

## FORMACION DE MEGACRISTALES DE FELDESPATO POTASICO EN EL SECTOR SUR DEL BATOLITO CERRO ASPERO-ALPA CORRAL (32°40'S y 64°50'W), SIERRAS PAMPEANAS, CORDOBA, ARGENTINA

L. P. Pinotti \*, A. Esparza \* y J. Coniglio \*

### RESUMEN

El entorno encajante de la zona estudiada está integrado por una secuencia metamórfica que incluye gneises, esquistos, anfibolitas, calizas cristalinas y migmatitas heterogéneas, intruidas discordantemente por el plutón granítico. A este conjunto puede asignársele una edad precámbrica superior-paleozoica media.

Se identificaron tres facies, en su mayoría de composición monzogranítica, diques micrograníticos a aplíticos y enclaves. En este trabajo se pone énfasis en la facies porfiroide efectuándose estudios petroestructurales de detalle, tomando como indicadores la orientación de los grandes cristales de microclina y enclaves microgranulares asociados.

Se determinaron distintas direcciones de flujo primario con variaciones en la trayectoria de los megacristales de microclina y enclaves desde posiciones subverticales hasta aproximadamente horizontales. Estos cambios han sido interpretados como un sistema convectivo dentro del plutón.

La presencia de una marcada fábrica planar en los megacristales de microclina, conjuntamente con fenómenos de gradaciones en el tamaño de cristales, sineusis, alineaciones en los bordes de enclaves y aglomeraciones de cristales evidencian su origen temprano magmático. Los enclaves muestran una cinemática de deformación producida por cizalla simple.

**Palabras clave:** *Granitos, megacristales de feldespato potásico, enclaves, fluidalidad magmática, Sierras Pampeanas, Córdoba, Argentina.*

### ABSTRACT

The surrounding rocks of studied area are composed by a metamorphic sequence which includes gneisses, schists, amphibolites, marbles and heterogeneous migmatites in non-conformity intruded by a granitic pluton. All this sequence is dated as having late-Precambrian to mid-Paleozoic age.

Three facies, mostly of monzogranitic composition, were identified. This study focuses on the porphyric facies; detailed petrostructural studies being performed, the orientation of large microcline crystal and associated microgranular enclaves being measured.

Different primary flow directions were determined with track variation of microcline megacrystal and enclaves from subvertical to nearly horizontal positions.

These changes have been interpreted as a convective system within the pluton.

The presence of a marked planar fabric in microcline megacrystals along with phenomena such a size-variation of crystal, synneusis, crystal trending at the enclave's border and crystal accumulation, proves their early magmatic origin. The enclaves show a cinematic of deformation produced by simple shear.

**Key words:** *Granites, K-Feldspar megacrystals, enclaves, magmatic fluidarity, Sierras Pampeanas, Córdoba, Argentina.*

---

\* Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Exactas Físico-Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba, República Argentina.

## Introducción

Los crecimientos de grandes cristales de feldespato potásico constituyen una característica frecuente y sobresaliente de muchos granitos de Sierras Pampeanas y en su interpretación genética no ha existido un total acuerdo, planteándose la disyuntiva entre fenocristales, crecimientos tardío magmáticos, metasomáticos, etc., disentiendo generado, en parte, por la carencia de estudios petrológico-estructurales específicos.

Ya en 1950 González Bonorino plantea con cierto detenimiento el problema de la textura porfiroide en los cuerpos batolíticos de este ambiente geológico. Dicho autor atribuye una génesis magmática para los fenocristales de feldespato potásico, vinculado a soluciones residuales que al cristalizar dieron su forma definitiva a los individuos de feldespato, que ya habían comenzado a formarse al promediar la consolidación de la roca, conclusiones a las que se adhiere Caminos (1979).

Lira (1985) efectúa una recopilación de los autores que hacen referencia al tema para distintos sectores del batolito de Achala y basado principalmente en evidencias microscópicas (texturales y mineralógicas) establece que han crecido por blastesis en un estado tardío magmático.

Patiño y Patiño (1987) consideran que los megacristales de feldespato alcalino del granito porfiroide de Achala se generaron por cristalización metasomática subsólida, a partir de un fluido acuoso supercrítico separado en las últimas etapas de cristalización.

Para el batolito de Cerro Aspero-Alpa Corral, González Díaz (1972) atribuye un origen metasomático para los megacristales de feldespato potásico y considera este proceso como el responsable de las variaciones composicionales para el sector norte del plutón.

A nivel mundial distintos autores, entre los más recientes Kawachi y Sato (1978); Mehnert y Büsch (1985), han interpretado los crecimientos como fenocristales. Marmo (1971) y Pitcher y Berger (1972) lo han hecho como porfiroblastos.

Vernon (1986) realiza un amplio tratamiento respecto del origen de los megacristales de feldespato potásico y concluye que su formación debe ser explicada como fenocristales y no como porfiroblastos.

A partir de la cartografía de facies graníticas, iniciada en el sector sur del batolito Cerro Aspero-Alpa Corral, se distinguieron excelentes afloramientos de rocas porfiroides, conteniendo numerosos enclaves —en su mayoría microgranulares— con claros ejemplos de fenómenos de flujo. Esto motivó el presente estudio cuyo objetivo principal es establecer el origen de los megacristales de microclina y las relaciones entre las facies aflorantes con énfasis en la fa-



Fig. 1.—Mapa de ubicación.

cias porfiroide. Para ello se seleccionó un área con la finalidad de efectuar un estudio petrológico-estructural de detalle que puede ser utilizado como modelo en otras regiones del plutón y en otros cuerpos intrusivos similares.

La zona estudiada se encuentra entre los paralelos 32°33'-32°45' y los meridianos 64°55'-64°45' de longitud Oeste, dentro del batolito Cerro Aspero-Alpa Corral, al noroeste del departamento Río Cuarto (fig. 1).

Se analizaron las heterogeneidades petrográficas estructurales como la forma de ciertos cristales y enclaves, su distribución y la orientación de superficies de discontinuidad más importantes. Se registraron los distintos afloramientos ubicando los datos en el mapa base, proyectados sobre la falsilla de Schmidt. Para determinar la fluidalidad planar y lineal, se tomaron mediciones de dirección e inclinación de los ejes mayores de megacristales de microclina y enclaves microgranulares en tres planos aproximadamente perpendiculares, siguiendo la metodología propuesta por Marré (1982). Para obtener la especie de feldespato potásico se efectuaron, además del análisis óptico, difractogramas de rayos X (índice de triclinici-

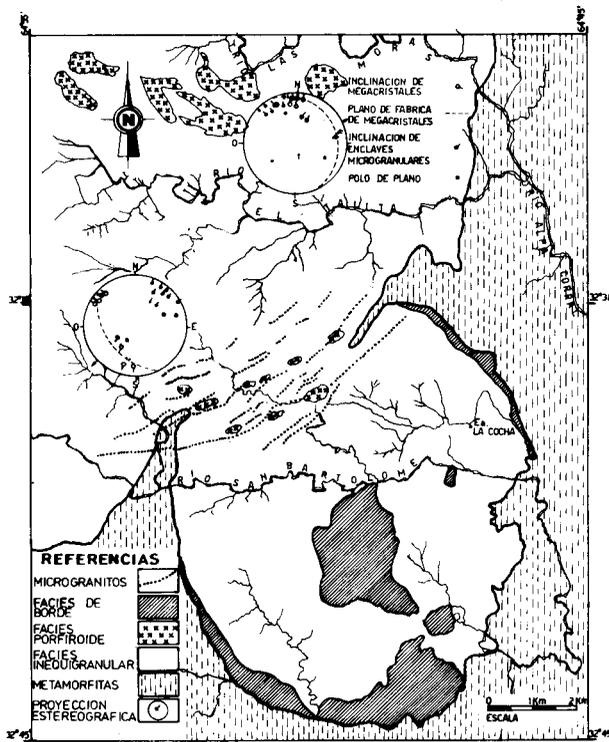


Fig. 2.—Bosquejo geológico simplificado. Tomado de Coniglio y Esparza (1988), sector sur y Porta (1988), sector norte. Diagramas petroestructurales.

dad, Laves, 1954). Las muestras analizadas corresponden a megacristales y pasta de la facies monzogranítica porfiroide. En la determinación de la moda se aplicaron técnicas combinadas (campo-laboratorio) de Nesbitt (1964), Lucero (1962) y Toselli (1971).

**Marco geológico**

El área investigada se ubica en el ámbito de la Sierra de Comechingones (Sierras Pampeanas). Distintos aspectos de esta provincia geológica han sido tratados por numerosos autores entre los que se citan: González Bonorino (1950), Caminos (1979), Gordillo y Lencinas (1979), Jordan y Allmendinger (1986), Dalla Salda (1987), Introcaso *et al.* (1987), Rapela *et al.* (1990) y Ramos (1991).

La Sierra de Comechingones se compone de metamorfitas de grano grueso, principalmente migmatitas heterogéneas, gneises, esquistos y anfibolitas con intercalaciones de calizas cristalinas y afloramientos saltuarios de rocas básicas y ultrabásicas; secuencia que es intruida, en la porción sur de la Sierra, por el batolito Cerro Aspero-Alpa Corral (400 km<sup>2</sup>), cuyo eje mayor tiene un rumbo meridiano subparalelo al

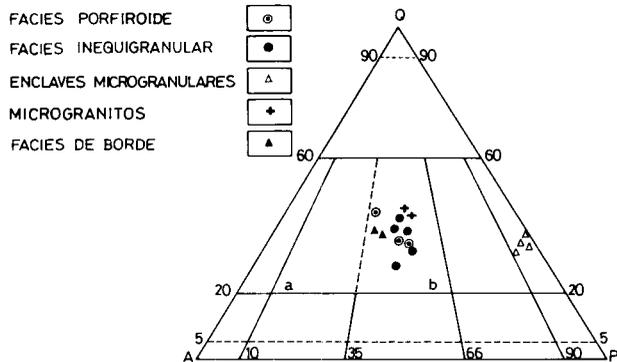


Fig. 3.—Posiciones en el diagrama triangular QAP de las rocas estudiadas, según la clasificación propuesta por la IUGS (Teruggi, 1980).

de ésta. A este conjunto puede asignársele una edad Precámbrico Superior-Paleozoico Medio.

El plutón está constituido por varias facies de composición granítica dominante, generalmente con relaciones de intrusividad entre ellas.

Posee características pos-cinemáticas bien definidas y se ha intruido en ambiente de epizona bajo régimen distensivo, hecho éste que se manifiesta por modelos circulares de emplazamiento, patrones de facturación radial, presencia de diques anulares y tendencia alcalina del magma, el cual es portador de una mineralogía accesoria rica en elementos incompatibles como por ejemplo monacita, xenotima, circon torífero, apatito, titanita, etc.

Los rasgos geológicos de este cuerpo en su conjunto hacen que pueda referírsele al grupo G2 (Post D2) de Rapela *et al.* (1990).

Entre las contribuciones más recientes respecto de las rocas graníticas del batolito podemos citar estudios en el sector sur por Coniglio y Esparza (1988), centro-oriental por Porta (1988) y norte por Daziano (1991).

**Petrografía del área**

Se describen aquí las tres petrofacies graníticas identificadas hasta el momento, diques micrograníticos a aplíticos y enclaves, cuya distribución areal se muestra en la fig. 2. En el diagrama Q-A-P (fig. 3) se presenta la composición modal y en la tabla 1 se resumen los aspectos texturales, mineralógicos y de yacencia principales.

*Petrofacies graníticas*

**Facies Inequigranular**

Es una roca de grano grueso, de color rosado claro, con cristales de feldespato potásico de 2 a 5 cm

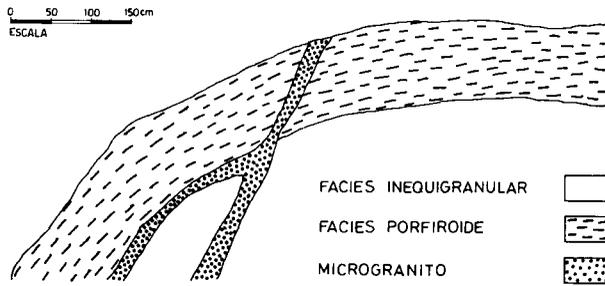


Fig. 4.—Facies porfiroide suprayaciendo a la facies inequigranular en contactos netos, intruidas por un dique microgranítico.

de longitud, presenta escasos enclaves subesféricos y representa la unidad litológica de mayor extensión areal, que constituye el núcleo batolítico.

#### Facies porfiroide

Megascópicamente es una roca de tonalidad rosada, que presenta grandes crecimientos de microclinas de 2 a 14 cm de longitud, que pueden contener laminillas de biotita, cuarzo y plagioclasa como inclusiones. El pasaje de la facies inequigranular a la porfiroide generalmente es transicional y se alcanza por un aumento gradual en el tamaño y concentración de megacristales de microclinas. Sin embargo, en ocasiones el contacto puede ser neto (fig. 4).

#### Facies de borde

Es una roca leucocrática, de color rojizo oscuro característico. Su tamaño de grano es grueso y comúnmente adquiere tendencia porfiroide debido al crecimiento de megacristales de feldespato potásico. Aflora en todo el límite sur del batolito conformando una disposición semicircular cuyos contactos con la roca metamórfica son netos. Es de destacar que esta facies, dentro del área comprendida en este estudio, se encuentra también en zonas alejadas del contacto ocupando posiciones cuspidales, suprayaciendo a las facies inequigranular y porfiroide. Morfológicamente resalta en el relieve a manera de mesadas aisladas. Está intensamente modificada por actividad de volátiles.

#### Diques micrograníticos a aplíticos

Constituyen una de las estructuras internas más destacables del plutón y se organizan en una faja que tiene un ancho cercano a los 4 km. Poseen un rumbo predominante este-oeste en el sector sur, adqui-

riendo un rumbo noreste-suroeste hacia el norte con buzamientos variables generalmente verticales a subverticales. La longitud de estos diques no supera los 10 km y tienen una potencia mayor a los 5 m. Cambios texturales y mineralógicos se observan lateral y longitudinalmente. El tamaño de grano es fino a medio, presentando, en algunos sectores, una textura sacaroide. Su tonalidad es gris blanquecino a rosado fuerte. Esta roca está enriquecida en volátiles, por lo que, con frecuencia, varía hacia tendencias pegmatíticas. Localmente puede estar altamente modificada por silicificación resolviéndose en vetas de cuarzo hidrotermal.

#### Enclaves

Tienen gran difusión en la facies porfiroide y disminuyen gradualmente hacia el granito inequigranular. No han sido detectados en la facies de borde ni en los diques micrograníticos. Pueden tener tamaños desde pocos centímetros hasta 2 m de longitud, extraordinariamente alcanzan dimensiones mayores. El tamaño de grano es fino a medio y presentan tonalidad gris oscuro. Las morfologías dominantes son las elipsoidales y subesféricas y generalmente contactan en forma neta con el granito hospedante.

Se han distinguido cinco tipos de enclaves:

- Microgranulares sin megacristales de feldespato potásico.
- Porfíricos, con un importante desarrollo de megacristales de microclina orientados.
- De grano medio y abundantes núcleos de biotita.
- Enclaves con estructura esquistosa sobresaliente.
- Enclaves constituidos por máculas biotíticas casi exclusivamente.

Los datos petroestructurales fueron tomados en los dos primeros tipos por ser los de mayor distribución areal.

#### Análisis petroestructural y de fluidalidad magmática

La distribución de enclaves microgranulares, formas, dimensiones y el desarrollo de megacristales de feldespato potásico, es arealmente irregular. Sus mayores concentraciones ocurren en la facies porfiroide cuyos afloramientos son discontinuos por efecto de la erosión, disponiéndose —como regla— en superficies elipsoidales.

Como resultado del tratamiento estadístico de los datos petroestructurales (fig. 2), para la zona sur se obtuvo una marcada y constante fluidalidad planar

Tabla 1

| Variaciones graníticas aflorantes | Textura, granulometría, color y relaciones   | Mineralogía   | (%) aflorante |
|-----------------------------------|--|---|---------------|
| Facies inequigranular             | Inequigranular gruesa color rosado claro. Megacristales de microclina de 2 a 5 cm. Cuarzo, plagioclasa y microclinas de 0,2 a 1,2 cm. Biotita de 0,1 a 0,9 cm. Contactos netos con el entorno metamórfico y facies de borde, contiene xenolitos de la roca de caja y enclaves de hasta 30 cm de longitud.  | Cuarzo anhedral-extinción ondulosa. Microclinas perfiticas anhedrales a subhedrales, incluyen gotas de cuarzo. Megacristales de microclina subhedrales con maclas en enrejado. Biotita con inclusiones de circón y apatito. Apatito euhedral. Rutilo, cristales incluidos en cuarzo. Titanita escasa. Fluorita intersticial, escasa. Moscovita secundaria en plagioclasa y biotita, clinozoisita, magnetita, ilmenita y pirita. | 88            |
| Facies porfiroide                 | Inequigranular gruesa. Color rosado. Cristales de feldespato potásico de 0,2 a 0,6 cm. Fenocristales de microclina de hasta 14 × 5 cm. Cuarzo y plagioclasa de 0,1 a 1,2 cm. Biotita de 0,1 a 0,9 cm. Contactos con la facies inequigranular generalmente graduales. Abundantes enclaves de hasta 200 cm de longitud.  | Cuarzo anhedral-extinción ondulosa con inclusiones de rutilo. Cristales de microclina anhedrales a subhedrales, perfiticos, incluyen gotas de cuarzo. Megacristales de microclina subhedrales a euhedrales macladas en enrejado. Biotita con inclusiones de circón y apatito. Titanita euhedral. Moscovita secundaria en plagioclasa y biotita, clinozoisita, magnetita, ilmenita y pirita.                                     | 4             |
| Facies de borde                   | Granular grueso a porfiroide. Color rojizo. Feldespato potásico de 0,2 a 2,5 cm. Cuarzo de 0,2 a 1,4 cm. Plagioclasa de 0,1 a 0,5 cm. Biotita de 0,1 a 0,5 cm. Moscovita de 0,2 a 0,9 cm. Contactos netos con las facies inequigranular, microgranitos y entorno metamórfico. Evidencia actividad de volátiles.  | Cristales de feldespato potásico con extinción irregular maclados según Carlsbad. Cuarzo anhedral con inclusiones de rutilo. Plagioclasa en cristales euhedrales a subhedrales con maclado polisintético normal. Moscovita en cristales subhedrales y en mayor proporción que biotita. La biotita presenta inclusiones de rutilo y apatito. Limonita según pirita.  | 7             |
| Diques micrograníticos aplíticos  | Granular media a fina con variaciones a inequigranular. Color rosado. Cristales de feldespato potásico 0,05 a 0,4 cm. Megacristales de microclina hasta 1,5 cm. Biotita 0,1 a 0,6 cm. Plagioclasa y cuarzo de 0,1 a 0,4 cm. Moscovita de 0,2 a 0,9 cm. Enjambres de diques que intruyen al resto de las facies. Pueden tener xenolitos de roca metamórfica, muestran variaciones aplopegmatíticas. | Microclinas perfiticas subhedrales. Cuarzo anhedral con extinción normal, incluye apatito y micas. Plagioclasa macladas según ley Albita y Carlsbad. Biotita parcialmente reemplazada por moscovita. Moscovita subhedral mediana. Limonita según pirita. Apatito euhedral. Granate escaso.  | 0,9           |
| Enclaves microgranulares          | Textura inequigranular mediana a fina. Color gris oscuro. En contactos netos con la roca hospedante. Biotita, 0,5 a 0,5 cm. Plagioclasa 0,1 a 0,5 cm. Apatito 0,05 a 0,1 cm. Cuarzo 0,1 a 0,3 cm. Circón 0,5 a 0,1 cm. Feldespato potásico de 0,3 a 0,8 cm.  | Biotita cristales subhedrales con inclusiones de circón. Plagioclasa zonada. Apatito cristales euhedrales a subhedrales. Circón incluido en cuarzo y biotita. Cuarzo anhedral con inclusiones de rutilo y apatito.  | <0,1          |

correspondiente a las grandes microclinas con un rumbo N16°W y un buzamiento de 20°E. La dirección de fluidalidad lineal resultante, determinada para enclaves microgranulares, es de N42°W con una inclinación de 12°E, pero en este caso los valores tienen una mayor dispersión pudiendo variar hasta N20°E.

En este sector la forma dominante de los enclaves es subsférica con tamaños de 7 a 25 cm de longitud y en sus márgenes es común observar alineaciones de megacristales de feldespato potásico.

Importantes concentraciones de microclinas ocurren a diferentes escalas, desde pocos centímetros hasta afloramientos de 2 m de espesor, en donde las

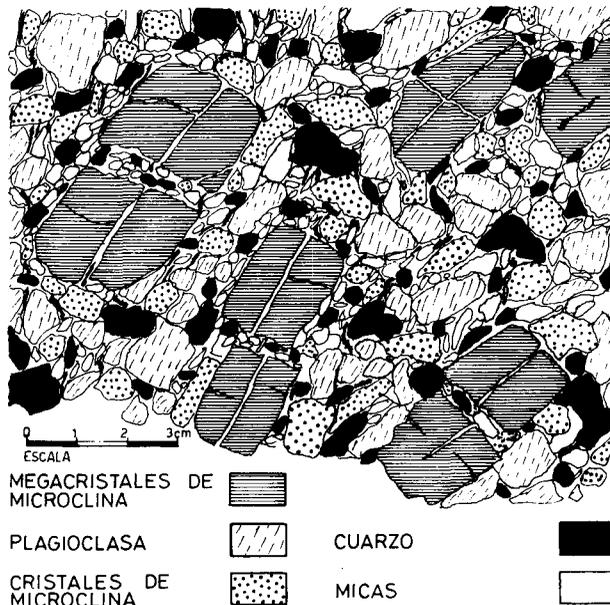


Fig. 5.—Megacrístales de microclina cortados y desplazados por venas graníticas sinmagmáticas.

gradaciones en el tamaño de grano son sobresalientes. Los cristales están agrupados en contacto pero sin interpenetrarse (sineusis, Vernon, 1986). Es posible observar megacrístales de microclina cortados por venillas sinmagmáticas, que pueden ocasionar desplazamientos de milímetros (fig. 5).

En la zona norte la facies porfiroide se encuentra más desarrollada en superficie y muestra una fábrica dinámica conspicua dada por una marcada orientación de megacrístales y enclaves, con valores comparativamente menos constantes que en el sur. La fluididad planar promedio tiene un rumbo N49°W y un buzamiento de 48° al sureste.

Se debe destacar que el tamaño de los enclaves microgranulares puede alcanzar en su eje principal una longitud de 1,5 a 2 m; su cantidad, tamaño y orientación interna van disminuyendo progresivamente hacia la zona de los diques micrograníticos. Dominan las formas de huso, con extremos aguzados en la terminación norte y redondeados hacia la terminación sur, ocurriendo allí una mayor concentración de megacrístales de microclina. Se observaron enclaves microgranulares ubicados en posiciones verticales a subverticales, que suelen estar cortados por venas sinmagmáticas cuya geometría se muestra en la figura 6, íntimamente asociados a otros curvos que adquieren, forma de medusa (fig. 7). Morfologías elongadas y planas (tabulares) ocurren junto con fenó-

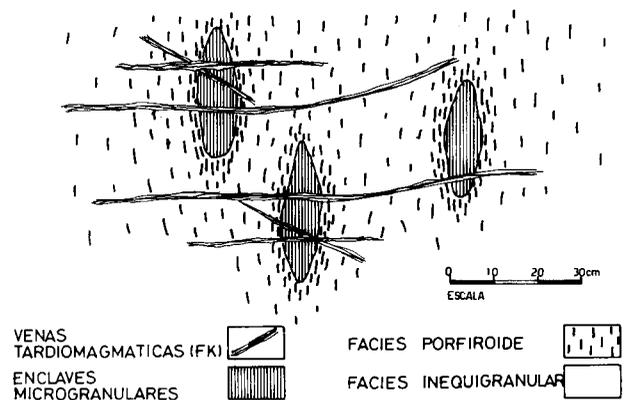


Fig. 6.—Enclaves microgranulares, subverticales, cortados por venas graníticas sinmagmáticas.

menos de contaminación de megacrístales de microclina dispuestos paralelamente a sus ejes mayores.

El índice de triclinicidad determinado para los megacrístales de feldespato potásico es de 0,95 y para los individuos que componen la matriz de 0,925, valores que corresponden a la variedad microclina máxima (Laves, 1954). Resultados muy similares han sido obtenidos por Lira y Kirschbaum (1990) para el batolito de Achala, utilizando esta misma metodología.

## Discusión

El estudio petroestructural efectuado permitió establecer que existen fábricas planares definidas generadas por la disposición de los megacrístales de microclinas y lineales originadas por orientación de ejes de enclaves microgranulares que, conjuntamente con la presencia de venillas sinmagmáticas que atraviesan enclaves y megacrístales, aglomeraciones de microclinas y gradaciones en su tamaño, definen una fábrica primaria de flujo, evidencias que permiten explicar el origen de los megacrístales de microclina a partir de un crecimiento temprano dentro del fundido magmático, conclusiones que concuerdan totalmente con lo expresado por Vernon (1986).

Las relaciones establecidas entre las facies porfiroide e inequigranular indican que se han emplazado casi coetáneamente; los enclaves tienen arreglos con el granito hospedante semejantes al de un contacto de dos rocas en estado plástico. Por otra parte, tanto éstos como los megacrístales se incorporaron dentro del fundido granítico cuando aún éste no había cristalizado totalmente. Wickham (1987) considera que los magmas que han alcanzado entre un 50-60 % de cristales en suspensión quedan inmovilizados, por lo que es posible suponer porcentajes menores o simi-

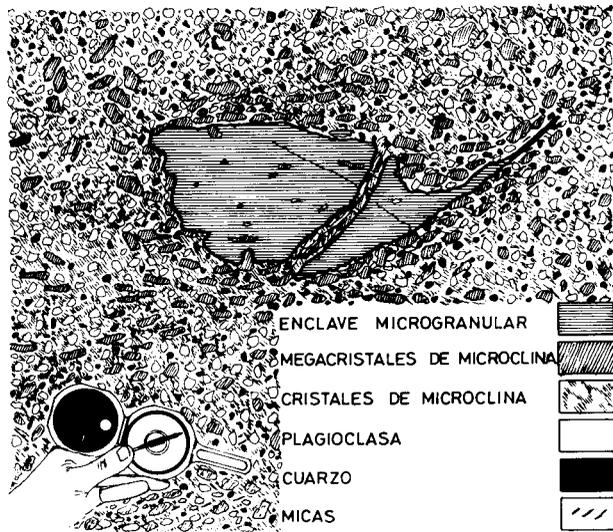


Fig. 7.—Corte vertical de un enclave curvo tipo medusa, cortado por una venilla granítica sinmagmática.

lares a éstos para las facies porfiroide e inequigranular aquí consideradas.

En algunos casos los enclaves se orientan según su eje mayor, coincidiendo con los ejemplos citados por Didier (1973). Link (1970) comprobó una concordancia total entre la orientación de los enclaves y la foliación de los granitos, así como Barrera *et al.* (1981) lo hizo en el estudio de enclaves microgranulares de los granitoides del Sistema Central Español. En ocasiones, se observa oblicuidad entre las subfábricas determinadas por la orientación de enclaves y megacrístales. Fernández (1987) considera a este fenómeno como un factor determinante en la interpretación de la historia de deformación rotacional. En el sector estudiado, la forma elíptica de los enclaves y su disposición es consecuencia de desplazamientos internos provocados por la masa granítica que los contiene durante su emplazamiento, lo que permite determinar los esfuerzos actuantes infiriéndose una cinemática de deformación por cizalla simple (fig. 8).

Los resultados obtenidos de las proyecciones estereográficas demuestran que existen distintas direcciones de flujo primario con variaciones en la trayectoria de los megacrístales de microclina y enclaves, desde posiciones subverticales hasta cercanamente horizontales. La dirección de fluidalidad subhorizontal se mantiene relativamente constante en casi toda el área relevada, pero en la zona norte comienza a sufrir importantes variaciones que son determinadas por una progresiva verticalización de los ejes principales de los elementos estructurales marcadores, áreas en donde los enclaves adquieren sus mayores dimensio-

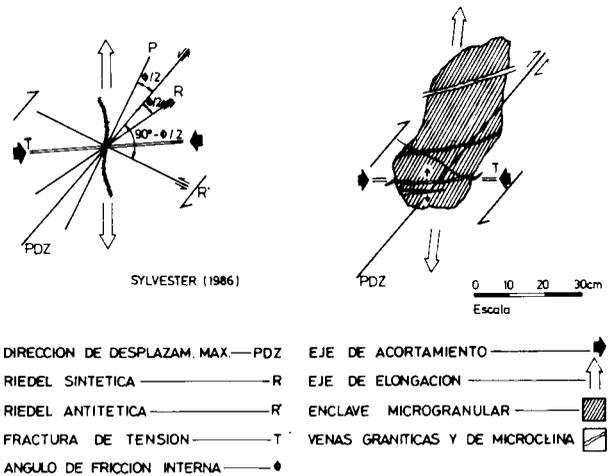


Fig. 8.—Esquema de deformación de enclaves producida por cizalla simple.

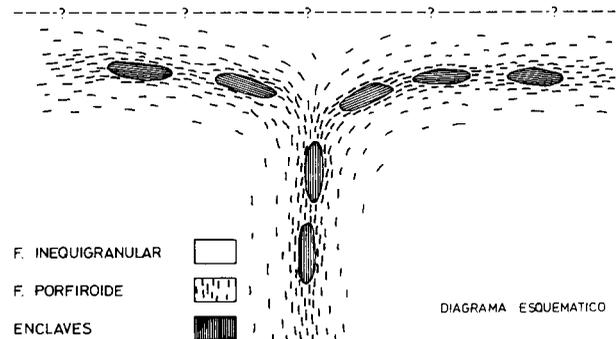


Fig. 9.—Esquema de emplazamiento propuesto para la facies porfiroide.

nes. Morfologías tipo medusa, similares a las descritas para enclaves de este último sector, han sido citadas por Pitcher y Berger (1972), en el macizo de las Rozas a las que vinculan a dispositivos generalmente verticales en conductos o espiras (cilindros magmáticos), lo que estaría apoyando lo expresado anteriormente. Por otra parte Cottard, 1979 (in Marré, 1982), las interpreta como generadas por variaciones importantes de velocidad cerca de los bordes de la intrusión.

Del análisis integral de ambas facies se puede deducir que existen centros de emisión magmática, parte de un sistema convectivo interno de plutón, en donde la facies porfiroide se habría emplazado mediante un flujo ascendente que posiblemente, al producirse cambios en las condiciones de emplazamiento (presión del intrusivo, temperatura, carga litostática), se genera un cambio en la dirección de aquél,

ocasionando así un desplazamiento en manto. De dicho análisis y en base a los datos obtenidos de fluidalidad lineal y planar se elaboró un esquema de emplazamiento para la facies porfiroide (fig. 9).

El modelo hipotético de emplazamiento está siendo completado con estudios que se están llevando a cabo en otras áreas del batolito.

### Conclusiones

— Aglomeraciones de megacrístales, fenómenos de sineusis, cristales cortados por venas sinmagmáticas, fábricas de flujo planares y lineales definidas, son evidencias del origen tempranomagmático de los feldespatos potásicos.

— Se ha determinado que los megacrístales corresponden a la especie microclina máxima.

— La morfología de los enclaves, sistemas de fracturación asociados y orientación de megacrístales pueden explicarse a partir de un modelo de deformación por cizalla simple generada durante el emplazamiento de la facies porfiroide.

— La trayectoria del flujo magmático planar varía desde posiciones subverticales hasta aproximadamente horizontales, cambios que han sido interpretados como centros de emisión magmática y zonas de derrame que forman parte de un sistema convectivo dentro del plutón.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Laboratorio de Difractogramas de Rayos X de la Universidad Nacional del Sur; a los geólogos Marcelo Fagiano y Raúl Paredes por sus aportes y colaboración en campañas, a los licenciados Hugo Schiavo y Mónica Villegas por su colaboración en la compaginación y en especial al Dr. Eduardo J. Llambias por sus valiosas sugerencias. Este trabajo forma parte del proyecto «Estudio geológico y prospección de Recursos Minerales en la Sierra Comechingones», subsidiado por la SeCyT-Universidad Nacional de Río Cuarto y por el CONICET, sin cuyos aportes no hubiera sido posible su realización.

### Referencias

- Barrera, J. L., Bellido, F. y Peinado, M. (1981). Variaciones mineralógicas y químicas de los enclaves microgranulares de los granitoides tardihercínicos del Sistema Central Español. *Cuadernos de Geología Ibérica*, 7, 235-253.
- Caminos, R. (1979). *Sierras Pampeanas de Tucumán, Catamarca, La Rioja y San Juan*. 2.º Simposio Geología Regional Argentina, Turner (ed.), Acad. de Ciencias, Córdoba, tomo I, 224-291.
- Coniglio, J. y Esparza, A. (1988). Geología del sector sur del batolito Cerro Aspero-Alpa Corral, Provincia de Córdoba, Argentina. *V Congreso Geológico Chileno*, 2, 1-15.
- Dalla Salda, L. (1987). Basement Tectonic of the Southern Pampean Ranges. *Tectonics*, 6, 249-260.
- Daziano, C. O. (1991). Alteraciones subsolidus en los granitoides peraluminosos del Cerro Aspero, Sierra de Comechingones, Prov. Córdoba, Argentina. Resúmenes ampliados. *VI Congreso Geológico Chileno*, 111-114.
- Didier, J. (1973). *Granites and their enclaves*. Ed. Elsevier, 393 págs.
- Fernández, A. (1987). Structural Petrology and Intrusion Strain Analysis. *Revista Brasileira de Geociencias*, 17, 372-381.
- González Bonorino, F. (1950). Algunos problemas geológicos de las Sierras Pampeanas. *Asociación Geológica Argentina, Revista*, 5, 81-110.
- González Díaz, E. F. (1972). Estudio geológico del distrito minero del Cerro Aspero (Prov. de Córdoba). *Serv. Nac. de Min. Geol.*, 16, 15 págs.
- Gordillo, C. y Lencinas, A. (1979). Sierras Pampeanas de Córdoba y San Luis. *Segundo Simposio de Geol. Reg. Argent., Acad. Nac. Cienc.*, 1, 577-650.
- Introcaso, A., Lion, A. y Ramos, V. (1987). La estructura profunda de las sierras de Córdoba. *Revista Asociación Geológica Argentina*, 42, n.º 1-2, 177-187.
- Jordan, T. E. y Allmendinger, R. (1986). The Sierras Pampeanas of Argentina: A modern analogue of rocky mountain foreland deformation. *American Journal of Science*, 286, 737-764.
- Kawachi, Y. y Sato, T. (1978). Orthoclase megacrysts in the Yakushima granite, Southern Kyushu, Japan. *Neues Jahrb. Mineral. Abh.*, 132, 123-152.
- Laves, J. (1954). The microcline-sanidine stability relations. *Geochim. Cosmochim. Acta.*, 15, 1-19.
- Link, A. J. (1970). *Inclusions in the half dome Quartz-Monzonite, Yosemite National Park-California*. Thesis, Northwestern University, Evanston III, 113 págs.
- Lira, R. (1985). *Tipología y evolución de rocas graníticas en su relación con el hemiclo endógeno de la geoquímica del batolito de Achala*. Prov. de Córdoba. Tesis Doctoral, F.C.E.F. y N. U.N.C., 241 págs.
- Lira, R. y Kirschbaum, A. (1990). Geochemical evolution of granies from the Achala batholith of the Sierras Pampeanas, Argentina. En: S. Kay y C. Rapela (eds.), *Plutonism From Antarctica to Alaska*, Geological Society of America Special Paper 241, 67-76.
- Lucero, H. (1962). Contribuciones y comentarios ampliatorios sobre las técnicas de mediciones granulares. *Primeras Jornadas Geológicas Argentinas*, 2, 141-150.
- Marmo, V. (1971). *Granite Petrology and the Granite Problem*. Elsevier, Amsterdam, 244 págs.
- Marre, J. (1982). *Méthodes d'Analyse Structurale des Granitoides*. Manuels et méthodes n.º 3 B.R.G.M. Francia, 140 págs.
- Mehnert, K. R. y Büsch, W. (1985). The formation of K-feldspar megacrysts in granites, migmatites and augengneisses. *Neues Jahrb. Mineral. Abh.*, 151, 229-259.
- Nesbitt, R. W. (1964). Combined rock and thin section modal analysis *American Mineralogist*, 49, 1131-1135.
- Patiño, M. de y Patiño, A. (1987). Petrología y petrogénesis del batolito de Achala, provincia de Córdoba, a la luz de la evidencia de campo. *Asoc. Geol. Arg. Rev.*, 42, 201-205.
- Pitcher, W. S. y Berger, A. (1972). *The geology of Donegal: a study of granite emplacement and unroofing*. Wiley Interscience, Nueva York, 435 págs.
- Porta, G. (1988). *Geología, petrología y mineralogía del sector central del batolito Cerro Aspero-Alpa Corral*. Informe final CONICOR, 36 págs.

- Ramos, V. (1991). Los ambientes tectónicos de los distritos wolframíferos de las Sierras Pampeanas. En: M. de Brodtkorb (ed.), *Geología de yacimientos de wolframio de las provincias de San Luis y Córdoba, Argentina*. Instituto de Recursos Minerales, Universidad Nacional de la Plata, n.º 1, 185-196.
- Rapela, W., Toselli, A., Heaman, M. y Saavedra, J. (1990). Granite Plutonism of the Sierras Pampeanas; An inner cordilleran Paleozoic arc in the southern Andes. En: S. Kay y C. Rapela (eds.), *Plutonic from Antarctica to Alaska*, Geological Society of America, Special Paper 241, 77-99.
- Sylvester, A. G. (1986). Strike-Slip faults. *Geological Society of American Bulletin*, 100, 1666-1703.
- Teruggi, M. (1980). *La clasificación de las Rocas Igneas*. Ed. Cient. Arg. Libr. (ECAL) Bs. As.
- Toselli, A. (1971). Nueva técnica para la determinación de rocas porfíricas. *Acta Geológica Lilloana* 9, 211-220.
- Vernon, R. (1986). K-Felspar Megacrysts in granites-phenocryst, not porphyroblasts. *Earth Sciences*, 23, 1-63.
- Wickham, S. (1987). The segregation and emplacement of granitic magmas. *Journal of the Geological Society, London*, 144, 281-297.

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