

CARACTERÍSTICAS PETROGRÁFICAS Y QUÍMICAS DEL COMPLEJO PLUTÓNICO LAS TOSCAS-PIEDRA GRANDE, SURESTE DE ANTOFAGASTA, CHILE

L. Baeza *

Introducción

La actividad magmática mesozoica en la Cordillera de la Costa del Norte de Chile es de amplia distribución y muy voluminosa. Destaca el gran espesor de más de 10.000 m de lavas en el período Jurásico, Formación La Negra, sector de Antofagasta^{1, 2, 3} y múltiples intrusiones en el Jurásico y Cretácico^{4, 5, 6, 7, 8, 9}, caracterizando ellas, un arco magmático activo con variaciones composicionales importantes en el sentido transversal, además de migración magmática en el tiempo¹⁰.

La región de estudio se ubica entre 40 y 50 km al sureste de Antofagasta, entre los 23°45'-24°00'S y 70°00'-70°17'W y cubre un área de 27 por 29 km (Fig. 1). Forma parte de la vertiente oriental de la Cordillera de la Costa y está separada de la porción central de ésta por la Falla de Atacama.

Morfológicamente es un relieve maduro con cerros redondeados, cauces definidos y un control estructural de direcciones principales noroeste y noreste.

Rocas Metasedimentarias

En el sector de Cerro Púa e inmediaciones norte y oeste afloran rocas metasedimentarias finas, foliadas, consistentes en filitas, pizarras, esquistos, equivalentes con aquéllas de sectores de la Cordillera de la Costa como Formación El Toco¹¹, Formación Cerros de Cuevitas y Formación Las Tórtolas^{12, 13}. Consisten en capas delgadas de turbiditas de grano fino y arcillolitas hemipelágicas tipo flysch depositadas en el lapso Devónico-Pérmico¹⁴.

En el área de estudio estas rocas fueron inyectadas

por el Complejo Las Toscas-Piedra Grande, desarrollando una aureola de metamorfismo de contacto con presencia de cristales de andalucita.

Complejo Plutónico Las Toscas-Piedra Grande

Consiste en cuerpos de amplia distribución areal y composicional, que varían desde diorita, monzonita, tonalita a granodiorita y granito (Fig. 1) y que exhiben texturas homogéneas, de grano grueso y bien desarrolladas. En los bordes de estos cuerpos se producen variaciones texturales importantes desde porfídicas a panalotriomórficas de grano fino. Se reconocen xenolitos de composición básica (gábrica, diorita, monzonítica) en cuerpos menos básicos, lo que indica una cierta diferenciación magmática.

Los minerales magmáticos primarios presentes en rocas del Complejo Plutónico Las Toscas-Piedra Grande son cuarzo, ortoclasa, ortoclasa perfitica, plagioclasa, biotita, hornblenda, clinopiroxeno, eseno y minerales accesorios (apatita, rutilo, magnetita, ilmenita). Minerales secundarios como arcilla, sericita, clorita, son frecuentes como productos de alteración débil. A su vez, los contenidos de H₂O y CO₂ son relativamente bajos en estas rocas (<2%), lo que está de acuerdo con el bajo grado de alteración.

La clasificación y variación petrográfica se observa en la figura 2, diagrama QAP, donde se distingue una tendencia marcadamente diferenciada desde diorita en un extremo hasta granito en el límite con el campo de granito de feldespato alcalino. En este diagrama se aprecia un vacío en el campo de granito 'intermedio', es decir, aquel cercano al granodiorítico, que obedece quizás a un fraccionamiento fuerte de plagioclasa en etapas tempranas. A su vez, la tendencia hacia el dominio alcalino señala un grado bastante avanzado de

* Universidad Católica del Norte, Departamento de Ciencias Geológicas, Avda. Angamos 0610, Casilla 1280, Antofagasta, Chile.

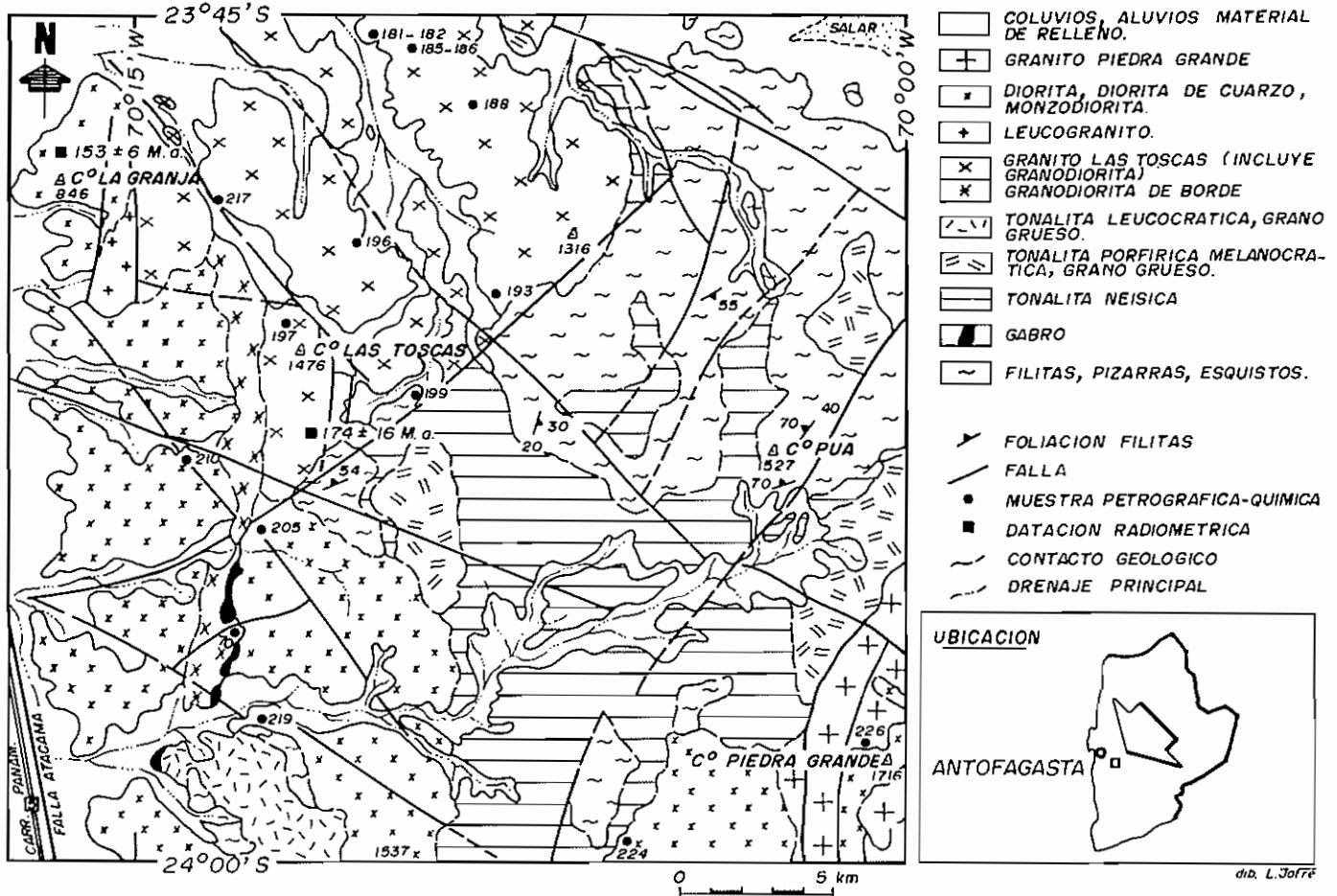


FIGURA 1 GEOLOGIA DEL AREA LAS TOSCAS - PIEDRA GRANDE

diferenciación magmática con aumento importante de elementos alcalinos.

Las rocas dioríticas tienen predominio de anfíbolos sobre biotita, relación que se invierte en monzodioritas y granodioritas.

Los intervalos de composición química varían entre 52,85% y 79,36% de SiO₂, cubriendo los campos de rocas intermedias y ácidas. Esta variación se puede observar en un diagrama Harker (Fig.3), en donde se aprecia una disminución notoria de los óxidos Al₂O₃, Fe₂O₃ (t), MgO, CaO con el aumento de SiO₂. Esta correlación negativa de los elementos mencionados con la sílice muestra pendientes muy similares y subparalelas.

Por otra parte, el K₂O aumenta progresivamente con SiO₂ (Fig. 4), desde valores de 1,52-5,43%, con aporte importante de feldespato potásico en rocas más diferenciadas.

El diagrama álcalis *versus* SiO₂ (Fig. 5) permite visualizar que todas las muestras se ubican en el campo subalcalino con una correlación positiva.

El índice félsico o grado de alcalinidad incrementa paulatinamente desde 0,37 en diorita hasta 0,96 en granito diferenciado y señala una correlación positiva con SiO₂, lo que demuestra la alta participación de álcalis en rocas ácidas.

El índice de solidificación (32 en diorita, 21-18 en monzodioritas, 12 en granodiorita, 4-0,5 en granitos), cuya disminución es fuerte en granodiorita y extrema en granito, pone de manifiesto la escasa y casi nula participación, respectivamente, de MgO en rocas ácidas. Esto mismo puede verse en la figura 6, diagrama AFM, que indica un enriquecimiento casi nulo en Fe en rocas básicas y un decrecimiento fuerte en rocas intermedias y ácidas. La diferenciación extrema de las rocas ácidas

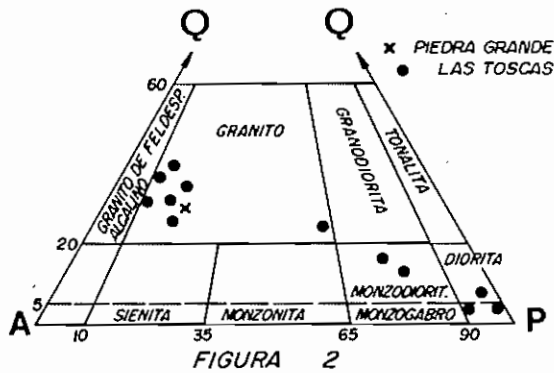


FIGURA 2

es evidente por la posición de los puntos en la vecindad del vértice de álcalis (A). La serie plutónica es claramente de carácter calcoalcalino (Fig. 6).

Las rocas plutónicas muestran un fuerte decrecimiento de Sr con aumento de SiO₂, desde valores extremos de 638 ppm de Sr en diorita hasta 9 ppm en granito, de acuerdo con el patrón para rocas calcoalcalinas. Estas fuertes variaciones de Sr sugieren fraccionamiento muy diverso de feldespato.

La relativa alta razón Rb/Sr (> 0,24), estaría indicando un aporte cortical de los magmas que generaron estas rocas.

Por otra parte, el diagrama Rb versus Y+Nb basado en Pearce *et al.*¹⁵ y que permite discriminar ambientes tectónicos, señala un carácter de rocas de arco volcánico con una leve tendencia hacia granitos de intraplaca (Fig.7)

Edad

El Complejo Plutónico Las Toscas-Piedra Grande intruye a rocas metasedimentarias paleozoicas, no teniendo otra relación estratigráfica en la zona.

Dataciones radiométricas U/Pb realizadas por Damm *et al.*¹⁶ en el área, entregan valores de 153 ± 6 Ma en diorita (cerro La Granja) y de 174 ± 16 Ma en granodiorita (sur del cerro Las Toscas). A su vez, en localidades al oeste, como en el cerro Varillas, se obtuvo una edad de 152 ± 10 Ma en granodiorita. La concordancia en estos valores pone de manifiesto una edad jurásica superior para la intrusión principal de esta región. Debe señalarse que edades de 196 ± 2 Ma son dadas por Damm *et al.*¹⁶ para las rocas del Complejo básico de la Cordillera de la Costa (Coloso-Bolfin), lo que indica el período Jurásico en el sentido amplio.

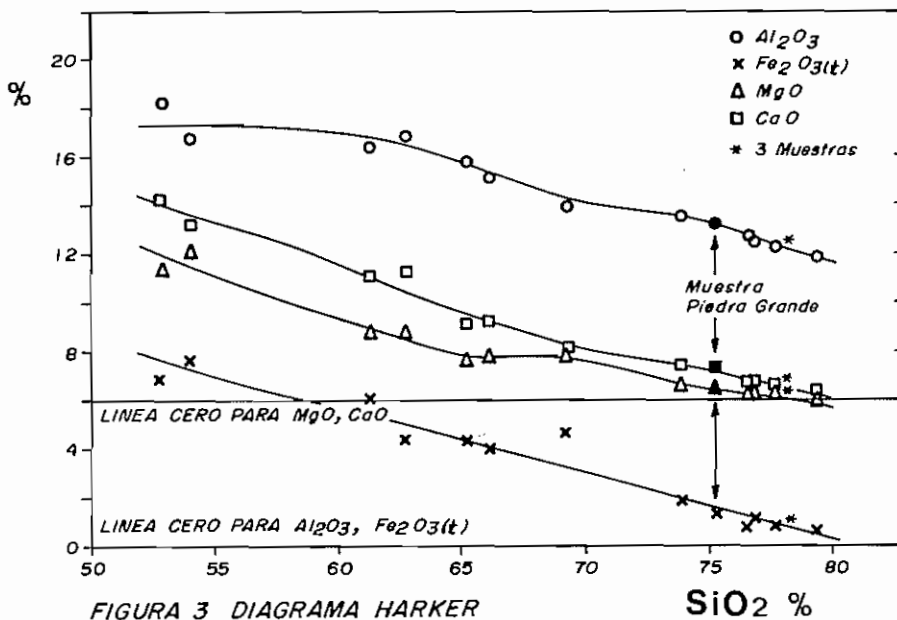


FIGURA 3 DIAGRAMA HARKER

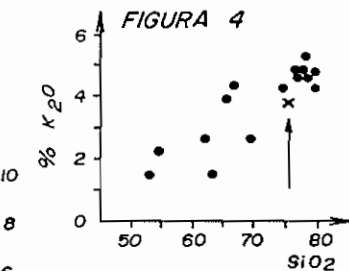


FIGURA 4

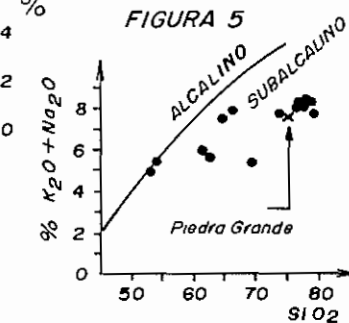


FIGURA 5

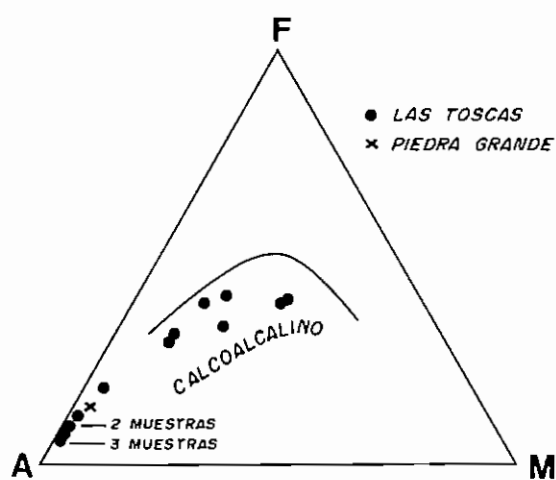


FIGURA 6

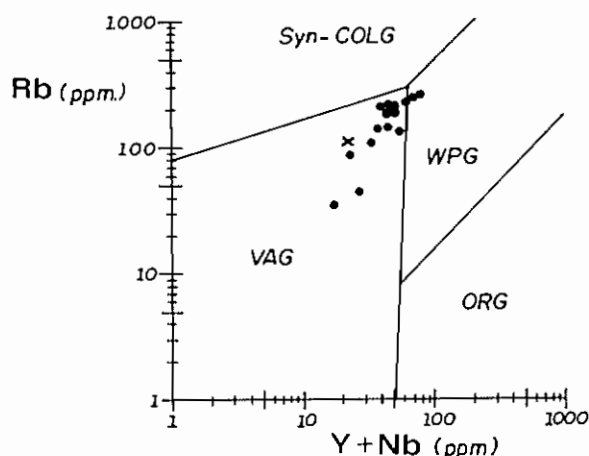


FIGURA 7

Conclusiones

El Complejo Plutónico Las Toscas-Piedra Grande muestra una diferenciación normal desde diorita a granito, presenta una alta participación de elementos alcalinos en rocas ácidas y tiene un patrón composicional típico calcoalcalino. Evidencias de campo y microscópicas indican que los cuerpos plutónicos son menos ácidos a mayor edad. Los contenidos de elementos incompatibles y sus relaciones permiten apoyar la hipótesis de que las rocas plutónicas se habrían originado en niveles corticales inferiores en una zona de arco volcánico en expansión que fue activa en el Jurásico. El volcanismo de arco de la Formación La Negra fue sincrónico con un plutonismo, los que habrían evolucionado en niveles algo distintos de generación y emplazamiento.

Agradecimientos

Se agradece la participación del Sr. Alex Pastén, quién trabajó en etapas de terreno de este proyecto. Los análisis químicos fueron realizados en el Laboratorio de Geoquímica de la Universidad Libre de Berlín durante una estadía de investigación del autor. Mis agradecimientos, también, al Dr. Patricio Campano por la lectura crítica del manuscrito.

Referencias

- García, F. 1967. Geología del Norte Grande de Chile. Sociedad Geológica de Chile. Symposium Geosinclinal Andino 1962, 3. Santiago.
- Buchelt, M.; Zeil, W. 1986. Petrographische und geochemische Untersuchungen an jurassischen Vulkaniten der Pophyrit-Formation in der Küstenkordillere Nordchiles. *Berliner Geowissenschaftliche Abhandlungen*, Vol. A66, p. 191-204.
- Télez, C. 1986. Estratigrafía de la Formación La Negra en la Cordillera de la Costa a la latitud de Antofagasta, II Región, Chile. Memoria de Título (Inédito). *Universidad del Norte, Departamento de Geociencias*, 90 p.
- Ferraris, F.; Di Biase, F. 1978. Geología de la Hoja Antofagasta, II Región de Antofagasta. *Instituto de Investigaciones Geológicas, Carta Geológica de Chile*, No. 30, 48 p.
- Berg, K.; Breitzkreuz, C.; Damm, K.-W.; Pichowiak, S.; Zeil, W. 1983. The North-Chilean Coast Range -an Example for the Development of an Active Continental margin. *Geologische Rundschau*, Vol. 72, p. 715-731.
- Berg, K.; Breitzkreuz, C. 1983. Mesozoische Plutone in der nordchilenischen küstenkordillere; Petrogenese, Geochronologie, Geochemie und Geodynamik mantelbetoner Magmatite. *Geotektonische Forschungen*, Vol. H66.

7. Rösling, R. 1989. Petrologie in einem tiefen krustenstockwerk des jurassischen magmatischen Bogens in der nordchilensischen Küstenkordillere südlich von Antofagasta. *Berliner Geowissenschaftliche Abhandlungen*, A112.
8. Damm, K.-W.; Pichowiak, S. 1981. Geodynamik und magmengenese in der Küstenkordillere Nordschiles zwischen Taltal und Chañaral. *Geotektonische Forschungen*, Vol. 61, 166 p. Stuttgart.
9. Pichowiak, S.; Buchelt, M.; Damm, K.-W. 1990. Magmatic activity and tectonic setting of the early stages of the Andean cycle in Northern Chile. In *Plutonism from Antarctica to Alaska* (Kay, S.M.; Rapela, C.W.; editores). *Geological Society of America, Special Paper*, No.241, p. 127-144.
10. Farrar, E. *et al.* 1970. K-Ar evidences for the post-Paleozoic migration of granitic intrusions foci in the Andes of Northern Chile. *Earth and Planetary Science Letters*, Vol. 10, p. 60-66.
11. Harrington, H. 1961. Geology of parts of Antofagasta and Atacama provinces, Northern Chile. *American Association of Petroleum Geologists, Bulletin* Vol. 45, p. 169-197.
12. Ulricksen, C. 1979. Regional Geology, Geochronology and metallogeny of the Coastal Cordillera of Chile between 25°30' and 26°00' south. Unpublished Master Science Thesis. *Dalhousie University*, 221 p. Canadá.
13. Bell, C.M. 1982. The Lower Paleozoic metasedimentary basement of the Coastal Ranges of Chile between 25°30' and 27°00'S. *Revista Geológica de Chile*, No. 17, p. 21-29. Santiago.
14. Breikreuz, C.; Balhburg, H.; Zeil, W. 1988. The paleozoic evolution of Northern Chile: Geotectonic implications. In *The Southern Central Andes* (Bahlburg, H.; Breikreuz, C.; Giese; editors). *Lecture Notes in Earth Sciences, Springer Verlag*, Vol. 17, p. 87-102. Springer. Berlin
15. Pearce, J.; Harris, N.; Tindle, A. 1984. trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *Journal of Petrology*, Vol. 15, Part. 4, p. 956-983.
16. Damm, K.-W.; Pichowiak, S.; Todt, W. 1986. Geochemie, petrology und Geochronology der Plutonite und des metamorphen Grundgebirges in Nordchile. *Berliner Geowissenschaftliche Abhandlungen*, A66, p. 73-146.