

GEOMORFOLOGIA COSTERA Y ANTECEDENTES OCEANOGRAFICOS FISICOS DE LA REGION DE MAGALLANES, CHILE (48° - 56° S)*

COASTAL GEOMORPHOLOGY AND PHYSICAL OCEANOGRAPHY FEATURES OF THE MAGELLAN REGION, CHILE (48° - 56° S)

SERGIO G. ANDRADE B.**

RESUMEN

Se analiza la estructura geomorfológica y glaciológica de Magallanes y se reconoce globalmente los diversos ambientes costeros. La zona costera presenta lluvias que oscilan entre 2.000 y 8.000 mm al año en distintos lugares de la costa, la temperatura del aire oscila entre 4 y 12 °C (invierno y verano respectivamente), y los vientos promedio entre 20 y 40 Km/h.

La temperatura superficial de las aguas varía entre 2 a 7°C en invierno y 4 a 11°C en verano. Las salinidades oscilan entre 5 y 20‰ en fiordos con glaciares, 15 a 24‰ en el archipiélago occidental, 20 a 28‰ en fiordos mayores sin aporte de glaciares y 29 a 31‰ en el Estrecho de Magallanes. Las mareas de la región son homogéneas en la costa occidental, con una amplitud de 1,2 a 2,2 m, sólo entre la Segunda Angostura y la boca oriental-Atlántica del Estrecho de Magallanes, la amplitud oscila entre 2,2 y 9 m. La acción del estrés del viento en la superficie del agua, produce capas de mezcla de entre 5 a 100 m de profundidad. Las corrientes superficiales, por acción del viento y mareas, varían entre un mínimo de 0,4 nudos hasta máximos de 8 nudos. Como una primera aproximación general de la dinámica oceanográfica afín, se reconoce una agrupación de ocho distritos marinos naturales o áreas de afinidad oceanográfica.

Palabras clave: Geomorfología, oceanografía, Magallanes, fiordos, mareas, corrientes, glaciares.

SUMMARY

The coastal geomorphology and glaciological features of the Magellan region is analyzed, diverse marine environments are identified. Precipitation varies along the coast, ranging from 2,000 to 8,000 mm/y, while the mean air temperature ranges between 4 and 12°C (for winter and summer). Mean wind speed varies from 20 to 40 km/h, mostly westerlies.

Surface water temperatures range between 2 to 7°C in winter and 4 to 11°C in summer. The surface salinity ranges between 5-20‰ in glacier-fjords, 15-24‰ in the coastal archipelago, 20-28‰ in major fjords with no glaciers and 29-31‰ along the strait of Magellan. Tidal amplitudes are homogeneous on the west coast (1.2 to 2.2 m), while between the Second Narrows and the eastern-Atlantic entrance of

* Corresponde al proyecto "Catastro de sitios marinos en Magallanes". Aceptado para su publicación: Diciembre, 1991.

** Laboratorio de Oceanografía, Facultad de Ciencias, Universidad de Magallanes, Casilla 113-D, Punta Arenas, Chile.

the strait of Magellan it varies between 2.2 to 9 m. Wind stress causes mixed layer depths between 5 to 100 m. Surface wind and tidal currents range from 0.4 to 8 knots. As a first general approach to the oceanographic dynamics, eight natural marine districts or areas of oceanographic affinity are proposed.

Keywords: Geomorphology, oceanography, Magellan, fjords, tides, currents, glaciers.

INTRODUCCION

La zona costera del extremo austral de Chile, entre las latitudes 48°45' y 56°00'S (XIIª Región de Magallanes y Antártica Chilena), corresponde a aproximadamente 8.500 km de costa (incluyendo los 1.000 km que contribuyen ambas costas del Estrecho de Magallanes y asumiendo que la presencia del Archipiélago costero magnifica por tres la distancia lineal desde Puerto Edén al Cabo de Hornos), ésto equivale a dos y media veces la longitud de costa existente entre Arica y Puerto Montt -2.667 km.- (Andrade y Valdebenito, 1992). En general, este ambiente marino está afectado por aguas de los océanos Pacífico Sur oriental, Antártico o del Sur y en menor grado por el Atlántico Sur occidental (Fig. 1).

Intrarregionalmente, los campos de hielo Patagónico Sur, cordilleras Ladrillero y de Darwin y los glaciares de isla Riesco y Península Muñoz Gamero imprimen una característica de baja temperatura y baja salinidad a los ambientes acuáticos. Esta geografía hace de esta zona costera la más heterogénea del país. Desde un punto de vista hidrográfico existen los más diversos ambientes: desde dulces-helados a salados-temperados. La intrincada geografía costera, con cientos de islas y varias cordilleras, permite una gran variedad de ambientes: fiordos, canales, estuarios, senos, bahías, golfos, ensenadas y estrechos.

En general y desde una perspectiva longitudinal (Oeste-Este), desde el Océano Pacífico hacia el continente, existe una angosta plataforma continental (30 km de ancho promedio), expuesta al régimen oceánico, luego existe una banda de islas y canales profundos y anchos (100 a 700 m y 5 a 30 km), hacia el interior existe un ambiente de fiordos más bajos y angostos (50 a 300 m y 2 a 10 km), con gran descarga de agua dulce. Otro tipo de ambientes marinos mayores, lo constituye el Estrecho de Magallanes, que posee influencia Atlántica, principalmente en su boca oriental.

Desde una perspectiva latitudinal (Norte a Sur), existen los ambientes asociados al Campo de Hielo Sur, los vinculados a las cercanías de la península Muñoz Gamero, los del Estrecho de Magallanes y los relacionados a la cordillera de Darwin.

Los fondos marinos de la región de Magallanes están constituidos por los de la plataforma continental y la gran variedad de sedimentos roco-

sos, arenosos y limosos que tapizan los sistemas de fiordos y canales interiores (Brambati, *et.al.*, 1991). Las profundidades de los distintos ambientes son muy heterogéneas, por ejemplo el Estrecho de Magallanes en su sección oriental posee profundidades bajas (50 metros), en tanto que en el sector occidental existen fosas de hasta 700 metros. Lo mismo ocurre en los fiordos interiores, en que las profundidades varían de entre 20 a 50 metros hasta fosas de hasta 800 metros.

La principal corriente costera, es la denominada Austral (Silva y Neshyba, 1980), que se genera por una corriente que viene desde el giro del Pacífico Sur e impacta al continente a la altura del golfo de Penas, así se deflecta un brazo hacia el Norte (Humboldt o Chile-Perú) y uno hacia el Sur (Austral). En el sistema interior, existe una gran heterogeneidad de ambientes en lo que a corrientes se refiere, es así que los flujos varían desde lugares tranquilos (0,4 nudos) a lugares como angosturas, con velocidades de hasta 8 nudos (Andrade y Valdebenito, 1992).

La heterogeneidad de amplitud de mareas es la mayor existente en el país, es así que en el sector Pacífico existen amplitudes de 0,5 a 2,2 metros, en tanto que en el sector oriental de Estrecho de Magallanes las amplitudes alcanzan hasta 9 metros. Esto se ve reflejado en la fuerte intensidad de las corrientes mareales en el Estrecho de Magallanes.

Generalmente, las características oceanográficas de las zonas costeras, están influenciadas por fuerzas de estratificación (gradientes de los aportes de agua dulce y de agua salada, gradientes de temperaturas bajas y más temperadas) y por fuerzas de mezcla (gradientes de intensidad del viento, mareas y efectos topográficos). La combinación de estas fuerzas determina las características de los lugares, es así que pueden existir ambientes muy tranquilos y otros muy mezclados o turbulentos.

El cúmulo de información oceanográfica ambiental de esta zona tan heterogénea no ha permitido a la fecha obtener una visión oceanográfica global de la región, por lo que se planteó, como objetivo general, el analizar todos los estudios disponibles en áreas de geomorfología, glaciología, meteorología (temperatura y vientos) y oceanografía física (hidrografía, circulación y mezcla por vientos y mareas), e integrarlos en una descripción oceanográfica global para toda la región.



Fig. 1. Carta general de la costa Patagónica sur y fueguina chilena (XIIª Región de Magallanes y Antártica Chilena). Nótese las isobatas de 100, 500 y 1000 metros. Se indican los principales centros poblados.

METODOLOGIA

1. Obtención de una visión global de la zona costera de la XII Región de Magallanes e identificación de distritos naturales.

Para este objetivo, se procedió a analizar la información existente de los Institutos Hidrográfico de la Armada (IHA) y Geográfico Militar (IGM) (cartografía y batimetría), así como cartas glaciológicas del Instituto de Estudios Glaciológicos de U.S.A. (Mercer M.J., 1976). Con esta información, se confeccionó una carta geomorfológica y glaciológica de la región (ver Andrade y Valdebenito, 1992). También se confeccionaron cartas geomorfológicas que permiten la visualización de las zonas insulares y continentales, de manera de poder separar visualmente mejor los ambientes asociados al continente y al sistema insular o archipiélago occidental.

La visión global de la zona costera permitió la identificación de distritos de afinidad oceanográfica. Para la definición o proposición de los distritos naturales, se utilizaron los criterios geomorfológicos, glaciológicos, tipos de agua, grados de exposición al viento, grados de mezcla y análisis de las principales fuerza controladoras de los regímenes de agua (meteorológicas, astronómicas, gradientes de densidad, etc.).

2. Catastro de información oceanográfica ambiental existente para la región

El catastro de información ambiental, consistió en la recopilación, síntesis y análisis de información de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, espesores aproximados de las capas superficiales de mezcla y de fondo, mareas y vientos. Se recopiló la información disponible de diversos cruceros realizados en la región: Hudson en 1970, Hero en 1972, Universidad de Magallanes entre 1978-1991, Empresa Nacional del Petróleo entre 1988-1990, Instituto de Fomento Pesquero entre 1978-1980, Explora en 1991, e información aislada de diversos investigadores que han generado información oceanográfica en la zona costera de la región (Andrade G.S., 1987a, b, 1991a, b, c, 1992; Andrade y Valdebenito, 1991; Chuecas y Ahumada, 1980; Pickard L.G., 1971a, b, 1972; Brambati *et. al.*, 1991; Guzmán *et. al.*, 1987a, b.).

En el análisis de información oceanográfica ambiental, también se realizó un análisis sinóptico de las corrientes, éste consistió en estimar rangos máximos de corrientes de marea, y las corrientes causadas por los vientos. Para el cálculo de la capa de mezcla superficial (C.M.), por efecto del viento en el océano, se utilizó:

$$C.M. (m) = \frac{4,3 (\text{velocidad del viento (m/s)})}{\text{raíz cuadrada de seno de la latitud}}$$

en tanto que para el cálculo de las corrientes superficiales que se generan por el estrés del viento, se utilizó la ecuación para estimar el parámetro Tau (t), en que:

Tau = dens. aire x coef. fricc. aire x (veloc. viento) con la densidad del aire: 1,3 kg/m³, C.F.A.: 1,4E-3, vel. viento (m/s), y posteriormente se usó la ecuación de Ekman, para calcular la velocidad del agua (Vs), por esa acción del viento:

$$V_s (m/s) = \frac{\text{raíz de } 2 \times \text{Pi} \times \text{Tau}}{C. \text{ mezcla} \times \text{densidad agua} \times (f)}$$

en que (f) es el valor absoluto del parámetro de Coriolis, con $f = 2 \text{ Omega} \text{ sen} (\text{latitud})$, con Omega: velocidad angular de la Tierra (7,29E-5 rad/s). Las velocidades de las corrientes superficiales fueron finalmente expresadas en cm/s, km/h y nudos.

RESULTADOS

1. Visión global de la zona costera de Magallanes

La zona costera de la región de Magallanes (49° -56°S), es una costa estructurada geomorfológicamente por intrincadas cordilleras que en su interacción con el Océano Pacífico Sur-oriental, produce un archipiélago denso en islas (Forsythe, 1979, 1985). El terreno posee un gradiente geomorfológico (G.F.) que puede ser caracterizado por el parámetro:

$$G.F. = (\text{máxima altura} + \text{máxima profundidad}) / \text{ancho}$$

que va desde 1/100 a los 49°S, a 1/350 a los 53°S, a 1/250 a los 55°S. Esto significa que de Norte a Sur, el relieve (superficie y submarino) va desde escarpado angosto a la altura de Puerto Edén, a bajo ancho a la altura de Punta Arenas, a medianamente escarpado y no tan ancho en el canal Beagle. Esta heterogeneidad obedece a la presencia del sistema de cordilleras (Andes, Riesco, Ladrillero y Darwin) y pampas costeras de variadas historias geológicas (Mercer J.H., 1967; Nelson *et. al.*, 1977; Uribe C. P., 1978).

Si se observa el terreno desde la costa occidental-Pacífica hacia la costa continental, se ve que los ambientes que quedan entre las islas y cordilleras insulares son más anchos y profundos que los que están ligados al continente, lo que hace que los ambientes insulares occidentales estén más

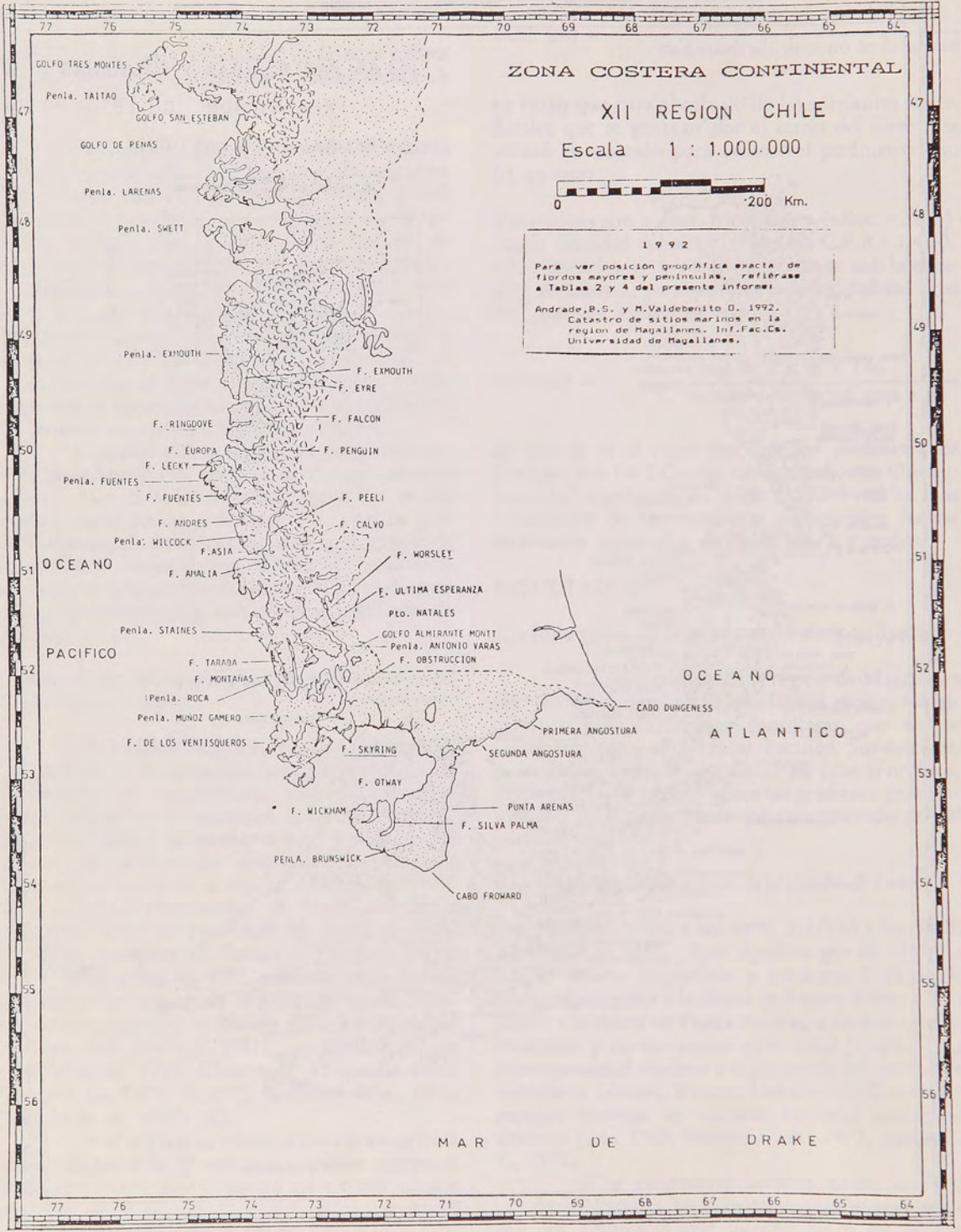


Fig. 3. Zona costera continental de la Región de Magallanes. Continental coastal zone of the Magellan region.

expuestos o abiertos al efecto del océano y a los vientos de la deriva del Oeste que los ambientes costeros continentales, ésto permite realizar una división natural de ambientes.

Como generalidad se puede decir que desde la costa Pacífica hacia el continente, hay sistemas marinos que van desde una angosta plataforma continental, a canales anchos y profundos en el sector insular a fiordos y canales angostos y más bajos cercanos al continente. Este esquema se repite desde el límite Norte de la región (49°S) hasta su extremo Sur en el Cabo de Hornos (56°S).

Al cartografiar por separado el archipiélago occidental anexo al océano (Fig. 2) y la costa continental (Fig. 3), surgen dos aspectos completamente distintos de la concepción del extremo de América del Sur, por un lado, en el mapeo de islas aparecen 30 islas mayores, que son las que imprimen la concepción del relieve de la costa austral. Por otro lado, el relieve continental no "parece" conocido, en éste se distinguen diez penínsulas mayores. En ambos tipos de ambientes, insular y continental, existen 26 glaciares y 29 fiordos mayores.

Del análisis e interpretación de la cartografía, se desprende que existen diversos tipos de ambientes marinos que, asociados a la glaciología, determinan el tipo de regímenes de agua existentes. Es así que los fiordos continentales, en los cuales existen glaciares en sus costas, son más fríos y sus aguas superficiales son más dulces, que aquellos fiordos insulares o continentales en los que no existen glaciares.

En general, los ambientes de la provincia de Ultima Esperanza, que están afectos al Campo de Hielo Sur, son más fríos que los ambientes morrénicos de la provincia de Magallanes. Luego, en el archipiélago de Tierra del Fuego e isla Navarino, los ambientes se hacen más fríos por los efectos climáticos de la cordillera de Darwin. También y de acuerdo a los tamaños relativos de las cuencas (anchura y longitud), así como la presencia de cerros en sus costas, existen ambientes con diversa exposición a la acción del viento.

La heterogeneidad geomorfológica regional, permite generalizar en torno a ambientes marinos que presentan características comunes, es así que como en una primera aproximación se pueden definir ocho "tipos" de zonas costeras (Fig. 4), éstas consideran un agrupamiento general de ambientes.

1. Sector insular Norte-occidental. Boca occidental Estrecho de Magallanes por el Sur a límite regional en Isla Esmeralda (Canal del Castillo) por el Norte. Canales mayores por el oriente hasta la costa insular expuesta al Pacífico.
2. Sector insular Sur-occidental. Boca occidental del Estrecho de Magallanes hasta Península de Hardy

en el Cabo de Hornos por el Sur. Canales mayores por el Sur-oriente hasta la costa insular expuesta al Pacífico.

3. Sistema continental-drenado el Campo de Hielo Sur. Fiordos continentales fríos del Campo de Hielo Sur.
4. Sistema continental -zona de transición depositaria- Campo de Hielo Sur. Sistemas de fiordos Ultima Esperanza-Obstrucción-Skyring-Otway.
5. Sector central del Estrecho de Magallanes (incluyendo bahía Inútil y canal Whiteside) a su entrada oriental-Atlántica.
6. Sector de fiordos profundos y canales anchos en el Paso Largo del Estrecho de Magallanes y fiordos de ambas vertientes de la cordillera Darwin.
7. Sector insular extremo Sur-oriental de isla Navarino-Islands Wollaston e islotes en el mar de Drake.
8. Sector Plataforma Continental Pacífica: Banda de aproximadamente 30 km de ancho, paralela a la costa desde el límite regional norte con el Cabo de Hornos. Se limita entre las isóbatas 0 metros en la costa y la de 200 metros.

En general, el catastro de accidentes geomorfológicos de la región (Tabla 1), arroja un total de 678 islas (grandes, medianas y pequeñas), 167 fiordos, 116 canales, 226 bahías, 114 puertos de abrigo, 164 caletas y 167 glaciares que llegan al mar. Para una localización exacta de los lugares, y de acuerdo a una clasificación geomorfológica, distrital y según las divisiones administrativas ver Andrade y Valdebenito. (1992).

2. Oceanografía ambiental de la región de Magallanes

Desde un punto de vista climático, la costa occidental de la XIIª Región posee dos tipos de climas: templado frío con gran humedad (Cfc.), desde el límite Norte regional hasta la isla Hanover (51°S) y un clima de tundra isotérmico (E.Ti), desde la isla Hanover hasta el Cabo de Hornos (Zamora y Santana, 1979 y Endlicher y Santana, 1988).

Desde el punto de vista pluviométrico, en la zona costera existen dos regiones bien marcadas, una desde el límite regional Norte hasta los 54°S (altura del Cabo Froward en el Estrecho de Magallanes (Jeréz y Arancibia, 1972), con una precipitación que oscila entre 6.000 y 8.000 mm al año, y una zona más seca, desde los 54°S hasta el Cabo de Hornos, con valores de entre 2.000 a 3.000 mm al año.

La homogeneidad térmica del aire, es una característica de la costa occidental (Zamora y Santana, 1979), en donde existe apenas una diferencia de la media anual de 4°C entre el límite Norte y el Cabo de Hornos. La temperatura promedio del mes más cálido es aproximadamente 11.5°C, en

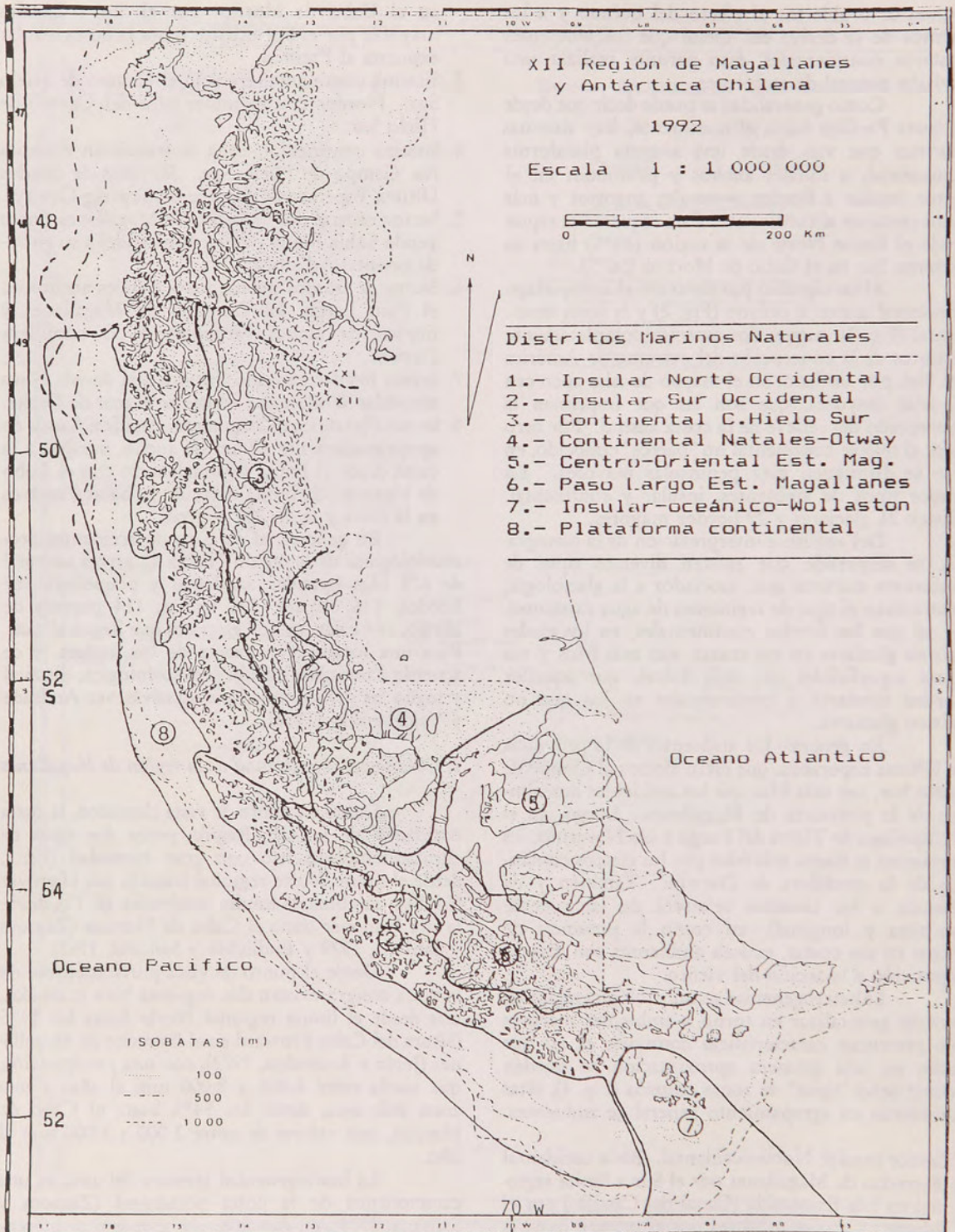


Fig. 4. Distritos o zonas marinas de afinidad geomorfológica y oceanográfica en la XIIª Región de Magallanes. Marine districts or areas with geomorphologic and oceanographic affinity in the Magellan region.

Tabla 1. Resumen de accidentes geomorfológicos marinos de la XII Región de Magallanes. Se indica la cantidad de accidentes por provincias y el total.
Summary of the marine geomorphologic accidents in the Magellan region. Quantities per province (i.e. U.E.: Ultima Esperanza, Maga: Magallanes, T.F.: Tierra del Fuego and Nava: Navarino), as well as the total is given.

	Provincias				Total
	U.E.	Maga	T.F.	Nava	
Islas mayores	112	024	02	035	173
Islas menores	087	109	03	164	363
Islotes	021	022	04	095	142
Islas totales	220	155	09	294	678
Fiordos	065	054	15	033	167
Golfos	004	001	00	000	005
Estrechos	002	001	01	000	003
Canales	061	026	04	025	116
Bahías	062	096	09	059	226
Puertos	044	041	03	026	114
Caletas	032	056	10	066	164
Radas	001	003	00	003	007
Estuarios	001	000	00	000	001
Ensenadas	000	024	00	005	029
Glaciares	066	019	35	047	167

tanto que los meses más fríos presentan una temperatura promedio de 6°C. Al Sur de los 51°S (Isla Hanover) y hasta el Cabo de Hornos, las temperaturas medias del mes más frío oscilan entre 3 a 4 °C. Sin embargo, estos valores generales varían localmente (e.g., en las cercanías de glaciares). En general, se puede afirmar que las temperaturas medias del aire oscilan entre 4°C en invierno y 12°C en verano.

Los vientos (frecuencia e intensidad), provienen principalmente del Oeste (Norte y Sur), y las dos áreas que reciben las mayores intensidades eólicas, son la entrada occidental del Estrecho de Magallanes y al Sur del Cabo de Hornos, con promedios anuales de 40 km/h (Zamora y Santana, 1979). El resto de la costa recibe vientos de menor intensidad (22 km/h). La mayor frecuencia de vientos ocurre en la época de primavera-verano. Dada la intrincada geomorfología, el campo de viento presenta una gran heterogeneidad, existiendo lugares muy protegidos y otros muy expuestos a la acción del viento.

La información ambiental oceanográfica (i.e., temperatura, salinidad, oxígeno) es escasa y generalmente poco precisa, es así que la información está muy repartida, existiendo registros en pocos

lugares y sólo para determinadas épocas del año (Tabla 2). En base a esta información se confeccionó una tabla general de temperaturas superficiales de invierno (Tabla 3) y una tabla de temperaturas, salinidades, oxígeno disuelto y espesores de las capas de mezcla en primavera-verano (Tabla 4).

Desde un punto de vista oceanográfico, las temperaturas superficiales del agua en invierno (julio), presentan una gran variabilidad, en forma general se puede decir que varían desde 2 a 7°C, existiendo lugares más fríos asociados a los campos de hielo o glaciares (2 a 4°C), a lugares más templados en los canales insulares (4 a 6°C), y los de mayor temperatura en el Estrecho de Magallanes y canales mayores adyacentes (6 a 7°C).

Las temperaturas del agua superficial en primavera-verano, fluctúan entre 4 a 8°C en los fiordos asociados a los campos de hielo, 6 a 9°C en los ambientes insulares, 8 a 11°C en el Estrecho de Magallanes. Como generalidad, se puede afirmar, que las temperaturas de las aguas superficiales de Magallanes, varían entre 4 a 11°C durante la temporada estival. Las aguas bajo la superficie de mezcla, tienden a tener mayor temperatura que las superficiales, esto es un rango en primavera-verano de 6 a 12°C.

Tabla 2. Existencia de algún tipo de información oceanográfica (salinidad, temperatura, oxígeno y capa de mezcla), en varios ambientes marinos regionales, para verano (V), otoño (O), invierno (I) y primavera (P).

Existence of some oceanographic information (salinity, temperature, oxygen and mixed layer depths), for various regional marine environments (summer: V; fall: O; winter: I and spring: P).

Fiordo	V	O	I	P
Iceberg	x			
Eyre	x			
Falcon	x		x	
Europa	x			
Andrew	x			
Peel	x		x	
Asia	x			
Calvo	x		x	
Amalia	x		x	
Montañas		x		
U. Esperanza	x	x	x	x
Skyring	x	x	x	x
Otway	x		x	
Silva Palma	x	x	x	x
Almirantazgo	x			
Brookes	x		x	
Ventisquero	x			

Canales mayores - insulares	V	O	I	P
Canal Messier	x			
Canal Concepción-Trinidad-Wide	x			
Estrecho Nelson-Canal Castro-Smyth		x		
Seno Unión	x	x		x
Estrecho de Magallanes-General	x		x	
Canal Beagle	x			

Sectores asociados al Estrecho de Magallanes	V	O	I	P
Paso Largo-Caleta Elina (Hero)				x
Canal Gajardo (Hudson-Hero)	x			x
Canal Jerónimo - Estero Cóndor (UMAG)	x	x	x	x
Canal Abra (ENAP-UMAG)				x
Bahía Bell (UMAG)	x	x	x	x
Golfo Xaultegua (Hero-Hudson)	x		x	
Bahía Inútil (Hero-Hudson)	x			x
Bahía Porvenir (UMAG)	x		x	x
Marina Cabeza del Mar (UMAG)	x	x		x
Bahía Lomas (ENAP)	x	x	x	x

Tabla 3. Temperatura (0°C) del agua superficial en invierno (julio) en diversos ambientes marinos de la región de Magallanes. Se indica entre paréntesis, la provincia en donde está el cuerpo de agua. Datos tomados de fotografía satélite, NOAA-F, Centro de Estudios Espaciales, Universidad de Chile. Winter (july) surface water temperatures (0°C) in diverse marine environments of the Magellan region. The province where the water body is located is also indicated (U.E.: Ultima Esperanza; M: Magallanes and T.F.: Tierra del Fuego). Data was taken from a NOAA-F remote temperature scene (Space Studies Center, University of Chile).

Fiordos		T (°C)	Otros cuerpos de agua		T (°C)
Machado	(U.E)	3 - 4	Canal Messier	(U.E)	3 - 4
Exmouth	(U.E)	3 - 4	C. Concepción	(U.E)	4 - 5
Eyre	(U.E)	4 - 5	Canal Trinidad	(U.E)	5 - 6
Falcon	(U.E)	4 - 5	Canal Wide	(U.E)	3 - 4
Ringdove	(U.E)	3 - 4	E. Nelson	(U.E)	4 - 5
Penguin	(U.E)	2 - 3	C. Castro	(U.E)	3 - 4
Europa	(U.E)	2 - 3	Canal Smyth	(U.E)	3 - 4
Andrew	(U.E)	3 - 4	Seno Unión	(U.E)	3 - 4
Peel	(U.E)	2 - 3	G.A. Montt	(U.E)	3 - 4
Calvo	(U.E)	2 - 3	G. Xaultegua	(M)	2 - 3
Asia	(U.E)	2 - 3	Paso Largo	(M)	3 - 4
Amalia	(U.E)	2 - 3	C. Jerónimo	(M)	2 - 3
Taraba	(U.E)	2 - 3	C. Gajardo	(M)	4 - 6
Montañas	(U.E)	2 - 3	E.Mag. C. Froward	(M)	5 - 6
Worsley	(U.E)	3 - 4	E.Mag. G. Grande	(M)	3 - 4
U. Esperanza	(U.E)	2 - 3	E.Mag. B. Felipe	(M)	3 - 4
Obstrucción	(U.E)	3 - 4	E.Mag. B. Lomas	(M)	3 - 5
Pérez de Arce	(M)	3 - 4	Cabeza del Mar	(M)	3 - 4
Fanny	(M)	3 - 4	Los Pinos	(M)	3 - 4
Skyring	(M)	3 - 5	Río Seco	(M)	4 - 5
Otway	(M)	3 - 5	E.Mag. P. Arenas	(M)	5 - 6
Silva Palma	(M)	3 - 4	B. Mansa	(M)	5 - 7
Wickham	(M)	4 - 5	C. Magdalena	(M)	4 - 6
Almirantazgo	(TF)	3 - 5	B. Porvenir	(TF)	3 - 4
Parry	(TF)	2 - 3	S. Owen	(TF)	3 - 4
Brookes	(TF)	3 - 5	B. Inútil	(TF)	2 - 3
Martínez	(TF)	3 - 5	C. Whiteside	(TF)	4 - 5

Las salinidades superficiales de la época estival (Tabla 4), oscilan entre 5 y 20‰ en fiordos anexos a campos de hielo; 15 y 24‰ en cuerpos de agua insulares; 20 y 28‰ en fiordos mayores; y 29 y 31‰ en el Estrecho de Magallanes. En general, bajo la capa de mezcla (50 metros), la salinidad oscila entre 28 y 31‰. Como generalidad se puede decir que las aguas superficiales de la región de Magallanes tiene una salinidad de entre 5 y 31‰, existiendo una gran variedad de lugares con regímenes característicos de salinidad.

Al combinar la información de temperatura y salinidad, se puede observar que existen ambientes fríos y dulces (3-7°C, 5-20%), fríos y salados (4-8°C, 15-20%), templados y dulces (9-11°C, 15-22%) y templados salados (8-11°C, 29-31%).

Las mareas en la zona costera de la región de Magallanes son del tipo mixto (dos mareas diarias) y muy heterogéneas en su amplitud (Harvey *et. al.*, 1977; Andrade S., 1991b; INGEMAR, 1991a, b, c; Medeiros y Kjerfve, 1988; IHA, 1992). El espectro de altura de mareas puede ser visualizado en la Fig. 5, para la costa insular occidental de Norte a Sur (Puerto Edén, Otway, Punta Arenas, Puerto Williams y Bahía Orange), zona representativa de todos los canales insulares y ambientes interiores, en donde la amplitud de mareas aumenta hacia el Sur desde 1,2 m en Puerto Edén a 2,2 metros en la costa de Navarino. Datos aún no procesados indican que en canales interiores (Puerto Natales), las mareas poseen amplitudes máximas de 0,8 metros.

Tabla 4. Información oceanográfica de post-verano y primavera en diversos ambientes marinos de la región de Magallanes. Datos tomados de diversas fuentes (Ver bibliografía). Se indica el número de estaciones (N° Est.), rangos de salinidad (‰) y temperatura (°C) en la superficie y fondo, concentraciones de oxígeno disuelto (ml O₂/l) y espesor de la capa de mezcla y de fondo (m). Late summer and spring oceanographic information in diverse marine environments of the Magellan region. Data was taken from various sources (see Literature). For each site, the available stations number (N°), surface and bottom salinity (‰), temperature (°C) and oxygen content (ml O₂/l) ranges, as well as mixed surface and bottom layer thickness (m), are also specified.

Información oceanográfica de Post Verano (Marzo)								
Fiordos	N° Est.	Salinidad		Temperatura		Oxígeno ml/l	Prof. capa	
		Sup.	Fondo	Sup.	Fondo		sup -	Fondo
Iceberg	2	3-7	30	4-7	9-12	4-10	5	10-30
Eyre	4	8-10	30	4-5	8-9	4-10	20	100-200
C. Messier	2	7-10	33	8-10	8-12	5-8	5	10-300
Europa	4	5-20	33	6-10	8-11	4-7	5	50-300
Andrew	5	18-21	32	10-11	8-9	7-7	30	100-300
Peel	1	14-15	33	5-6	8-9	8-4	10	20-500
Asia	1	8-20	31	3-8	8-9	3-8	10	20-125
Calvo	1	10-20	33	8-9	8-10	4-7	20	20-200
Amalia	1	15-20	33	6-8	8-9	4-8	10	20-250
C. Trinidad	2	30-25	33	10-11	8-9	5-6	5	5-600
C. Sarmiento	1	21-30	33	9-10	9-9	5-7	10	10-800
Montañas	6	20-22	33	9-10	8-10	4-7	20	50-300
U. Esperanza	2	6-8	18	7-8	8-9	5-7	20	30-70
G.A. Montt	2	13-15	22	9-9	7-10	4-7	20	20-75
Skyring	4	20-28	28	8-9	8-7	—	25	25-400
Otway	6	28-26	30	9-10	7-8	5-7	20	50-600
Silva Palma	6	20-26	26	5-6	5-6	8-12	5	5-50
E. Magallanes	4	30-31	31	8-9	7-8	6-7	30	30-700
Almirantazgo	6	27-30	30	8-9	6-8	6-7	20	50-400
Brookes	5	12-26	26	6-9	8-9	—	5	5-50

Información de Primavera - General Sistema de fiordos (Sept.-Oct.)								
Fiordos	N° Est.	Salinidad		Temperatura		Oxígeno ml/l	Prof. capa	
		Sup.	Fondo	Sup.	Fondo		sup.	Fondo
Falcon	2	00-12	22	4-5	5-6			
Calvo	3	18-24	23	2-3	3-4			
Peel	3	23-25	26	4-5	5-6			
Amalia	3	24-26	27	6-7	6-7			
G. Xaultegua	4	26-30	32	4-6	5-6	5-7	30	30-500
Skyring	6	20-28	28	5-6	5-6		10	10-700
Otway	4	27-29	30	4-6	6-7	6-7	30	30-600
B. Inútil	7	30-31	30	4-6	6-7	5-8	30	30-50
B. Porvenir	10	28-30	30	6-7			5	5-10
Cabeza Mar	4	29-30	31	6-7			5	5-8
Brookes	4	23-24	31	10-12	11-10		5	10-50
Almirantazgo	6	25-30	30	5-6	5-6	5-6	20	20-500

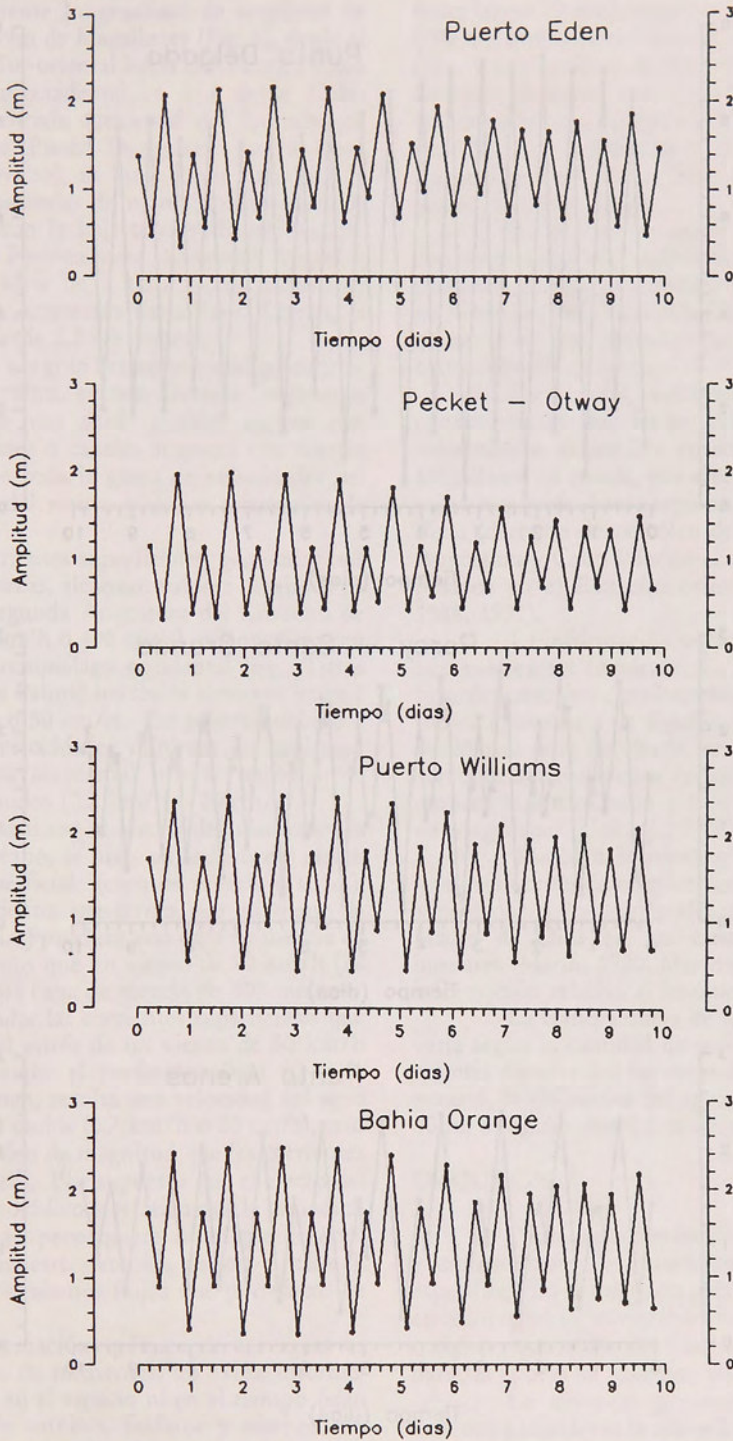


Fig. 5. Amplitud de mareas (m) características de la región de Magallanes (Puerto Edén, Puerto Pecket-Fiordo Otway, Puerto Williams y Bahía Orange en el Cabo de Hornos).
Characteristic tidal amplitudes (m) in the Magellan region (Puerto Edén, Puerto Pecket-Otway fjord, Puerto Williams and Orange bay, near Cape Horn).

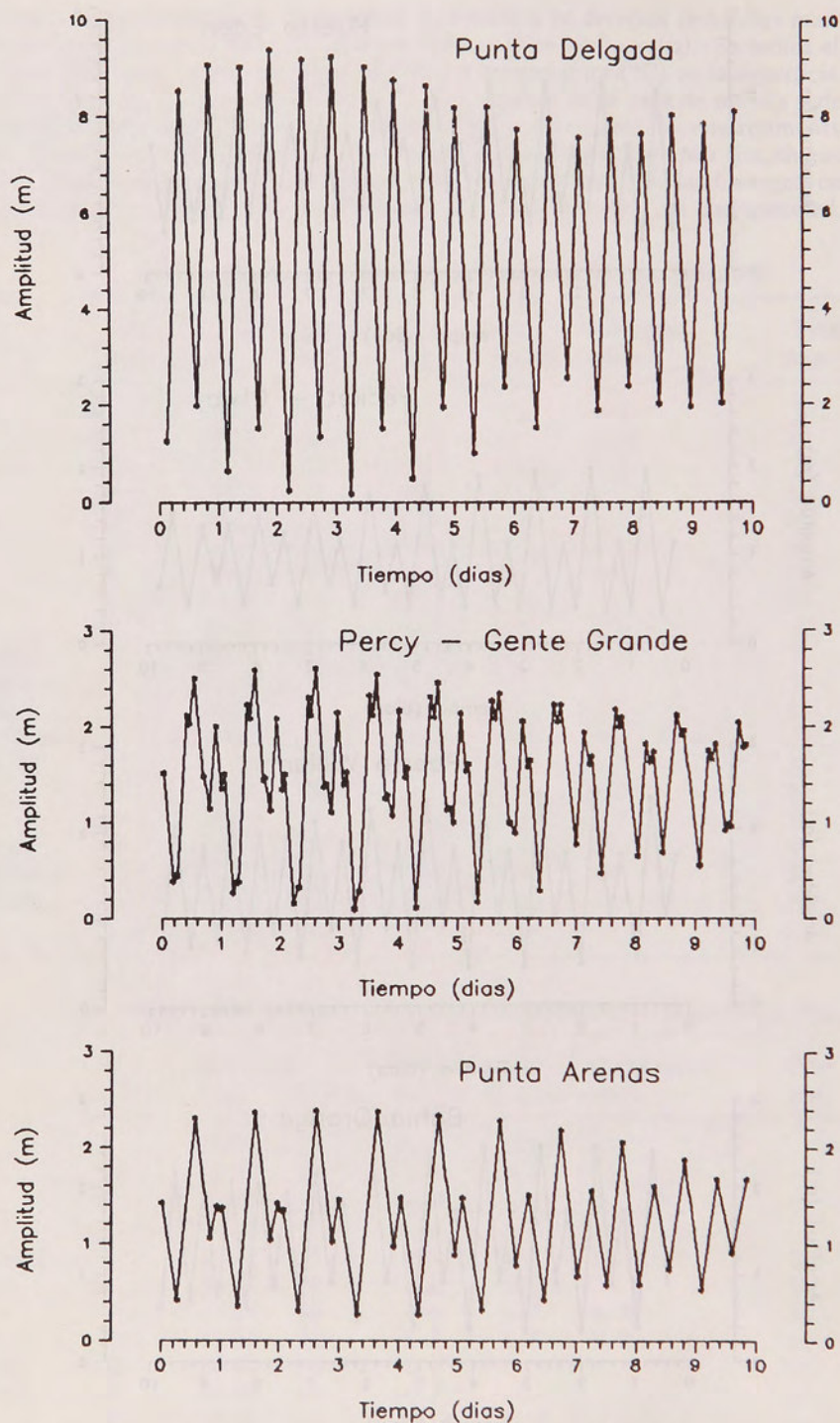


Fig. 6. Amplitud de mareas (m) características del Estrecho de Magallanes, desde el Atlántico hacia el Pacífico: Punta Delgada, Puerto Percy en Bahía Grande y Punta Arenas.
 Characteristic tidal amplitudes (m) in the Strait of Magellan, from the Atlantic towards the Pacific ocean: Delgada point, Port Percy in Gente Grande bay and Punta Arenas. See the gradient ranging from 9 to 2,2 m.

El gradiente longitudinal de amplitud de mareas del Estrecho de Magallanes (Fig. 6), desde el océano Pacífico Sur-oriental hacia el Atlántico hacia el Atlántico Sur-occidental, o sea desde Cabo Deseado en la entrada occidental del Estrecho de Magallanes hasta Punta Dungeness en la Boca oriental del Estrecho), es muy fuerte debido a la interacción de las ondas de marea provenientes de ambos océanos con la baja topografía submarina. Desde la entrada Pacífica hasta la Segunda Angostura, la amplitud varía de 2 a 2,2 m, en tanto que desde la Segunda Angostura hasta Bahía Lomas, la amplitud varía desde 2,2 a 9 metros.

Debido a la gran heterogeneidad geomorfológica y oceanográfica, existen diversos "regímenes hidráulicos", que van desde canales anchos con flujos bajos, a pasos o canales angostos con fuertes flujos, además de toda la gama de velocidades del agua por efecto del viento y de las diferencias de densidad.

Las corrientes superficiales, generadas por los efectos de mareas, alcanzan valores máximos de 8 nudos en la Segunda Angostura del Estrecho de Magallanes (14 km/h o 408 cm/s), mientras que en angosturas del archipiélago occidental (e.g., Tittus en el fiordo Silva Palma) los flujos alcanzan hasta 1 nudo (1.8 km/h o 50 cm/s). En general, debido a las mareas, las velocidades mínimas en cualquier lugar de la costa occidental insular tendrían un mínimo de 0,4 nudos (0.7 km/h o 20 cm/s).

Para visualizar el efecto del viento en la superficie del océano, se hizo un análisis del efecto de la mezcla superficial (capa de mezcla o C.M.), por estrés del viento, este arroja, que un viento de 10 km/h (2.78 m/s) produce una capa de mezcla de 14 metros, en tanto que un viento de 80 km/h (22 m/s), produce una capa de mezcla de 107 metros.

Al calcular las corrientes superficiales que se generan por el estrés de un viento de 50 km/h (14 m/s), utilizando el parámetro Tau (τ) y la ecuación de Ekman, resulta una velocidad del agua superficial de 0,4 nudos (0,7 km/h o 20 cm/s), esto es, del mismo orden de magnitud que las corrientes mínimas de mareas. Por supuesto que el efecto del viento es más esporádico y errático que la periodicidad de las mareas, pero quiere decir que a veces, aunque la marea esté detenida (estoa o calma), pueden existir los mismos flujos que por efecto de mareas.

La información química de las aguas es escasa, en el caso de nutrientes, no existe información sistemática en el espacio ni en el tiempo (sólo datos aislados de nitratos, fosfatos y nitritos, no publicados). Para gases disueltos, como el oxígeno, se sabe que en general no existen ambientes anóxicos en la región (salvo probablemente en las depresiones profundas del terreno submarino, tipo-

fosas largas (5 km), angostas (300 m) y profundas (700 m), donde la circulación del agua se ve restringida, y por ende su contenido de oxígeno. Pocos ejemplos de fosas de este tipo existen en la región, como las del Paso Largo en el Estrecho de Magallanes (700 m); la del fiordo Otway (600 m); la del fiordo Skyring (700 m); la de Almirantazgo, frente al fiordo Owen (600 m).

En general las aguas son bien oxigenadas, con valores que fluctúan entre 4 y 10 ml oxígeno por litro. Los fuertes vientos y la baja temperatura en la región, favorecen la solubilidad de los gases en el agua, lo que permite que ésta presente altos contenidos de oxígeno.

Para otras sustancias químicas, como contaminantes: metales pesados e hidrocarburos, la información disponible se refiere al Estrecho de Magallanes en donde, por efectos de uso industrial, se ha requerido hacer seguimientos de áreas específicas (derrame de petróleo del Metula en Primera Angostura y Cabo Pilar en el canal Abra) y metales pesados en el Estrecho oriental (Lecaros *et. al.*, 1988, 1991).

La información oceanográfica biológica es aún más escasa (Andrade, S., 1991a) y se refiere a lugares puntuales: distribución de biomasa fitoplanctónica (clorofila *a* en algunos sectores del Estrecho de Magallanes) (Andrade, en preparación), observaciones de fenómenos recurrentes en el fitoplancton en el seno Unión y bahía Bell en el Estrecho de Magallanes (Uribe J., 1988).

También, la información sobre la presencia y/o producción de zooplancton, se refiere a estudios vinculados a los copépodos de las cercanías de Isla Madre de Dios en los canales nor-occidentales insulares (Marín, 1980; Marín y Antezana, 1985), e información relativa al fenómeno de marea roja.

La transparencia de las aguas de la región varía según la cantidad de sedimento suspendido o materia disuelta (en las cercanías de glaciares). En general, la visibilidad del agua, varía de lugares con 40 m, a lugares con 0,5 m de transparencia.

DISCUSION

Dada la gran extensión de costas, es difícil y costoso tratar de caracterizar a la región en lo específico. La descripción general entregada en este estudio, podría mejorarse mediante el uso del imágenes satelitales de falso color o de infrarojo, para las épocas de invierno y verano.

La división propuesta de los distritos marinos naturales es la más eficiente desde un punto de vista geoestructural e hidrodinámico. Existiendo otras áreas de afinidad marina, posiblemente ecosistémica, que no se describen en este trabajo, y debieran considerarse en estudios posteriores; por

ejemplo las áreas de interacción plataforma continental con los canales anchos que penetran hacia el archipiélago y continente (e.g. entradas de Norte a Sur: Ladrillero, Trinidad, Concepción, Nelson-Castro, Estrecho de Magallanes, Cockburn-Magdalen, Ballenero, Cook y Año Nuevo).

Los antecedentes meteorológicos y oceanográficos, podrían también ser mejorados mediante adquisición remota de datos o mediante el establecimiento de bases de registro de datos (temperatura y salinidad superficial durante todo el año en localidades clave como: Puerto Edén, Puerto Natales, Río Verde, Punta Arenas, Porvenir, Puerto Harris, Puerto Williams), esto permitiría modelar más afinadamente las variabilidad de estas características de las aguas.

El análisis de la temperatura superficial de las aguas costeras, indica que los lugares más temperados son los asociados al Paso Largo y zona central del Estrecho de Magallanes, esto debería corroborarse con series de tiempo más largas.

Las salinidades superficiales de las aguas indican la amplia variabilidad de éste parámetro (5 a 31 ‰), y los resultados entregados sólo deben ser considerados como preliminares, ya que para la descripción exacta de sitios, es necesario hacer muestreos más sistemáticos.

En lo que se refiere a las amplitudes de marea de la zona costera anexa al Océano Pacífico y a los efectos de los vientos en la generación de una capa superficial de mezcla, se estima que el estudio de la dinámica de formación y de deformación de la capa de mezcla, según distintos regímenes de viento, puede aportar información para el mejor conocimiento de este fenómeno.

La velocidad mínima estimada para las corrientes superficiales (0,4 nudos), puede considerarse como un valor conservador para corrientes generadas por las mareas y por viento, por lo que estos valores también deben ser usados sólo como referencia, y para cualquier presunción o análisis oceanográfico sinóptico se recomienda hacer mediciones en los lugares específicos.

La información oceanográfica química y biológica disponible, no es suficiente como para realizar modelaciones de simulación o generalizaciones, por lo que se recomienda realizar un muestreo global que indique cuales son las áreas biológicamente ricas. En este respecto, se estima fundamental obtener información referida a la riqueza marina en la temporada de primavera-verano.

Finalmente, el presente análisis de información ambiental marina de la región, podría ser mejorado mediante un seguimiento de los lugares más característicos de cada uno de los ocho distritos, de manera de poder conocer la hidrodinámica y estimar la producción biológica esperada. Este

seguimiento, podría realizarse mediante imágenes satelitales seriadas (una al mes), de temperatura superficial y falso color de los lugares cercanos a los centros urbanos, además de realizar mediciones directas en estas áreas.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue realizado como un sub-programa del estudio "Catastro de sitios marinos de Magallanes", financiado por la Universidad de Magallanes y el Fondo Nacional de Desarrollo Regional-XII Región. El autor agradece al técnico Acuicultor, Sr. Marcelo Valdebenito O., por su laboriosa recopilación de información, y a la Sra. Sivana Bonicicoli Dey por el mecanografiado y edición del manuscrito.

LITERATURA CITADA

- ANDRADE, B.S., 1987a. Características oceanográficas (geológicas, físicas, químicas y biológicas) de los fiordos Otway y Skyring, XII Región. Chile. Lab. Oceanogr., Universidad de Magallanes. (Mimeo), 29 p.
- ANDRADE, B.S., 1987b. Características oceanográficas (geológicas, físicas, químicas y biológicas) del fiordo Almirantazgo, XII Región. Chile. Lab. Oceanogr., Universidad de Magallanes. (Mimeo), 24 p.
- ANDRADE, B.S., 1991a. Oceanographic variability in the southernmost Chilean fjords. Paper presented at the IFS workshop "Ecology and Aquaculture", Nov. 21-25, Osorno, Chile. 17 p.
- ANDRADE B.S., 1991b. Oceanografía descriptiva y dinámica sinóptica de los fiordos Brooks y Silva Palma. En: Andrade S. (Ed.) "Informe final de Estudio Repoblamiento banco de ostiones". Inf. Fc. Cs. 2/91, Punta Arenas. 61 p.
- ANDRADE, B.S., 1991c. Características oceanográficas de Cabeza del mar. En: Andrade B. (Ed.). "Informe final Introducción a la maricultura-1 Etapa", Sept. 1991. Inf. Fac. Cs. 1/91, Universidad de Magallanes, Punta Arenas, 14 p.
- ANDRADE, B.S., 1992. Antecedentes generales marinos, para un proyecto de biodiversidad en la XII Región de Magallanes y Antártica Chilena. Informe preparado para el CONAMA-XII Región, Punta Arenas, 6 p.
- ANDRADE, B.S. y VALDEBENITO O., 1991. Efectos oceanográficos de la transformación del fiordo Skyring, en un lago con características salinas. En: Pisano E. (Ed.). *Apreciación sobre eventuales efectos del represamiento del seno Skyring*. Inf. Inst. Pat. Punta Arenas. 58: 82-90.
- ANDRADE, B.S. y VALDEBENITO O., 1992. Catastro de sitios marinos en la XII Región de Magallanes y Antártica Chilena. Inf. Fac. Cs. 3/92, Univ. de Magallanes, Punta Arenas, 101 p.

- BRAMBATI, *et al.* 1991. Strait of Magellan Project (Oceanography and sedimentology). *Bollettino di oceanologia (OGS)*. Vol. IX (2/3), April-July 1991, 320 p.
- CHUECAS, L. y R. AHUMADA. 1980. Contribución al conocimiento de las condiciones hidrográficas de los fiordos de la región magallánica-Chile. *Bol. Inst. Oceanogr. S. Paulo*, 29, 95:100.
- ENDLICHER, W. y A. SANTANA A. 1988. El clima del Sur de la Patagonia y sus aspectos ecológicos. Un siglo de mediciones climatológicas en Punta Arenas. *Ans. Inst. Pat., Ser. C. Nts.*, 18: 57-86.
- FORSYTHE, R.D. and C. MPOSOZIS. 1979. El archipiélago Madre de Dios, Patagonia Occidental, Magallanes: Rasgos generales de la estratigrafía y estructura del "basamento" pre-jurásico superior. *Revista Geológica de Chile*, 7: 13-29.
- FORSYTHE, R.D. HERO-CRUISE 84-85: Geology and geophysics in the Patagonian Andes. *Ant. Journal* 1985, pp 14-16.
- GUZMAN, L., C. RIOS, M. IBARRA y S. OYARZUN. 1987a. Investigación bancos de ostiones y locos. 1. Recurso "loco" (*Concholepas concholepas*) (Brugiére, 1987). Informe Final. Inf. Inst. Pat. 37: 94 p.
- GUZMAN, L., C. RIOS, M. IBARRA y S. OYARZUN. 1987b. Investigación bancos de ostiones y locos. 1. Recurso "Ostión" (*Chlamys*) (*Zygochlamys*) (*patagonica*) (King y Broderip). Informe Final. Inf. Inst. Patag. 38: 86 p.
- INGEMAR, LTDA. 1991a. Observación de mareas en bahía Catalina, Punta Arenas. Informe de mareas/Ingemar Ltda. Oceanografía e Ingeniería Marítima, S.A., (Informe 225/91).
- INGEMAR, LTDA. 1991b. Estudios oceanografía en sector Punta Arenosa (Punta Arenas). Informe de hidrografía/Ingemar Ltda. Oceanografía e Ingeniería Marítima, S.A., (Informe 226/91).
- INGEMAR, LTDA. 1991c. Levantamiento batimétrico en sector Punta Arenosa (Punta Arenas). Informe de hidrografía/Ingemar Ltda. Oceanografía e Ingeniería Marítima, S.A., (Informe 225/91).
- HARVEY, R.R., J.C. LARSEN and R. MONTANER. 1977. Electric field recording of tidal currents in the Strait of Magellan. *J. Geophys. Res.* 82: 3472-3476.
- I.G.M. 1961. *Cartas de relieve de Magallanes*. Instituto Geográfico Militar (escala 1: 250.000).
- I.H.A. 1989. Atlas Hidrográfico de Chile (4 Ed.). S.H.O.A., Valparaíso, 580 p.
- I.H.A. 1989. *Cartas náuticas de la región de Magallanes* (escalas 1: 10.000 a 1: 1.000.000).
- I.H.A. 1992. Tablas de mareas de la costa de Chile. S.H.O.A. 3009. Valparaíso. 337 p.
- PEREZ, M. y M. ARANCIBIA. 1972. Trazado de isoyetas del sector Centro-Oriental de la provincia de Magallanes. *Pub. Inst. Patag. Ser. Monografías* 4. 27 p. + 1 mapa.
- LECAROS, O.P., QUILODRAN, M. y M. ASTORGA E. 1988. Determinación de hidrocarburos parafínicos derivados del petróleo del B/T Cabo Pilar, en el Estrecho de Magallanes. *Ans. Inst. Pat. Ser. Cs. Nat., Punta Arenas*. 18: 113-125.
- LECAROS, O.P., ANDRADE, B.S. y M. ASTORGA E. 1991. Niveles de metales pesados en huiro (*Macrocystis pyrifera*) en agua del Estrecho de Magallanes. Inf. Laboratorio Analisis Instrumental, Fac. Cs. 13, Universidad de Magallanes, para ENAP (Servicio de protección ambiental), 31 p.
- MARIN, V.B. 1980. *Distribución a pequeña escala de los copépodos en los canales australes de Chile*. Tesis de Licenciado en Biología, Universidad de Chile. Sede Valparaíso, 96 p.
- MARIN, V. and T. ANTEZANA. 1985. Species composition and relative abundance of copepods in Chilean fjords. *J. Plank. Res.* 7: 961-966.
- MEDEIROS, C. y B. KJERFVE. 1988. Tidal characteristics of the Strait of Magellan. *Cont. Shelf. Res.* 8, 947: 960.
- MERCER, J.H. 1967. *Southern hemisphere, glacier atlas*. USA/Army Natick Lab. (Earth Sciences Lab. ES/33), Natick-MA and American Geographical Society, New York. 325 p. + XIII.
- MERCER, J.H. 1976. The last glaciation in Chile: a radiocarbon-dated chronology. Informe del Primer Congreso Geológico Chileno. (Mimeo), 55-68 p.
- NELSON, E., R. FORSYTHE, F. HERVE, M. SUAREZ, E. VALENZUELA y T. WILSON. 1977. Observaciones estructurales en la cordillera Darwin, Provincias Antártica y de Tierra del Fuego: Cruce 77-4 del R/V Hero. *Notas Científicas* N 32, Depto. Geol. Univ. de Chile, Santiago, 32-35.
- PICKARD, L.G. 1971a. Chile 70 Cruise, R/V Hudson. Institute of Oceanography, University of British Columbia, Canadá. *Data Report* 31. 45 p.
- PICKARD, L.G. 1971b. Some physical oceanographic features of inlets of Chile. *J. Fish. Res. Bd. Canada* 28: 1077/1106.
- PICKARD, L. G. 1972. Water structure in Chilean fjords. In Fraser R. (Ed.) "*Oceanography of the South Pacific*". New Zealand Nat. Comm. for UNESCO, Wellington: 1973. 95:104.
- SILVA, S. y S. NESHYBA. 1980. Masas de agua y circulación geostrofica frente a la costa de Chile austral. *Inst. Ant. Chileno*. 25/26: 5-32.
- URIBE, J.P. 1978. Reconocimiento geológico de bahía Parry, seno Almirantazgo, XII Región. Inf. mecanogr. 1-25 p.
- URIBE, J.C. 1988. Observaciones sobre algunos fenómenos recurrentes en el fitoplancton de seno Unión y bahía Bell (Región de Magallanes) y su relación con la estabilidad de la columna de agua. *Ans. Inst. Pat. Ser. Cs. Nat., Punta Arenas*. 18: 103-111.
- ZAMORA, E. y A. SANTANA. 1979. Características climáticas de la costa occidental de la Patagonia, entre las latitudes 46° 40' y 56° 30' S. *Ans. Inst. Pat.* 10: 104-109.