

EL BATOLITO DE PANGUIPULLI: CARACTERIZACIÓN DEL PLUTONISMO JURÁSICO EN LA CORDILLERA DE LOS ANDES DE LA PROVINCIA DE VALDIVIA, X REGIÓN (39°30' - 40°15' S.)

por

Miguel Angel Parada R.*
Francisco Munizaga V.*

RESUMEN

El Batolito de Panguipulli está compuesto esencialmente por tonalitas y granodioritas de biotita y hornblenda cuyas características químicas aseguran un carácter calco-alcalino. Se obtuvo una isócrona Rb/Sr en roca total que evidencia un plutonismo Jurásico medio - superior (160 ± 20 m.a.). La razón inicial $Sr^{87}/Sr^{86} = 0,707$ es más baja que las determinadas para las rocas más antiguas de la región y sugieren un origen subcortical para el magma parental, que ha experimentado enriquecimiento en Sr radiogénico.

Las características estructurales de este cuerpo y las condiciones P-T inferidas a partir de las asociaciones mineralógicas estables en la aureola de contacto que desarrolla, sugieren un nivel mesozonal-epizonal para su emplazamiento.

ABSTRACT

The Panguipulli batholith is composed mainly by biotite-hornblende granodiorites and tonalites. Chemical characteristics of these rocks show a calc-alcaline trend.

A whole rock Rb/Sr isochrone give an age of 160± 20 m.y. (middle-upper Jurassic). Initial ratio $Sr^{87}/Sr^{86} = 0,707$ is lower than that of older crustal rocks of the region suggesting a subcrustal origin for the parental magma with a enrichment in radiogenic strontium.

Structural features of the Panguipulli batholith and P-T condition inferred by the mineralogical assemblages of the contact aureole, suggest a mesozonal-epizonal level for its emplacement.

INTRODUCTION

Los primeros estudios que mencionan la presencia de rocas gra

* Departamento de Geología, U. de Chile, Casilla 13518, Correo 21, Santiago

níticas en la Cordillera de los Andes de la provincia de Valdivia, las consideraron como parte de una gran unidad magmática-plutónica que se extiende entre los paralelos 39°45' y 41°30' aproximadamente. GERTH (1955) las incluía en el Macizo Nahuel-Huapi como rocas paleozoicas. Similar idea sostuvo CHOTIN (1971) considerándolas del Paleozoico superior. AGUIRRE y LEVI (1964) propusieron una edad cretácica superior-terciaria inferior para los granitoides de los Andes entre las provincias de Cautín y Llanquihue, que después corroboró DI BIASE y LILLO (1973) para los granitoides andinos de la provincia de Valdivia.

Posteriormente, HERVE et al. (1974) reconocieron la existencia de granitoides generados durante tres episodios plutónicos en el sector andino de la provincia de Valdivia sobre la base de sus relaciones de contacto y criterios petrográficos. El episodio más antiguo y difícil de delimitar habría ocurrido con anterioridad a la deposición de la formación Panguipulli, de edad incierta, probablemente durante el Carbonífero superior-Pérmico (MORENO y PARADA, 1976; MINATO, 1977 in Ishikawa y Aguirre eds.). El segundo episodio sería posterior a la depositación de la formación Panguipulli y anterior a la de la formación Curarrehue del Cretácico superior - Terciario inferior y probablemente también anterior a la de la formación Tralcán de edad probable trásica superior y estaría representado por el batolito Panguipulli. Finalmente, el último episodio está representado por aquellos plutones que afecta a las rocas de edad cretácica superior - terciaria inferior, de la formación Curarrahue.

La individualización del batolito de Panguipulli correspondió a PARADA (1975) quien lo definió como un cuerpo elongado que aflora principalmente en los alrededores de los lagos Calafquén, Panguipulli y Riñihue, lo incluyó en el segundo episodio intrusivo de HERVE et al. (1974) y el asignó una edad tentativa triásica inferior.

MARCO GEOLOGICO

El batolito de Panguipulli ocupa un área aproximada de 3.000 Km² del sector occidental de la cordillera de los Andes entre los paralelos 39°30' y 40°15' aproximadamente (Fig.1).

El límite occidental del batolito coincide con los primeros contrafuertes de los Andes. Aparece intruyendo a las rocas estratificadas de la formación Panguipulli (Carbonífero superior- Pérmico) que aflora en el extremo occidental de los lagos Panguipulli y Riñihue y en las riberas norte y sur del lago Ranco, desarrollando en ellas una extensa aureola de metamorfismo de contacto. En la ribera norte del lago Panguipulli a 12 Km al SE del pueblo de Panguipulli aparecen en el batolito enclaves de migmatitas y gneisses con desarrollo de pliegues ptiigmáticos, considerados tentativamente como más antiguos que la formación Panguipulli (PARADA, 1975). En el extremo occidental del la

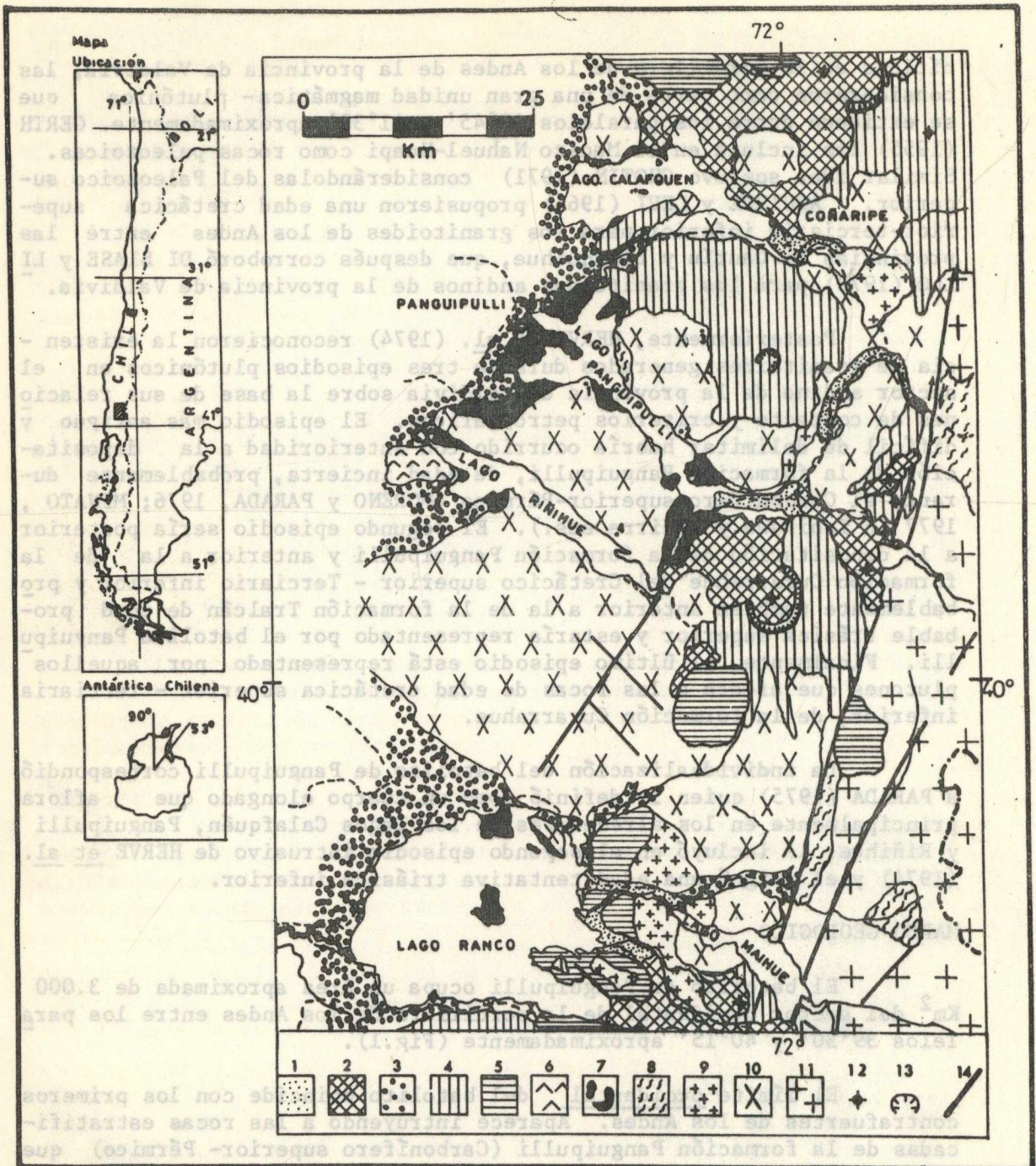


Fig. 1. MAPA GEOLOGICO según MORENO y PARADA (1976). modificado, con ubicación de muestras utilizadas para la construcción de la isócrona Rb/Sr. 1. - Depósitos no glaciales. 2.- Volcanitas no glaciadas. 3.- Depósitos glaciales. 4.- Volcanitas glaciadas. 5.- Formación Curarrahué (Ks-TTi). 6.- Formación Tralcán (Triásico superior). 7.- Formación Panguipulli (Carbonífero superior- Pérmico). 8.- Rocas Metamórficas de Madiano a Alto grado (pre-Carbo-nífero superior). 9.- Stocks dioríticos, pórfidos andesítico - dacíticos (Terciario superior). 10.- Batolito Panguipulli (Jurásico medio). 11.- Complejo Plutónico (principalmente pre-Carbonífero superior). 12.- Centros de emisión. 13.- Caldera Volcánica. 14.- Fallas y fracturas.

go Riñihue aflora la formación Tralcán supuestamente del Triásico superior (DAVIS, y KARZULOVIC, 1961; AGUIRRE y LEVI, 1964; HERVE et al. 1974; PARADA, 1975; MORENO y PARADA, 1976) en discordancia sobre la formación Panguipulli. Desafortunadamente la formación Tralcán no aparece en contacto con el batolito de Panguipulli, sin embargo, a pesar de su cercanía a él y de sobreyacer a corneanas de la formación Panguipulli no muestra señales claras de metamorfismo termal (HERVE et al. 1974; PARADA, 1975).

Los límites norte y sur del batolito son menos nítidos que los restantes. El registro más austral aparece en la ribera sur del lago Ranco. Allí aflora intruyendo a rocas de la formación Panguipulli y subyaciendo en discordancia de erosión a las rocas volcánicas - sedimentarias del miembro inferior de la formación Curarrehue y a las rocas volcánicas glaciadas del volcán Cordillera Nevada (MORENO, 1977). El extremo norte se presenta en gran parte sumergidos por los depósitos volcánicos del volcán Villarrica. El límite oriental de este cuerpo está definido por la falla transcurrente Liquiñe- Reloncaví (HERVE, 1976) que lo pone en contacto con las rocas del Complejo Plutónico y con las Rocas Metamórficas de Mediano a Alto Grado (MORENO y PARADA, 1976). En el Complejo Plutónico se incluye a las rocas plutónicas extensamente distribuidas en la parte axial de la cordillera de los Andes de la provincia de Valdivia, cuyas edades y relaciones de contacto entre sí no están definidas. (MORENO y PARADA, op. cit.).

En las proximidades del extremo oriental de sus afloramientos, el batolito de Panguipulli se encuentra cubierto discordantemente por rocas de la formación Curarrehue. Esta formación y el batolito de Panguipulli están atravesados por stocks dioríticos y pórfidos andesíticos y dacíticos.

Numerosos edificios volcánicos del Cenozoico superior se han construido sobre el batolito de Panguipulli; entre ellos se destaca los volcanes Villarrica y Sierra Quinchilca y los grupos volcánicos Moch-Choshuenco, Puyehue, Carrán y Sierra Nevada.

PETROGRAFIA Y QUIMISMO

El batolito de Panguipulli está constituido principalmente por granodioritas y tonalitas de biotita y hornblenda (Fig. 2) y escasos granitos de biotita y dioritas de hornblenda. Todas estas rocas muestran un grano medio a grueso y un índice de color menor que 10. No se cuenta con datos suficientes como para establecer la configuración espacial de las mencionadas variedades petrográficas; en términos generales las granodioritas se distribuyen preferentemente en la parte occidental del cuerpo y las tonalitas en la oriental (PARADA, 1975).

Texturalmente las rocas de este cuerpo no muestran variaciones de importancia, generalmente corresponde a una textura hipidiomorfa

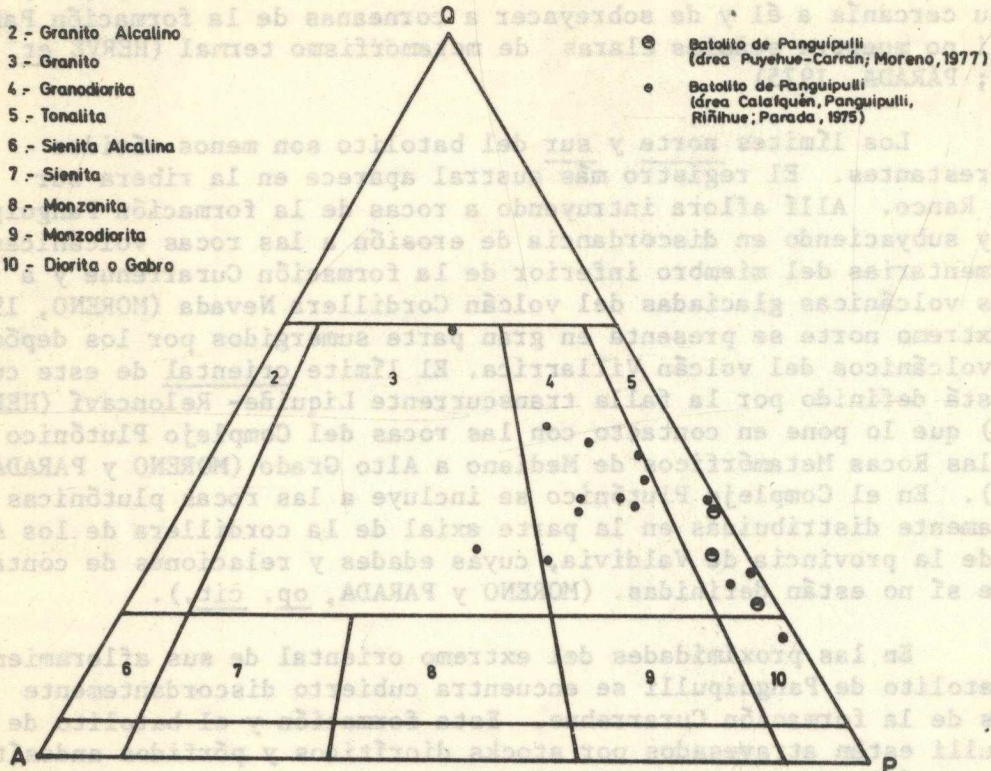


Fig. 2. Distribución de diferentes muestras del batolito de Panguipulli en el diagrama Q A P de STRECKETSSEN (1967).

granular de grano medio a grueso, sin una disminución notoria del tamaño del grano hacia las facies marginales. Localmente se observa en los bordes una orientación de minerales tabulares y prismáticos.

Las rocas consisten de plagioclasa, feldespatos potásico, cuarzo, biotita, hornblenda, apatito, esfero y minerales opacos. La plagioclasa varía entre An_{10} y An_{45} comúnmente zonada de tamaño que varía entre 0,5 y 4 mm y subhedrales dado principalmente por el crecimiento posterior de un borde más sódico. El feldespato potásico, tanto ortoclasa como microclina, se presenta generalmente peritítico, anhedral en cristales individuales o reemplazando parcialmente a cristales de plagioclasa; esto último se observa más repetidamente en las variedades más ácidas. El cuarzo aparece de tamaño variado y en algunos casos en entrecrecimiento mirmekítico

con el feldespato potásico. La hornblenda es el mineral máfico más abundante en las rocas menos diferenciadas y la biotita lo es en los granitos y granodioritas.

La alteración que presentan estas rocas se manifiesta por la sericitización y caolinitización parcial de los feldespatos, cloritización de la biotita y cloritización y epidotización de la hornblenda. Relaciones texturales entre la mineralogía primaria y de alteración parecen indicar una relación de contemporaneidad entre esta última y la cristalización tardimagmática del batolito (PARADA, 1975).

Desde el punto de vista químico se observa una composición intermedia entre 59 y 65 de SiO_2 para muestras de este batolito y un carácter subalcalino (Cuadro I). Los valores de K/Rb versus K ploteados en la figura 3, sugieren a pesar de la extensión del batolito una cosanguinidad para las diferentes rocas analizadas. En efecto, la razón K/Rb en granitoides co-magmáticos tiende a decrecer con el aumento del contenido de K puesto que en los residuos magmáticos se concentra el Rb en mayor proporción que el K (FAURE y POWELL, 1972).

CUADRO I

Análisis de elementos mayores de tonalitas del batolito de Panguipulli

	PM-2022	PM-2097	HM-6145	PM-2075
SiO_2	64.14	61.97	61.60	59.75
Al_2O_3	14.32	14.86	17.65	18.32
Fe_2O_3	2.30	1.89	1.15	2.76
FeO	4.74	4.14	4.04	3.86
MgO	3.00	3.42	2.51	2.54
CaO	4.41	5.00	4.48	5.68
Na_2O	3.17	2.36	3.21	3.07
K_2O	1.37	2.34	1.63	1.00
MnO	0.12	0.10	0.07	0.19
TiO_2	0.68	0.84	0.64	0.67
P_2O_5	0.09	0.12	0.04	0.09
p.p.c.	1.87	2.63	2.95	2.03
Total	100.21	99.67	99.97	99.96

Analista: Margarita Reyes

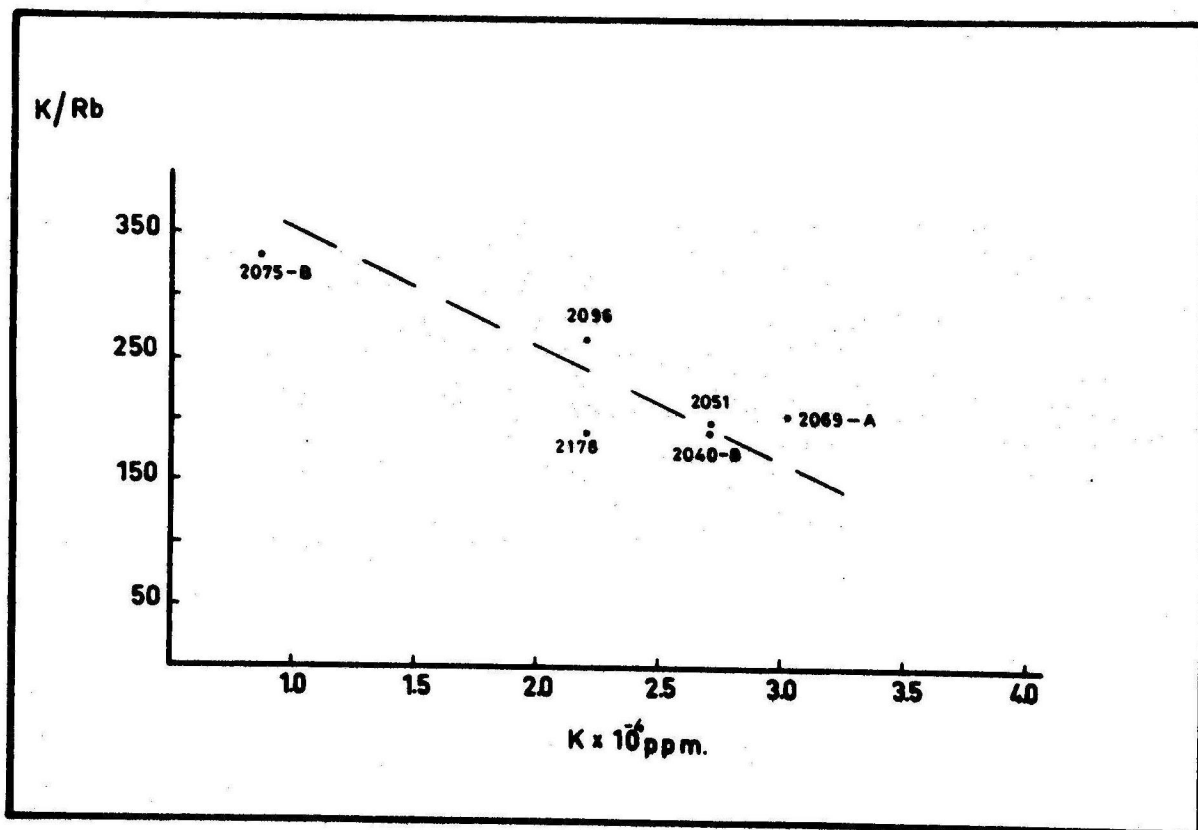


Fig. 3. Disminución lineal de K/Rb con el aumento del contenido de K (\sim diferenciación) en muestras co-magmáticas del batolito de Panguipulli

EDAD

Antecedentes

La edad del batolito de Panguipulli estimada principalmente en base a relaciones de terreno, ha sido controvertida. GERTH (1955) consideró como paleozoicas a las rocas graníticas de esta porción de la Cordillera de los Andes, que forman parte del Macizo de Nahuel-Huapi (*op. cit.*). ILLIES (1960) asignó a los granitoides del batolito de Panguipulli una edad posterior a la depositación de la formación Tralcán que consideraba como jurásica, y anterior a los estratos de San Pedro de edad eocena. Posteriormente, las rocas de este cuerpo así como las restantes rocas intrusivas del ámbito andino chileno de estas latitudes fueron asignadas al Cretácico superior-Terciario inferior (AGUI-

RRE y LEVI, 1964; DI BIASE y LILLO, 1973) basadas en sus relaciones de contacto y algunas edades Pb/ α . CHOTIN (1971) le asigna una edad tentativa permocarbonífera a las rocas intrusivas que atraviesan a las metamorfitas del Macizo Patagónico y a los granitoides de la Cordillera de la Costa entre Valparaíso y Concepción. Para este autor, dichos granitoides forman parte del zócalo preandino que uniría el Macizo Patagónico con los granitos paleozoicos de la cordillera de la Costa de Chile Central. Estudios más recientes han considerado para este cuerpo una edad triásica inferior por no afectar aparentemente a la formación Tralcán (PARADA, 1975; MORENO y PARADA, 1976) de supuesta edad rética según TAVERA (1961) y DAVIS y KARZULOVIC (1961).

Procesos analíticos y resultados

Las muestras fueron analizadas en el Centro de Pesquisas Geocronológicas, Instituto de Geociencias, Universidad de Sao Paulo. Los contenidos de Rb y Sr totales se analizaron por fluorescencia de rayos X, utilizando las técnicas descritas por KAWASHITA (1972). De acuerdo a los resultados (Cuadro II) se seleccionaron las muestras más adecuadas para la construcción de la isócrona Rb/Sr roca total (Fig. 4).

CUADRO II

Valores de K, Rb y Sr en ppm y razones isotópicas de Rubidio y Estroncio del batolito de Panguipulli.

	Kx10 ⁴	Rb	Sr	K/Rb	Rb/Sr	Rb ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	Sr ⁸⁷ /Sr ⁸⁶
PM-2069A (1)	3.02	143	240	211	0.6	4.9300	0.7180
PM-2051 (2)	2.7	142.6	83.8	189.3	1.7	0.9900	0.7099
PM-2096 (3)	2.2	82.3	241.7	267.3	0.3	3.4700	0.7145
PM-2178 (4)	2.2	117.1	97.9	187.9	1.2	5.9400	0.7219
PM-2040B (5)	2.7	144.3	10.4	187.1	2.0		
PM-2075B (6)	0.86	26	505	331			

Las razones isotópicas Sr⁸⁷/Sr⁸⁶ fueron analizadas en un espectrómetro Varian Mat TH-5. Estos valores fueron normalizados para la relación Sr⁸⁶/Sr⁸⁸ = 0.1194. Durante el período de análisis de las muestras presentadas en este trabajo, los valores obtenidos para la razón Sr⁸⁷/Sr⁸⁶ del standar Eimer & Amend fue de 0.7084 ± 0.0006 (1 P).

Los valores de Rb⁸⁷/Sr⁸⁶ fueron calculados a partir de los análisis de Rb y Sr totales. El error para los valores de Rb⁸⁷/Sr⁸⁶ se estima entre 1.8 y 5.0% dependiendo de los valores relativos de Rb y Sr (KAWASHITA, 1972).

El cálculo de la isócrona se hizo utilizando una constante de desintegración para $\lambda_{Rb} = 1.47 \times 10^{-11}$ años, arrojando una edad de

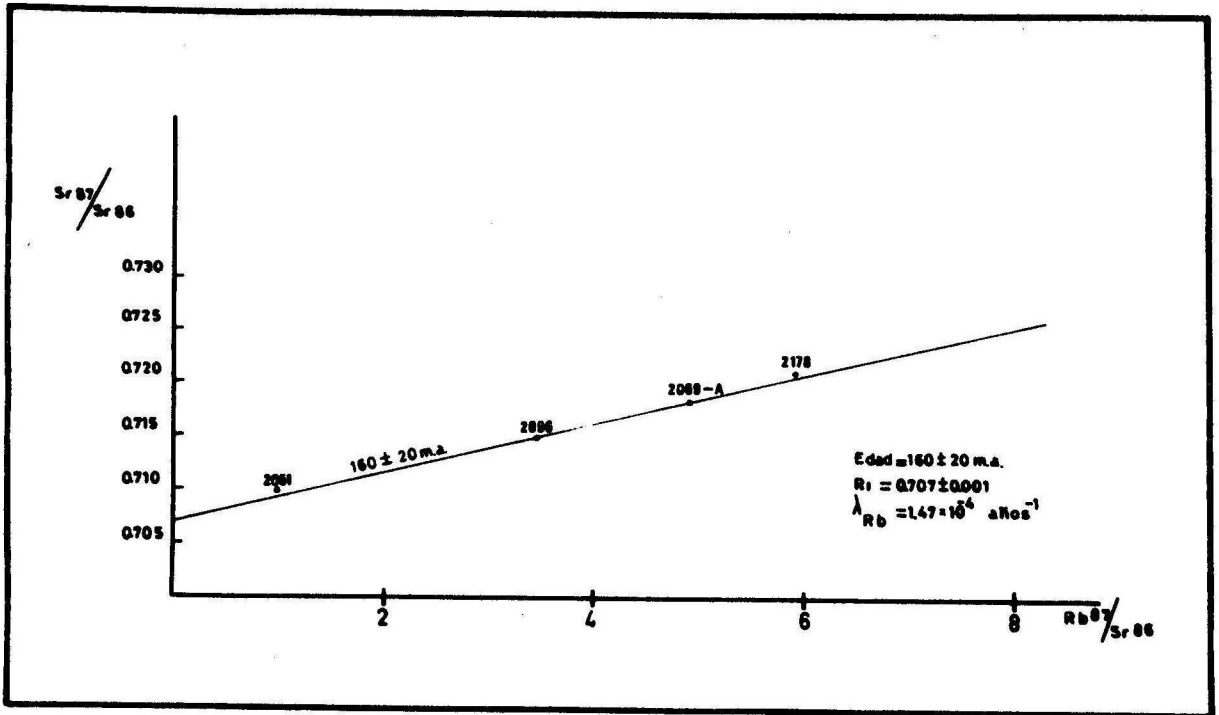


Fig. 4. Diagrama isocrónico Rb/Sr roca total del batolito de Panguipulli.

160 + 20 millones de años correspondientes al límite Jurásico medio-Jurásico superior de acuerdo al Geological Time Table (Van EYSINGA, 1976).

EMPLAZAMIENTO

La secuencia flyshoide que compone a la formación Panguipulli, había sido afectada por una intensa fase de deformación antes de la intrusión del Batolito de Panguipulli. Ella se traduce en pliegues de corta longitud de onda (métricos y decamétricos) y amplitud, con ejes NNE coincidentes con la elongación del batolito de Panguipulli y en el buen desarrollo de clivaje de plano axial en los niveles pizarrosos. Sin embargo, en algunas localidades de la orilla suroeste del lago Riñihue y ribera sureste del lago Panguipulli, se observan señales de una segunda deformación no homogénea en su desarrollo

en las pizarras de la formación Panguipulli. Se manifiesta por un segundo clivaje de crenulación. Observaciones microscópicas indican que esta estructura afecta a algunos minerales formados durante la intrusión del batolito de Panguipulli. En efecto, la mayoría de las tablillas de muscovita y de biotita que componen la matriz de estas rocas cornoas y algunos porfidoblastos de cordierita presentan características pre-tectónicas respecto a esta segunda deformación; sin embargo, los porfidoblastos de biotita y los restantes de cordierita son típicamente helicíticos. Es posible entonces, que el emplazamiento del batolito de Panguipulli, controlado por la estructura NNE de la roca albergante, provocó una segunda deformación de desarrollo no homogéneo, quizás por afectar a rocas previamente muy deformadas.

El estudio de la extensa aureola de metamorfismo de contacto (~ 7 Km de ancho) provocada por el batolito de Panguipulli en rocas de la formación homónima, ha permitido estimar las condiciones físicas del metamorfismo y por consiguiente, el nivel de emplazamiento cortical del cuerpo. Se distinguieron cuatro zonas que incluyen rocas pertenecientes a las facies de rocas cornoas de albíta-epidota y de hornblenda (PARADA, 1975). Las asociaciones mineralógicas pelíticas presentes en las zonas más próximas al intrusivo son en orden creciente de grado:

- a) cuarzo-muscovita-biotita-cordierita (plagioclasa)
- b) cuarzo-biotita-(muscovita)-cordierita-plagioclasa-andalucita-almandino-feldespató potásico.

La ausencia de facies marginales migmatíticas en el batolito de Panguipulli y considerando que la andalucita aparece como resultado del quiebre de la muscovita en presencia de cuarzo, el límite máximo de profundidad de emplazamiento sería cercano a los 11 Km (3 Kb) (Fig. 5).

La profundidad máxima de emplazamiento así estimada, es compatible con las características mesozonales a epizonales de este batolito tales como la ausencia de bordes bruscamente enfriados, presencia de una extensa aureola de contacto, desarrollo de estructuras penetrativas en la roca de caja durante la intrusión, concordancia global entre la elongación del batolito y la estructura de las rocas albergantes.

CONCLUSIONES

El conjunto de datos reunidos en este trabajo permite destacar los siguientes aspectos:

-La ocurrencia de un plutonismo en el límite Jurásico medio-Jurásico superior no evidenciado anteriormente en el flanco occidental de la Cordillera de los Andes de esta latitudes. Granitoides de edad similar se detectaron en esporádicas localidades a lo largo del flanco oriental de esta porción de los Andes (HALPERN, et al., 1975).

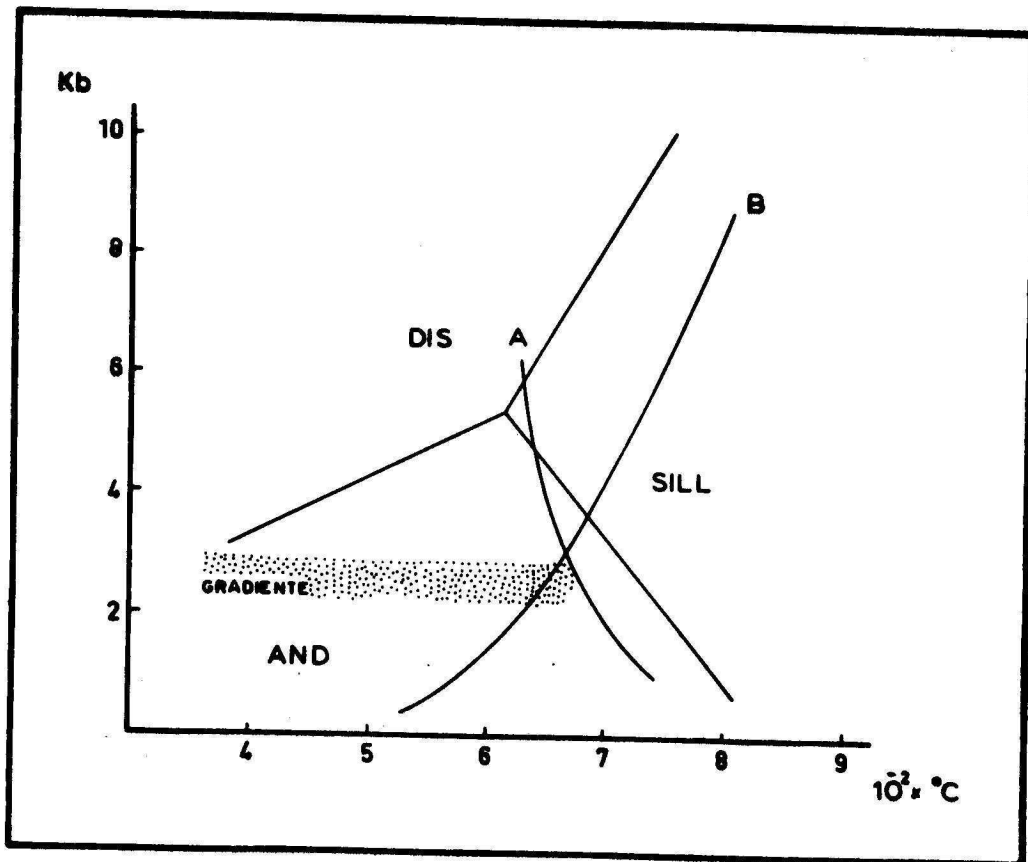


Fig. 5. Condiciones P-T estimadas para la aureola de contacto del batolito de Panguipulli. Curva A: fusión mínima del granito saturado en H_2O , según LUTH et al. (1964); curva B: muscovita + cuarzo = feldespato potásico + Al_2SiO_5 , según EVANS (1965); Curvas de equilibrio de los polimorfos Al_2SiO_5 según RICHARDSON et al. (1969). Mayores explicaciones en el texto.

-La confrontación de las relaciones de terreno que muestra el batolito de Panguipulli y su edad radiométrica de 160 ± 20 m.a. plantea un problema cronológico para la formación Tralcán. Efectivamente, dicha formación aparentemente no presenta señales de metamorfismo termal a pesar de su cercanía con el plutón y sobreyacer en discordancia a corneanas de la formación Panguipulli. Se le asignó una edad triásica superior (DAVIS y KARZULOVIC, 1961; AGUIRRE y LEVI, 1964; DI BIASE y LILLO, 1973; PARADA, 1975) basados en relaciones de contacto y los hallazgos de formas similares a *Cladophlebis tenue* Oishi (TAVERA, 1961) y de *Pterophyllum* sp Solms-Laubach, *tquisetites*

fertilis Frenguelli, *Neocalamites carrerei* (Zeiller). Halle sic. Frenguelli y *Chiropteris copiapensis* Solms-Laubach (TAVERA, 1971). Sin embargo, las dificultades de acceso al cerro Tralcán impiden observar con la claridad necesaria, la disposición estructural de esta formación con las restantes unidades que afloran a su alrededor.

- La composición petrográfica que cubre un rango amplio de variedades y su composición química aseguran el carácter calco-alcalino de este plutonismo.

- El nivel de emplazamiento mesozonal-epizonal del batolito de Panguipulli queda de manifiesto por las condiciones físicas estimadas a partir de las asociaciones mineralógicas de las rocas metapelíticas presentes en la aureola de metamorfismo de contacto, por las características estructurales de este batolito y por las estructuras penetrativas generadas durante la intrusión, en las rocas albergantes.

- La razón inicial $Sr^{87}/Sr^{86} = 0.707$ para el batolito de Panguipulli es menor que la obtenida para los esquistos micáceos (Paleozoico superior) del basamento metamórfico chileno ($Ri = 0.711$) (MUNIZAGA, et al. 1973) que ocupan la Cordillera de la Costa, al W de la región estudiada y menor que la obtenida para los gneisses de Liquiñe (Pérmico) que afloran al E del batolito de Panguipulli, ($Ri = 0.709 \pm 0.001$) definidos por HERVE (1977). Igualmente se considera que el basamento metamórfico de la vertiente argentina de los Andes de estas latitudes tiene una relación inicial Sr^{87}/Sr^{86} de aproximadamente 0.713 (HALPERN et al. 1975). Por lo tanto, dichos valores muestran que el magma del batolito de Panguipulli no se originó por la fusión parcial de dichas rocas más antiguas, por el contrario, sugiere un origen subcortical con un enriquecimiento en Sr. radiogénico.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue hecho dentro del Proyecto 120 "Evolución Magmática Andina" del Programa Internacional de Correlación Geológica.

Los autores agradecen al personal del Centro de Pesquisas Geocronológicas por la colaboración durante el análisis de las muestras, especialmente al profesor Umberto Cordani, Dr. Koji Kawashita y al técnico Kei Sato. Asimismo a los profesores del Departamento de Geología señores Leopoldo López y Francisco Hervé que nos aportaron valiosas sugerencias.

El financiamiento de este trabajo fue con fondos provenientes del Departamento de Geología y del GRANT N°4095R-4097N del Servicio de Investigación Científica y Creación Artística de la Universidad de Chile.

REFERENCIAS

- AGUIRRE, L. y LEVI, B. (1964). Geología de la Cordillera de los Andes de las provincias de Cautín, Valdivia, Osorno y Llanquihue. Instituto Investigaciones Geológicas. Bol. 17. Santiago.
- CHOTIN, P. (1971). Presentación de la cadena andina a la latitud de Concepción (Chile). Geoandes N°5, pp. 195-229, Universidad de Concepción.
- DAVIS, S. y KARZULOVIC, J. (1961). Deslizamientos en el Valle del Río San Pedro, provincia de Valdivia, Chile. Inst. de Geología, Univ. de Chile, Pub. 20, pp. 55-104. Santiago.
- DI BIASE, F. y LILLO, F. (1973), Geología Regional de la Provincia de Valdivia y Geoquímica de Drenaje. Pub. 5, IREN, Santiago.
- FAURE, G. y POWELL, J. L. (1972). Strontium Isotopoe Geology. Minerals, Rocks and Inorganic Materials, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York.
- GERTH, H. (1955). Der Geologische Bauder Südamerikanischen Kordillere. Berlín.
- HALPERN, M., STIPANICIC, P. N. y TOUBES, R. O. (1975). Geocronología en los Andes Australes Argentinos. Rev. Asoc. Geol. Arg. XXX, N°2, pp. 180-192.
- HERVE, F., MORENO, H. y PARADA, M. A. (1974). Granitoids of the Andean Range or Valdivia Province, Chile. Pacific Geology 8, p. 8, p. 39-45. Tokyo, Japón.
- HERVE, M. (1976). Estudio geológico de la falla Liquiñe-Reloncaví en el área de Liquiñe; antecedentes de un movimiento transcurrente (Provincia de Valdivia). I. Congr. Geol. Chileno, Santiago, Chile.
- ILLIES, H. (1960). Geologie der Gegend von Valdivia (Chile). Neues Jahrb. Geologie u Paläontologie Arch., Bd. 111, S. pp. 30-110.
- KAWASHITA, K. (1972). O metodo Rb-Sr em rockas sedimentares. Aplicacao para as bacias do Paraná e Amazonas. Tese de Doutoramento; Inst. Geociencias, Univ. de Sao Paulo.
- MINATO, M. (1977). Carboniferous-Permian plant remains found at the border of lake Panguipulli, Valdivia province, Chile (with a description of the flora by Dr. T. Tanai). Comparative studies on the Geology of the Circum-Pacific Orogenic Belt in Japan and Chile, 1st Rept. T. Ishikawa and L. Aguirre (eds.), Japan Soc. for The Promotion of Sciences, Tokyo, pp. 69-79

- MORENO, H. (1977). Geología del área volcánica Puyehue-Carrán en los Andes del sur de Chile. Tesis, Univ. de Chile, Depto. de Geología, Santiago.
- MORENO, H. y PARADA, M. A. (1976). Esquema geológico de la Cordillera de los Andes entre los paralelos 39°00' y 41°30' S. I Congr. Geol. Chileno pp. A213-226. Santiago, Chile.
- MUNIZAGA, Fdo., AGUIRRE, L. y HERVE, F. (1973). Rb/Sr ages of rocks from the Chilean Metamorphic basement. Earth and Planetary Science Letters, 18 pp. 87-92.
- PARADA, M. A. (1975). Estudio geológico de los alrededores de los lagos Calafquén, Panguipulli y Riñihue, provincia de Valdivia. Tesis, Univ. de Chile, Depto. Geol. Santiago.
- TAVERA, J. (1961). Informe paleontológico sobre una muestra de material fósil proveniente del cerro Tralcán, de la provincia de Valdivia. Instituto de Geología, Univ. de Chile. Inédito. Santiago.
- TAVERA, J. (1971). Informe-estudio sobre material paleontológico fosilístico proveniente de la formación Panguipulli y cerro Tralcán. Depto. de Geol., Univ. de Chile. Inédito. Santiago.

