. de Cienc.*, 1, 577-650, Córdoba.
- Hibbard, M. J. (1987). Deformation of incompletely crystallized magma systems: granitic gneisses and their tectonic implications. *Journal of Geology*, 95, 543-561.
- Kilmurray, J. y Dalla Salda, L. (1979). Caracteres estructurales y petrológicos de la región central sur de la Sierra de San Luis. *Rev. Cent. Museo de La Plata*, 4, 167-179.
- Lameyre, J. y Bowden, P. (1982). Plutonic rock type series: discrimination of various granitoid series and related rocks. *Jour. Vol. Geotherm. Res.*, 14, 169-186.
- Miller, C. (1985). Are strongly peraluminous magmas derived from pelitic source? *Journal of Geology*, 93, 673-689.
- Nullo, F. y Fagiano, M. (1988-1989). *Evolución estructural y petrológica del basamento en los alrededores de la localidad de Achiras*. Informe de la Universidad Nacional de Río Cuarto, SECYT, 10 págs.
- Nullo, F., Fagiano, M. y Otamendi, J. (1992). Upper Precambrian-Lower Paleozoic metamorphism, deformation and associated magmatic events in the southeastern Pampean Terrane. Argentina. 29.º *Congr. Geol. Int.*, Abstract (en prensa).
- Rapela, C. W., Toselli, A., Heaman, L. y Saavedra, J. (1990). Granite plutonism of the Sierras Pampeanas: An inner cordilleran Paleozoic arc in the southern Andes. En: Kay, S. M. y Rapela, C. (eds.), *Plutonism from Antarctica to Alaska*, Geol. Soc. Am., Special Paper 241, 77-90.
- Sosic, M. (1964). *Descripción geológica de la Hoja 24 h-Sierra del Moro, San Luis-Córdoba*. Dir. Nac. Geol. y Min., Buenos Aires, 95, 44 págs.
- Streckeisen, A. (1974). *Rocas plutónicas. Clasificación y nomenclatura recomendada por la Unión Internacional de Ciencias Geológicas (IUGS). Subcomisión de sistemática de rocas ígneas*. Inst. de Inv. Geol., Santiago de Chile, 10 págs.
- Winkler, H. G. F. (1978). *Petrogénesis de rocas metamórficas*. Ed. Blume, Madrid, 346 págs.

Recibido el 30 de junio de 1992
Aceptado el 12 de enero de 1993