

LAS ESTRUCTURAS DE LA QUEBRADA DE MIRANDA Y SUS RELACIONES REGIONALES, SISTEMA DE FAMATINA, PROVINCIA DE LA RIOJA, ARGENTINA

FELIPE R. DURAND
ALEJANDRO J. TOSELLI
FLORENCIO G. ACEÑOLAZA

Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo,
Universidad Nacional de Tucumán, CONICET
Miguel Lillo 205, RA-4000, San Miguel de Tucumán, Argentina

RESUMEN

En este trabajo se realiza un análisis de las estructuras presentes en el basamento granítico, que aflora en la quebrada de Miranda, Sistema de Famatina, Provincia de La Rioja. Este análisis involucra a las franjas miloníticas, las diaclasas y la relación de las mismas con las fallas más importantes que se observan en la zona. Se destaca, también, la presencia de una megafalla regional y su importancia en la evolución geotectónica de esta parte del Sistema de Famatina. Se efectúa, además, una caracterización general del fallamiento regional de esta unidad morfoestructural, entre los 28°30' y 30°20'S.

El registro más antiguo de la actividad de fallas se interpreta como anterior al neopaleozoico, con posteriores eventos de reactivación, siendo el más importante el acaecido en el Cenozoico, como consecuencia de la orogenia andina y causante del actual relieve de las sierras.

Palabras claves: Estructuras, Megafallas, Sistema de Famatina, Argentina.

ABSTRACT

This paper presents an analysis of the structure of the granitic basement which crops out in the Quebrada de Miranda, Province of La Rioja. The tectonic analysis includes genetic relations between mylonites and joints, with the principal faults of the Quebrada de Miranda.

The regional megafault system of Miranda appears to be limiting two zones, both with mountain blocks trending north-west but the north zone presenting reverse faulting and the south zone, normal faulting. The oldest activity of the fault is pre-Upper Paleozoic, with reactivations in the Upper Permian and in the Cenozoic.

Additionally, the structures of the Famatina System between 28°30' and 30°20'S are also considered.

Key words: Structures, Megafaults, Famatina System, Argentina.

INTRODUCCION

Mientras se efectuaban trabajos geológicos en el Sistema de Famatina, se ha encontrado una zona apta para realizar estudios estructurales que, eventualmente, podrían poner de manifiesto la relación entre las estructuras menores (diaclasas) y el fallamiento principal de la región. Se trata del área Quebrada de Miranda, que cruza, transversalmente, el mencionado sistema orográfico a los 29°20'S; su importancia, en sentido estructural, radica en que la misma se ha labrado sobre un

elemento geotectónico de envergadura regional, como es la Megafalla Río Miranda-Pagancillo (*sensu* Baldis *et al.*, 1975).

Las circunstancias señaladas llevaron a efectuar un estudio semi-sistemático del diaclasamiento presente en el basamento granítico, como así también un análisis de las fallas principales de este sector, con el objeto de lograr una interpretación adecuada en un marco estructural más amplio, contribuyendo, de esta manera, a un mejor

conocimiento de la tectónica de la región. Cabe señalar que, hasta el presente, no han sido analizados los elementos estructurales en relación con la megafalla mencionada, ni la importancia de ésta en la evolución geotectónica de la zona que se considera.

El Sistema de Famatina comprende un conjunto de unidades orográficas de rumbo submeridional, que se extiende por las provincias de Catamarca y La Rioja (Fig. 1), con una longitud aproximada de 350 km y un ancho máximo de 40 km, flanqueadas, al este y al oeste, por las Sierras Pampeanas, razón por la cual de Alba (1980) propuso denominarlas Sierras Interpampeanas. Geológicamente, se diferencia de éstas por la presencia de rocas del Ordovícico, metamorfismo de bajo grado en las rocas de caja de los granitos y existencia de grandes espesores de sedimentitas del Paleozoico superior. De la Precordillera, unidad también cercana y con algunos caracteres comunes, difiere, fundamentalmente, por la presencia de rocas graníticas (en el Sistema de Famatina), con afloramientos que cubren grandes extensiones. En el croquis de ubicación de la figura 1 y en el bosquejo estructural de la figura 3, se incluyen las sierras de Paimán y de Paganzo (consideradas Sierras Pampeanas por algunos autores), en razón de que, tanto en sentido geográfico como estructural, guardan estrecha relación con la provincia geológica en estudio.

Este trabajo forma parte de una investigación mayor, que involucra el análisis integral de la geología del Sistema de Famatina, en el marco de un Proyecto de Investigación y Desarrollo del CONICET.

Son muchos los investigadores que, de una u otra manera, han contribuido al conocimiento geológico de esta parte del Sistema de Famatina. Entre los estudios importantes se deben mencionar los de Bodenbender (1911, 1916, 1922) y de Alba (1954, 1979a); estos últimos tratan, específicamente, la distribución de las unidades litológicas en la región de Quebrada de Miranda. Este mismo autor contribuyó con opiniones sobre problemas cronológicos y estratigráficos (de Alba, 1956, 1980) y con investigaciones de carácter regional (de Alba, 1972, 1979b). De esta índole son, también, las contribuciones de Turner (1960a, b, 1971) quien se refirió, con mayor énfasis, a cuestiones estra tigráficas.

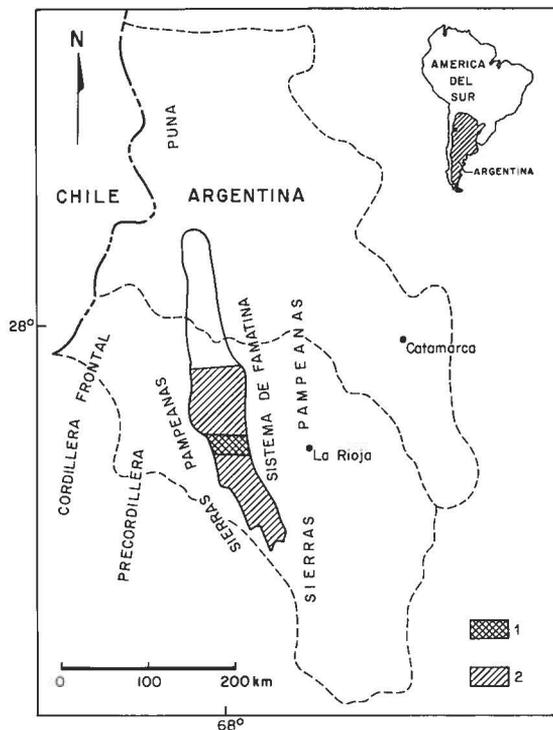


FIG. 1. Croquis de ubicación del Sistema de Famatina, con indicación del área que cubren las figuras 2 y 3.

Es también necesario mencionar aquellos estudios que tratan diversos aspectos de la geología de Quebrada de Miranda y zonas adyacentes, como los de Filardo (1958), Miranda (1958), Villar Fabre y González (1969), Villar Fabre *et al.* (1973) y los más recientes de Gioia (1986) y Cardinali (1986).

Trabajos relacionados con problemas estructurales de la zona son los de Fidalgo (1963), Cuerda (1973) y Baldis *et al.* (1975); en este último, los autores analizaron la tectónica de una amplia región del noroeste argentino, indicando que la quebrada de Miranda es el resultado de una megafalla regional a la que denominaron Megafractura Río Miranda-Pagancillo (de rumbo este-oeste), relacionada con otra de la misma índole, que también afecta al Sistema de Famatina (con rumbo noroeste-sureste) y ambas vinculadas con la Megafractura Continental Ambato, que se extiende por todas las Sierras Pampeanas, con rumbo general noreste-suroeste, hasta el flanco oriental de Sierra de Sañogasta.

MARCO GEOLOGICO

Las unidades litológicas que afloran en Quebrada de Miranda y zonas aledañas, están indicadas en el mapa geológico de la figura 2. La siguiente síntesis de la sucesión estratigráfica está basada en los trabajos citados en el punto anterior, especialmente en los de de Alba (1954, 1979a) y en observaciones de los presentes autores.

Las rocas más antiguas consisten en (meta)areniscas cuarcíticas, pizarras, filitas, hornfels, con intercalaciones de carácter volcanoclástico, que integran las formaciones Negro Peinado (*s.l.*) y Volcancito, de edad tremadociana inferior. La primera es roca de caja de la Formación Ñuñorco, compuesta por granitos de colores rosados y grises, de grano medio a grueso, con frecuencia atravesados por diques aplíticos y de lampróiros, estos últimos estudiados por Villar Fabre *et al.* (1973). Presenta variaciones a granodioritas y monzogranitos (Gioia, 1986) y, en conjunto, constituyen la mayor parte de los afloramientos de la región. En general, su edad se considera, basado en relaciones geológicas, como post-ordovícico/pre-carbonífera. Los datos geocronológicos dan edades entre

449 y 398 Ma (McBride, 1972; González *et al.*, 1985).

Continúan en la sucesión las sedimentitas de la Formación Agua Colorada (Carbonífero), que se relacionan con las metamorfitas ordovícicas y las rocas graníticas mediante discordancia o por fallas. Esta formación consiste, esencialmente, en conglomerados, areniscas de colores rosados pálidos, grises, rojizos y morados, con pequeñas intercalaciones de niveles carbonosos. Por encima se dispone la Formación Patquía (= Formación de La Cuesta) perteneciente al Pérmico, integrada por conglomerados, areniscas, margas, lutitas, de colores rojizos y que se relacionan mediante discordancia o fallas con las unidades del basamento. Los afloramientos de estas sedimentitas alcanzan un notable desarrollo hacia el oeste de los bloques serranos, principalmente. Para concluir, en la región occidental, se presentan sedimentitas continentales del Terciario, que se identifican como Formación El Durazno y depósitos del Cuaternario, los cuales están mejor desarrollados fuera del área serrana.

CONSIDERACIONES ESTRUCTURALES

ANÁLISIS DE LAS PRINCIPALES FALLAS

Los principales lineamientos estructurales de la región incluida en la figura 2, consisten en fallas de rumbo NW, E-W y NNE. La más destacable es la falla transversal inversa descrita por de Alba (1979a), identificada aquí como Falla Río Miranda. En la zona occidental es de rumbo NW-SE y luego, cambia a E-W, hasta que su traza se pierde bajo los sedimentos cuaternarios en las cercanías de Sañogasta. Como lo señaló de Alba (1979a), se observó que esta falla afecta a los sedimentos carboníferos y pérmicos, y ocasiona el fuerte levantamiento de Sierra de Sañogasta. Este hecho queda demostrado, según este autor, por la presencia de areniscas pérmicas en la parte alta, por la fuerte pendiente de la sierra hacia la quebrada de Miranda y por su hundimiento hacia el sur.

Otras fallas de importancia son aquéllas casi paralelas que se encuentran sobre el flanco oriental de Sierra de Sañogasta y que se han denominado Fallas Puesto Argañaraz. Las dos más orientales fueron descritas por de Alba (1979a) como direc-

tas, con planos de fallas casi verticales. El bloque hundido se encuentra hacia el este, produciendo un escalonamiento hacia el naciente del bloque serrano.

En el sector occidental, una falla inversa limita, por el oeste, los afloramientos graníticos de los Filos de Aicuña (Falla de Aicuña) y los pone en contacto con los sedimentos pérmicos. Casi paralela a ésta, se desarrolla la Falla Cerro Colorado, que tiene dirección norte y luego, noreste. Según Miranda (1958), ambas son inversas y el plano de la última tiene una inclinación de 60° al oeste, siendo responsable de fuertes corrimientos (con desarrollo de espejos de fricción), que se observan en la parte norte de los Filos de Aicuña y, junto a la primera, de su elevación.

Algo más al este, en la parte central de Sierra de Sañogasta, se observa la Falla Cerro Barreal, en la cual descendió el bloque oriental. También se debe mencionar aquella falla que se ubica al poniente de los afloramientos graníticos de Loma del Pozo.

En la región considerada, es de destacar el de-

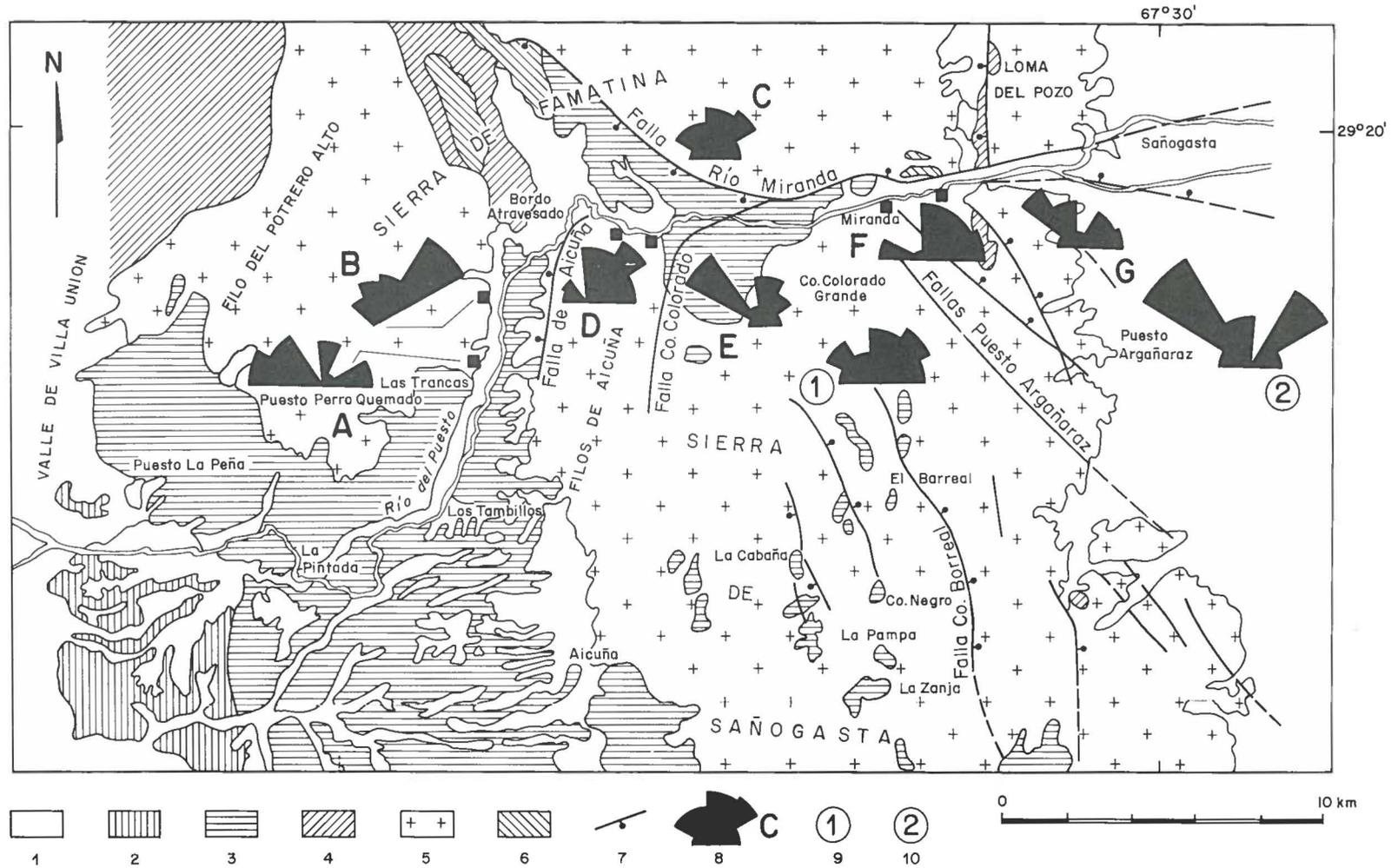


FIG. 2. Mapa geológico de Quebrada de Miranda y zonas aledañas (según de Alba 1954, 1979a), con la ubicación de las estaciones de medición de diaclasas y sus respectivos diagramas. 1. Cuaternario indiferenciado; 2. Formación El Durazno (Terciario); 3. Formación Patquía (Pérmico); 4. Formación Agua Colorada (Carbonífero); 5. Formación Ñuñorco (Ordovícico superior-Devónico); 6. Formaciones Negro Peinado y Volcancito (Ordovícico inferior); 7. Falla; 8. Diagrama de frecuencia de diaclasas en puntos de medición; 9. Promedio general de 380 mediciones; 10. Diagrama general de rumbo de diques (270 valores).

sarrollo de franjas miloníticas, que se observan especialmente en Quebrada de Miranda. Las mismas tienen un rumbo aproximadamente meridiano y constituyen gran parte de los afloramientos, mostrando intercalaciones menores de granitos no deformados. La deformación es especialmente visible en las láminas de biotita, que muestran pliegues "kink", mientras que en el cuarzo se observa extinción fuertemente ondulosa, con desarrollo de texturas de mortero que, macroscópicamente, se manifiestan de color azul.

Como complemento de este análisis del fallamiento, se ha realizado un bosquejo de la estructura basado en imágenes de satélites a escala 1:1.000.000 (Fig. 3). En él se han señalado sólo aquellos lineamientos de mayor importancia regional, cuyo trazado y características son claros a la escala indicada. La región así analizada queda comprendida entre los 28°30' y 30°20' S, es decir, desde el norte de Sierra de Paimán hasta el extremo austral de Sierra de Paganzo y de Sierra Baja de Los Portezuelos.

Este examen permite apreciar que las líneas estructurales de Sierra Sañogasta, generalmente, no continúan al norte de Quebrada de Miranda. Al respecto, de Alba (1979a) señaló que existe una notable diferencia en la estructura al norte y al sur de esa quebrada. En efecto, se observa que en la región nororiental de Sierra de Famatina, las fallas tienden a converger hacia el sureste. En tanto que en la zona sur, las fallas más importantes son de rumbo NNW o bien NS, con trazas rectilíneas. Las mismas, ubicadas al oeste de los bloques serranos, producen su basculamiento hacia el este. Las más importantes son las que definen los bloques de las sierras de Paganzo, Vilgo, Sierra Baja de Los Portezuelos y su continuación hacia el norte, por el borde occidental de Sierra de Sañogasta y oriental de los Filos de Aicuña. Fidalgo (1963), al describir la estructura de parte de las sierras de Sañogasta y Vilgo (entre los 29°30' y 30°00'S), indicó que ambos son bloques limitados por fallas, que consideró directas, y que produjeron cierto escalonamiento hacia el este. De Alba (1979a) también señaló que las fallas principales de la región oriental de Sierra de Sañogasta son directas, con planos de fallas casi verticales. Por otra lado, para Heim (1947), Sierra de Paganzo no es un bloque fallado, sino que se trataría de un anticlinal normal, con un núcleo cristalino cubierto por la serie sedi-

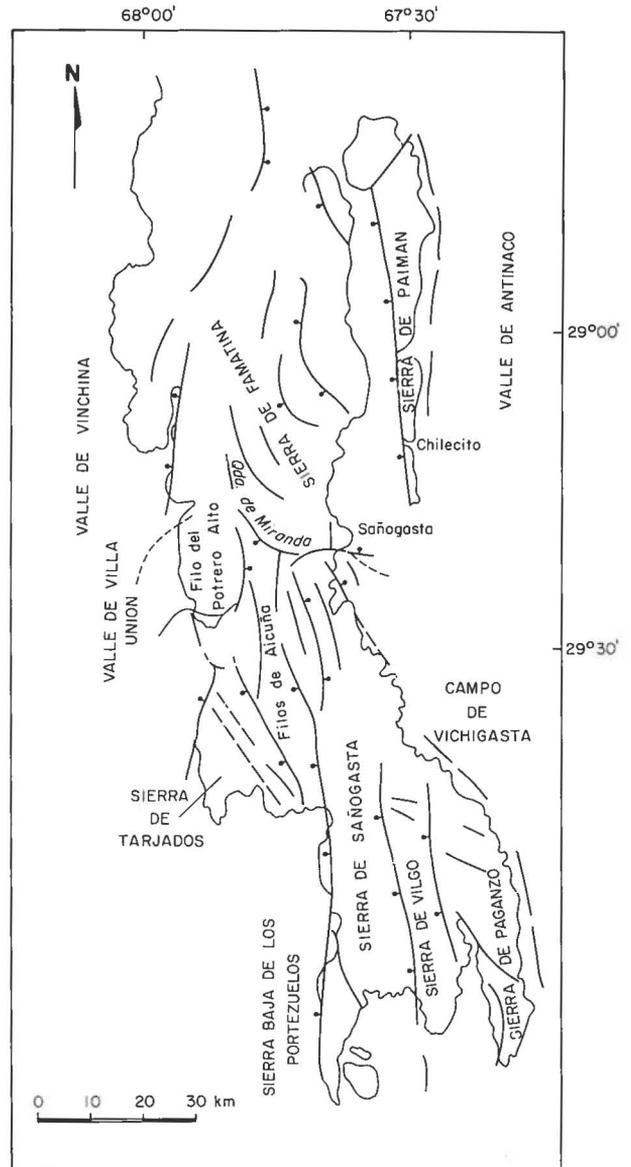


FIG. 3. Bosquejo estructural donde se muestran los lineamientos más importantes del sector austral del Sistema de Famatina, incluyendo las sierras de Paimán y de Paganzo.

mentaria del Carbonífero. Al respecto, se debe decir que esta sierra sí es un bloque fallado, pero como lo señaló Cuerda (1973), en el extremo sur, la falla no afecta a la cubierta sedimentaria, la cual se dispone en forma periclinal sobre el basamento.

Para el autor citado, este hecho se debe a que el mayor rechazo se produce en la parte central de la sierra, disminuyendo hacia sus extremos, donde es mínimo o nulo, lo que da lugar a una estructura de "pilar-puente".

La sierra de Tarjados está limitada por dos fallas principales, una de rumbo noreste y la otra de dirección noroeste, convergentes hacia el norte. Se interpreta que la occidental es la que tuvo mayor influencia en el levantamiento y basculación del bloque hacia el sureste.

En este contexto de fallamiento regional, es importante mencionar la falla que limita por el occidente a la sierra de Paimán y que produjo basculamiento hacia el este. Al naciente de esta unidad, hasta la latitud de Chilecito, se desarrolla una franja de más de 1 km de ancho, de granitos porfiroides deformados, con estructuras blastomiloníticas y transformados, en partes, en neises de ojos miloníticos. Se observan, además, lentes y bandas delgadas de ultramilonitas, de colores oscuros, que corresponderían a niveles de intensa cataclasis acaecida en niveles corticales altos.

En lo referente al movimiento relativo de los diferentes bloques y al rechazo de las fallas, no se cuenta, en todos los casos, con elementos de juicio para determinarlos. Cuerda (1973), sobre la base de diferencias de cotas de depósitos sincrónicos, que yacen en las partes altas y al pie de las sierras de Sañogasta-Vilgo, señaló que el desplazamiento vertical varía entre 1.800 y 300 m, correspondiendo los valores mayores a la región central.

ANÁLISIS DEL DIACLASAMIENTO

Con el objeto de caracterizar las principales direcciones de las diaclasas, se han realizado 380 mediciones de su actitud espacial, distribuidas en siete estaciones. Con ellas se han elaborado diagramas de frecuencia, los que han sido incluidos en el mapa de la figura 2. Las mediciones se efectuaron en Quebrada de Miranda y al oeste de la misma, siempre en las rocas graníticas. También se ha volcado en el mapa un diagrama general de todas las mediciones y otro realizado con el rumbo de 237 diques de lamprófiros, valores que han sido tomados del estudio efectuado por Villar Fabre *et al.* (1973).

Del análisis de los resultados se desprende que no existe una tendencia única en el rumbo de las

diaclasas, lo que se aprecia con la observación de los diagramas. En los puntos de mediciones B, C y D, se nota una clara tendencia al noreste, ya que siempre existe un máximo en esa dirección, entre 30° y 60°. En F, aunque la tendencia predominante también es noreste, se observa una mayor dispersión sin que haya una definición clara. En tanto que en G y E, el máximo es hacia el noroeste, con valores que oscilan entre 30° y 60°. Se considera dentro de esta tendencia a los valores obtenidos en A, a pesar de que la mayor frecuencia, en este caso, se encuentra entre 60° y 90°.

En síntesis, se puede señalar que, aunque en algunos casos los máximos no se definen con total claridad, existen dos tendencias dominantes una al noreste y otra hacia el noroeste, con valores que, en ambos casos, están comprendidos entre 30° y 60°, hecho que se ve reflejado en el diagrama general. Esta misma tendencia se observa en el rumbo de los diques de lamprófiros, notándose que el máximo más destacado es hacia el noroeste, con una segunda tendencia bien definida al noreste. Es interesante destacar que Cuerda (1973), mencionó rumbos similares a los dominantes en el área de estudio (noreste y noroeste), para diaclasas del basamento en algunas unidades de las sierras Pampeanas.

Dentro de la zona de estudio, Gioia (1986) señaló que las diaclasas de las tonalitas y granodioritas que afloran inmediatamente al norte del poblado de Miranda, tienen rumbos predominantes al noreste y noroeste, los cuales son coincidentes con los resultados generales que se han mencionado.

CORRELACION DIACLASAS-FALLAMIENTO

De la integración de los resultados obtenidos con la medición de rumbos de diaclasas y el análisis de las fallas, resulta que no es posible establecer una relación clara entre los fenómenos tectónicos que dieron origen a unas y otras.

Con seguridad, esto es debido a que, si bien en el caso de las fallas existe un cierto grado de certidumbre acerca de los esfuerzos que le dieron origen, no ocurre lo mismo con las diaclasas, las cuales tienen génesis diversas y que, en esta oportunidad, no fueron discriminadas. Las habría de tipo tectónico, en relación genética con las fallas (diaclasas pinadas), y también aquéllas cuyo origen

se debe a relajación y contracción y, probablemente, de alivio de carga. La separación de los distintos tipos de diaclasas, según su génesis, es una tarea ardua y no siempre posible, en las distintas estaciones de medición, razón suficiente para que aún no se pueda establecer relaciones genéticas

entre fallas y diaclasas.

Lo que sí resulta claro es que la intrusión de los diques de lamprófiros fue posterior a la formación de las diaclasas. Aquéllos se intruyeron siguiendo los rumbos predominantes noreste y noroeste.

NATURALEZA DE LOS ESFUERZOS Y SUCESION DEL FALLAMIENTO

El Sistema de Famatina y las Sierras Pampeanas han sido deformadas, al mismo tiempo, por la tectónica cenozoica (Jordan y Allmendinger, 1986), razón por la cual, al tratar este aspecto en sentido regional, se deben considerar a ambos sistemas orográficos en forma conjunta.

Es criterio general, aceptar que los esfuerzos deformantes de la orogenia andina han sido principalmente compresivos (González-Bonorino, 1950 a; Cuerda, 1973; Baldis *et al.*, 1975; Jordan y Allmendinger, 1986). Sin embargo, Fidalgo (1963) interpretó que el fallamiento, generalmente directo, de las sierras de Sañogasta y Vilgo, es consecuencia de fuerzas tensionales y que, si hubo efectos compresionales éstos fueron de carácter profundo. También señaló que al norte de la región por él estudiada, las fallas son, en su gran mayoría, de carácter inverso, lo que indica la acción de una tectónica compresiva. Este desigual comportamiento al norte y al sur de Quebrada de Miranda, es observado, también, por de Alba (1979a), quien se refirió, principalmente, a la diferencia en el rumbo de las fallas. Para Baldis *et al.* (1975), al sur de la megafalla Río Miranda-Pagancillo (Falla Río Miranda) habría actuado lo que denominaron "esfuerzos deformantes pampeanos", produciendo una inversión estructural; mientras que al norte de esta megafalla, opinaron que los "esfuerzos deformantes andinos" han tenido principal importancia. Estas consideraciones ponen de manifiesto la importancia de la megafalla Río Miranda-Pagancillo, en la evolución geotectónica de esta parte del Sistema de Famatina.

En cuanto a la sucesión del fallamiento, se puede señalar que los registros más antiguos son anteriores a la sedimentación neopaleozoica (Fase Chánica, Moya y Salfity, 1982), representados por las zonas miloníticas de rumbo submeridiano, que se observan en el Sistema de Famatina y en las Sierras Pampeanas; en éstas últimas fueron descritas, entre otros autores, por González-Bonorino

(1950b), Durand *et al.* (1984) y Toselli *et al.* (1985). Con respecto a la edad de la milonitización, Caminos (1979) señaló que, en las Sierras Pampeanas del sur de la Provincia de La Rioja, ha observado que la cataclasis es más antigua que los sedimentos carboníferos, los cuales sobreyacen intactos sobre el basamento milonitizado. Similares observaciones se pueden realizar en Quebrada de Miranda, donde los sedimentos pérmicos que se encuentran sobre los granitos deformados no muestran fenómenos de cataclasis.

Con toda probabilidad, la megafalla Río Miranda-Pagancillo ya estaba activa durante el Devónico Medio-Superior, puesto que, al menos localmente, tuvo influencia en la configuración de la cuenca neopaleozoica. Al sur de ésta, los estratos pérmicos se encuentran tanto en las depresiones como en las partes altas de las sierras (Sañogasta, Vilgo, Paganzo); no así al norte donde están restringidos a las áreas deprimidas (Sierra de Famatina).

Uno o más períodos de reactivación de las fallas del basamento habrían tenido lugar entre fines del Paleozoico y el Mesozoico, sin que se puedan dar mayores detalles de los mismos; lo que sí se puede decir es que la comarca en estudio se ha comportado como una zona positiva desde que finalizó la sedimentación pérmica.

Sin dudas, la reactivación más importante y generación de nuevas fallas, aconteció a fines del Cenozoico, como consecuencia de la orogenia andina que dio lugar al actual relieve de las sierras de la región. Esta reactivación habría comenzado hace unos 10 Ma y parece ser coincidente con el tiempo durante el cual la placa de Nazca desarrolló su actual trayectoria subhorizontal (Jordan y Allmendinger, 1986). Según estos autores, entre los 28°00' y 33°15'S, está bien definida la presencia de una zona de Benioff subhorizontal; entre esas latitudes se sitúa la mayor parte de las Sierras Pampeanas.

CONCLUSIONES

- En Quebrada de Miranda no se manifiesta una relación clara entre el diaclasamiento de las rocas graníticas de la Formación Ñuñorco y las fallas, posiblemente, a raíz de que no se han discriminado los distintos tipos de diaclasas presentes, de acuerdo con su génesis.
- Los diques de lamprófiros se han intruido siguiendo los rumbos dominantes de las diaclasas, es decir, noreste y noroeste.
- La Falla Río Miranda (Megafalla Río Miranda-Pagancillo) ha tenido marcada importancia en la evolución geotectónica de esta parte del Sistema

de Famatina, manifestándose, al norte y al sur de la misma, diferencias notables en este sentido (fallas directas e inversas al norte y al sur, respectivamente).

- En el basamento se han desarrollado franjas mi-loníticas submeridionales, como consecuencia de movimientos tectónicos anteriores al Paleozoico superior.
- De los episodios de reactivación, el de mayor importancia evidente ha sido el de fines del Cenozoico, el cual otorgó la configuración actual al relieve de las sierras de la región.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su reconocimiento al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) por el financiamiento de los trabajos de campo. También, a la Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo de la Univer-

sidad Nacional de Tucumán y la Volkswagenwerk Stiftung, por el apoyo brindado para la concreción de este trabajo. Esta es una contribución al Proyecto 202, Megafallas de Sudamérica, del PICG.

REFERENCIAS

- BALDIS, B.; VIRAMONTE, J.; SALFITY, J.A. 1975. Geotectónica de la comarca comprendida entre el cratógono central argentino y el borde austral de la Puna. *In* Congreso Iberoamericano de Geología Económica, No. 2, Actas, Vol. 4, p. 25-44. Buenos Aires, Argentina.
- BODENBENDER, G. 1911. Constitución geológica de la parte meridional de La Rioja y regiones limítrofes (República Argentina). Academia Nacional de Ciencias de Córdoba, Boletín, Vol. 19, No. 1, 221 p.
- BODENBENDER, G. 1916. El Nevado de Famatina. Academia Nacional de Ciencias de Córdoba, Boletín, Vol. 21, No. 1, p. 100-182.
- BODENBENDER, G. 1922. El Nevado de Famatina. Anales del Ministerio de Agricultura, Sección Geología, Mineralogía y Minería, Vol. 16, No. 1, 68 p.
- CAMINOS, R. 1979. Sierras Pampeanas Noroccidentales, Salta, Tucumán, Catamarca, La Rioja y San Juan. *In* Geología Regional Argentina (Turner, J.C.; Coordinador). Academia Nacional de Ciencias de Córdoba, Vol. 1, p. 225-292. Córdoba, Argentina.
- CARDINALI, G. 1986. Descripción geológica del sector noroeste de la quebrada Las Chilcas, Miranda, sureste de la Sierra de Famatina, La Rioja. Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Memoria de Título, 110 p. La Plata, Argentina.
- CUERDA, A.J. 1973. Sierras Pampeanas, una nueva interpretación de su estructura. Asociación Geológica Argentina, Revista, Vol. 28, No. 3, p. 293-303.
- De ALBA, E. 1954. Descripción geológica de la Hoja 16c, Villa Unión, Provincia de La Rioja. Dirección Nacional de Geología y Minería, Boletín, No. 82, 80 p.
- De ALBA, E. 1956. Acerca de la edad del granito del Famatina. Asociación Geológica Argentina, Revista, Vol. 11, No. 1, p. 76-79.
- De ALBA, E. 1972. El Sistema de Famatina. *In* Geología Regional Argentina (Leanza, A.F.; Editor). Academia Nacional de Ciencias de Córdoba, Publicación Especial, p. 143-184. Córdoba, Argentina.
- De ALBA, E. 1979a. Descripción geológica de la Hoja 16d, Chilecito, Provincia de La Rioja. Servicio Geológico Nacional, Boletín, No. 163, 87 p.
- De ALBA, E. 1979b. Sistema del Famatina. *In* Geología Regional Argentina (Turner, J.C.; Coordinador). Academia Nacional de Ciencias de Córdoba, Vol. 1, p. 349-395. Córdoba, Argentina.
- De ALBA, E. 1980. Reflexiones sobre el Paleozoico inferior del llamado Sistema de Famatina. Asociación Geológica Argentina, Revista, Vol. 35, No. 4, p. 573-578.
- DURAND, F.R.; TOSELLI, A.J.; ACEÑOLAZA, F.G. 1984. Las rocas cataclásticas de las sierras de Capillitas-La Ovejería, Provincia de Catamarca. *In* Congreso Geológico Argentino, No. 9, Actas, Vol. 2, p. 204-217. San Carlos de Bariloche, Argentina.
- FIDALGO, F. 1963. Algunos rasgos tectónicos y geomorfológicos de la Sierra de Sañogasta-Vilgo (Provincia

- de La Rioja). Asociación Geológica Argentina, Revista, Vol. 18, No. 3-4, p. 139-153.
- FILARDO, J.J. 1958.** Estudio geológico y petrográfico de la Cuesta de Miranda. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, 110 p. Córdoba, Argentina.
- GIOIA, H.F. 1986.** Descripción geológica del sector sudeste de la quebrada Las Chilcas, Miranda, sudeste de la Sierra de Famatina, La Rioja. Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Memoria de Título, 52 p. La Plata, Argentina.
- GONZALEZ-BONORINO, F. 1950a.** Algunos problemas geológicos de las Sierras Pampeanas. Asociación Geológica Argentina, Revista, Vol. 5, No. 3, p. 81-110.
- GONZALEZ-BONORINO, F. 1950b.** Geología y petrografía de las Hojas 12d (Capillitas) y 13d (Andalgalá), Catamarca. Dirección General de Industrias y Minería (Argentina), Boletín, No. 70, 65 p.
- GONZALEZ, R.R.; CABRERA, M.A.; CASTELLOTE, P.; OMIL, M.; BORTOLOTTI, P.; MOYANO, R.; OJEDA, J. 1985.** Esquematación de la ubicación espacial y temporal de la eruptividad en Sierras Pampeanas noroccidentales, República Argentina. In Congreso Geológico Chileno, No. 4, Actas, Vol. 3, p. 138-150. Antofagasta, Chile.
- HEIM, A. 1947.** Bosquejo tectónico de la Sierra de Paganzo, Provincia de La Rioja. Asociación Geológica Argentina, Revista, Vol. 2, No. 2, p. 122-126.
- JORDAN, T.E.; ALLMENDINGER, R.W. 1986.** The Sierras Pampeanas of Argentina: a modern analogue of Rocky Mountain foreland deformation. American Journal of Science, Vol. 286, p. 737-764.
- McBRIDE, S. 1972.** A potassium-argon age investigation of igneous and metamorphic rocks from Catamarca and La Rioja provinces, Argentina. Ph.D. Thesis, Queens University, Department of Geology, 120 p. Kingston, Ontario, Canada.
- MIRANDA, J.A. 1958.** Observaciones geológicas y petrográficas entre Cuesta de Miranda y Puerto Alegre (Provincia de La Rioja). Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Tesis de Grado, 65 p. Córdoba, Argentina.
- MOYA, M.C.; SALFITY, J.A. 1982.** Los ciclos magmáticos en el noroeste argentino. In Congreso Latinoamericano de Geología, No. 5, Actas, Vol. 3, p. 523-536. Buenos Aires, Argentina.
- TOSELLI, A.J.; ROSSI, J.; ACEÑOLAZA, F.G. 1985.** Milonitas de bajo grado de la Megafractura de Sierras Pampeanas en la Quebrada de La Rioja, Sierra de Velasco, Argentina. In Congreso Geológico Chileno, No. 4, Actas, Vol. 1, p. 160-171. Antofagasta, Chile.
- TURNER, J.C.M. 1960a.** Estratigrafía del tramo medio de la Sierra de Famatina y adyacencias (La Rioja). Academia Nacional de Ciencias de Córdoba, Boletín, No. 43, p. 5-54.
- TURNER, J.C.M. 1960b.** Las Sierras Transpampeanas como unidad estructural. In Jornadas Geológicas Argentinas, No. 1, Actas, Vol. 2, p. 387-402. Buenos Aires, Argentina.
- TURNER, J.C.M. 1971.** Descripción geológica de la Hoja 15d (Famatina), Provincia de La Rioja. Dirección Nacional de Geología y Minería (Argentina), Boletín, No. 126, 96 p.
- VILLAR FABRE, J.F.; GONZALEZ, R.R. 1969.** El granito de la cuesta de Miranda. Actas Geológicas Lilloanas, Vol. 10, No. 6, p. 121-140.
- VILLAR FABRE, J.F.; GONZALEZ, R.R.; TOSELLI, A.J. 1973.** Los lamprófiro intrusivos en el granito de la Cuesta de Miranda (La Rioja). Actas Geológicas Lilloanas, Vol. 12, No. 3, p. 23-60.