

Sobre el carácter "anómalo" del volcanismo reciente en las islas Shetland del Sur

ESTANISLAO GODOY⁽¹⁾ ROBERT HARRINGTON⁽²⁾ y ENRIQUE TIDY⁽³⁾

RESUMEN

Los contenidos en Sr (altos) y Zr (bajos) de basaltos de isla Decepción permiten reconocer un temprano fraccionamiento de plagioclasa. Según diagramas discriminantes, se habrían generado en ambiente de intraplaca y, en parte, de arco calcoalcalino. En un diagrama Ti/Y vs. Nb/Y definen, sin embargo, una tendencia alcalina semejante a la observada en la isla Grenada. Evidencias texturales, junto con el análisis por FRX de elementos traza de dacitas que han hecho erupción por el borde SW de la caldera, indican —por otra parte— que éstas se habrían originado mediante un proceso de mezcla de magmas.

Dos análisis de basaltos del cono principal de isla Penguin confirman su enriquecimiento en Ti y Nb cercano al vector intraplaca. Un basalto del cono central y otro del cercano pico Melville, de muy bajo contenido en Zr, son interpretados como los miembros menos diferenciados.

La petrogénesis del volcanismo de isla Decepción está controlada por su proximidad a un centro de expansión tras-arco y por procesos de fraccionamiento anteriores y de mezcla simultáneos a la formación de su caldera. Los basaltos de isla Penguin-península Melville, en cambio, fueron generados en condiciones semejantes a las de un ambiente intraplaca, pero bajo un arco calcoalcalino desactivado.

On the "anomalous" Character of Recent Volcanism in the South Shetland Islands

ESTANISLAO GODOY⁽¹⁾ ROBERT HARRINGTON⁽²⁾ y ENRIQUE TIDY⁽³⁾

ABSTRACT

Early plagioclase fractioning is recognized in the high Sr, low Zr contents of pre-caldera Deception Island basalts. According to discriminatory diagrams, Deception basalts were formed in an intraplate environment with a "calcalcalic component". In a Ti/Y-Nb/Y diagram they, however, define an alkalic trend, close to the one from Grenada. Textural evidence and XRF analysis of dacite samples erupted from the SW-caldera rim, point-instead to an origin through magma mixing.

Two main cone basalts from Penguin Island show a Ti and Nb enrichment which lies in the "intraplate vector". A central cone basalt and one from the nearby Melville Peak are very Zr poor and represent the least differentiated members.

Petrogenesis at Deception Island is controlled by its position close to a back-arc spreading center and by both pre-caldera fractioning and post-caldera mixing. Smaller amounts of basalt in Penguin Island and Melville Peninsula, on the other hand, were originated under conditions similar to those of an intraplate environment, but underneath a deactivated calcalcalic arc.

INTRODUCCION

El volcanismo reciente de las islas Decepción, Penguin y Bridgeman, pertenecientes al archipiélago de las islas Shetland del Sur, ha sido relacionado con una extensión tras-arco iniciado hace 2 M.a. (Ashcroft, 1972; Davey, 1972; Barker y Griffiths, 1972). Sobre la base de un levantamiento aeromagnético, Parra *et al.* (1984) concluyen que la mayor parte de dicha extensión fue absorbida por corteza continental, modelada como granítica. Reconocen en el borde NW del estrecho Bransfield un "rift traslapado" de sólo 5 km de ancho, cerca del cual se ubicarían las islas Decepción y, posible-

(1) Departamento de Geología, Universidad de Chile, Casilla 13518, Correo 21, Santiago, Chile.

(2) University of Colorado, Department of Geological Sciences, Campus Box 250, Boulder, CO 80309, U.S.A.

(3) Corporación del Cobre (CODELCO) Central, Huérfanos 1189, Santiago, Chile.

mente, **Bridgeman** (Fig. 1). Según resultados preliminares (Fisk, en Fütterer, 1986) basaltos almohadillados afíricos constituyen importantes afloramientos alineados según fallas paralelas al estrecho Bransfield en el extremo oriental de la cuenca submarina de isla Rey Jorge. Weaver *et al.* (1979), por otra parte, y sobre la base de análisis geoquímicos, concluyen que las lavas insulares presentan afinidad con las del magnetismo calcoalcalino de arco de islas, así como con el de la cuenca ofiolítica magallánica y con el de fondo oceánico.

Como una contribución al esclarecimiento del ambiente petrotectónico del volcanismo reciente, se aportan aquí antecedentes petrográficos y geoquímicos adicionales para las rocas de las islas Decepción y Penguin. Se presentan además los primeros datos químicos de dos basaltos pliocénicos aflorantes en la península Melville, isla Rey Jorge.

La isla Decepción fue recorrida en enero de 1983 (XIX Expedición Antártica del INACH) y al año siguiente lo fue el sector isla Penguin-península Melville. Las muestras GGP fueron recolectadas junto con H. Padilla y W. Gysling durante la XVIII Expedición Antártica del INACH, aprovechando la estadía en isla Decepción del grupo de investigación sobre "Fauna Bentónica".

Los análisis de Rb, Sr, Y, Zr y Nb en las muestras GGP y GT fueron duplicados en los laboratorios de FRX de la Universidad de Santiago de Chile (USACH) y de la Corporación del Cobre (CODELCO), División Salvador, por J. Ward y N. Chiang, respectivamente. P. Bruggman (Servicio de Geología, Menlo Park, EE.UU.) analizó los mismos elementos más Ba en cuatro de estas muestras, obteniendo valores intermedios. Los datos aquí presentados corresponden, en especial para el Zr, a valores intermedios entre aquellos de los dos primeros laboratorios. Los análisis GH provienen únicamente del laboratorio de CODELCO. Tanto los contenidos en TiO₂ como los dos análisis de elementos mayores se realizaron mediante espectrografía de absorción atómica (EAA) y colorimetría en el Departamento de Geología de la Universidad de Chile por L. Rosas.

GEOLOGIA Y PETROGRAFIA

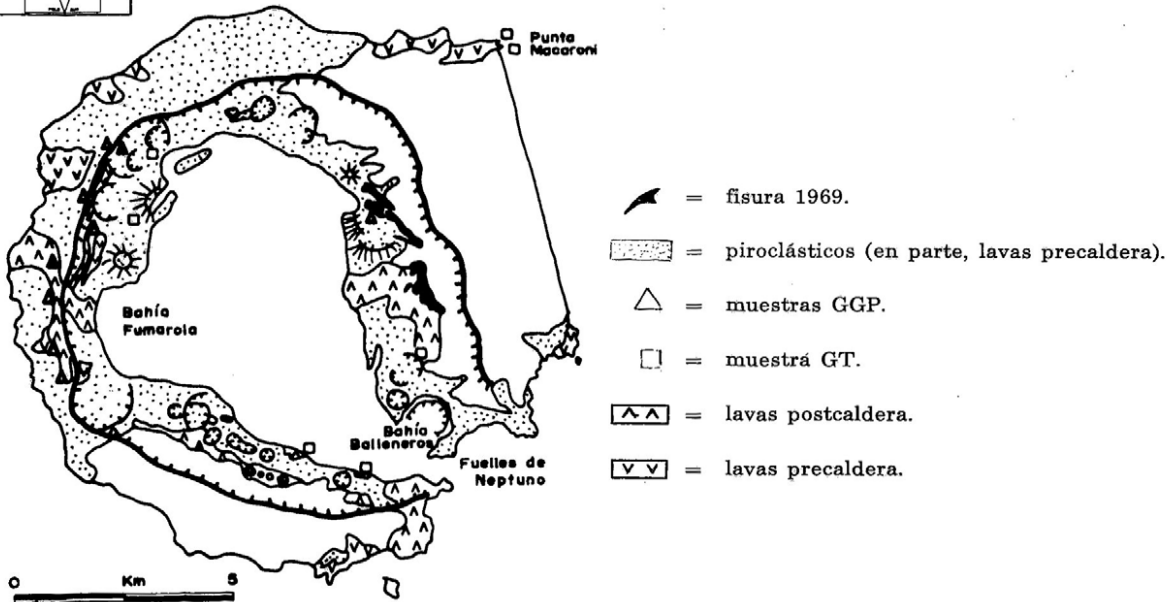
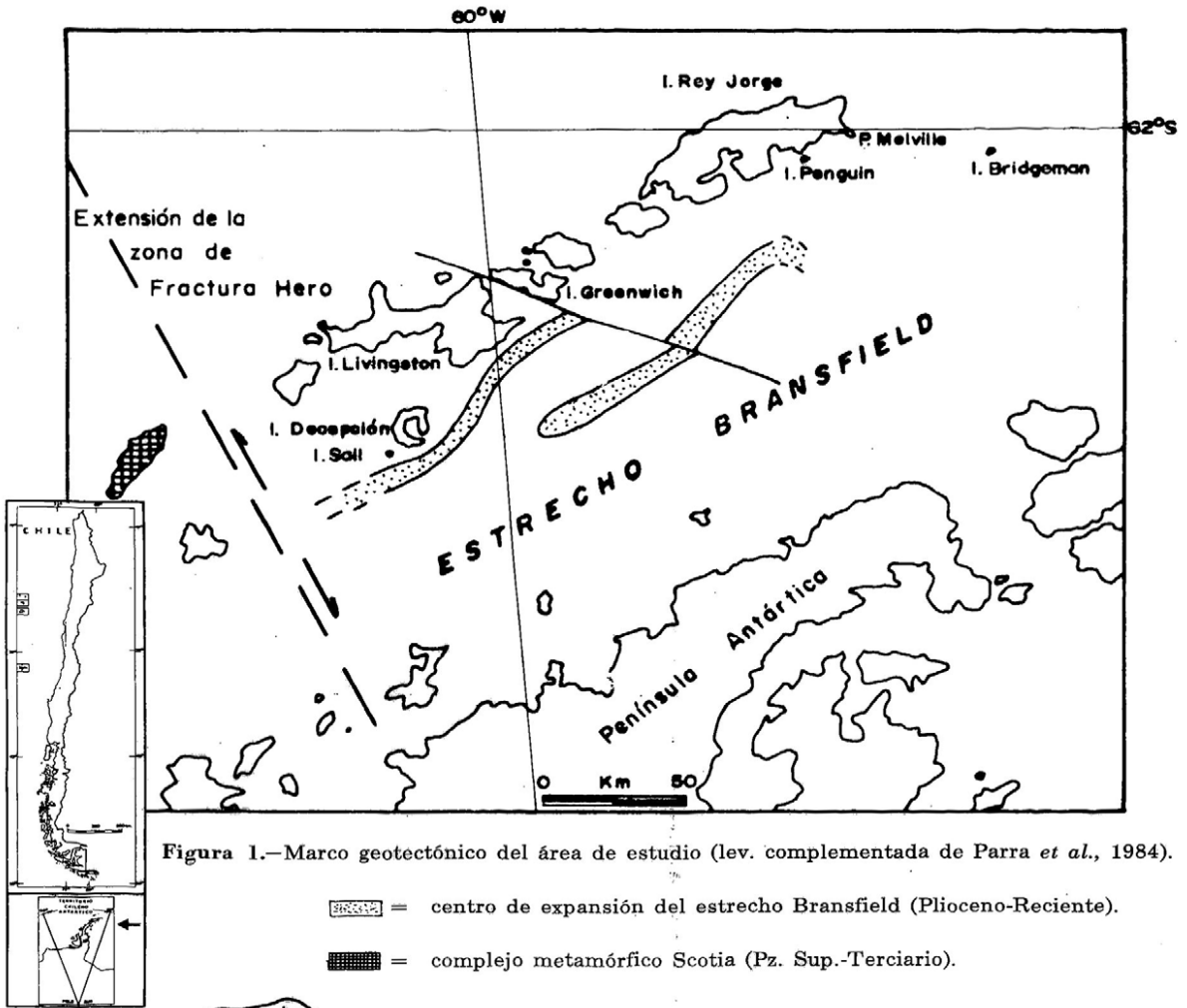
Isla Decepción (Fig. 2)

La última erupción ocurrida en esta caldera volcánica tuvo lugar en 1969. Los escasos flujos de lava (1/2-2 m) intercalados entre sus depósitos piroclásticos corresponden a basaltos y andesitas basálticas. Según Hawkes (1961), se les encuentra tanto en la etapa pre-caldera como post-caldera, predominando en esta última las andesitas de oligoclasa. Las coladas de punta Macaroni, asignadas por dicho autor a "uno de cuatro conos principales traslapados", se consideran aquí, de acuerdo con Baker *et al.* (1975), como parte de un cono principal único. Nuestro mapeo extiende notablemente los afloramientos de flujos dacíticos resultantes de una erupción por el borde superior de la caldera, al Este de bahía Fumarola. Según el mapa de Weaver *et al.* (1979), dichas rocas corresponderían, como las del borde norte de los Fuelles de Neptuno, a tobas y aglomerados "syn-caldera".

Según la clasificación de Winchester y Floyd (1977), de las 16 muestras analizadas, 1 corresponde a basalto, 10 a andesitas basálticas, 2 a andesitas y las 3 restantes, de mantenerse el bajo TiO₂ de GGP-5, a dacitas (Fig. 3). Una distribución bimodal es comentada por Baker *et al.* (1975) y es también aparente en los diagramas de Weaver *et al.* (1979).

Las observaciones microscópicas de las rocas máficas confirman la mineralogía reconocida en estudios anteriores (González y Katsui, 1970; Weaver *et al.*, op. cit.). Estas rocas contienen olivina forsterítica y augita, con zonación "reloj de arena" en lavas de punta Macaroni. En algunas de estas últimas lavas los fenocristales de plagioclasa cálcica muestran un borde sódico, rico en finas inclusiones de clinopiroxeno.

En las dos andesitas se reconoce clinopiroxeno diopsídico, mineral citado por Hawkes (1961) y Baker *et al.* (1975). De color verdoso, presenta anillos de grano fino y ocasional embahiamiento.



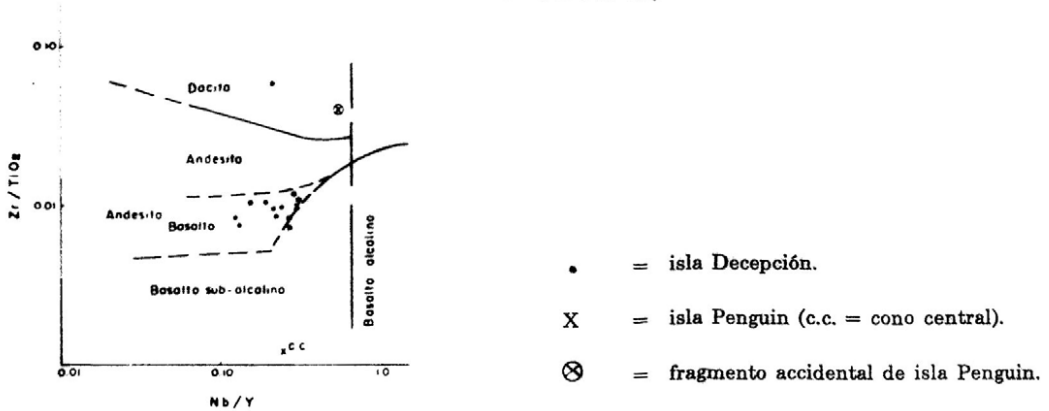


Figura 3.—Diagrama Zr/TiO₂ (índice de diferenciación) vs. Nb/Y (índice de alcalinidad).

Dos dacitas recolectadas al Este de bahía Fumarola contienen olivina fayalítica y abundante hipersteno. Sus plagioclasas evidencian reabsorción en los núcleos y embahiamientos en sus zonas marginales. Estas características texturales, unidas a la presencia de xenocristales de diópsido con anillo de reacción y agregados de grano grueso de plagioclasa cálcica y olivina forsterítica con borde opaco reabsorbido, insinúan procesos de hibridación durante la génesis de estas dacitas.

La dacita al Norte de bahía Balleneros, rica en vesículas con cristobalita, presenta una masa fundamental constituida por hipersteno, plagioclasa sódica y oxihornblenda, la cual incluye fenocristales de plagioclasa y clinopiroxeno.

Islote Sail Rock (Fig. 1)

Este islote de 30 m. de alto y forma de vela, localizado a 10 km al WSW de isla Decepción, está constituido por una alternancia de lavas porfídicas y brechas marrón-rojizas de suave manteo al E. Aprovechando la participación del primer autor en un recorrido del buque oceanográfico alemán "Meteor", se recolectó en enero de 1981 una muestra de las lavas más inferiores. Si bien la avanzada palagonitización y oxidación de la masa fundamental impidió un análisis químico representativo, la mineralogía de sus fenocristales es semejante a la de las dacitas al E de bahía Fumarola. Presenta abundante hipersteno y, en fragmentos incorporados, clinopiroxeno en lugar de olivina.

Isla Penguin (Fig. 1)

Todos los autores anteriores concuerdan que las rocas de esta isla corresponden a basaltos de olivina y augita diopsídica. Para su evolución geológica, sin embargo, existen dos proposiciones. González y Katsui (1970) distinguen tres eventos: formación de un cono principal, seguido de un cono central y, hacia el NEE, un cráter de explosión. Birkenmajer (1982a), en cambio, interpreta las lavas basales como pre-existentes al cono principal y provenientes del NE; en sus niveles superiores reconoce intercalaciones sedimentarias marinas. Este autor distingue además la intrusión de un cuello dentro del cráter principal, previo a la formación del cono central y diques radiales. Nuestras observaciones de terreno y análisis de laboratorio no confirman, sin embargo, la existencia de dicho cuello. Se sugiere que el afloramiento, al Sur del cono central, puede corresponder a un remanente de un edificio anterior, que no fue destruido durante la formación del cráter.

El basalto del cráter central contiene olivina en más alta proporción que en el cono principal y su masa fundamental es rica en opacos. La inclusión de estos minerales en las plagioclasas es evidente en su zonación.

Un fragmento masivo accidental de lava en la ladera oriental del cono principal, a diferencia del resto de las muestras, contiene abundante ortopiroxeno. Como fenocristales adicionales, presenta grandes cristales de clinopiroxeno (4 mm) con inclusiones de olivina y plagioclasa de núcleos sódicos, con abundante clorita y texturas de reabsorción. Su masa fundamental consta de plagioclasa, ortopiroxeno, cuarzo, feldespato potásico, clorita y biotita. Análisis por microsonda indican que los bordes cálcicos de la plagioclasa tienen la composición (Ca.49 Na.43 K.04) (Al 1.2 Fe .02) Si 2.52 O8 y que los ortopiroxenos son de fórmula (Mg 1.18 Fe .62 Ca .08 Mn .01) (Al .03 Si 2.03) O6. Según la clasificación de Winchester y Floyd (Fig. 3) la muestra debiera corresponder a una dacita, pero su contenido en elementos mayores (K_2O vs. SiO_2 ; I. Color normativo vs. Plag. normativa) la clasifican como una andesita.

Península Melville (Fig. 1)

Según los antecedentes disponibles (Barton, 1965; Birkenmajer, 1982b), los afloramientos en la base de esta península en el extremo NE de la isla Rey Jorge corresponderían a flujos de basalto de olivina-augita que a menudo presentan amígdalas ceolíticas y diaclasamiento columnar. El último autor los considera infrayacentes a areniscas, conglomerados, lutitas y tobas subhorizontales de edad miocena.

En la ribera sur de la península Melville (bahía Sherratt) las rocas que afloran en los niveles inferiores presentan contactos intrusivos, preferentemente concordantes con el techo. Esta relación intrusiva se destaca en especial en el extremo de la península (cabo Melville), donde la roca contiene fenocristales de clinopiroxeno negro de hasta 7 mm de largo en una masa de plagioclasa ceolitizada (0,5-1,0 mm). Completan la asociación mineralógica amígdalas de ceolitas junto con clorita y pumpeilita, esta última en bordes y fracturas de pseudomorfos según olivina. Es probable que los fragmentos esferoidales que Birkenmajer (1982b) reconoce cerca del techo y que interpreta como producto de una meteorización miocénica, correspondan ya sea a estas amígdalas o —tal como ha sido descrito en intrusivos hipabisales de cuesta Chacabuco, Norte de Santiago (Godoy, 1982)— a ceolitización esferoidal de las plagioclasas.

El pico Melville, estrato volcán extinguido de probable edad pliocena, domina el relieve directamente al Oeste de la península (Barton, 1965; Birkenmajer, 1982b). En los acantilados de bahía Sherratt, SWW del pico Melville, se recolectó una muestra de basalto con grandes fenocristales (7 mm) de clinopiroxeno amarillo y olivina.

GEOQUIMICA

La Tabla 1 presenta los análisis de elementos mayores y las normas CIPW del basalto de pico Melville y de la andesita de isla Penguin. En la Tabla 2 se incluyen los contenidos en Sr, Rb, Zr, Y y Nb de todas las muestras y también los valores de TiO_2 para 16 muestras, además de Ba para 4 de ellas.

En la Fig. 4 se han proyectado los valores de Sr, Ba, Rb e Y de las distintas muestras en relación con Zr, elemento incompatible en basaltos. Contrariamente a lo propuesto por Weaver *et al.* (1979), el bajo contenido en Zr y alto Sr de 4 basaltos de isla Decepción indican que el fraccionamiento de plagioclasa actuaba ya en sus miembros más primitivos. En este mismo diagrama (Sr vs. Zr), la muestra proveniente del cono central del volcán Penguin no se proyecta alineada con la tendencia dada por lavas y diques del cono principal. En el diagrama Zr vs. Y se ha proyectado el campo de las rocas volcánicas terciarias tardías (Fm. Hennequin; Smellie, 1983), lo cual guarda semejanza con el de isla Decepción.

Los diagramas de las Figuras 5a y 5b han sido utilizados para reconocer el ambiente geotectónico en el cual se habrían generado rocas basálticas. En la Figura 5a ($Ti/100-Zr-Y \times 3$) los basaltos de isla Penguin aparecen en el campo de intraplaca (BIP), mientras que los de isla Decepción ocupan además parte de los campos calcoalcalinos y MORB. En cambio, en la Figura 5b (Zr/Y vs. Zr) los basaltos de isla Decepción se ubican en el campo BIP, en tanto que los de isla Penguin, de similar razón Zr/Y pero menos diferenciados, se proyectan fuera de los campos habituales.

Tabla 1

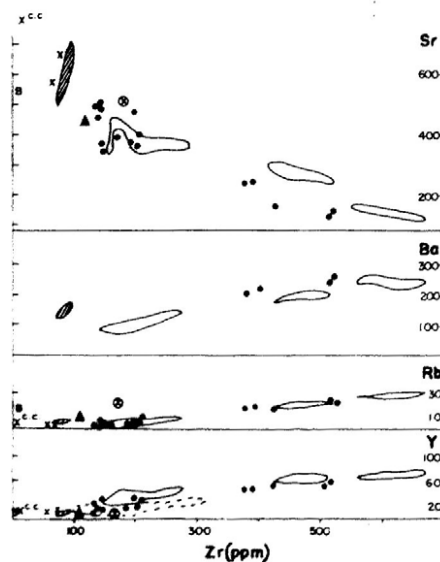
ANALISIS DE ELEMENTOS MAYORES (% DE OXIDOS) Y NORMAS CIPW DE ROCAS VOLCANICAS DEL PICO MELVILLE (ISLA REY JORGE) Y DE ISLA PENGUIN

	GH-6 (Melville)	GH-2 (Penguin)
SiO ₂	52.13	57.06
TiO ₂	0.61	0.55
Al ₂ O ₃	14.14	16.40
Fe ₂ O ₃	1.57	4.07
FeO	6.03	2.31
MnO	0.14	0.13
MgO	11.33	4.08
CaO	9.39	6.45
Na ₂ O	2.89	4.21
K ₂ O	0.86	1.63
P ₂ O ₅	0.12	0.21
p.p.c.	0.90	2.46
Total	100.11	99.56
czo	—	6.38
or	5.02	9.87
ab	25.62	38.75
an	22.78	21.75
mt	1.62	2.19
il	0.84	0.79
ap	0.25	0.45
di	17.96	7.86
hy	15.38	12.13
ol	10.54	—

Figura 4.- Diagrama Sr, Ba, Rb e Y vs. Zr.

- c.c. = cono central, isla Penguin.
- B = basalto de pico Melville.
- ▲ = pórfido basáltico de pen. Melville.

Resto de símbolos como en fig. 3.



Se incluyen los campos de Weaver *et al.* (1979) para estos elementos (línea continua) y el de Smeillie (1983) para la fm. Hennequin del Terciario tardío (línea interrumpida).

Tabla 2

ANALISIS DE ELEMENTOS TRAZA Y TiO₂

	Rocas de isla Decepción																Rocas de isla Penguin y península Melville						
	GT-1	GT-2	GT-3	GT-4	GT-5	GT-6	GT-7	GGP-1	GGP-2	GGP-3	GGP-4	GGP-5	GGP-6	GGP-7	GGP-8	GGP-25	GH-1	GH-2	GH-3	GH-4	GH-5	GH-6	
Rb	14	8	2	10	2	5	25	3	9	3	5	22	28	4	18	8	4	27	5	4	10	11	Rb
Sr	259	406	494	394	496	391	140	483	465	326	370	153	134	424	255	370	577	503	749	675	444	556	Sr
Zr	383	205	141	190	125	176	510	138	204	141	143	415	504	135	395	200	54	179	15	75	124	—	Zr
Y	49	41	23	37	19	34	60	22	27	33	32	58	57	28	54	30	9	14	13	10	9	10	Y
Nb	10	6	6	8	5	7	15	5	8	4	4	12	16	5	10	8	—	7	3	3	—	—	Nb
Ba	205						275						252		228								Ba
Rb/Sr	0.054	0.018	0.004	0.025	0.004	0.013	0.179	0.006	0.019	0.009	0.014	0.144	0.209	0.009	0.007	0.022	0.007	0.054	0.007	0.006	0.026	0.020	Rb/Sr
Y/Nb	4.9	6.7	3.9	4.6	3.8	4.9	4.0	4.4	3.4	8.3	8.0	4.8	3.6	5.6	5.4	3.7	—	2	4.3	3.3	—	—	Y/Nb
Zr/Nb	38	34	24	24	25	25	34	28	26	35	35	35	32	27	40	25	—	26	5	25	—	—	Zr/Nb
TiO ₂ (%)		1.88	1.99	2.27	1.51	1.88		1.42	1.76	1.66	1.85	0.84		1.28		1.75	0.92	0.55	1.21	0.83	0.70	0.61	TiO ₂ (%)

GH1 y GH4 = cono principal, isla Penguin
 GH2 = fragmento accidental, isla Penguin
 GH3 = cono central, isla Penguin
 GH5 = pórfido de península Melville
 GH6 = basalto de pico Melville

Carácter anómalo del volcanismo reciente

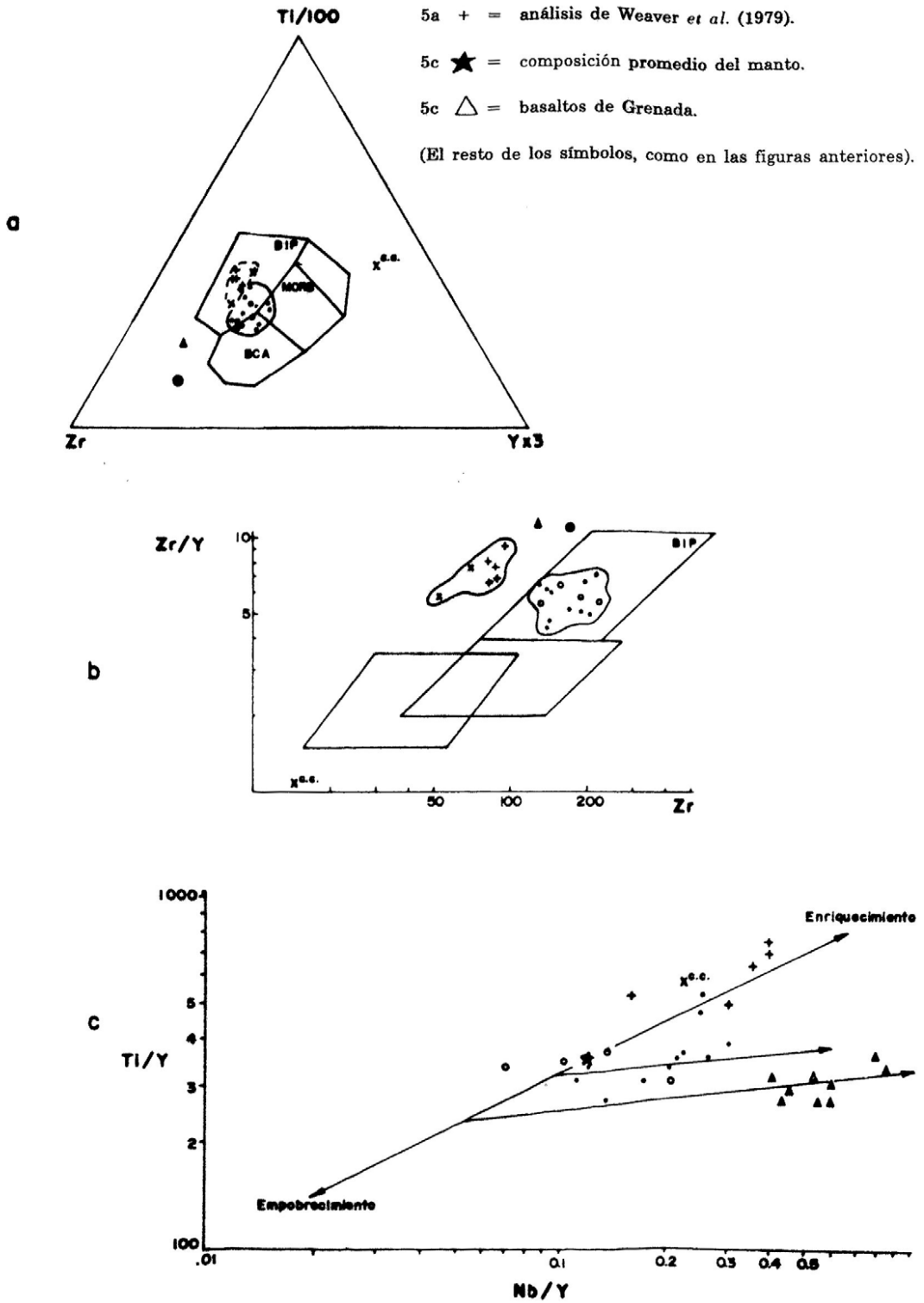


Fig. 5. Diagramas discriminantes en basaltos de islas Decepción y Penguin

En ambos diagramas el basalto del cono central de isla Penguin se proyecta muy alejado del resto de las muestras. La baja razón Zr/Nb de este basalto es semejante a la detectada en los Seal Nunataks (SE de la península) por Weaver *et al.* (1982), lo cual, según estos autores, caracteriza a secuencias alcalinas.

Pearce (1982) considera a los basaltos de isla Penguin como "anómalos de arco volcánico, enriquecidos a lo largo del vector intraplaca". La Figura 5c (Ti/Y vs. Nb/Y) complementa el diagrama respectivo de Pearce con dos muestras de dicha isla, una de las cuales corresponde al basalto del cono central. Los basaltos de isla Decepción, en cambio, se ubican en su mayor parte según un vector paralelo al enriquecimiento en Nb, característico del volcanismo alcalino.

En todos los diagramas discriminantes la andesita accidental de isla Penguin, de bajo contenido en TiO₂, alto Rb, se proyecta alejada del resto de las muestras. Los basaltos de península Melville, si bien en la Figura 3 se ubican en los comienzos de la línea de diferenciación de isla Decepción, presentan un quimismo distintivo. Así, el pórfido basáltico se caracteriza por una alta razón Zr/Y y el basalto de pico Melville por un contenido en Zr por debajo de la detección analítica.

Con excepción de la andesita de isla Penguin, de razón Y/Nb cercana a intermedia entre alcalina y toleítica (Pearce y Cann, 1973), el resto de las muestras tiene razones altas, características de series toleíticas. Otras afinidades con MORB que confirman los datos de Weaver *et al.* (1979) son la alta razón Zr/Nb (excepto el basalto del cono central, isla Penguin) y la baja razón Rb/Sr de los basaltos.

CONCLUSIONES

La prolongada uniformidad del magmatismo calcoalcalino mesozoico y terciario de las islas Shetland del Sur contrasta con la extensa gama de variaciones y desacoplamiento entre contenidos de elementos mayores y trazas del volcanismo reciente (Weaver *et al.*, 1982). El origen de este contraste debe buscarse en las profundas alteraciones en la generación de magma asociadas a la interrupción de la subducción y comienzo de extensión tras-arco.

En las dacitas de isla Decepción, evidencias texturales y químicas, tales como xenocristales, bimodalidad y buena correlación lineal en la Figura 4 sugieren que se habrían originado mediante mezcla de magmas. Una explicación semejante puede aplicarse al fragmento accidental de andesita de isla Penguin. Su contenido de elementos en traza difiere, sin embargo, de todas las otras rocas analizadas del área.

Basaltos de olivina-piroxeno con ne-normativa y edades K/Ar de 0,5 M.a. afloran al centro de las islas Greenwich y Livingston (Smellie *et al.*, 1984). Considerando que estos basaltos no se encuentran en la migración del volcanismo mesocenoico de las islas Shetland del Sur, dichos autores concluyen que se originaron "en un ambiente más bien distinto al de un arco de islas calcoalcalino". Su ubicación, por otra parte, excluye también una relación con la abertura del estrecho Bransfield.

Los basaltos de isla Penguin y península Melville —los primeros ne-normativos y el segundo con Na₂O+K₂O = 3.75%— representan los magmas menos diferenciados del área y se asemejan a los andedichos. La proyección de sus contenidos en elementos trazas en o hacia el campo de los basaltos intraplaca indica, asimismo, un origen independiente tanto de procesos de subducción como de abertura de cuenca marginal. Weaver *et al.* (1979), por otra parte, explican la formación de los basal-

tos de Penguin, a los que consideran "alejados del eje de expansión", mediante la fusión profunda (80 km) de un 10% de peridotita granatífera y hacen notar que el doble de fusión parcial de esta fuente originaría un "basalto fértil de punto caliente". Por lo tanto, en el extremo NE de la isla Rey Jorge se habrían generado basaltos en condiciones semejantes a las de un ambiente intraplaca, habiéndose efectuado su emplazamiento dentro de un arco magmático recientemente desactivado.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración prestada por W. Hildreth (United States Geological Survey), J. Ward (USACH) y L. Olcay (CODELCO) en la obtención de los datos químicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ASHCROFT, W., 1972. Crustal structure of the South Shetland Islands and Bransfield Strait. *Brit. Antarct. Surv. Sci. Rep.* 66: 1-43.
- BAKER, P., I. Mc REATH; M. HARVEY; M. ROOBOL y T. DAVIES, 1975. The geology of the South Shetland Islands, V. Volcanic evolution of Deception Island. *Brit. Antarct. Surv. Sci. Rep.* 78: 1-81.
- BARKER, P. y D. GRIFFITHS, 1972. The evolution of the Scotia Ridge and Scotia Sea. *Phil. Trans., Roy. Soc. Lond. A-271*: 151-183.
- BARTON, C., 1965. The geology of South Shetland Islands. III. The stratigraphy of King George Island. *Brit. Antarct. Surv. Sci. Rep.* 44: 1-33.
- BIRKENMAJER, K., 1982(a). The Penguin Island Volcano, South Shetland Islands (Antarctica): Its structure and succession. *St. Geol. Pol.* 74: 155-173.
- BIRKENMAJER, K. 1982(b). Pre-Quaternary Fossiliferous glaciomarine Deposits at Cape Melville, King George Island (South Shetland Islands, W. Antarctica). *Bull. Acad. Pol. Sci.* 29 (4): 331-340.
- DAVEY, F.J., 1972. Marine gravity measurements in Bransfield Strait and adjacent areas. In: *Antarctic Geology Geophysics* (Ed.: Eadie, R.J.) 39-45, Oslo.
- FÜTTERER, D., 1986. Reports on Polar Research. Die Expedition Antarktis-IV mit FS "Polarstern" 1985/86. A. Wegener-Inst. für Polar-und Meeresforschung, Bremerhaven.
- GODOY, E. 1982. Geología del área Montenegro-Cuesta de Chacabuco, Región Metropolitana: el "problema" de la formación Lo Valle. *Actas 3er. Congr. Geol. Chil.* A124-A146.
- GONZÁLEZ, O. y Y. KATSUI, 1970. Estudio integral del volcanismo cenozoico superior de las islas Shetland del Sur, Antártica. *Ser. Cient. INACH* 1-2: 123-174.
- HAWKES, D., 1961. The geology of the South Shetland islands: II. The Geology and petrology of Deception Island. *Falk. Is. Dep. Sur. Sci. Rep.* 27: 1-43.
- PARRA, J.C., O. GONZÁLEZ y J. BANNISTER, 1984. Aeromagnetic survey over the South Shetland Islands, Bransfield Strait and part of the Antarctic Peninsula. *Rev. Geol. Chile*, 23: 3-20.
- PEARCE, J., 1982. Trace element characteristics of lavas from destructive plate boundaries. In: *Andesites*. (Ed.: Thorpe, R.S.) 525-548.
- PEARCE, J. y J. CANN, 1973. Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analyses. *Earth Planet. Sci. Letters* 19: 290-300.
- SMELLIE, J.L., 1983. A geochemical overview of subduction-related igneous activity in the South Shetland Islands, Lesser Antarctica. in: *Antarctic Earth Science*. (Ed.: Oliver, R.L., James, P.R. and J.B. Jago), 352-356. Canberra.
- SMELLIE, J., R. PANKHURST; M. THOMSON y R. DAVIES, 1984. The geology of the South Shetland Islands: VI. Stratigraphy, geochemistry and evolution. *Brit. Antarct. Surv. Sci.* 87: 1-85.
- WEAVER, S.; A. SAUNDER; R. PANKHURST y J. TARNEY, 1979. A geochemical study of magmatism associated with the initial stages of back-arc spreading. *Cont. Mineral. Petrol.* 68: 151-169.

WEAVER, S.; A. SAUNDERS y J. TARNEY, 1982. Mesozoic-Cenozoic Volcanism in the South Shetland Island and the Antarctic Peninsula: Geochemical nature and tectonic significance. In: Antarctic Geosciences (Ed.: Craddock, C.), 263-273.

WINCHESTER, J. y P.A. FLOYD, 1977. Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements. Chem. Geol. 20: 325-343.

Recibido: 22.08.86. Aprobado: 27.03.87.