

## **PETROLOGIA Y ANALISIS GEOMETRICO Y TECTONICO DE LAS MILONITAS DE LA SIERRA DE COPACABANA, PROVINCIA DE CATAMARCA, REPUBLICA ARGENTINA**

J. P. López \*

### **RESUMEN**

Se realiza un estudio petrológico estructural de las unidades que componen el extremo septentrional de la Sierra de Copacabana, que se localiza en el ámbito de las Sierras Pampeanas Noroccidentales. Entre éstas se reconocen dos épocas de deformación de los granitoides; de acuerdo a la clasificación de Higgins (1971) corresponden a esquistos miloníticos, gneises miloníticos y protomilonitas. Los primeros se habrían formado a temperaturas superiores a los 350° C y a profundidades de unos 15 km, bajo un régimen cuasi plástico de deformación, mientras que las condiciones de formación de las protomilonitas corresponden a una zona de transición elástico-friccional a cuasiplástico, a temperaturas y profundidades algo menores.

Además se describe también la facies granítica no deformada, que se halla en contacto neto con las anteriores y un ortogneis que representa la roca de caja en la que se instruyeron los granitoides.

Los datos estructurales y observaciones de indicadores cinemáticos sugieren un plano de cizalla principal de rumbo NNW e inclinación al este, cuyo movimiento relativo es de carácter inverso, produciendo un cabalgamiento con vergencia al W. El análisis geométrico de diagramas petrofábricos de ejes «c» de cuarzo y planos de clivaje de micas sugiere una fábrica ortorrómbica. Los planos de esquistosidad presentes en las rocas se interpretan como planos de deslizamiento.

**Palabras clave:** *Sierras Pampeanas, Sistema de Famatina, Paleozoico Inferior, Cataclasitas, Petrografía, Geotectónica.*

### **ABSTRACT**

A petrographic and structural study of units from Copacabana Range in the Northwestern Pampean Ranges is presented. Two facies of deformed granitoids were recognized. Rocks of both facies are classified as mylonite schists, mylonite gneisses and protomylonites. First would have formed at temperature of 350° C and 15 km of deep. Protomylonite would have formed at lower temperatures and deeps. Undeformed granitoids and orthogneis are also described.

Structural data and the analysis of some kinematic indicators suggest that a main shear plane strikes NNW, inclined to the east, with vergence to the west. Geometric analysis, realized in base to petrographic diagrams of c-axis of quartz and mica cleavage suggest an orthorhombic fabric.

**Key words:** *Sierras Pampeanas, Famatina Range, Lower Paleozoic, Cataclasite rocks, Petrography, Geotectonic.*

---

\* Instituto Superior de Correlación Geológica (Universidad Nacional de Tucumán), Miguel Lillo 205, (4000) Tucumán, Argentina.

## Introducción

El objetivo de la presente contribución es dar a conocer características petrológico-estructurales del basamento cristalino del sector septentrional de la sierra de Copacabana, ubicada en el Departamento Tinogasta, Provincia de Catamarca, en el NW de la República Argentina, fig. 3.

Esta sierra, elongada en sentido submeridional, de aproximadamente 35 km de longitud y 5-10 km de ancho, 5l integra por Caminos (1979) dentro de la Faja Oriental de las Sierras Pampeanas Noroccidentales, mientras que Aceñolaza y Toselli (1981) la consideran dentro del Sistema Fiambalá-Zapata.

En base a la similitud de las rocas cataclásticas y a su continuidad hacia las Sierras de Paimán y Paganzo, así como a lo largo de los flancos occidentales de las Sierras de Fiambalá y Velasco y del borde oriental del Sistema de Famatina, se podría interpretar que la Sierra de Copacabana forma parte de una importante faja milonítica que se habría desarrollado durante el Paleozoico temprano (Allmendinger *et al.*, 1982 y Mpodozis *et al.*, 1983), excediendo sus límites hacia la región de la Puna (López, 1991 y López *et al.*, 1991) y también hacia la Sierra de Velasco.

## Petrografía de las principales unidades litológicas

El basamento de la sierra está constituido por un ortogneis gris oscuro a negro, de grano muy fino, en el cual se destacan fenoblastos de cuarzo de 6-7 cm. Microscópicamente, se observa una textura grano-lepidoblástica, siendo los principales constituyentes el cuarzo, anhedral, con numerosas inclusiones de apatito prismático; plagioclasa, fracturada y maclada (Ley Albita y Carlsbad-Albita), fuertemente sericitizada; escasa microclina, con maclado en enrejado, epidota (pistacita) y láminas de moscovita preferencialmente orientadas.

Las rocas graníticas (con o sin evidencias de deformación) constituyen más del 90 % del área estudiada y se encuentran en contacto neto con el basamento metamórfico. Petrográficamente podemos distinguir tres facies, caracterizadas en base a su composición mineralógica, textura, color, grado de deformación y distribución areal: 1) Facies de Monzogranitos y Granodioritas rosadas Deformadas (FRD), que aflora en la zona central de la sierra y pasa transicionalmente a 2) Facies de Tonalitas Grises Deformadas (FGD), que la flanquean completamente. Todo este conjunto, fuertemente milonitizado, se pone en contacto, hacia el sur, con 3) Facies de Tonalitas sin Deformación FT) que marca el límite del área estudiada.

Las rocas que constituyen las Facies FRD presen-

tan textura equigranular, de grano fino. El mineral más abundante es el cuarzo, de bordes irregulares y extinción ondulante; la plagioclasa se encuentra en individuos subhedrales, pequeños, con maclas Albita y Carlsbad-Albita, alterados a caolinita y sericitita; la microclina constituye pequeños granos anhedrales, con maclas de periclina. Los minerales accesorios son moscovita, granate y epidota.

La Facies FGD está compuesta por rocas de grano medio a grueso y textura porfírica. El cuarzo es el mineral más importante y se presenta en cristales pequeños, muy fracturados y con extinción ondulante; le siguen, en abundancia, la microclina que se observa en cristales anhedrales, con maclas en enrejado y plagioclasa, maclada según Ley Albita. Entre los minerales máficos se reconocen moscovita y biotita asociadas y cristales euhedros de granate de hasta 2 cm de diámetro.

La Facies FT está constituida por rocas de grano medio a grueso y textura equigranular. El cuarzo es el mineral más abundante y se presenta en grandes cristales anhedrales de extinción ondulante y contactos suturados; la plagioclasa, a veces mirmequítica, se encuentra en granos anhedrales, zoneada y maclada; el feldespato potásico es escaso o está ausente y, entre los mafitos se destacan biotita y moscovita, siempre asociadas.

## La deformación en las rocas de Copacabana

Observaciones meso y microscópicas muestran claros indicios de los esfuerzos de cizalla que afectaron a las rocas de la sierra. Es frecuente observar, en afloramientos, reducción de tamaño de grano, láminas de micas flexuradas y sigmoidales preferencialmente orientadas, fenocristales de feldespato con textura periforme (goatee texture), fracturados y rotados con típicas estructuras sigma y delta.

Microscópicamente es posible observar texturas de fluxión, dadas por la orientación de las micas, que presentan sus planos de clivaje levemente deformados. Dentro de las texturas deformacionales predominan las de carácter plástico, tales como feldespatos con maclas difusas y raras veces curvadas. También se reconocen texturas deformacionales frágiles, como granulación de cuarzo y feldespato. La recristalización es siempre importante y levemente predominante sobre los caracteres cataclásticos, aunque sólo se halla restringida al cuarzo, en cuyos individuos se observa una clara polygonización.

De acuerdo a la clasificación de Higgins (1971) las rocas pertenecientes a las facies deformadas (FRD) y (FGD) corresponden a esquistos miloníticos, gneises miloníticos y protomilonitas. Siguiendo el modelo de Sibson (1977) los primeros se habrían formado

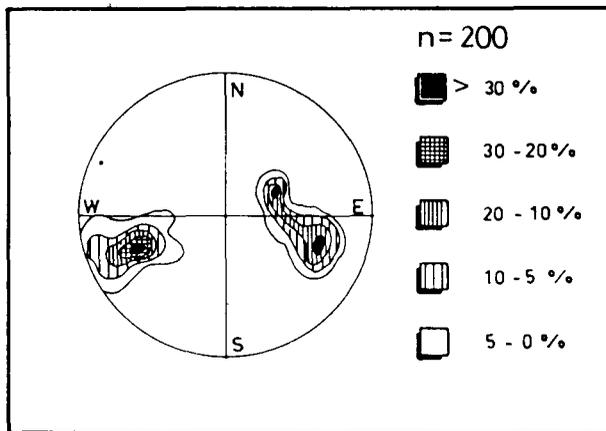


Fig. 1.—Diagrama de frecuencia de planos de cizalla.

en la zona de régimen cuasi plástico, a profundidades superiores a los 15 km y con una temperatura mínima de 350° C, mientras que las protomilonitas lo habrían hecho a profundidades y temperaturas algo menores, en la zona de transición elástico-friccional a cuasi plástico.

De acuerdo a los conceptos de Bellière (1971), basados en función de la profundidad (condiciones regionales de presión y temperatura) la zona de origen correspondería a la Epizona inferior y Mesozona superior (Facies Esquistos Verdes).

En referencia a las estructuras deformacionales observadas en las rocas que constituyen el sector estudiado de la Sierra de Copacabana, podemos observar claramente, en el diagrama de la fig. 1, la presencia de dos juegos de planos, con inclinaciones prácticamente opuestas, aunque con un rumbo común. En efecto, por un lado se observan polos que señalan planos de rumbo NNW con una inclinación hacia el este y por otro, planos que inclinan al oeste.

El primer juego de planos responde a una milonización de carácter regional, ya que corresponde a las mediciones realizadas en la mayor parte de los afloramientos de la sierra, así como también es concordante con las realizadas en distintos puntos de las Sierras de Velasco, Paimán (Durand *et al.*, 1990), Paganzo (Saal, comunicación personal, 1989) y en el extremo sur de la misma Sierra de Copacabana.

El segundo juego de planos corresponde a mediciones llevadas a cabo en un pequeño sector al SE del área estudiada y que respondería a un sistema de fallas secundarias, pero que se repite, también de manera local, en el extremo norte de la Sierra de Velasco.

En base a los estudios de campo, en los cuales se determinó un rumbo NNW e inclinación al este de

los planos de la cizalla de carácter regional (fig. 1), y a la observación de distintos indicadores cinemáticos (estructuras asimétricas en fenocristales, disposición de planos S-C), es posible señalar que este plano de cizalla principal es de carácter inverso, produciendo un cabalgamiento con vergencia hacia el oeste.

### Análisis geométrico

El análisis geométrico de la fábrica milonítica se realizó sobre ejes ópticos de cuarzo y los planos de clivaje según (001) de micas.

El diagrama petrofábrico representado en la fig. 2.a muestra una orientación preferencial de los ejes c de cuarzo, en una sección ac (normal a la esquistosidad y a la lineación). En él se destaca una marcada tendencia de los ejes ópticos a estar situados dentro del plano de proyección, a altos ángulos del plano de esquistosidad mesoscópica. Es posible reconocer, en este diagrama, un patrón de guirnalda con las máximas concentraciones distribuidas en un gran círculo, lo que representa una subfábrica ortorrómbica con máximos a 80°, asociadas con la guirnalda parcial en el mismo plano (ángulo agudo entre las líneas XX e YY). Sin embargo es necesario señalar una cierta aproximación a la simetría monoclinica. Puede observarse que el sector de la guirnalda de ángulo agudo entre los máximos está más densamente poblado que el sector obtuso.

El diagrama de la fig. 2.b muestra la orientación preferencial de planos (001) de micas en una sección ac (normal a la esquistosidad y a la lineación). En él se puede observar claramente un máximo puntual o circular de los puntos proyectados. Estos presentan una marcada tendencia a disponerse con (001) paralelos a la lineación, lo que permite identificar a ésta como eje «b» de la fábrica monoclinica. El fuerte máximo del diagrama es prueba de otra tendencia de la mayoría de los cristales de mica a orientarse con (001) subparalelo a la esquistosidad S (= ab).

Debido a que, en el análisis de fábricas de tectonitas, la propiedad más importante de un diagrama de orientación es la simetría y por tanto, debe ser evaluado sin ambigüedad (Turner y Weiss, 1963), se confeccionaron también diagramas a partir de secciones perpendiculares con el fin de obtener una reproducibilidad del patrón. Así, las figuras 2.c y 2.d representan diagramas de una sección bc (perpendicular a la esquistosidad y paralela a la lineación) en los cuales se puede observar una total correspondencia con los resultados obtenidos en los diagramas anteriores.

Los cristales de mica presentan, como se puede observar, una clara orientación preferencial, con (001)

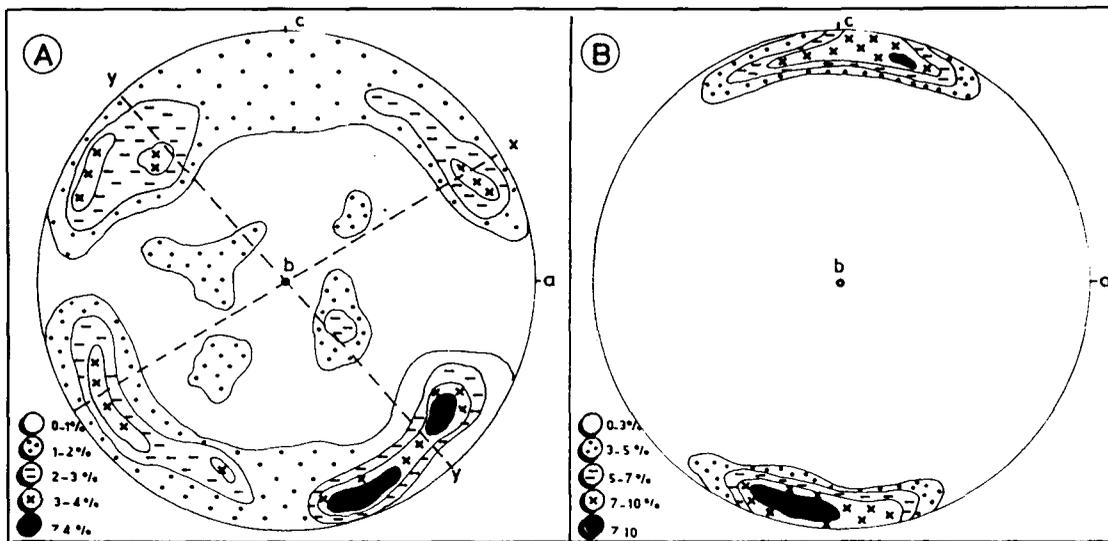


Fig. 2 (A-B).—Diagramas de orientación para las milonitas de la Sierra de Copacabana, en una sección ac (perpendicular a la foliación y a la lineación). A) Cuarzo-ejes ópticos de 151 granos. B) Micas-polos de clivaje según 001 en 175 cristales. Porcentajes por 1 % de área de proyección.

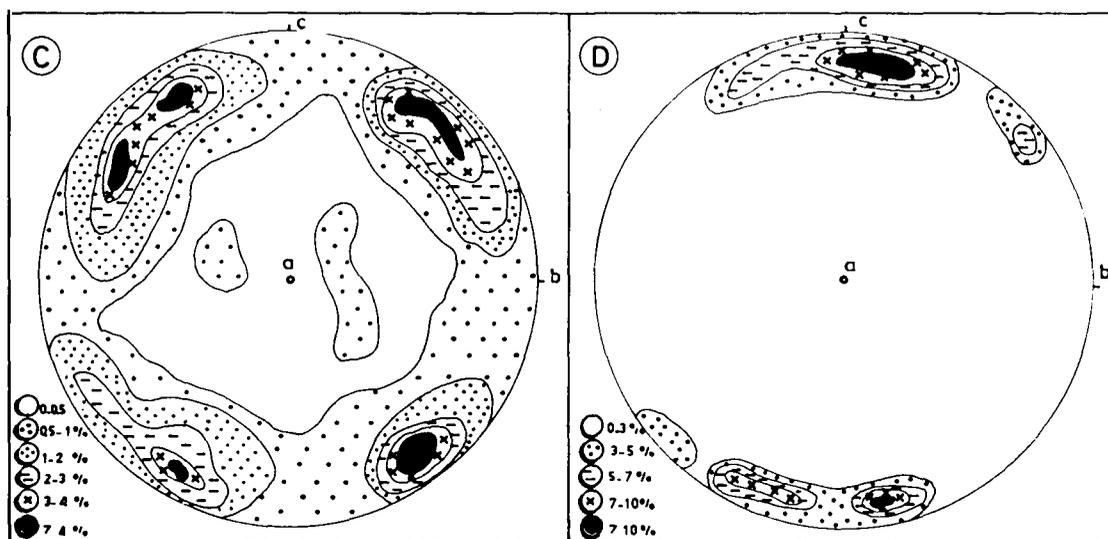


Fig. 2 (C-D) Diagramas de orientación de secciones ab (perpendiculares a la foliación y paralelas a la lineación) de las milonitas de la Sierra de Copacabana. (C) cuarzo: ejes ópticos de 190 granos. (D) micas: polos de clivaje según 001 en 142 cristales. Porcentajes por 1% de área de proyección.

Fig. 2 (C-D).—Diagramas de orientación de secciones ab (perpendiculares a la foliación y paralelas a la lineación) de las milonitas de la Sierra de Copacabana. C) Cuarzo-ejes ópticos de 190 granos. D) Micas-polos de clivaje según 001 en 142 cristales. Porcentajes por 1 % de área de proyección.



- de Paimán, Provincia de La Rioja, Argentina. *XI Congreso Geológico Argentino*, 2, 15-18.
- Higgins, M. (1971). *Cataclastic rocks*. Geological Survey Professional Paper, 687, 1-97.
- López, J. P. Estructuras deformacionales de la Sierra de Copacabana, Provincia de Catamarca, República Argentina. *VII Reunión sobre Microtectónica* (en prensa).
- López, J. P., Lisiak, J. H. e Indri, D. A. Estructuras deformacionales del borde oriental del Sistema de Famatina, Argentina. *VII Reunión sobre Microtectónica* (en prensa).
- Mpodozis, C. y Forsythe, R. (1983). Stratigraphy and geochemistry of accreted fragments on the ancestral Pacific floor in Southern South America. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, 41, 103-124.
- Sibson, R. (1977). Fault rocks and fault mechanisms. *Journal of Geological Society London*, 133, 191-213.
- Turner, F. J. y Verhoogen, J. (1975). *Petrología Ignea y Metamórfica*. Ediciones Omega, Barcelona.
- Turner, F. J. y Weiss, L. E. (1963). *Structural Analysis of Metamorphic Tectonites*. McGraw-Hill Book Company, U.S.A.

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