

# EDADES RADIOMETRICAS DE GRANITOIDES Y METAMORFITAS PROVENIENTES DE CORDILLERA DARWIN, XII REGION, CHILE.

FRANCISCO HERVE      Depto. de Geología, U. de Chile  
ERIC NELSON            Lamont Doherty Geological Observatory, Columbia University  
MANUEL SUAREZ        Inst. Invest. Geológicas

## RESUMEN

La Cordillera Darwin está constituida esencialmente por metamorfitas y granitoides. Los esquistos de Bahía Plüschow dieron una edad de  $236 \pm 9$  m.a. por el método de isócrona en roca total, lo que sugiere que fueron metamorfizados durante la orogénesis Gondwánica. La elevada razón inicial  $Sr^{87}/Sr^{86}$  ( $0.7115 \pm 0.0004$ ) es indicativa de una historia geológica compleja de estas rocas.

Los granitoides foliados de Bahía Pía intruyeron las metamorfitas durante el Jurásico medio ( $154 \pm 5$  m.a.) contemporáneamente a la efusión, en el área, de grandes volúmenes de las rocas ácidas de la Formación Tobífera. La razón inicial de  $0.7092 \pm 0.001$  de estos granitoides sugiere la participación de material cortical en su génesis.

Las edades K/Ar en minerales de gneisses y esquistos del área, sugieren un episodio de deformación y alzaamiento regionales durante el Cretácico superior, y probablemente iniciados en el Cretácico inferior en el sector norte del área estudiada.

## ABSTRACT

Schists granitoids of Darwin Cordillera were dated by the Rb/Sr whole rock isochron method. Bahía Plüschow schists were metamorphosed during the Gondwanian orogeny as indicated by the  $236 \pm 9$  m.y. isochron obtained. High  $Sr^{87}/Sr^{86}$  initial ratios ( $0.7115 \pm 0.0004$ ) reflect a complex crustal history of these rocks.

Foliated granitoids from Bahía Pía intruded the metamorphics during the middle Jurassic ( $154 \pm 5$  m.y.) contemporaneously with widespread acidic volcanism in the area. The rather high ( $0.7092 \pm 0.001$ ) initial ratio of the granitoids suggests participation of crustal material in their genesis.

K/Ar ages of mineral separates indicate that during late Cretaceous, the area was subjected to deformation and/or uplift, process that may have started in the early Cretaceous at the northern part of the area.

## INTRODUCCION

La cordillera Darwin, que constituye el margen sur de la isla Tierra del Fuego, está formada principalmente por rocas metamórficas y graníticas en el sector estudiado. Las rocas metamórficas han sido frecuentemente interpretadas como pertenecientes a un basamento de edad pre-Jurásico medio (Kranck, 1932; Dalziel, 1972), ya que en la costa N del Seno Agostini (Ver Fig. 1), se dispone discordantemente sobre ellas, una secuencia de con-

glomerados, areniscas, lutitas y rocas volcánicas ácidas que se asignan a la Formación Tobífera, de edad supuesta Jurásico medio a superior. Sin embargo, en los sectores centrales de la Cordillera Darwin, desde el trabajo de Kranck (1932), se sospecha la efectividad de procesos de deformación y metamorfismo post-Neocomianos (Dalziel y Cortés, 1972; Suárez y Pettigrew, 1976), pero sin que sus efectos específicos hayan sido claramente se-

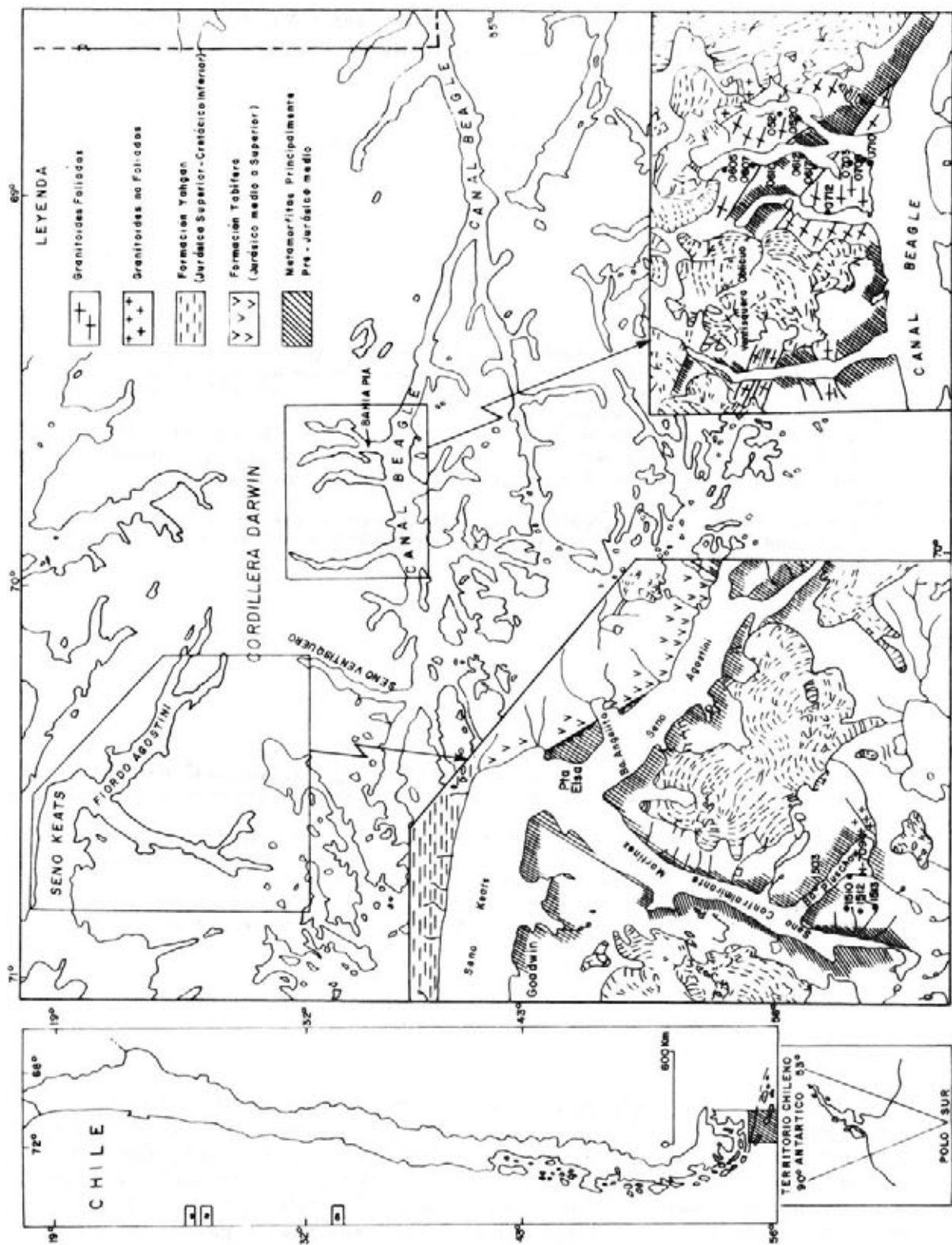


FIG. 1 Mapa ubicación zona Cordillera Darwin, escala 1:1.000.000. Mapas geológicos esquemáticos en H-7094 muestra de Bahía Pliischow analizada por Halpern (1973) ampliaciones, con ubicación de muestras.

parados de aquellos de las fases metamórficas pre-Jurásico medio.

Los granitos, a que se refiere este trabajo, corresponden a los "Granitos centrales" de Cordillera Darwin de Kranck (1932) quien los considera aparte del batolito patagónico que aflora extensamente al sur, oeste y noroeste. A una escala regional, hay evidencias radiométricas y estratigráficas que indican que el plutonismo ha estado activo en el área de Magallanes desde el Jurásico superior al Mioceno (Halpern, 1973; Katz, 1973).

En la zona de trabajo se distinguió 2 cuerpos graníticos principales:

- Granitoides gneissicos plegados de Bahía Pía que se exponen en dos afloramientos, uno al norte y otro al sur de la bahía y que están separados entre sí por metamorfitas. Rocas graníticas comparables se reconocieron en los fiordos Garibaldi y Ventisquero.
- Plutón granítico ubicado en la entrada de Seno Ventisquero y menos foliado que los anteriores.

#### METODO DE TRABAJO

En trabajos geocronológicos anteriores (Halpern, 1973) se observó, tanto en las metamorfitas como en los granitoides de Cordillera Darwin, bajas razones de Rb/Sr y poco enriquecimiento en  $Sr^{87}$ , lo que dificultaba su estudio mediante los métodos de isócrona Rb/Sr en roca total. La presencia de abundante feldespato potásico en los granitoides estudiados, instó a los autores a analizar por Rb y Sr, 20 muestras seleccionadas entre unas 50 de granitoides previamente examinadas microscópicamente.

Los análisis (AA, Lab. Químico IIG, Tabla I, Fig. 2), señalan que los granitoides de Bahía Pía poseen razones de Rb/Sr adecuadas para su datación por el método de isócrona de roca total, no así el granito de Seno Ventisquero, pues sus razones Rb/Sr son uniformes e inferiores a 0.5.

De la misma manera se procedió con paragneisses de Bahía Pía y con micaesquistos de Bahía Plüschow, con resultados que fueron considerados favorables para su estudio por el método de isócronas de roca total.

Las muestras elegidas (15) fueron analizadas en el Laboratorio de Geocronología de la Universidad de Sao Paulo. Rb y Sr se determinaron, de manera cuantitativa, mediante fluorescencia de Rayos X en un equipo Phillips y la razón isotópica  $Sr^{87}/Sr^{86}$  fue medida en un espectrómetro Va-

riant Mat TH-5. El Rb y el Sr de aquellas muestras, con contenidos menores de 50 ppm., fueron determinadas por dilución isotópica en el Variant Mat TH-5.

Se analizaron también 2 anfíbolos y 1 biotita, por el método K/Ar, con el fin de complementar la información geocronológica obtenida mediante las isócronas Rb/Sr. Se separaron los minerales con líquidos pesados y separador magnético. El K se determinó por absorción atómica y el argón fue analizado en un espectrómetro tipo Reynolds, también en Sao Paulo.

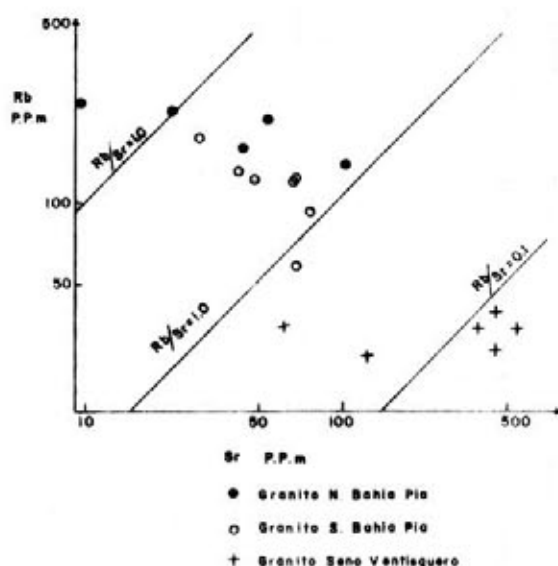


FIG. 2 Contenido de Rb y Sr en los granitoides del área

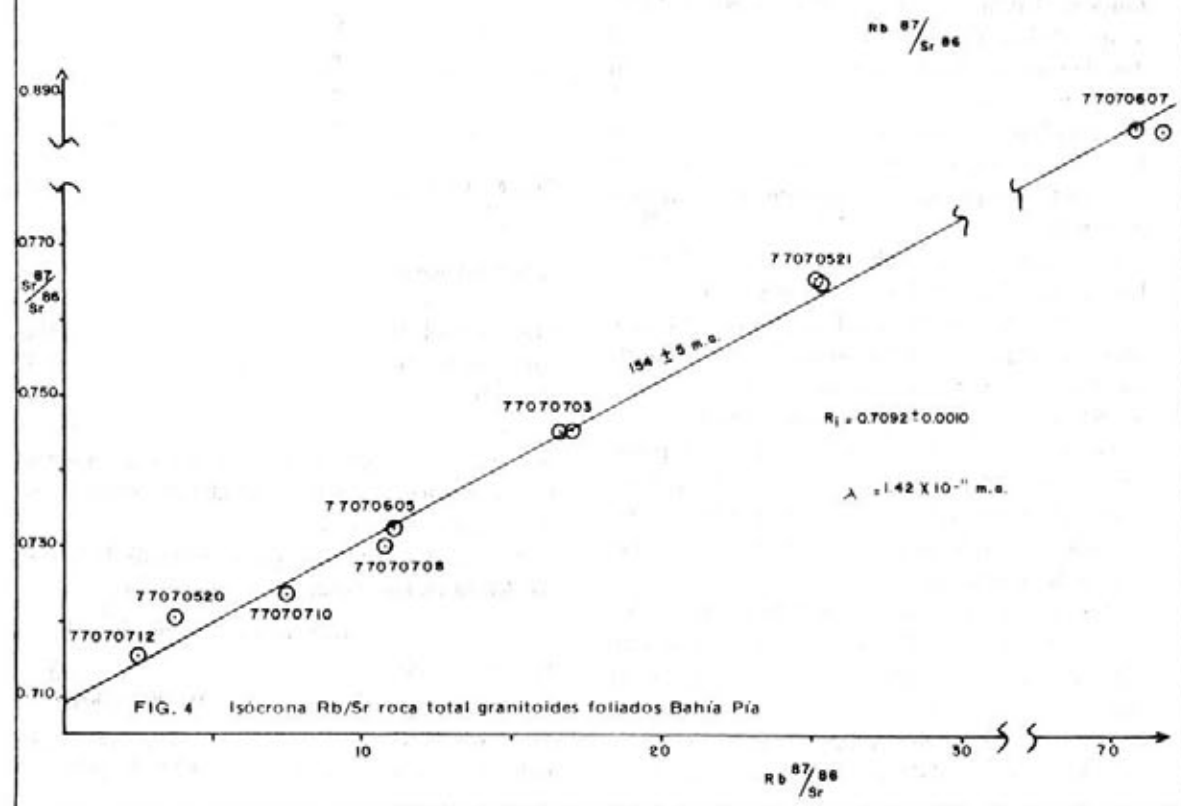
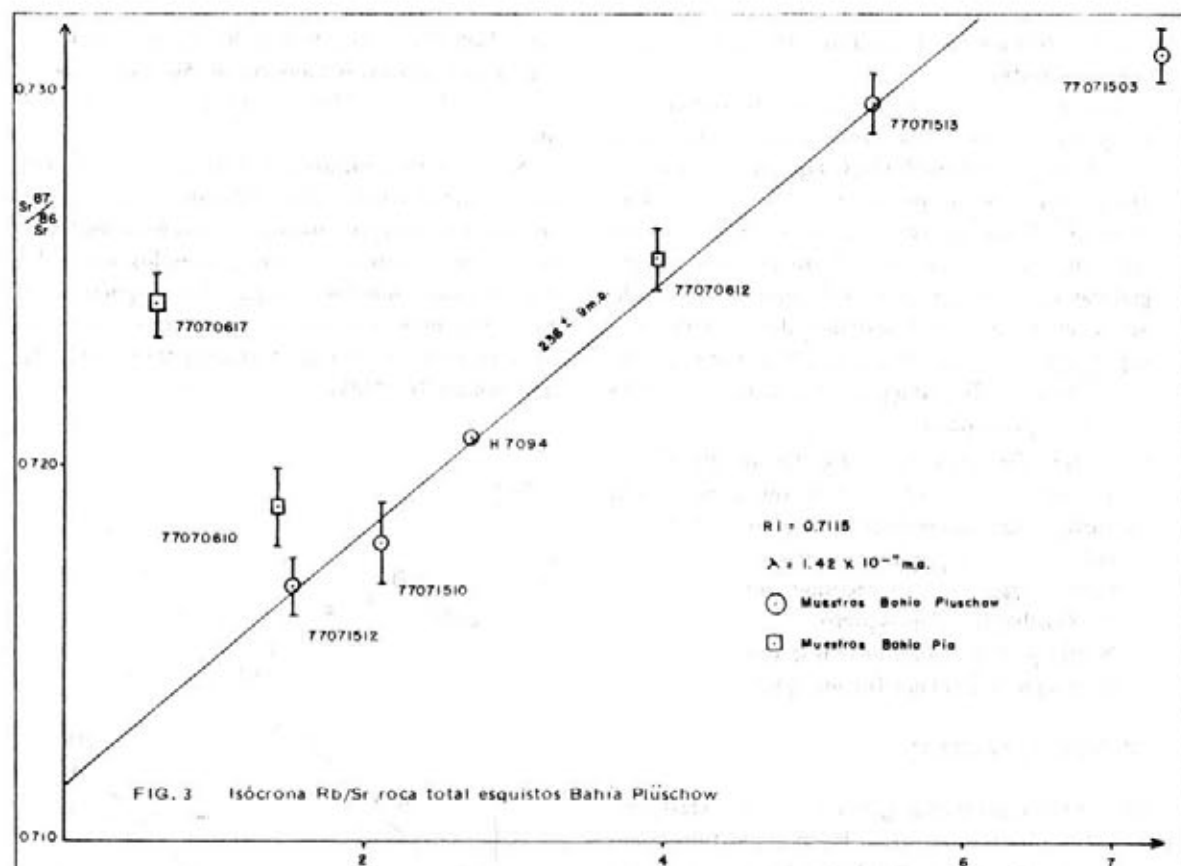
#### RESULTADOS ANALITICOS

Los resultados analíticos de las muestras que fueron datadas por el método Rb/Sr aparecen en la Tabla II.

Con estos valores se han construido los diagramas isocronicos que se presentan en las figuras 3 y 4. Las isócronas deben considerarse todas como isócronas de referencia.

Las edades obtenidas por el método de isócronas Rb/Sr en roca total son las siguientes:

	Edad (m.a.)	Razón inicial
Granitoides de Bahía Pía	154±5	0.7092±.0010
Esquistos de Bahía Plüschow	236±9	0.7115±.0004



En el cálculo de la edad se empleó una constante  $\lambda \text{Rb}^{87} = 1.42 \times 10^{-11} \text{ años}^{-1}$ .

Los datos analíticos y edades de los minerales que fueron datados por el método K/Ar aparecen

en la Tabla III junto a edades radiométricas del área presentadas por Halpern (1973).

En el Apéndice se describen las muestras analizadas por el método Rb/Sr.

TABLA I

Rango de valores de Rb y Sr y de razones Rb/Sr para las rocas del área estudiada.

Tipo de roca	Localidad	Rb (ppm)	Sr (ppm)	Rb/Sr	Nº muestras
Granitoide	Bahía Pía N	17-254	10-127	0.15-10	7
Granitoide	Bahía Pía S	50-183	30- 82	1. 0- 6	7
Granitoide	Seno Vestisquero	26- 33	64-495	0.05-0.5	6
Gneisses	Bahía Pía	11-135	65-115	0.1-1.8	5
Micasquistos	Bahía Plüschow	25-128	40-120	0.2-3	7

## DISCUSION E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

### LAS ROCAS METAMORFICAS

La edad de 236 m.a., en el límite Pérmico-Triásico (Van Eysinga, 1975) obtenida para las rocas metamórficas en Bahía Plüschow (Fig. 3), concuerda con el hecho que en Bahía Angelito, Seno Agostini, se observan rocas metamórficas en discordancia, bajo rocas del Jurásico medio a superior (Formación Tobffera). La edad obtenida debe ser interpretada como la edad de la última homogeneización isotópica de las rocas metamórficas, producida probablemente durante un episodio metamórfico que experimentaron. La edad de depositación de estas rocas es desconocida.

Las edades obtenidas en este trabajo se complementan bien con edades obtenidas anteriormente por Halpern (1973) en rocas metamórficas del área.

La isócrona de Bahía Plüschow obtenida, en el presente trabajo, por el método más penetrativo de las isócronas Rb/Sr en roca total, permite re-interpretar la edad asignada por Halpern a la muestra H7094, de Bahía Plüschow, que dió  $310 \pm 60$  m.a. con una razón inicial supuesta de 0.710. Di-

cha muestra se coloca bien en la isócrona de referencia obtenida en este trabajo y estaría, por lo tanto, representando el mismo fenómeno que ella. La edad es diferente pues la razón inicial real de 0.7115, obtenida de la isócrona, es mayor que la asignada por Halpern (1973) para su cálculo. La muestra H7094 se incluyó en el cálculo de la isócrona de la Fig. 3.

La isócrona de minerales para la misma muestra H7094 de Bahía Plüschow que presenta Halpern (1973) y que da una edad de  $72 \pm 7$  m.a., probablemente represente, como lo indica dicho autor, la edad de los últimos procesos de deformación o el alzamiento de estas rocas.

La razón inicial  $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$  de  $0.7115 \pm 0.0004$  obtenida para los esquistos de Bahía Plüschow, es similar con las obtenidas por Halpern (1973) para gneisses del basamento de la región norte de Tierra del Fuego ( $0.7112 \pm 0.0033$ ) y con la de 0.7105 obtenida por Munizaga y otros (1973), para los esquistos del basamento metamórfico de Chile Central y revelan, probablemente, una historia compleja para estas rocas.

La edad, en el límite Pérmico-Triásico, parece-

ría indicar que el metamorfismo de estas secuencias se realizó, principalmente, durante la orogénesis Gondwánica (du Toit, 1937) que de Wit (1977) y Dalziel (1978) han reconocido en vastos sectores de la Península Antártica y Arco de Escocia.

Halpern (1973) interpretó una edad Rb/Sr de 71 m.a. en biotita de esquistos de Bahía Plüschow, como una edad rejuvenecida, asociada a la deformación del Cretácico superior-Terciario inferior, que ocurrió en el área y plantea la dificultad de interpretar, geológicamente, las restantes edades K/Ar en rocas o minerales metamórficos, que indican la edad del cierre de los sistemas isotópicos de las muestras.

En cuanto a los gneisses de Bahía Pía, los resultados obtenidos en las 3 muestras analizadas (Tabla II) y que se presentan junto a la isócrona de los esquistos de Bahía Plüschow en la Fig. 3, no permiten sacar conclusiones definitivas sobre su edad. En efecto, dos de ellas se ubican en una posición similar a las de Bahía Plüschow, pero por

encima de la isócrona, pero la tercera se escapa totalmente de esa tendencia general. Esta discrepancia podría interpretarse en términos de inhomogeneidad de las fracciones de la muestra o bien, de la existencia de algún fenómeno geológico localizado, que habría causado una disminución en la razón Rb/Sr. Con el conocimiento actual de la geología del área, no es posible dar una interpretación definitiva.

#### LOS GRANITOIDES DE BAHIA PIA

Los resultados isotópicos indican que los dos cuerpos de rocas graníticas, que afloran en Bahía Pía, son comparables desde un punto de vista geocronológico y genético, ubicándose los puntos representativos de ambos cuerpos a lo largo de la misma isócrona de 154 m.a. que se presenta en la Fig. 4 y que tiene una relación inicial de  $0.7092 \pm 0.001$ .

Esta edad concuerda con las relaciones de te-

TABLA II

Valores para isócrona de granitos foliados de Bahía Pía.

Nº Campo	Rb (ppm)	Sr (ppm)	Rb <sup>87</sup> /Sr <sup>86</sup>	Sr <sup>87</sup> /Sr <sup>86</sup> N
77070607 (N)	264	10.69 +	73.46	0.8705
77070607 (N)	264	10.38 +	71.70	0.8710
77070521 (N)	239	27.52 +	25.18	0.7654
77070521 (N)	239	27.50 +	25.34	0.7656
77070703 (S)	187	32.45 +	16.67	0.7451
77070703 (S)	187	31.71 +	17.06	0.7456
77070605 (N)	171	45.0	11.03	0.7326
77070708 (S)	146	39.4	10.78	0.7299
77070710 (S)	131	50.6	7.49	0.7239
77070520 (N)	153	118.5	3.74	0.7207
77070712 (S)	58	67.1	2.50	0.7155

Valores para isócrona de esquistos de Bahía Plüschow.

77071510	143.3	198.1	2.10	0.7179
77071512	94.4	179.2	1.53	0.7168
77071513 (H-7094)	142.0	76.6	5.38	0.7296
			2.35	0.7212
				0.7202
77071503	164.6	65.3		0.7309

Valores gneises de Bahía Pía.

77070612	214.0	156.7	3.96	0.7254
77070617	41.0	189.8	0.63	0.7243
77070610	81.5	163.1	1.45	0.7186



rreno para estos granitos, que intruyen a los gneisses dables de asignar a la unidad de rocas metamorizadas durante el Permo-Triásico y que fue datada en Bahía Plüschow, como se indicó anteriormente.

La edad de 154 m.a. obtenida para los granitos foliados de Bahía Pía representa algún evento importante en las rocas ocurrido durante el Jurásico medio a superior, y que se infiere sea su cristalización. Durante ese momento de la historia geológica, el área presentaba una intensa actividad volcánica, relacionada con la abertura del océano Atlántico Sur y, posiblemente, representada por las efusiones volcánicas ácidas de la Formación To-

bífera, a la que se asigna un origen por fusión parcial de la corteza continental provocada por el ascenso de diapiros del manto (Bruhn y otros, 1978).

La edad obtenida, así como la relativamente elevada razón inicial, permite sugerir una correlación temporal y probablemente genética entre los granitoides estudiados y las volcanitas de la Formación Tobífera, de las cuales serían los equivalentes intrusivos.

El granitoide de Bahía Pía tendría una edad modelo Rb/Sr de 163 m.a. (en de Wit, 1977) concordante con la obtenida en este trabajo.

Las edades vecinas a 65 m.a. obtenidas por

TABLA III

## A. Edades radiométricas de rocas y minerales de Cordillera Darwin presentados por Halpern (1973).

Localidad y N° muestra	Material analizado	Método	Edad obtenida	Razón inicial supuesta
Bahía Plüschow H7094	Esquisto (R.T.)	Rb/Sr	7310 ± 60	0.710 ± 0.002
	Biotita	Rb/Sr	71 ± 7	0.718 ± 0.002
	Esquisto (R.T.)	K/Ar	95 ± 8	
	Biotita	K/Ar	117 ± 7	
Ventisquero Italia H64130	Hornblenda de anfibolita	K/Ar	64 ± 6	
Bahía Yendegaia H6490	Muscovita de esquisto	K/Ar	64 ± 4	
	H6491	Esquisto (R.T.)	Rb/Sr	7145 ±
Seno Ventisquero H7090	Biotita de granitoide	Rb/Sr	79 ± 5	0.705 ± 0.002
		K/Ar	85 ± 5	
Ventisquero Alemania H64131I	Biotita de granitoide	K/Ar	68 ± 4	
	H64131F	Biotita de granitoide	K/Ar	66 ± 4
H64131G	Biotita de granitoide	K/Ar	65 ± 4	

## B. Datos analíticos y edades K/Ar de Cordillera Darwin.

N° muestra	Localidad	Material analizado	K %	Av. atm. %	Edad (m.a.)
77071001	Seno Garibaldi	Anfibola de (gneiss)	0.0854	82.52	68 ± 7
77071017	Seno Garibaldi	Anfibola de (gneiss)	0.8056	34.09	82 ± 2
77071512	Bahía Plüschow	Biotita de esquisto	5.9678	20.24	100 ± 2

Halpern (1977) por los métodos K/Ar y Rb/Sr en biotita de granitoides de la costa N del Canal Beagle, vecinos de los de Bahía Pía (ver Fig. 1), representan probablemente la edad de la deformación y alzamiento regional de estas rocas por encima del límite de retención de argón de las biotitas analizadas.

Las edades K/Ar en anfíbolos, que provienen de gneises de Seno Garibaldi (Tabla III, Fig. 1), obtenidas en este trabajo, dan edades de  $68 \pm 7$  y  $82 \pm 2$  m.a. y representan, posiblemente, el mismo

evento tectonometamórfico. Es interesante destacar que durante esta fase Cretácica superior, se rejuvenecieron las edades de biotitas, muscovitas y anfíbolos de granitoides y metamorfitas de este sector de Cordillera Darwin, como lo indican los datos K/Ar en estos minerales del área. La edad  $100 \pm 2$  m.a. obtenida en biotita de esquistos de Bahía Plüschow, así como la de  $117 \pm 7$  obtenida por Halpern en la misma localidad, insinúan que este proceso habría comenzado ya en el Cretácico inferior en el sector norte del área.

## APENDICE

### PETROGRAFIA DE LAS MUESTRAS ANALIZADAS POR Rb/Sr

Se incluye a continuación una descripción microscópica somera de las muestras analizadas, así como algunas generalizaciones acerca de la petrografía de las unidades a que pertenecen. La ubicación de las muestras aparece en Fig. 1.

#### ESQUISTOS DE BAHIA PLÜSCHOW

- 77071510. Esquisto micáceo bandeado, compuesto de cuarzo, albita, muscovita, biotita, granate y anfíbola. Hay bandas ricas en cuarzo y anfíbola que alternan con bandas de muscovita, biotita, granate y anfíbola. La foliación principal es  $S_2$ . El granate, algo cloritizado, es pretectónico con respecto a esta foliación, en la que se disponen los minerales micáceos. La anfíbola se presenta como porfidoblastos, tal vez tarditectónicos con respecto a  $S_2$ .
- 77071512. Esta muestra proviene del mismo afloramiento que la anterior y su petrografía es muy similar.
- 77071513. Mineralogía y textura similares a las anteriores, con el granate menos cloritizado. Proviene de un afloramiento situado a unos 500 m de las muestras anteriores.
- H7094. Esquisto de grano fino. Los minerales principales son cuarzo, granate, biotita, clorita, sericita y escasa anfíbola.
- 77071503. Textura granolepidoblástica. Roca compuesta por un agregado de cuarzo y albita, con cantidades menores de biotita y mica blanca surcada por venas tardías, no deformadas de

albita y cuarzo. Presenta visibles efectos cataclásticos. Las cuatro primeras muestras provienen de afloramientos vecinos situados en la costa W del brazo SW de Bahía Plüschow, y son típicos esquistos micáceos que presentan compleja deformación y metamorfismo en la facies de esquistos verdes. La última corresponde a un esquisto silíceo de la costa oriental de Bahía Plüschow.

#### GRANITOIDES DE BAHIA PIA

El conjunto de muestras corresponde a granitoides foliados, con distinto grado de recristalización de minerales primarios.

- 77070520. Gneiss granítico compuesto por biotita orientada (10%) en un agregado granoblástico de cuarzo (35%), plagioclasa (25%) y feldespato potásico (30%), el que también se presenta en cristales mayores. Apatita, mica blanca y circón como minerales accesorios. Texturas cataclásticas y mirmequíticas bien desarrolladas.
- 77070521. Granitoide de textura aplítica, compuesta por un agregado granoblástico de microclina (45%), cuarzo (35%), plagioclasa sódica (15%) y biotita (10%).
- 77070605. Gneiss granítico con textura hipidiomorfa granular orientada. Cuarzo xenomorfo (35%), oligoclasa pokilítica (20%), ortoclasa (35%), biotita orientada (8%) y muscovita (1%). Como accesorios apatita, circón, allanita y granate.
- 77070703. Pórfido granítico, compuesto por cristales mayores de feldespato potásico, en una matriz granoblástica de cuarzo, plagioclasa, bio-



tita y muscovita.

- 77070607. Agregado alotriomorfo granular de microclina (50%), plagioclasa sódica (20%), cuarzo (25%), con biotita y muscovita (5%) no orientadas. Aplita con evidencias de cataclasis.
- 77070708. Textura granofírica. Fenocristales euhedrales de plagioclasa sódica y microclina peritítica en una matriz micropegmática, parcialmente recrystalizada, con desarrollo de epidota y muscovita. Venillas de epidota. Granó-firo.

#### ESQUISTOS Y GNEISSES DE BAHIA PIA

- 77020710. Pórfido granítico foliado con fenocristales de plagioclasa sódica (20%) y microclina (15%) en una matriz deformada. Originalmente micropartítica (35%) que presenta lentes de cuarzo secundario (15%) y bandas de cristales orientadas de mica blanca (5%), epidota (5%), clorita, esfeno, allanita y minerales opacos.
- 77070712. Textura porfírica de masa funda-

mental granoblástica. Fenocristales de plagioclasa y feldespato potásico peritítico, en un agregado de cuarzo, biotita orientada, epidota, mica blanca y granate antomorfo. Accesorios apatita, circón y allanita.

- 77070612. Esquisto micáceo de grano grueso, bandeado. La mayoría de los cristales micáceos son paralelos a  $S_2$  y están muy frescos. Los minerales son cuarzo, oligoclasa, muscovita, biotita y granate.
- 77070610. Gneiss compuesto de cuarzo, oligoclasa, biotita, granate, estauroлита y kyanita. Se observa cierta retromorfosis de kyanita a muscovita y de estauroлита y granate a clorita.
- 77070617. Esquisto de marcado bandeamiento composicional, formado por cuarzo, plagioclasa, biotita, granate, clorita y anfíbola en porfidoblastos tarditectónicos. Presenta efectos cataclásticos notorios.

El conjunto corresponde a paragneisses y esquistos complejamente deformados y que presentan asociaciones mineralógicas de la facies anfibolita, que se mencionan por primera vez en esta área.

#### AGRADECIMIENTOS

El trabajo de terreno se realizó durante el crucero 77/4 del R/V Hero de la National Science Foundation de USA. El laboratorio químico del IIG realizó las determinaciones de Rb y Sr por AA. Las determinaciones geocronológicas se realizaron en el Centro de Pesquisas Geocronológicas de la Universidad de Sao Paulo, Brasil, como parte del Proyecto 120 del Programa Internacional de Correlación Geológica (IGCP), con el apoyo financiero

del Servicio de Cooperación y Asistencia Técnica (SECAT) y del Grant E083-783 del Servicio de Desarrollo Científico y Creación Artística de la Universidad de Chile

Se agradece la participación del Dr. K. Kawashita y del Sr. Kei Sato en las determinaciones isotópicas. U. Cordani y F. Munizaga revisaron el manuscrito e hicieron valiosas sugerencias.

#### REFERENCIAS

- BRUHN, R.L.; STERN, CH.; DE WIT, M. 1978. New field and geochemical data bearing on the development of a Mesozoic volcano-tectonic rift zone and back arc basin in southernmost South America. *Earth. Planet. Sci. Letts.*, 41, p. 32-46.
- DALZIEL, I. 1972. Large scale folding in the Scotia Arc. En Adie, R.I., *Antarctic Geology & Geophysics*. Oslo, Universitets Forlaget, p. 47-55.

- DALZIEL, I.** (en prensa). The early (Pre-Middle Jurassic) history of the Scotia Arc region: a review and progress report. Preprint en Craddock, C., ed., Proceedings of Symposium of Antarctic Geology & Geophysics, U. of Wisconsin Press.
- HALPERN, M.** 1973. Regional Geochronology of Chile south of 50° latitude. Geol. Soc. Am. Bull., 84, 7, p. 2407-22.
- KATZ, M.** 1973. Contrasts in tectonic evolution of orogenic belts in the south-east Pacific. I.R. Soc. N. Zeal. 3, 3, p. 333-362.
- KRANCK, E.H.** 1932. Geological investigation in the Cordillera of Tierra del Fuego. Acta Geogr. Helsingfors, 4 N° 2, 231 p.
- MUNIZAGA, F.; AGUIRRE, L.; HERVE, F.** 1973. Rb/Sr ages of rocks from the Chilean metamorphic basement. Earth Plan. Sci. Letts., 18, p. 87-92.
- DU TOIT, A.L.** 1937. Our wandering continents. Oliver and Boyd, Edinburgh, 366 p.
- DE WIT, M.** 1977. The evolution of the Scotia arc as a key to the reconstruction of south-western Gondwanaland. Tectonophysics, 37, p. 53-81.
- VAN EYSINGA, 1975.** Geological time table, 3a edition Elsevier Publ. Co., Amsterdam.