

## ISLAS ILDEFONSO, TIERRA DEL FUEGO: DEPOSITOS DE ANTE ARCO DEL SISTEMA MAGALLANICO

CONSTANTINO MPODOZIS

Univ. Chile, Depto. Geol., Casilla 13518, Correo 21, Santiago, Chile.

### RESUMEN

Las Islas Ildefonso, ubicadas en la shelf magallánica al sur de Isla Hoste, están constituidas por una secuencia sedimentaria de 100 m de espesor, donde se reconoce una sucesión de facies de turbiditas proximales, turbiditas distales y conglomerados de abanico submarino superior. La petrografía de esta serie corresponde, principalmente, a volcanitas y feldsarenitas derivadas de la erosión de un arco magmático calco-alcalino. Si bien la edad de la secuencia es incierta, ella corresponde a los únicos afloramientos conocidos de la cuenca sedimentaria que ocupa la mayor parte del shelf magallánico al sur de Tierra del Fuego. Por su posición geográfica, las sedimentitas de Islas Ildefonso representan una asociación de facies Meso-Cenozoicas de ante-arco del sistema magallánico.

### ABSTRACT

Islas Ildefonso, located in the Magellan shelf, south of Isla Hoste, are built up by a 100 m thick, south dipping turbidite sequence where proximal fan sandstones, distal shale sandstone and upper fan or channel conglomerate facies are superposed. Petrographically the sandstones are arc-derived volcarenites and feldsarenites. Although the Islas Ildefonso sequence is still not well dated, it represents the only known outcrop of Meso-Cenozoic fore-arc sediments in the Magellan region.

### INTRODUCCION

A fines de enero de 1980, el autor tuvo la oportunidad de participar en un cruceo de reconocimiento a la región de los canales australes de Chile, a bordo del B/M Chiloé III, arrendado por Phillips Petróleos Chile S.A. (Phillips Petrol.). Durante este viaje se efectuó una visita a las Islas Ildefonso, aislado grupo de islotes ubicado en mar abierto, al sur de Isla Hoste. Estos, junto al grupo de Islas Wollaston y Diego Ramírez, constituyen la prolongación más austral del continente Sudamericano. Las Islas Ildefonso, desconocidas desde el punto de vista geológico, se presentaron como blanco de interés después que Phillips Petrol. efectuó algunos perfiles de sismica marina en la región, los que detectaron la presencia de una

extensa cuenca sedimentaria en el área ubicada sobre el shelf magallánico (Herron *et al.*, 1977), inmediatamente al sur de Isla Hoste y Cabo de Hornos, y que poseería eventuales posibilidades petroleras.

De la interpretación de los perfiles sísmicos, se hizo evidente que las Islas Ildefonso podrían corresponder a los únicos afloramientos de las rocas sedimentarias constituyentes de la "cuenca" de Cabo de Hornos. Es así como se planificó una visita a Islas Ildefonso, con el fin de corroborar esta hipótesis y conocer su geología.

Las Islas Ildefonso se ubican aproximadamente a 55° Lat. sur y 69°30' Long. oeste, 15 millas náuticas al sur de Punta Negra, extremo meridional

de la Península Rous, la más occidental de las cuatro grandes penínsulas que se abren en abanico hacia el sur y el este de la gran Isla Hoste (Fig. 1). Las Islas Ildelfonso están formadas por dos islotes elongados en dirección NW. El islote SE alcanza un largo de 1.500 m y 400 m de ancho y una altura máxima de 50-60 m s.n.m. El islote NW, separado del anterior por un brazo de mar de 1.000 m de

ancho, tiene dimensiones similares, pero ha sido seccionado en tres por la erosión marina. Ambos islotes están limitados por acantilados casi verticales, lo que hace extremadamente difícil el desembarco. De la costa nororiental del islote sureste se proyecta una estrecha saliente baja que es prácticamente el único lugar donde se puede desembarcar con cierta facilidad.

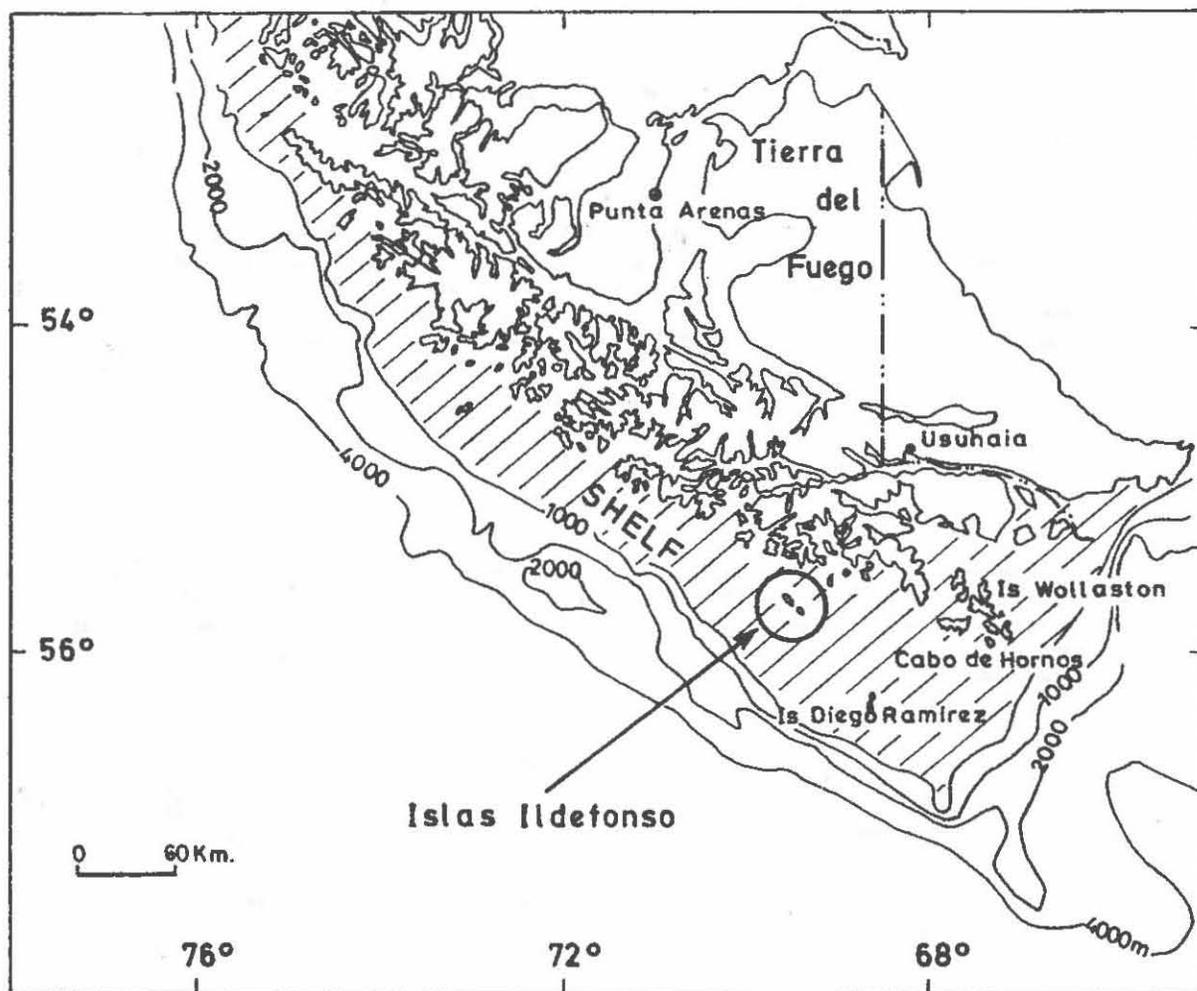


FIG. 1. Ubicación de islas Ildelfonso en la plataforma continental al sur de Tierra del Fuego. Isobatas según Herron *et al.* (1977).

#### ESTRATIGRAFIA

Los dos islotes están constituidos, en gran parte, por un potente banco de conglomerados, que se dispone con manto moderado hacia el suroeste

(Fig. 2, Foto 1), a excepción de la saliente del islote sureste, donde se puede observar la base de los conglomerados que se apoyan, en discordancia

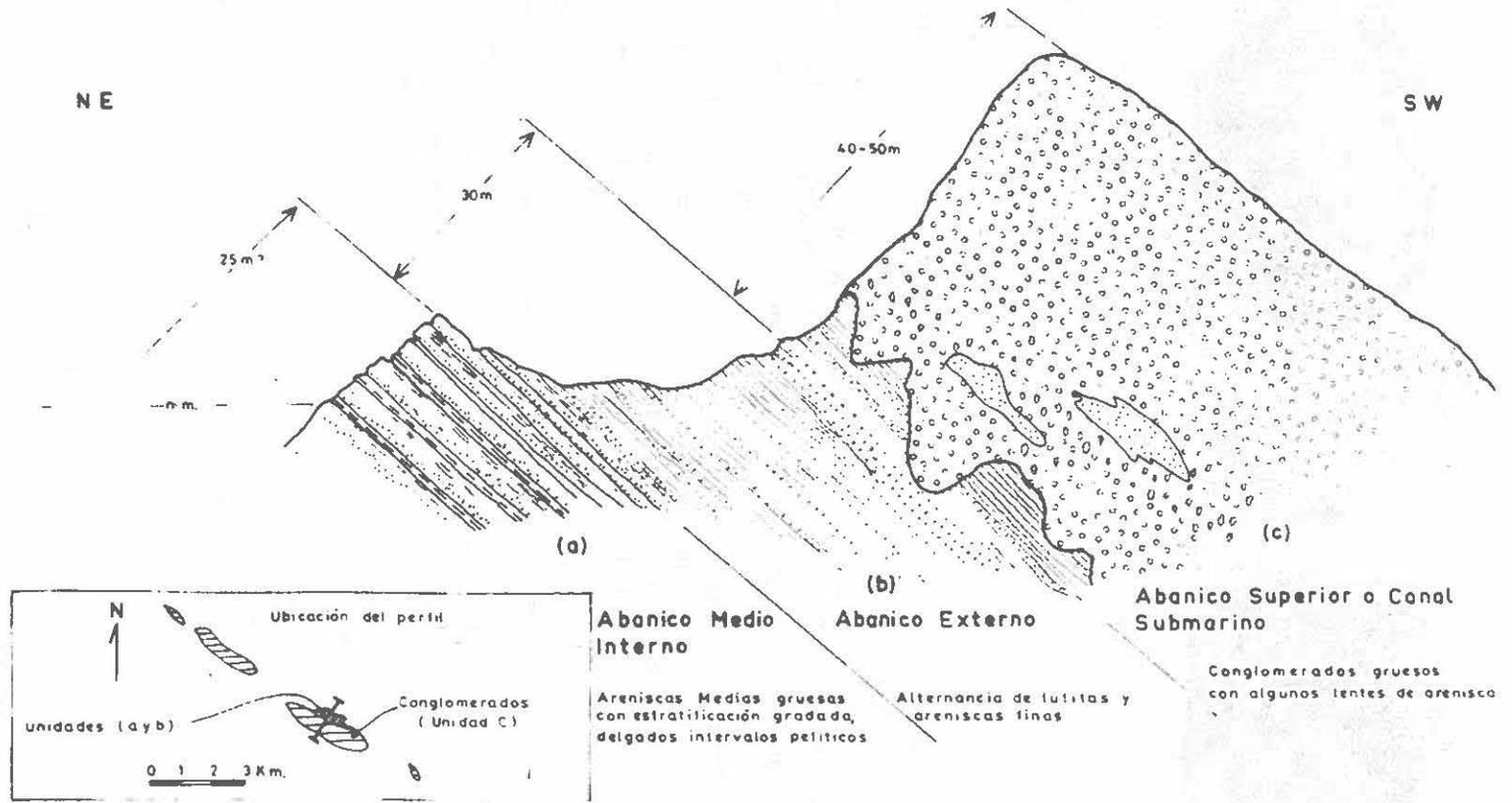


FIG. 2. Perfil estratigráfico esquemático del islote sureste de Islas Idefonso.

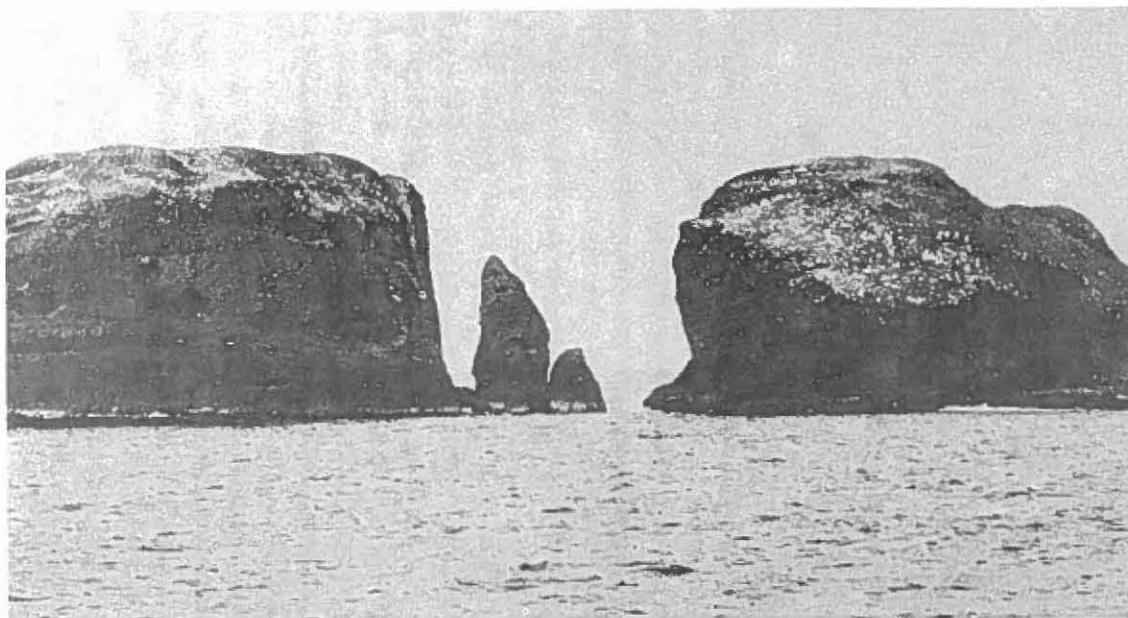


FOTO 1. Conglomerados (unidad c) en el islote noroeste, Islas Ildefonso. Vista hacia el suroeste.

de erosión, sobre una secuencia arenoso-pelítica, rítmica, bien estratificada. Un perfil geológico efectuado en ese lugar permite reconocer la siguiente sucesión, de base a techo (Fig. 2):

a) 30 m de una alternancia de areniscas verde-olivas, en bancos regulares de 30-50 cm de espesor, separados por delgados intervalos de lutitas negras. Las capas arenosas presentan frecuentemente estratificación gradada, lo que indica que corresponden a depósitos de corrientes de turbidez. Dentro de las capas arenosas se pueden reconocer los niveles casi completos (Ta-c) de la secuencia de Bouma. La base de los bancos arenosos, en ocasiones, corresponde a una brecha fina con clastos angulosos de rocas volcánicas y lutitas silíceas (?) gris-verdosas.

Esta unidad, que constituye una pequeña cornisa, con capas que se disponen N49W/50SE, podría representar depósitos proximales o medianos dentro de una asociación de turbiditas, según los criterios de Nelson *et al.*, (1978) y Walker (1967).

b) 20 m de una alternancia fina (Mc Kee y Weer, 1953) de areniscas medias, verdes y lutitas pardo-verdosas, con color de alteración pardo-amarillento en bancos irregulares y/o lenticulares de 1-5 cm de espesor. Los niveles arenosos

más gruesos presentan estratificación gradada a pequeña escala (Ta-b, niveles inferiores de la secuencia de Bouma), mientras que los niveles arenosos finos pueden corresponder a la parte superior (Ta-e?) de la misma secuencia. En algunas de las capas arenosas más delgadas se observan clastos intraformacionales (rip-up clasts) de lutitas. Las figuras de carga son frecuentes a la vez que, en ocasiones, es posible observar diques clásticos junto a estructuras de deformación sinsedimentaria, causadas, probablemente, por escape de agua del sedimento aún no consolidado. Hacia el extremo NW del islote es posible observar, en este nivel, una pequeña discordancia intraformacional. Por sus características generales, este nivel puede ser considerado como una asociación de "turbiditas distales" en el sentido de Walker (1967).

c) 40-50 m de conglomerados macizos gruesos, con clastos bien redondeados de 1-20 cm de diámetro de rocas graníticas (granodiorita-tonalita) y fragmentos de rocas volcánicas ácidas (riolitas). Este nivel descansa, en discordancia de erosión, sobre el nivel (b). En el techo de la unidad (b), existen numerosos paleocanales de hasta 3 metros de alto, rellenos con los conglomerados de la unidad (c). Estos incluyen,

esporádicamente, algunos clastos de areniscas similares a las que constituyen las unidades (a) y (b), a la vez que presentan, dentro de ellos, algunos lentes de areniscas de hasta 2 m de longitud. La matriz de los conglomerados, hasta un 30% en volumen, es de naturaleza similar a las areniscas de los niveles inferiores. A pesar que las observaciones insuficientes no permitieron reconocer algunas de las características propuestas por Walker (1975) para conglomerados relacionados con asociaciones de turbiditas, los conglomerados del nivel (c) pueden corresponder a facies de "abanico superior" o canal submarino.

En resumen, la secuencia expuesta en Islas Ildefonso, parece corresponder a depósitos acumulados en un abanico submarino, similar a aquéllos descritos en las cercanías de márgenes continentales actuales (Normark, 1974). Los niveles (a) y (b) son similares a facies características de la parte mediana y/o externa de estos sistemas submarinos, mientras que el nivel (c) de Ildefonso representa un evento diferente. Los conglomerados de abanico interno o canal submarino que lo constituyen, podrían ser la respuesta a un cambio importante en las condiciones físicas que controlaron la sedimentación (descenso del nivel del mar o rápido levantamiento de la región fuente de detritos?).

### PETROGRAFIA

El examen microscópico de seis muestras permite diferenciar dos grupos principales. Las rocas de grano más grueso, de la unidad (a) (II1a3) corresponden a volcarenitas andesíticas, constituidas por un empaquetamiento compacto de fragmentos angulosos y débilmente alterados de andesitas porfíricas, con fenocristales de plagioclasa y clinopiroxeno, algunos fragmentos de riolitas y muy escasos elementos de origen plutónico (fragmentos de granitoides y cristales de feldespato potásico). La matriz, muy escasa, forma venillas irregulares entre los granos mayores y está recristalizada a

clorita y filosilicatos. Las rocas de grano más fino (unidad b, II3 a 6), en cambio, son feldsarenitas formadas, principalmente, por fragmentos cristalinamente angulosos de plagioclasa, prácticamente sin alteración, dispuestos sobre una matriz en parte tobácea, recristalizada. La naturaleza de los elementos detríticos, constitutivos de estas rocas, indica que ellas se derivan de la erosión de una zona cercana, donde abundan las volcarenitas andesíticas, probablemente un arco magmático calcoalcalino.

### DISCUSION

#### EDAD Y POSICION GEOTECTONICA DE LA SECUENCIA DE ISLAS ILDEFONSO

La sección sedimentaria expuesta en Islas Ildefonso no posee, aparentemente, material fosilífero, por lo cual su edad es incierta. Cualquier estimación de ella debe basarse, por lo tanto, en consideraciones geológicas regionales. Las islas se ubican sobre el shelf magallánico que, en el sector de Ildefonso y Hoste, alcanza su mejor desarrollo, con profundidades que no superan los 200 m y un ancho máximo de 72 millas marinas (Herron *et al.*, 1977; Ferraris y Aldunate, 1979).

El shelf está limitado hacia el sur por la fosa Chile-Perú (Fig. 1), en ese sector rellena con sedimentos (Hayes, 1966), más allá de la cual se encuentran profundidades que superan los 4.000 m.

Los perfiles sísmicos de Phillips Petrol. muestran que la zona del shelf presenta una cobertura sedimentaria, que alcanza espesores mayores que 3.000 m, y en la cual se identifican varios reflectores sísmicos (Zilinski, 1980). La edad de éstos es, por el momento, incierta.

Hacia el noroeste del shelf magallánico, en la costa meridional de las islas Londonderry, Hoste (península Rous) y la mayor parte del grupo de las Wollaston, afloran los granitoides calcoalcalinos del Batolito Patagónico jurásico-neógeno (Halpern, 1973; Suárez, 1977), que han sido interpretados como las raíces de un arco magmático ligado a subducción de corteza pacífica bajo el borde continental sudamericano, durante el Mesozoico (Dalziel *et al.*, 1974; Suárez y Pettigrew, 1976). Las volcarenitas del arco estarían representadas, en

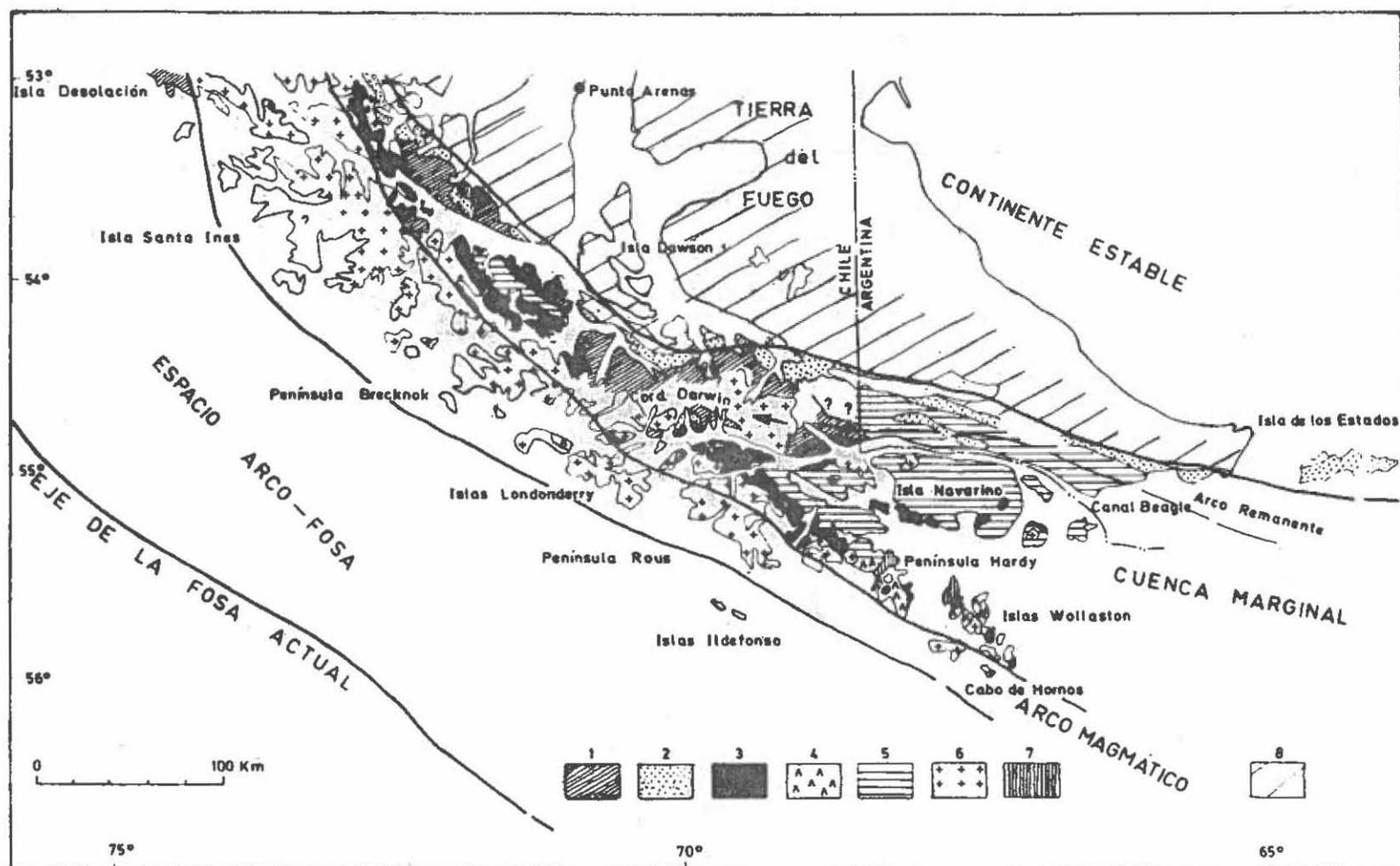


FIG. 3. Esquema estructural del extremo sur de Sudamérica mostrando la posición tectónica de Islas Ildefonso, en el espacio ante-arco del sistema magallánico. (1) basamento pre-jurásico; (2) Formación Tobífera, Jurásico Superior; (3) rocas básicas del Complejo Tortuga y afines: fondo oceánico de la cuenca marginal; (4) Formación Hardy, Jurásico Superior-Cretácico Inferior; (5) volcanitas del Arco Magmático; (6) Formación Yahgan, Jurásico Superior-Cretácico Inferior; (7) Batolito Patagónico, Jurásico Superior-Terciario; (8) Complejo volcánico Packsaddle (Terciario?); (8) Formaciones Cretácico-terciarias de la cuenca magallánica. Basado en Suárez (1978); Suárez *et al.* (1979); Bruhn (1979); Nelson *et al.* (1980) y el mapa geológico de Magallanes (ENAP, 1978).

la zona, por la Formación Hardy, en la península homónima (Fig. 3), y constituidas por rocas volcanoclásticas y flujos de lava de composición riolítica a basáltica, del Jurásico Superior-Cretácico Inferior (Suárez y Pettigrew, 1976; Suárez, 1979). Hacia el NE del batolito se desarrollan afloramientos de rocas básicas (Complejo Tortuga) que han sido interpretadas como fragmentos del piso oceánico de la cuenca marginal que, en el Jurásico Inferior-Cretácico Inferior, separó el arco magmático del borde continental sudamericano (Dalziel, *et al.*, 1974; De Wit, 1977).

Sobre este complejo básico, descansa una sección sedimentaria de cerca de 7.000 m: la Formación Yahgan del Jurásico Superior-Cretácico Inferior (Kranck, 1932). Ella ocupa el extremo NE de la isla Hoste y la totalidad de isla Navarino, hasta el canal Beagle (Fig. 3). La Formación Yahgan corresponde a depósitos de relleno de la cuenca marginal, derivados ya sea de la erosión del arco magmático o del arco remanente, ubicado sobre el borde continental sudamericano (Dalziel, *et al.*, 1974; Winn y Dott, 1978). Esta unidad está constituida, fundamentalmente, por una serie rítmica de grauvacas y pizarras, con intercalaciones de conglomerados, diamictitas, rocas piroclásticas y brechas sedimentarias. Las capas muestran el desarrollo de secuencias de Bouma, encontrándose asociaciones de turbiditas distales y proximales (Winn y Dott, 1978; Suárez, 1979). En la parte superior de la Formación Yahgan, se intercala un característico nivel de conglomerados (las capas de Tekenika) que, según Dott *et al.*, (1977), corresponden a facies de abanico submarino superior. La Formación Yahgan está afectada por un metamorfismo de muy bajo grado que se manifiesta, sobre todo, por la presencia de abundante prehnita descrita por Waters (1965) en isla Navarino. La deformación de esta unidad varía desde moderada en el sur (península Hardy), hasta muy intensa en la zona del canal Beagle (Bruhn, 1979).

De esta breve recopilación se desprende que las islas Ildefonso, ubicadas sobre el extenso shelf magallánico enfrentan, desde el océano, a un sistema tectónico constituido por un par fósil de arco magmático-cuenca marginal tras-arco, inacti-

vo después de la colisión del arco con el borde continental, durante la orogénesis andina en el Cretácico medio (Bruhn y Dalziel, 1977). Es así como las sedimentitas de Ildefonso se ubican en una posición geométrica de antearco (cf. Dickinson y Selby, 1979) con respecto a este sistema. Uno de los aspectos intrigantes de la geología magallánica ha sido, precisamente, la aparente inexistencia de rocas mesozoicas de antearco. Las únicas rocas conocidas que afloran en el espacio antearco son aquéllas de Madre de Dios, Diego de Almagro e isla Desolación (Forsythe y Mpodozis, 1979) que, si bien han sido interpretadas como asociaciones de "arc-trench gap", corresponden al basamento (Paleozoico superior-Mesozoico inferior) del Sistema Magallánico. Bruhn y Dalziel (1977) han sugerido que esta posición del sistema podría haber sido removida por subducción, juego de fallas transcurrentes o por erosión subaérea.

Al norte del Estrecho de Magallanes, y hasta el punto triple SA-ANT-NAZ (Forsyth, 1975) el shelf es muy estrecho y allí no se conocen rocas de antearco mesozoicas, pero, en el extenso plateau ubicado al sur de Hoste-Cabo de Hornos, podría haberse conservado, sin mayores perturbaciones, parte del espacio antearco del sistema mesozoico, zona donde se acumularon las turbiditas de Islas Ildefonso. Cabe preguntarse, sin embargo, si ellas fueron depositadas durante el período en que el par arco magmático-cuenca marginal estuvo activo (Jurásico Superior-Cretácico Inferior) o bien corresponden a un evento posterior (Terciario). La similar naturaleza petrográfica y de facies, que presentan con la Formación Yahgan, induce a suponer una correlación entre ambas, sin que esto pueda considerarse como un argumento suficiente en sí mismo para invalidar una edad más joven, como aquélla oligo-miocena sugerida por Zilinski (1980). De todos modos, el punto más importante a retener es que la secuencia de Islas Ildefonso corresponde, sin duda, a una asociación sedimentaria de ante-arco del sistema Magallánico, constituyendo los únicos afloramientos meso-cenozoicos, que representan a ese ambiente tectónico, en la región austral de Chile.

## AGRADECIMIENTOS

El autor se hace un deber en expresar su gratitud a Phillips Petrol. (Chile) y a Robert Zilinski, por haberle brindado la oportunidad de visitar esa lejana región de Chile. Francisco Hervé revisó

críticamente el manuscrito. Carmen Sáenz mecanografió los originales y Ricardo Muñoz confeccionó las láminas que lo acompañan.

## REFERENCIAS

- BRUHN, R.L. 1979. Rock structures formed during back-arc basin deformation in the Andes of Tierra del Fuego. *Geol. Soc. Am., Bull.*, Vol. 90, No. 11, p. 1998-11012.
- BRUHN, R.L.; DALZIEL, I.W.D. 1977. Destruction of the Early Cretaceous marginal basin in the Andes of Tierra del Fuego. *In* Island arcs, deep sea trenches and back-arc basins (Talwani, M.; *et al.*; eds.), Maurice Ewing Ser., Proc. Symp., No. 1, p. 395-405.
- DALZIEL, I.W.; DE WIT, M.J.; PALMER, K.F. 1974. Fossil marginal basin in the southern Andes. *Nature*, Vol. 250, No. 5464, p. 291-294.
- DE WIT, M. 1977. The evolution of the Scotia Arc as a key to the reconstruction of southwestern Gondwanaland. *Tectonophysics*, Vol. 37, p. 53-81.
- DICKINSON, W.R.; SEELY, R.D. 1979. Structure and stratigraphy of fore-arc regions. *Am. Assoc. Petrol., Bull.*, Vol. 63, No. 1, p. 2-31.
- DOTT, R.H.; WINN, R.D.; DE WIT, J.M.; *et al.*, 1977. Tectonic and sedimentary significance of Cretaceous Tekenika Beds of Tierra del Fuego. *Nature*, Vol. 226, No. 5603, p. 620-622.
- EMPRESA NACIONAL DEL PETROLEO. 1978. Mapa Geológico XII Región, Magallanes y Antártica Chilena, Chile. Escala 1:500.000. Santiago.
- FERRARIS, F.; ALDUNATE, R. 1979. Análisis morfoestructural de la zona del Paso Drake. *Inst. Invest. Geol., Rev. Geol. Chile*, No. 7, p. 3-11.
- FORSYTH, D.W. 1975. Fault plane solutions and tectonics of the South Atlantic and Scotia Sea. *J. Geophys. Res.*, Vol. 8, p. 1429-1443.
- FORSYTHE, R.; MPODOZIS, C. 1979. El Archipiélago Madre de Dios, Patagonia occidental, Magallanes. Aspectos generales de la estratigrafía y estructura del "basamento" pre-jurásico superior. *Inst. Invest. Geol., Rev. Geol. Chile*, No. 7, p. 13-29.
- HALPERN, M. 1973. Regional geochronology of Chile, south of 50° latitude. *Geol. Soc. Am., Bull.*, Vol. 84, No. 7, p. 2407-2422.
- HAYES, D.E. 1966. A geophysical investigation of the Peru-Chile trench. *Mar. Geol.*, Vol. 4, p. 309-351.
- HERRON, E.; BRUHN, R.; WINSLOW, M.; *et al.*, 1977. Post-Miocene tectonics of the margin of southern Chile. *In* Island arcs, deep sea trenches and back-arc basins (Talwani, M.; *et al.*; eds.), Maurice Ewing Ser., Proc. Symp., No. 1, p. 273-284.
- KRANCK, E.H. 1932. Geological investigations in the Cordillera of Tierra del Fuego. *Acta Geogr. Helsinkiensia*, Vol. 4, No. 2, 231 p. Helsinki.
- MCKEE, E.D.; WEIR, G.W. 1953. Terminology for stratification and cross-stratification in sedimentary rocks. *Geol. Soc. Am., Bull.*, Vol. 64, No. 4, p. 381-390.
- NELSON, C.H.; NORMARK, W.; BOUMA, A.; *et al.* 1978. Thin-bedded turbidites in modern submarine canyons and fans. *In* Sedimentation in submarine canyons, fans, and trenches (Stanley, D.; *et al.*; eds.), Dowden, Hutchinson & Ross, Inc., p. 177-189. Stroudsburg, Pa., U.S.
- NELSON, E.; DALZIEL, I.W.D.; MILNES, A.G. 1980. Collision style orogenesis during arc collision. The Cordillera Darwin, Southernmost Chilean Andes. *Eclogae Geol. Helv.* (en prensa).
- NORMARK, W.R. 1974. Submarine canyons and fan valleys: factors affecting growth patterns of deep sea fans. *In* Modern and ancient geosynclinal sedimentation (Dott, R.; *et al.*; eds.), Soc. Econ. Paleont. Miner., Spec. Publ., No. 19, p. 56-68.
- SUAREZ, M. 1977. Notas geoquímicas preliminares del batolito patagónico al sur de Tierra del Fuego. *Inst. Invest. Geol., Rev. Geol. Chile*, No. 4, p. 15-33.
- SUAREZ, M. 1978. Geología de la región al sur del Canal Beagle, Chile. *Inst. Invest. Geol., Carta Geol. Chile*, No. 36, 48 p.
- SUAREZ, M. 1979. A late Mesozoic island arc in the southern Andes, Chile. *Geol. Mag.*, Vol. 116, No. 3, p. 181-190.
- SUAREZ, M.; PETTIGREW, T.H. 1976. An upper Mesozoic island arc-back arc system in the southern Andes and South Georgia. *Geol. Mag.*, Vol. 113, No. 4, p. 305-328.
- SUAREZ, M.; PUIG, A.; HERVE, M.; *et al.* 1979. Geología de la región al sur de los canales Beagle y Ballenero, Andes del Sur, Chile. Nota preliminar. *In* Congr. Geol. Chileno, No. 2, Actas, Vol. 4, p. J19-J28.
- WALKER, R.G. 1967. Turbidite sedimentary structures and their relationship to proximal and distal depositional environments. *J. Sediment. Petrol.*, Vol. 37, p. 25-43.
- WALKER, R.G. 1975. Generalized facies model for resedimented conglomerates of turbidite association. *Geol. Soc. Am., Bull.*, Vol. 86, No. 6, p.

737-748.

WATERS, W.A. 1965. Prehnitization in the Yahgan Formation of Navarino Island, southernmost Chile. *Mineral. Mag.*, Vol. 34, p. 517-527.

WINN, R.D.; DOTT, R.H. 1978. Submarine fan turbidites and resedimented conglomerates in a Mesozoic arc-rear marginal basin in southern South America. *In*

Sedimentation in submarine canyons, fans, and trenches (Stanley, D.; *et al.*; eds.), Dowden, Hutchinson & Ross, Inc., p. 362-372. Stroudsburg, Pa., U.S.

ZILINSKI, R. 1980. Field trip report and geology of Islas Ildefonso, Madre de Dios basin, Chile. Phillips Petrol. Corp. (unpubl.), 25 p. Miami.