

EMPLAZAMIENTO SINTECTONICO DEL PLUTON CERRO VARILLAS CON TRANSCURRENCIA EN EL CRETACICO INFERIOR DE LA ZONA DE FALLA ATACAMA, CHILE

FRANCISCO URIBE V.

Departamento de Geología y Geofísica, Universidad de Chile,
Casilla 13518, Correo 21, Santiago, Chile

RESUMEN

En la Cordillera de la Costa de Antofagasta, se ha comprobado la presencia de un plutón granodiorítico del Jurásico Superior, atravesado por un enjambre de filones subparalelos entre sí, los cuales definen, dentro del cuerpo, una estructura regional en forma de pliegues.

El Plutón Cerro Varillas se ubica dentro de la Zona de Falla Atacama, y la geometría de la estructura es coincidente, en el espacio, con dicha zona. Relaciones de contacto y una serie de dataciones K-Ar revelan que dicha estructura debió producirse alrededor de los 140 Ma.

El origen de la estructura descrita no ha sido aún determinado con exactitud; sin embargo, una serie de consideraciones petrológicas, estructurales, y regionales, hacen posible suponer que ésta pudo estar relacionada con movimientos transcurrentes de la Zona de Falla Atacama, durante el Cretácico Inferior.

Palabras claves: Geología estructural, Petrología ígnea, Geocronología, Zona de Falla Atacama, Batolito de la Costa, Norte de Chile.

ABSTRACT

A Late Jurassic granodiorite pluton with a regionally folded swarm of dykes has been mapped at the Coastal Range of Antofagasta. The pluton lies within the Atacama Fault Zone, to which the geometry of the folds is related. Contact relationships and K-Ar dating indicate that the folds were generated 140 Ma ago.

The origin of the fold structure is not precisely known, but petrologic, structural and regional considerations allow to suggest that it may be related to strike slip movements along the Atacama Fault Zone during the Early Cretaceous.

Key words: Structural geology, Igneous petrology, Geochronology, Atacama Fault Zone, Coastal Batholith, Northern Chile.

INTRODUCCION

El área considerada en este trabajo corresponde a una sección de la Zona de Falla Atacama (ZFA), localizada en la Cordillera de la Costa del norte de Chile, 30 km al sur de la ciudad de Antofagasta (Fig. 1). En dicho sector afloran cuerpos plutónicos de edad jurásico-cretácica, los cuales intruyen a rocas volcánicas, pertenecientes a la Formación La Negra, de edad jurásica.

El reconocimiento y estudio, a escala 1:50.000, de una porción de la Cordillera de la Costa, desarrollados como parte del levantamiento de la Hoja Aguas Blancas 1:250.000, llevado a cabo por el Servicio Nacional de Geología y Minería, han permiti-

do comprobar, en el sector del cerro Varillas, un intrusivo granodiorítico (Plutón Cerro Varillas). Este se encuentra atravesado por un enjambre de filones de dacitas porfíricas, que definen, dentro de dicho cuerpo, estructuras de pliegues, asociadas conspicuamente con la ZFA.

En esta nota se presentan las características geológicas de dicho sector y se describe su estructura, en conjunto con los resultados obtenidos de dataciones K-Ar (en biotita) realizadas en algunos intrusivos. Se discute el posible origen de dicha estructura y la relación que ésta guarda con la ZFA.

GEOLOGIA DEL SECTOR DE CERRO VARILLAS

El Plutón Cerro Varillas es un cuerpo intrusivo de forma elongada en dirección submeridiana, que cubre un área aproximada de 100 km², emplazado entre las fallas Caleta Coloso y Salar del Carmen, ramales, de dirección NNW y NS respectivamente, de la ZFA en este sector (Fig. 2).

Litológicamente homogéneo, este cuerpo está constituido por rocas plutónicas equigranulares de grano grueso (3-5 mm), de color gris claro, cuya composición modal corresponde a la de una granodiorita-tonalita, de biotita y anfíbola. Dichas rocas contienen, además, gran cantidad de xenolitos microporfíricos de petrografía similar, los cuales presentan formas elipsoidales, de largo variable entre 4 y 20 cm. Una datación K-Ar realizada en granodiorita de este plutón dio una edad de 140 Ma.

El Plutón Cerro Varillas se encuentra atravesado por un enjambre de filones porfíricos de composición dacítica, dispuestos subparalelamente entre sí y manteando al este. Estos poseen un ancho variable entre 0,5 y 1 m y suelen ser continuos por hasta 5 km de largo; sus relaciones de contacto con la roca albergante son irregulares y, comúnmente, presentan estrangulamientos o terminaciones apicales.

La disposición general de los filones define, dentro del Plutón Cerro Varillas, una estructura regional cuya forma se asemeja a pliegues simétricos, medianamente abiertos, con longitud de onda cercana a 5 km y amplitud de hasta 10 km (Fig. 2).

En la porción occidental del plutón, los filones de los flancos de dicha estructura mantean entre 40° y 50° al NE y SE, y los ejes de pliegues estimados presentan buzamientos entre 50° y 70° al NE. Las trazas de los planos axiales, en tanto, se disponen con rumbos NNW y NS, subparalelos a aquéllos de las trazas de las fallas Caleta Coloso y Salar del Carmen, respectivamente.

El Plutón Cerro Varillas (Fig. 2) intruye a un stock de diorita de grano medio (2-4 mm), parte de un conjunto de intrusivos gabro-dioríticos, asignados al Jurásico Medio-Superior, los cuales se encuentran mejor expuestos al sur y al occidente de los límites de esta zona. Este stock intruye a una secuencia de coladas de metandesitas porfíricas, correlacionable con la Formación La Negra, definida por García (1967) al norte del área. Las metandesitas presentan, a lo largo de su margen occidental, una franja de esquistos y neises, en

parte miloníticos, cuyo origen se supone asociado a movimientos antiguos de la ZFA (Urbe y Niemyer, 1984). Esta franja se encuentra atravesada, en su extremo norte, por el Plutón Cerro Varillas.

En la zona de contacto con el Plutón Cerro Varillas, las rocas del stock de dioritas presentan lineación mineral y profoliación, y se encuentran atravesadas por redes de filones dacíticos, equivalentes a los reconocidos en el cuerpo aledaño. Sin embargo, en este caso, se disponen de manera rectilínea, en dirección norte-sur y manteando al este.

Al oriente del cerro Varillas, el plutón homónimo y su estructura asociada se encuentran atravesados por un stock granodiorítico, que ha sido datado en 137 Ma (Fig. 2). Dicha edad es equivalente a la obtenida en las monzodioritas cuarcíferas del Plutón Cerro Cristales, ubicado hacia el occidente

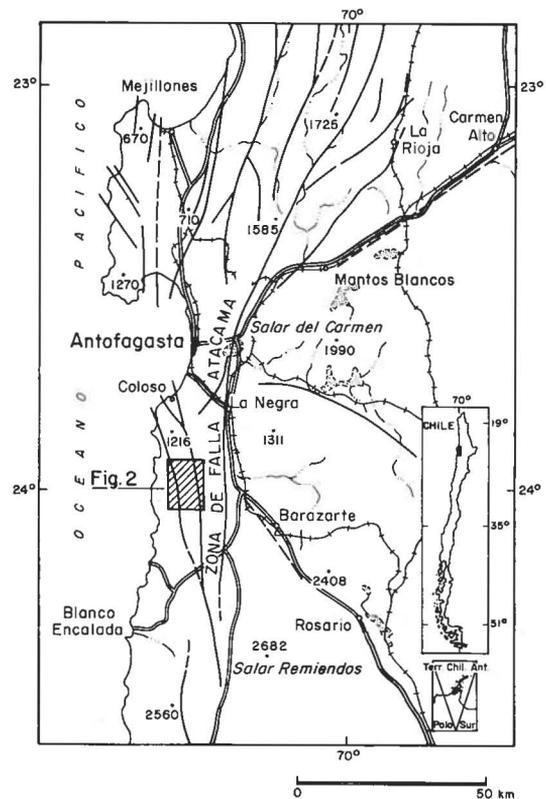


FIG. 1. Localización de la Zona de Falla Atacama en el sector de Antofagasta (modificada de Arabasz, 1971). El recuadro achurado muestra la ubicación del área considerada en este trabajo.

del área.

Las texturas microscópicas de las granodioritas del Plutón Cerro Varillas, así como las de las dacitas de los filones que lo atraviesan, son eminentemente de tipo ígneo. Salvo una leve extin-

ción ondulosa en los feldespatos de algunas granodioritas, ninguna de las muestras analizadas en ambos tipos litológicos exhiben otros efectos de deformación, aun en ejemplares recolectados en la zona axial de la estructura.

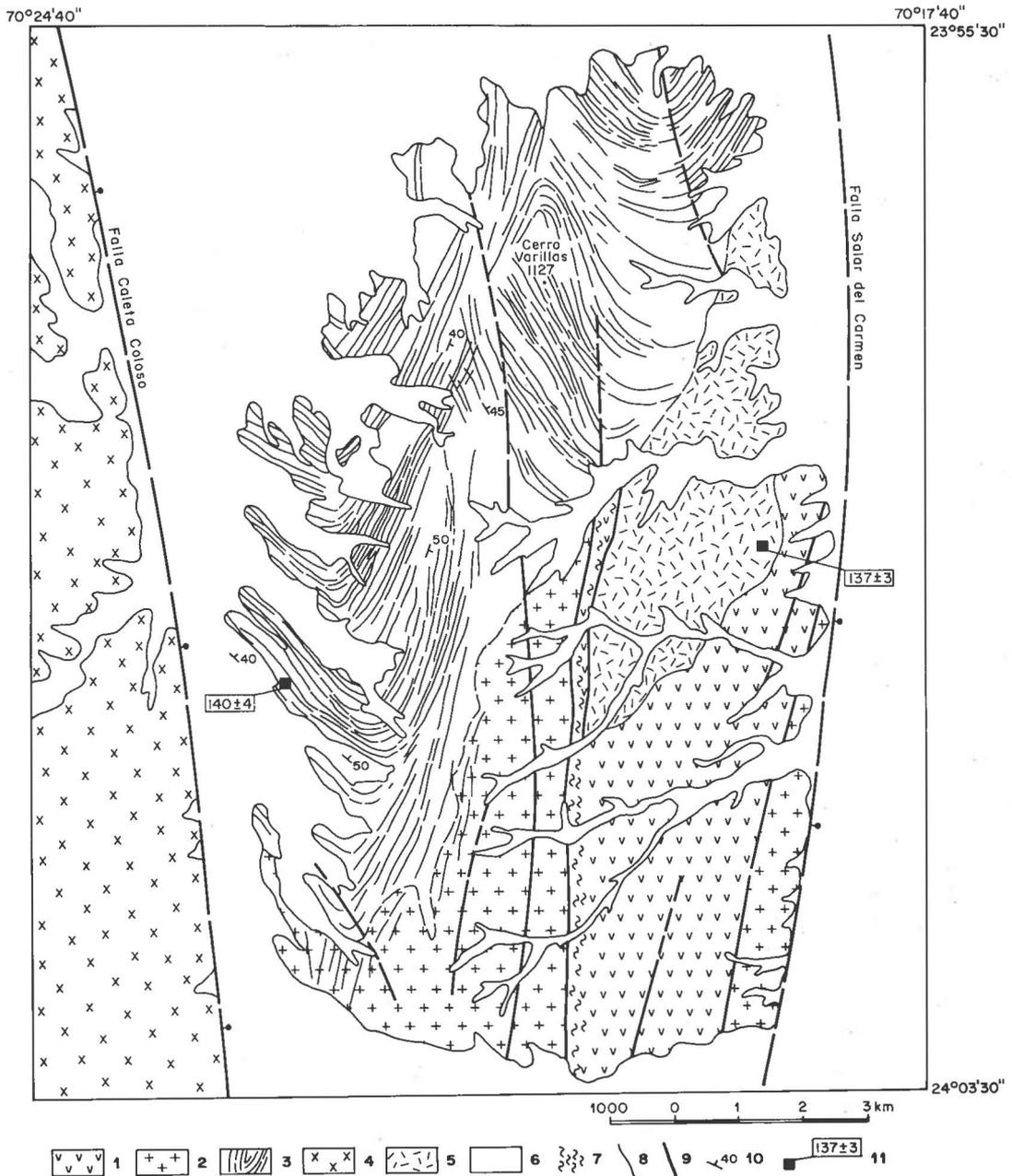


FIG. 2. Esquema geológico del sector de Cerro Varillas. 1. Formación La Negra; 2. Dioritas; 3. Granodioritas-tonalitas de biotita y anfíbola (Plutón Cerro Varillas), indicando la distribución de la serie de filones porfíricos dacíticos; 4. Monzodioritas cuarcíferas (Plutón de Cerro Cristales); 5. Granodioritas; 6. Aluvio; 7. Rocas miloníticas; 8. Contacto litológico; 9. Falla; 10. Rumbo y manto de filones; 11. Edades radiométricas K-Ar en biotita, en Ma.

CONCLUSIONES

Las relaciones de terreno, en conjunto con las edades radiométricas obtenidas en algunos de los intrusivos del área, indican que la generación de la estructura que afecta al Plutón Cerro Varillas se produjo con anterioridad a los 137 Ma y, probablemente, alrededor de los 140 Ma. Esta última edad, obtenida en la granodiorita del Plutón Cerro Varillas, se interpreta como el resultado de un rejuvenecimiento isotópico, producido en las rocas plutónicas debido al emplazamiento de los enjambres de filones en dicho cuerpo. La anterior suposición es reafirmada por la reciente obtención de una edad U/Pb = 154 ± 6 Ma en una muestra de granodiorita de la parte norte del cerro Varillas (Buchelt y Zeil, 1986), la cual podría corresponder al tiempo de intrusión del plutón.

El desarrollo de milonitas en una franja submeridiana, junto con la disposición conspicua que presenta la mayoría de los cuerpos intrusivos del área, sugieren que, al menos desde el Jurásico Superior, existió un control estructural predominante

en esta dirección. Del mismo modo, existe una coincidente relación geométrica entre las trazas de los planos axiales de la estructura de los filones del Plutón Cerro Varillas y la ZFA en este sector.

Tanto las granodioritas del Plutón Cerro Varillas como las rocas filonianas asociadas no presentan efectos deformativos, como los que pudieran esperarse para el plegamiento de rocas como éstas en un estado rígido; tampoco se encuentran registradas en ellas evidencias de deformación dúctil no-cataclástica, tales como recristalización dinámica o reducción del tamaño del grano. Los antecedentes con que se cuenta, hasta el momento, no permiten establecer con certeza la génesis de la estructura descrita, ni tampoco si su generación implicó, necesariamente, deformación de algún tipo. No obstante, cualquiera sea su origen, éste, probablemente, estuvo condicionado por algún tipo de control estructural y/o actividad de la ZFA en el Cretácico Inferior.

DISCUSION

La estructura que presentan los filones emplazados en el Plutón Cerro Varillas pudo resultar del emplazamiento de los filones en sistemas de fracturas preexistentes en el plutón; de un plegamiento sincrónico a la intrusión de los filones; o de una combinación de ambos mecanismos. A su vez, durante cualesquiera de dichos procesos, movimientos transcurrentes en la ZFA, pudieron contribuir a su actual configuración.

Si la estructura expuesta en el Plutón Cerro Varillas se produjo por plegamiento, la deformación debió tomar lugar en el intrusivo cuanto éste aún no se encontraba completamente cristalizado y estaba lo suficientemente caliente para permitir la total recuperación ("recovery"), de los cristales deformados. En tal caso, la deformación pudo resultar del empuje lateral producido por el emplazamiento de grandes cuerpos plutónicos adyacentes (como el Plutón Cerro Cristales), en un espacio reducido, tal como ha sido propuesto para algunos ejemplos del Batolito de la Costa de Perú (Pitcher, 1979); o bien del arrastre producido por movimientos transcurrentes de la ZFA, siendo de tipo dextral en el sector de la Falla Galeta Coloso y sinistral en el de

la Falla Salar del Carmen. A su vez, ambos mecanismos pudieron actuar en conjunto.

Los filones dacíticos que definen la estructura del Plutón Cerro Varillas poseen textura porfírica, la cual evidencia un enfriamiento rápido de aquéllos. Si los filones se hubieran emplazado en un plutón a altas temperaturas, sería dable esperar que presentaran una textura más bien equigranular. En apariencia, esto no ocurre y, probablemente, se deba a que los filones se emplazaron en un plutón ya frío. En este sentido, experimentos realizados en materiales viscosos indican que los plutones que ascienden diapíricamente no pueden emplazarse a menos que el magma esté completamente cristalizado, o bien consista de una masa de cristales con tan poco material intersticial que su resistencia y viscosidad se aproximen a aquéllas de las rocas que lo rodean (Pitcher y Berger, 1972, p. 329).

Estas consideraciones señalan que el Plutón Cerro Varillas debió haberse encontrado totalmente cristalizado, con una baja fracción fundida, al generarse la estructura definida por los filones, la que, de haberse producido únicamente por com-

presión y/o arrastre, habría modificado las características primarias de las rocas intrusivas.

Asumiendo que el Plutón Cerro Varillas se encontraba frío al momento de emplazarse los filones, y que éstos se distribuyeron a través de dicho cuerpo siguiendo los planos de menor resistencia, los cuales se desarrollan como fractura de extensión dispuestos en forma transversal a la dirección de cizalle principal, en zonas de fallas transcurrentes (Roberts, 1970; Ramsay y Graham, 1970; Ramsay y Huber, 1983, p. 23-24, 43), la estructura expuesta en dicho intrusivo pudo resultar de un emplazamiento sintectónico de la serie de filones a través de sistemas de fracturas de extensión, sincrónicamente con movimientos de tipo sinistral en la ZFA.

Aun cuando la ZFA se encuentra, en parte, ca-

racterizada por la presencia de elevados escarpes subverticales de fallamiento normal, desarrollados durante el Terciario (Arabasz, 1971), en esta última década se ha venido acumulando una serie de antecedentes que demuestran que, en el Cretácico Inferior, los movimientos de la ZFA fueron de tipo transcurrente (Naranjo *et al.*, 1984; Thiele y Pincheira, 1984; Hervé, 1987). Por otro lado, existen diversos ejemplos de plutones de esa edad, cuyos emplazamientos aparecen controlados por la ZFA (Berg y Breitzkreuz, 1983; Naranjo *et al.*, 1984; Uribe y Niemeyer, 1984); en algunos de estos casos, la presencia de franjas miloníticas, a lo largo de sus zonas marginales, ha sido interpretada como el resultado de una intrusión en un ambiente tectónico activo. Este sería, también, el ambiente en que se habría emplazado el Plutón Cerro Varillas.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue financiado por el Servicio Nacional de Geología y Minería (Proyecto 130, Aguas Blancas) y es una contribución al Proyecto Megafallas de Sudamérica (PICG 202). Se agradece la colaboración de los señores C. Mpodozis, M. Hervé, N. Marinovic y V. Maksaev, geólogos del Proyecto Aguas Blancas, quienes, además de facilitar información inédita, aportaron valiosas sugerencias. H. Niemeyer acompañó al autor durante el reconocimiento del sector y entregó diversas sugere-

ncias para la planificación de una metodología del trabajo. E. Godoy estimuló y contribuyó a la confección del borrador original. V. Maksaev, R. Moscoso, M. Hervé, J. Skarmeta y M. Suárez revisaron y aportaron valiosas críticas al manuscrito. Se agradece la confianza prestada por F. Hervé, quien motivó y apoyó, en todo momento, la participación del autor en la reunión final del Proyecto Megafallas de Sudamérica, realizado en Octubre de 1986 en San Juan, Argentina.

REFERENCIAS

- ARABASZ, W. 1971. Geological and geophysical studies of the Atacama Fault Zone in Northern Chile. Ph.D. Thesis, California Institute of Technology, 264 p. Pasadena, California.
- BERG, K.; BREITKREUZ, C. 1983. Mesozoische Plutone in nordchilenischen Küstenkordillere: Petrogenese, - Geochronologie, Geochemie und Geodynamik mantelbetonter Magmatite. Geotektonische Forschung, Vol. 66, p. 107.
- BUCHELT, M.; ZEIL, W. 1986. Petrographische und geochemische Untersuchungen an jurassischen Vulkaniten der Porphyrit-Formation in der Küstenkordillere nord-Chile. Berliner Geowissenschaft, Vol. 66, p. 191-204.
- GARCIA, F. 1967. Geología del Norte Grande de Chile. In Simposium sobre el Geosinclinal Andino, No. 3. Sociedad Geológica de Chile, 138 p. Santiago, Chile, 1962.
- HERVE, M. 1987. Movimiento sinistral en el Cretácico Inferior de la Zona de Falla Atacama al norte de Paposos (24°S). Revista Geológica de Chile, No. 31, p. 37-42. Este volumen.
- NARANJO, J.A.; HERVE, F.; PRIETO, X.; MUNIZAGA, F., 1984. Actividad cretácica de la Falla Atacama al este de Chañaral. Milonitización y Plutonismo. Comunicaciones, No. 34, p. 57-66.
- PITCHER, W.S. 1979. The nature, ascent and emplacement of granitic magmas. Journal of the Geological Society of London, Vol. 136, p. 627-662.
- PITCHER, W.S.; BERGER, A.R. 1972. The geology of Donegal. A study of granite emplacement and unroofing. Regional Geology Series, Wiley-Interscience, 435 p. London.
- RAMSAY, J.G.; GRAHAM, R.H. 1970. Strain variation in shear belts. Canadian Journal of Earth Sciences,

Vol.7, p. 786-813.

RAMSAY, J.G.; HUBER, M.I. 1984. The techniques of modern structural geology. Strain analysis. Vol. 1. Academic Press Inc., 307 p. London. U.K.

ROBERTS, J.L. 1970. The intrusion of magma into brittle rocks. *In* Mechanism of igneous intrusion (Newall, G.; Rast, N.; editors). Geological Journal, Special Issue, No. 2, p. 287-338.

THIELE, R.; PINCHEIRA, M. 1984. Las megafallas Los

Colorados-Portezuelo Tatara y La Sosita-Huanterme, en la extensión sur de la Zona de Falla de Atacama, al noroeste de Vallenar. Comunicaciones, No. 34, p. 67-70.

URIBE, F.; NIEMEYER, H. 1984. Franjas miloníticas en la Cordillera de la Costa de Antofagasta (Cuadrángulo Cerro Cristales, 24°00'-24°15'S) y la distribución del basamento precámbrico. Revista Geológica de Chile, No. 23, p. 87-91.