

2.1 Topografía submarina en canales de la Patagonia Norte

Cristián Rodrigo

Departamento Científico. Instituto Antártico Chileno
E-mail: crodrigo@inach.cl

La caracterización de la topografía submarina en la región de la Patagonia Norte, se ha basado en la interpretación de registros de ecosondas monohaz como complemento para los estudios oceanográficos (e.g. Pickard, 1971; Silva *et al.*, 1995; Silva & Calvete, 1997) y de ecosondas de baja frecuencia o perfiladores sísmicos (Araya-Vergara, 1997, 1998; Da Silva *et al.*, 1997), limitándose a la descripción de las facies sísmicas del subfondo marino para secciones en la trayectoria de navegación del buque, sin haber podido caracterizar la geomorfología submarina de las áreas adyacentes al perfil.

En el crucero CIMAR-Fiordo 1 realizado en 1995 entre Puerto Montt y laguna San Rafael, en la región de la Patagonia Norte, fue posible utilizar el ecosonda de multihaz Sea Beam instalado a bordo del buque AGOR "Vidal Gormaz" de la Armada de Chile, efectuándose el primer levantamiento con sonar multihaz en la zona de canales y fiordos de Chile. Este sonar emite a una frecuencia de 12 kHz y proyecta 16 haces de sonido en forma lateral a la trayectoria de navegación (similar a un abanico acústico), permitió realizar un levantamiento batimétrico con un ancho de 0,75 veces la profundidad vertical bajo el buque. Rodrigo (1996) realizó un primer estudio de la batimetría obtenida en este crucero, pero debido a que el sistema fue diseñado para levantamientos en aguas profundas, la cobertura batimétrica lateral no fue lo suficientemente amplia como para realizar un estudio espacial más detallado, a pesar de que se disponía de la batimetría de las cartas náuticas vigentes. Además, algunas de las cartas náuticas no tenían *dátum*, presentando deformaciones y falta de sondas. En el año 2000 se instaló en el buque de la Armada de Chile PSH "Cabrales", los sistemas de sonar multihaz Hydrosweep (320 haces de sonido emitidos a una frecuencia de 50 kHz) y Fansweep (con una capacidad máxima de 1.440 haces de sonido emitidos a una frecuencia de 200 kHz), para permitir

levantamientos batimétricos de alta resolución y precisión para aguas someras e intermedias hasta 700 m de profundidad. La cobertura espacial de estos sistemas de sonar es de alrededor de seis veces la profundidad bajo el buque. Sumado a lo anterior, el posicionamiento satelital diferencial, las correcciones en tiempo real por velocidad del sonido y de los movimientos del buque, ayudaron a superar las normas internacionales de calidad para los datos utilizados en las cartas náuticas. Rodrigo (2002) presentó los resultados preliminares de la geomorfología submarina preparada a partir de la batimetría multihaz en las aguas interiores de la X y XI regiones de Chile, mostrándose en detalle la geomorfología del fiordo Aysén, canal Moraleda, canal Chacao, seno Reloncaví y golfo Corcovado.

En este trabajo se realizó una compilación de datos batimétricos hasta el año 2004, obtenidos por el AGOR "Vidal Gormaz" y el PSH "Cabrales", y de ecosondas portátiles instalados en botes de goma para la región comprendida entre Pto. Montt y el canal Moraleda, y cuyos datos fueron aportados al autor por el Centro Nacional de Datos Hidrográficos y Oceanográficos de Chile (CENDHOC). La batimetría fue corregida por mareas (excepto los datos del Sea Beam), llevando los datos al nivel de las bajamares más bajas (NRS), según los procedimientos hidrográficos estándares. Debido a la gran cantidad de información batimétrica, las sondas fueron seleccionadas automáticamente basándose en su valor más bajo dentro de un radio promedio de alrededor de 140 m. Luego, se crearon dos grillas o mallas digitales de 400 x 400 m, para cada área (Puerto Montt a laguna San Rafael y canal Moraleda), utilizando el algoritmo de interpolación "vecino más cercano" (<http://gmt.soest.hawaii.edu>).

La figura 1 muestra la topografía submarina para el área Puerto Montt a golfo Corcovado. Esta representación tiene iluminación simulada desde

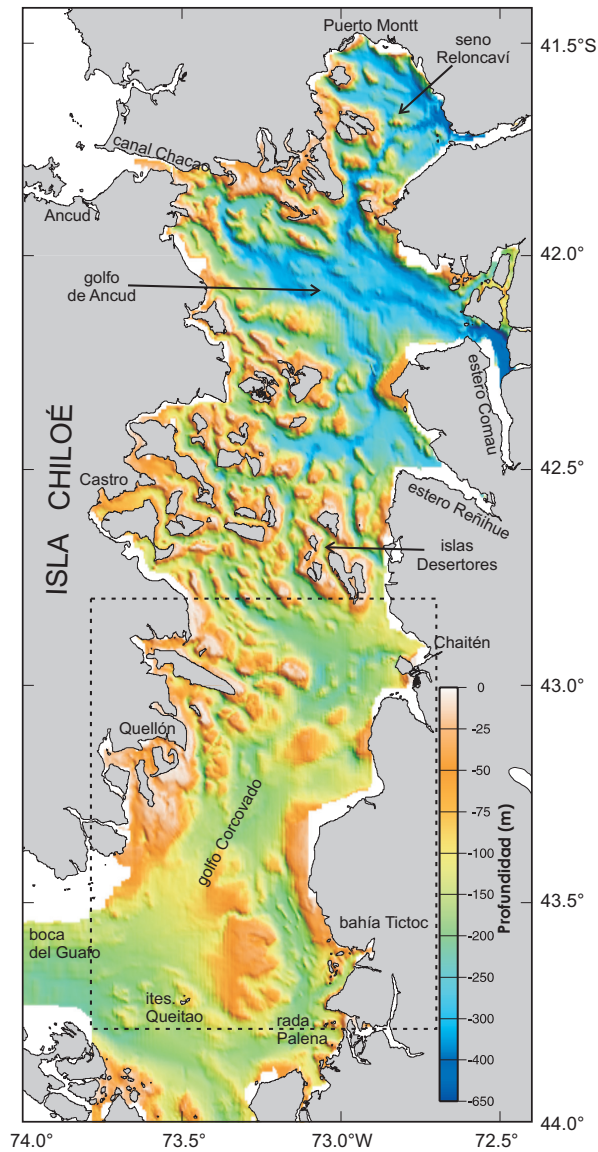


Figura 1: Topografía submarina del área entre Puerto Montt y el golfo Corcovado, construido a partir de la información batimétrica monohaz y multihaz obtenida entre 1995 y 2004. Imagen topográfica con iluminación del NW y elevación de 30°. La costa y zonas terrestres sólo deben tomarse como referencia, debido a un desplazamiento espacial por diferencias en *dátum*. El cuadro de líneas segmentadas indica el área de la representación topográfica 3D de la figura 3.

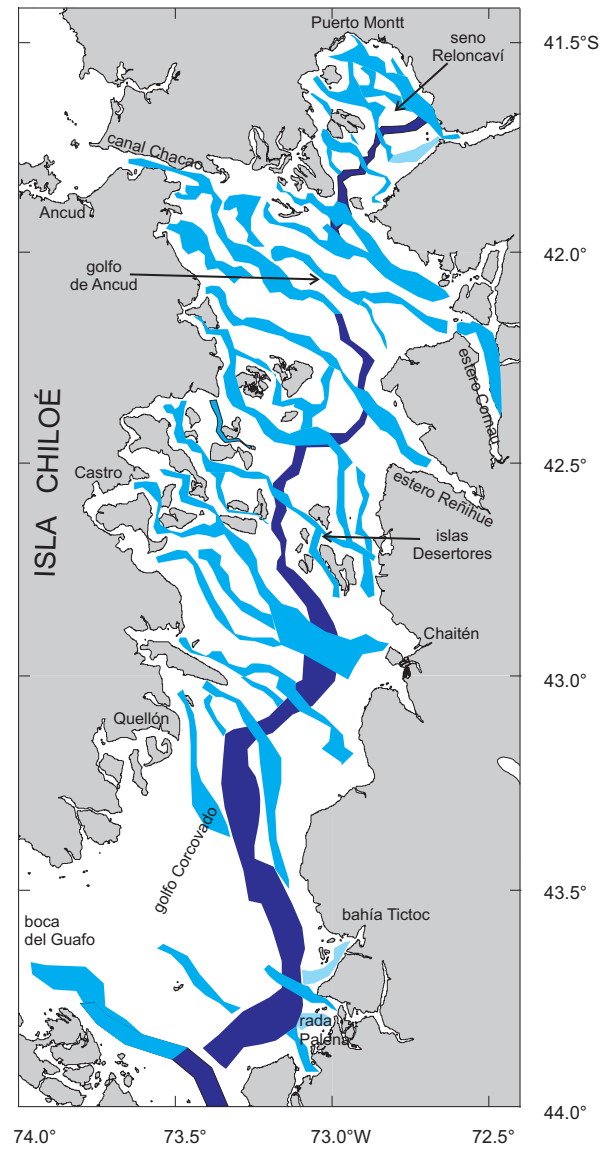


Figura 2: Mapa del área entre Puerto Montt y el golfo Corcovado, que indica los principales sectores de depresiones submarinas. En azul oscuro: depresión longitudinal, en celeste: depresiones oblicuas.

el NW con una elevación de 30° . La parte terrestre (de color gris) sólo debe tomarse como referencia, ya que originalmente tiene otro *dátum* respecto al de la topografía submarina (que está en WGS-84) y, por lo tanto, está desplazada en latitud y longitud. En la figura 1, se observa que las áreas más profundas (mayores a 300 m de color azul) se localizan en el seno Reloncaví y golfo de Ancud, hasta la latitud del estero Reñihue. Estas áreas tienden a formar canales o depresiones angostas con direcciones aproximadas NW-SE (Fig. 2). Así también, los otros rasgos submarinos menores e islas tienen la misma tendencia alargada con el rumbo indicado, donde las paredes presentan una mayor pendiente en la dirección de la tendencia. Probablemente, estos rasgos son manifestaciones del avance-retroceso de los glaciares en el pasado (Heusser, 1990) y/o por la influencia de sistemas de fallas secundarias asociadas a la falla Liquiñe-Ofqui (Delgado, 2004). La forma semirredondeada de la parte más profunda del golfo de Ancud, en la costa E de la isla Chiloé, indica la

influencia terminal del avance de los glaciares en esa zona. También se pueden apreciar lineamientos estructurales con rumbos NW-SE en el sector de las islas Desertores (Figs. 1 y 2). Al sur de estas islas (golfo Corcovado), pareciera que la depresión longitudinal (Araya-Vergara, 1997), indicada en color azul oscuro en la figura 2, domina los sectores profundos de esta área, siendo sinuoso con un rumbo aproximado N-S. En este sector las formas de las áreas someras (color anaranjado-café) ya no se presentan tan alargadas como en el sector norte, sino que más redondeadas como mesetas submarinas, siendo la más grande aquella ubicada entre los islotes Queitao y la rada Palena. Rasgos menores alargados muy similares a "drumlins", se localizan principalmente entre esta meseta y la bahía Tictoc, al sur de las islas Desertores, demostrando la acción mecánica de los glaciares en el pasado. Probablemente, se localicen escombros morrénicos entre Chaitén y la isla Chiloé, dada la disposición y forma de las zonas someras (entre 100 y 150 m de profundidad de formas circulares).

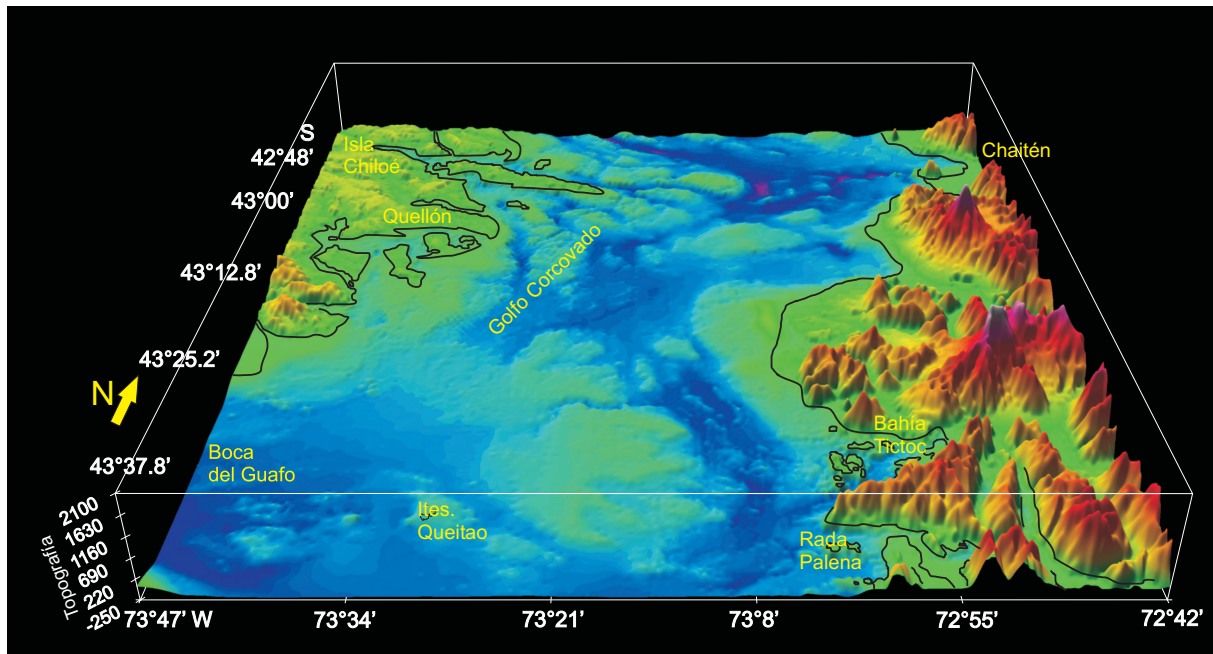


Figura 3: Representación 3D de la topografía del sector del golfo Corcovado.

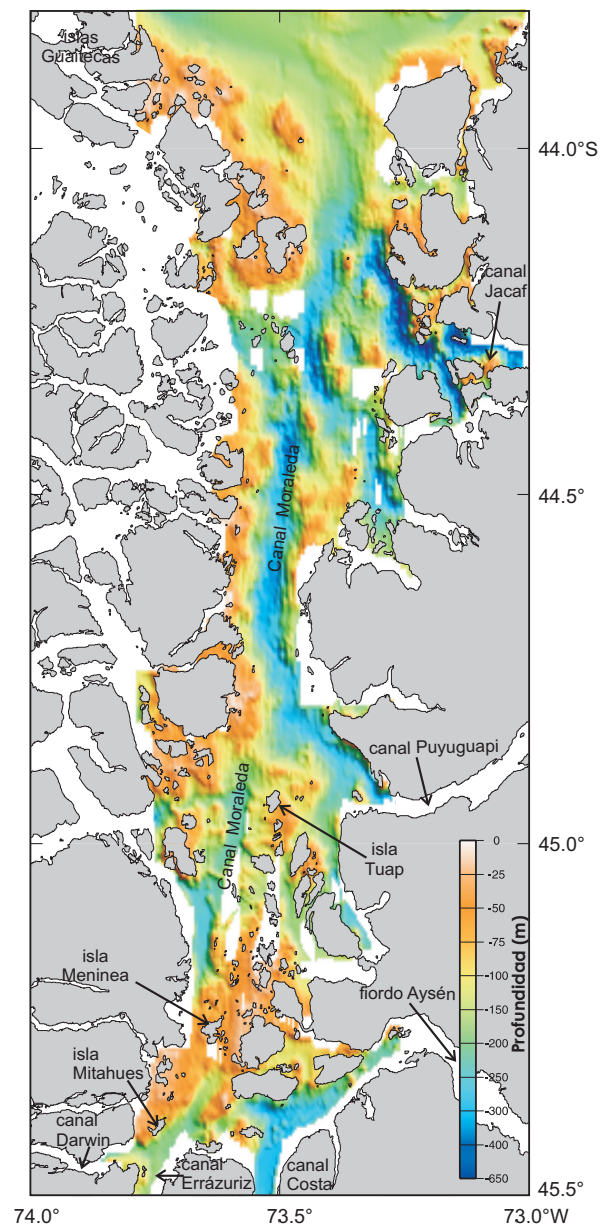


Figura 4: Topografía submarina en el área del canal Moraleda, construido a partir de la información batimétrica monohaz y multihaz obtenida entre 1995 y 2004. Imagen topográfica con iluminación del NW y elevación de 30°.

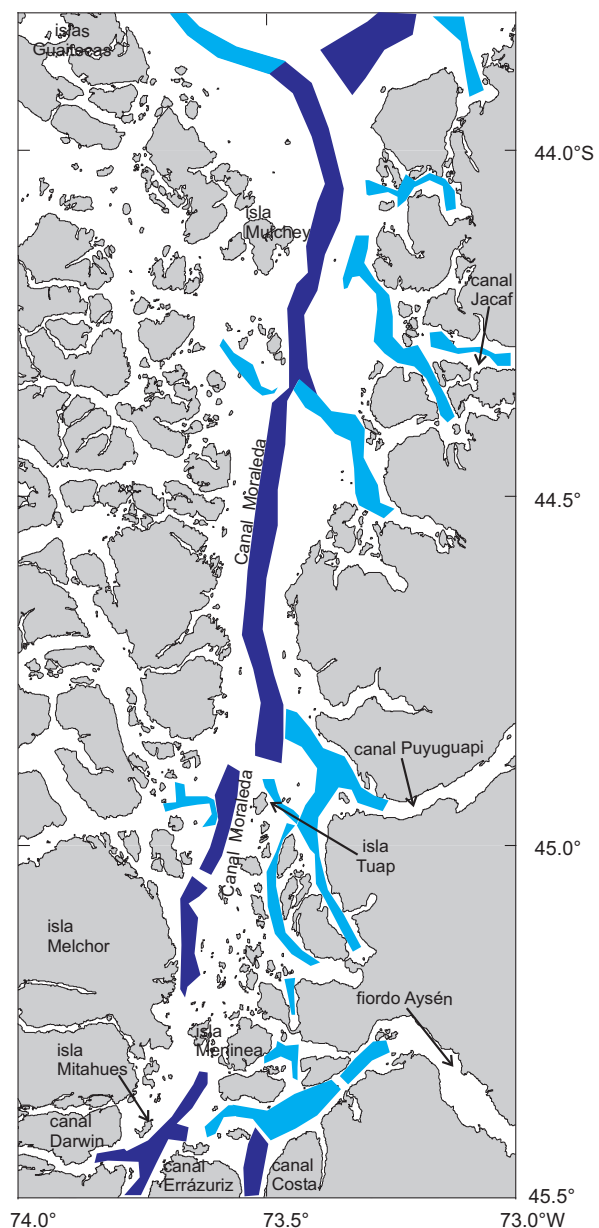


Figura 5: Mapa del área del canal Moraleda, que indica los sectores principales de depresiones submarinas. En azul oscuro: depresión longitudinal, en celeste: depresiones oblicuas.

La figura 3 muestra una visión en tres dimensiones de la topografía submarina del sector del golfo Corcovado (cuadro con líneas segmentadas de la figura 1). En este caso, para la confección de la grilla digital, se ingresaron los valores de altura de la topografía terrestre emergida a partir de la restitución de fotografías aéreas tomadas por vuelos del Servicio Aerofotogramétrico de la Fuerza Aérea de Chile (SAF) en 1996. Esta imagen tiene una exageración vertical de seis veces y una elevación de 20° N-S. Una línea negra indica el nivel cero de la topografía (línea de la costa). En esta imagen se aprecia mejor la depresión longitudinal, las mesetas y rasgos topográficos submarinos menores, así como también los sectores más profundos (azul oscuro) que se localizan frente a la rada Palena, sur de la boca del Guafo y frente a Chaitén.

La figura 4 presenta el mapa de la topografía submarina para el sector del canal Moraleda entre las islas Guaitecas y la isla Mitahues. En este caso, también la costa y zonas terrestres sólo deben tomarse como referencia, debido a un desplazamiento espacial por diferencias en *dátum*. En general, el rango de profundidades en este sector es similar al de la zona norte (Fig. 1). Las áreas más profundas se ubican en las bocas de los fiordos o canales continentales principales como: Jacaf, Puyuguapi y Aysén; y en la parte central del canal Moraleda. La depresión longitudinal que se indica en color azul oscuro (Fig. 5), presenta escasa sinuosidad, excepto en su parte norte donde pareciera curvarse hacia la boca del Guafo. Las demás depresiones son representadas con color celeste. Se observa que estas últimas tienen una tendencia similar a las de la zona norte (NE-SW). En algunos casos las depresiones tienen interrumpida su continuidad por zonas más someras debido, probablemente, a depósitos morrénicos, interpretados por la forma semicurvada de éstos, por ejemplo, en la boca del canal Jacaf, cerca y al sur de la isla Tuap, y en el fiordo Aysén. Entre la isla Tuap y la isla Meninea, en el sector del continente, se aprecian fiordos de profundidad intermedia entre 150 y 300 m, que en su cabeza muestran la forma típica de morrena terminal, indicando que, probablemente, la dirección de avance glacial en ese sector fue hacia el S o SE. Como indica Delgado (2004), en esta zona la

influencia de los sistemas de fallas puede ser un factor importante en la geomorfología de canales y fiordos.

Referencias

- Araya-Vergara, J. F. 1997. Perfiles geomorfológicos de los fiordos y depresión longitudinal de Norpatagonia. *Cienc. Tecnol. Mar.*, 20: 3-22.
- Araya-Vergara, J. F. 1998. El problema genético de los fondos de fiordos norpatagónicos. *Invest. Mar., Valparaíso*, 26: 3-29.
- Da Silva, J. L., J. B. Anderson & J. Stravers. 1997. Seismic facies changes along a nearly continuous 24° latitudinal transect the fjords of Chile and Northern Antarctic Peninsula. *Mar. Geol.*, 143: 103-123.
- Delgado, S. 2004. Relación entre el perfil del basamento en fiordos y canales y la morfoestructura regional en Norpatagonia. Tesis de Magíster en Geografía con mención en Evaluación Territorial, Escuela de Geografía, Universidad de Chile, 93 pp.
- Heusser, C. J. 1990. Chilotan piedmont glacier in the southern Andes during the last glacial maximum. *Rev. Geol. Chile*, 17: 3-18.
- Pickard, G. 1971. Some physical oceanographic features of inlets of Chile. *J. Fish. Bd. Canada*, 28: 1077-1106.
- Rodrigo, C. 1996. Morfología submarina de canales y fiordos: principales morrenas y umbrales (resultados preliminares). Resultados Crucero CIMAR-Fiordo 1. Resúmenes ampliados. Comité Oceanográfico Nacional, Valparaíso, pp. 11-14.
- Rodrigo, C. 2002. El sistema de sonar de multihaz y la nueva cartografía náutica y geomorfología submarina de las regiones X-XI. VII Congreso Internacional de Ciencias de la Tierra, Resúmenes ampliados en (CD-ROM), Instituto Geográfico Militar, Santiago.
- Silva, N. & C. Calvete. 1997. Características oceanográficas físicas y químicas de canales australes chilenos entre Puerto Montt y laguna San Rafael (Crucero CIMAR-Fiordo 1). *Cienc. Tecnol. Mar.*, 20: 23-106.
- Silva, N., H. A. Sievers & R. Prado. 1995. Características oceanográficas y una proposición de circulación, para algunos canales australes de Chile entre 41° 20' S y 46° 40' S. *Rev. Biol. Mar.*, 30(2): 207-254.