



IA APLICADA A LOS BANCOS DE ALMEJAS DE BAHIA ANCUD, X REGION,
CHILE.

Eduardo VALENZUELA AYALA

Depto. Geol. y Geofis.*

RESUMEN

Los parámetros granulométricos de 129 muestras de sedimentos se utilizan para inferir las condiciones hidrodinámicas y las fluctuaciones estacionales del sustrato de la bahía asociado a los bancos de *Venus antiqua antiqua*.

La granulometría y el nivel de energía hidráulico inferido, varían desde gravas gruesas (150 cm/seg.) en el sector central, hasta limos medios (2 cm/seg.) en el golfo de Quetalmahue.

Las variaciones estacionales de energía, favorecen la deposición litoral de las arenas medias a gruesas durante el verano y la erosión de estos materiales durante el invierno.

Los bancos de almejas se ubican a profundidades de 5 a 10 m, sobre un sustrato constituido predominantemente por arenas gruesas a medias, moderadamente o muy poco seleccionadas, con exceso de gruesos y leptocúrticas.

El crecimiento de la almeja es función del tipo de sustrato y del nivel de energía hidráulica. La granulometría gruesa, alta permeabilidad y composición calcárea del sustrato, favorecen el crecimiento y sugieren un nivel mínimo de energía compatible con velocidades de 40 cm/seg.

* Depto. Geología y Geofísica, Univ. de Chile. Casilla 13518 Correo 21, Santiago.

ABSTRACT

The grain size parameters of 129 bottom samples are analyzed to infer the hydrodynamic conditions and seasonal fluctuations of the bottom sediments connected to clam banks (*Venus antiqua antiqua*).

The grain size parameters and inferred level of energy change from coarse gravels (150 cm/sec) in the center of the bay to medium silt (2 cm/sec) at Quetalmahue gulf.

The seasonal energy fluctuations help out the summer litoral deposition of medium to coarse sands and the winter erosion of these sediments.

Clam banks are located at 5 to 10 m depth, over a bottom sediment consisting mainly of coarse to medium sands, moderately or poorly sorted, coarse skewed and leptokurtic.

The clam's growing rate is function of the bottom pattern and hydraulic energy level. Coarse grain size (gravels), high permeability and calcareous content of the bottom sediments increase the growing rate and suggest a minimum energy level in the range of 40 cm/sec.

INTRODUCCION

Tradicionalmente, el estudio de la composición y granulometría de los sedimentos marinos costeros, se ha utilizado para inferir los mecanismos de transporte y depositación litoral (Shepard, 1973; Komar, 1976), o como una clave para comprender las condiciones de sedimentación de los ambientes marinos antiguos (Reineck y Singh, 1980). En Chile, el estudio de las relaciones entre el sustrato marino y los organismos bentónicos, es un tema de investigación reciente que ha sido abordado entre otros autores por Ramorino, (1968); Retamal y Yañez (1973); Valenzuela y Reyes (1980); y Stuardo et al., (1981).

En el presente trabajo se analiza la relación entre la almeja (*Venus antiqua antiqua*) y el sustrato de Bahía Ancud. El objetivo inmedia-

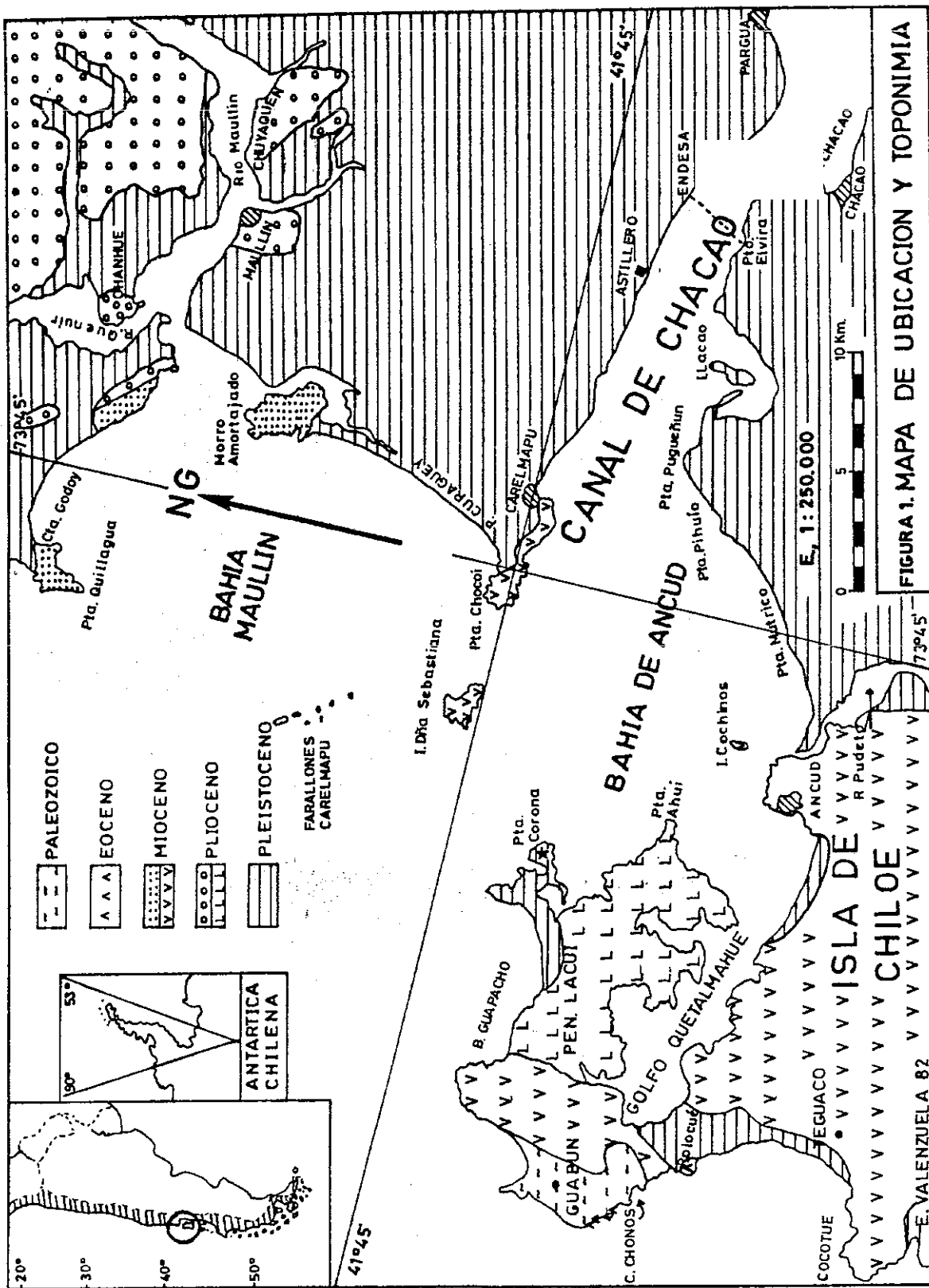


FIGURA 1. MAPA DE UBICACION Y TOPONIMIA

to del estudio, es establecer las condiciones ecológicas abióticas que inciden directamente en la formación y mantención de los bancos de almejas. Además se pretende utilizar los resultados del estudio como patrones de prospección de nuevas áreas, susceptibles de ser explotadas en el futuro.

La región estudiada (Fig. 1), abarca el litoral y la plataforma de abrasión marina de bahía Ancud. La superficie total de la bahía, es de 101 Km², y su profundidad media es de 10 m (Fig. 2). Su fondo es relativamente liso, con un aspecto acanalado determinado por altos y bajos, que no sobrepasan en desnivel los 6 m de relieve, medidos respecto de la isóbata de los 10 m.

Las muestras utilizadas en el presente trabajo, fueron colectadas en cuatro fechas diferentes, con objetivos también diferentes. El primer muestreo fué colectado entre el 17 y 19 de marzo de 1979, y consiste en 57 muestras del sustrato marino (Fig. 3), más 23 muestras de playas y puntas rocosas. En esa ocasión, el objetivo del muestreo fué definir las características sedimentológicas generales de la bahía. El segundo muestreo, fué realizado el 5 y 6 de agosto de 1980, en el golfo de Quetalmahue. Se colectaron 11 muestras con el objeto de establecer las variaciones estacionales de los sedimentos, respecto del primer muestreo. El tercer muestreo se efectuó el 27 de diciembre de 1980, en uno de los cinco bancos de almejas detectados previamente (Fig. 4), y conocido localmente con el nombre de Banco de San Antonio. El objetivo del muestreo, fue tipificar el sustrato más adecuado para la implantación del banco de almejas. Finalmente, el cuarto muestreo consistió en el estudio de cuatro tipos diferentes de sustrato, los cuales fueron introducidos en cajas de madera, junto con almejas de diferentes tallas, y posteriormente, depositados en el centro del banco de San Antonio (Boya 2, Fig. 4), durante un período de nueve meses (Octubre 1980 a Junio 1981).

El análisis de los sedimentos en el Laboratorio, se efectuó según los métodos y técnicas descritos por Folk (1974), con un set de ta-

mices graduados a intervalos de un phi. La composición mineralógica de los sedimentos se determinó mediante la observación de las diversas fracciones bajo una lupa binocular Leitz de 12 a 96 aumentos.

RESULTADOS

Se expone a continuación, los resultados de los cuatro muestreos sucesivos, en orden correlativo:

Primer Muestreo

En la región estudiada, se detectó la presencia de una amplia gama de sedimentos, cuyo espectro varía desde gravas gruesas a limos medios (Fig. 3). Estadísticamente, el sedimento predominante es una grava muy fina (-1,88 phi), poco seleccionada (1,18 phi), simétrica y leptocúrtica ($K=1,38$). La composición del sustrato, corresponde a una mezcla de arenas líticas andesíticas, con rodados de rocas poligenéticas (andesitas, brechas volcánicas, granitos, vidrio volcánico, esquistos y cuarzo) y fragmentos calcáreos biógenos. Por analogía con los materiales presentes en las riberas, se infiere un origen a partir de las diversas unidades geológicas presentes en la región (Valenzuela, 1982).

El sedimento típico de la bahía, indica que durante el período del muestreo, existía un equilibrio hidrodinámico entre el sustrato y la columna de agua. Para esta última, se infieren corrientes de fondo con velocidades típicas de 50 a 70 cm/seg., según el criterio establecido por Komar (Fig. 8-9, en p. 222, 1976). Las velocidades máximas, se infieren en base a la presencia de gravas muy gruesas, las cuales requieren corrientes de 150 cm/seg. Las corrientes inferidas, concuerdan con las velocidades de las corrientes de marea de 2 a 3 nudos (100 a 150 cm/seg), que según la carta 703 del Instituto Hidrográfico de la Armada de Chile, son características para el sector central de la bahía de Ancud. La distribución por tamaños de los sedimentos indicada en la figura 3, revela que la velocidad de las corrientes de marea decrece progresivamente desde la boca occidental del Canal de Chacao hacia el interior del Golfo de Quetalmahue, donde las velocidades mínimas inferidas alcanzan

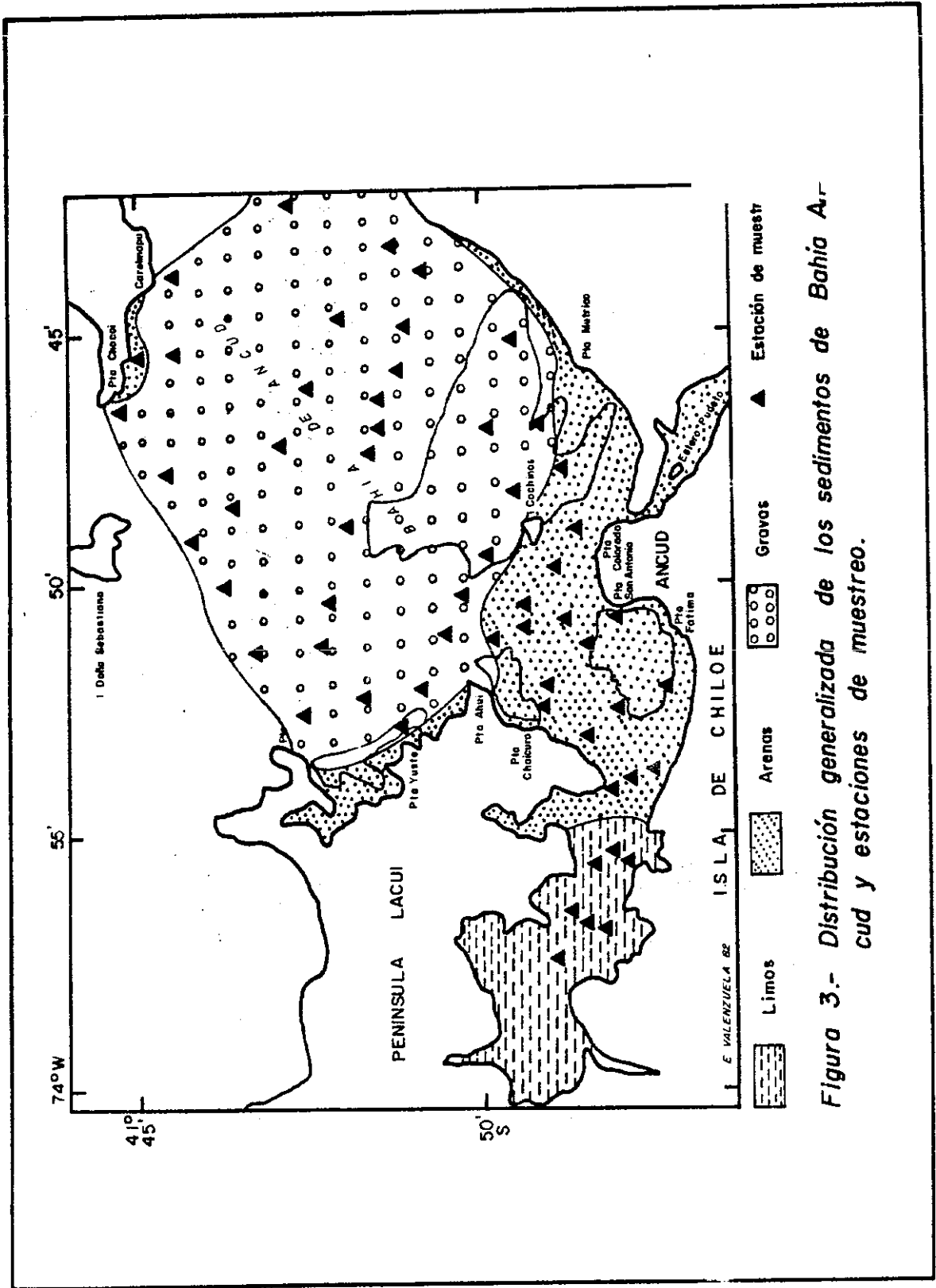


Figura 3.- Distribución generalizada de los sedimentos de Bahía Aconcagua y estaciones de muestreo.

valores de 2 a 8 cm/seg.

Si se compara la ubicación de los bancos de almejas con la distribución areal de los sedimentos (Fig. 3), se concluye que los bancos explotados se ubican preferentemente en arenas gruesas o gravas finas en equilibrio hidrodinámico con corrientes de marea cuyas velocidades son iguales o superiores a 40 cm/seg. Como se observa en la figura 2, los bancos de almejas se ubican preferentemente sobre la plataforma de abrasión marina, a profundidades comprendidas entre 5 y 10 metros.

Segundo Muestreo

El análisis del sustrato de Quetalmahue, confirma la disminución gradual del tamaño medio de los sedimentos, desde bahía Ancud hacia el interior del golfo. En la Tabla 1, se comparan los parámetros granulométricos promedio de las 11 muestras colectadas en el Golfo de Quetalmahue con los parámetros promedios obtenidos en el primer muestreo. Comparativamente, el muestreo de invierno revela una disminución del promedio gráfico y un aumento del grado de selección. Considerando que los promedios no permiten discriminar las diferencias estacionales respecto del primer muestreo, se escogió para este efecto la estación número 16, debido a que en ella se tuvo la certeza de coleccionar las muestras efectivamente en un mismo punto (Tabla 2.).

T A B L A 1.

Parámetros granulométricos promedio del primer y segundo muestreo.

	Promedio muestras Marzo 1979	Promedio muestras Agosto 1980
Promedio Gráfico inclusivo	-1,88 phi	2,34 phi
Grado de Selección	1,81 phi	1,11 phi
Asimetría Gráfica	0,07	0,00
Curtósis o Pirquicidad	1,38	1,05

T A B L A 2.

Parámetros granulométricos de la Estación 16, durante Marzo de 1979 y Agosto de 1980

	Marzo de 1979	Agosto de 1980
Promedio Gráfico inclusivo	1,32 phi	0,50 phi
Grado de selección	0,70 phi	2,23 phi
Asimetría Gráfica	0,01	- 0,35
Curtósis o Piquicidad	1,55	1,41

Al momento del muestreo en Marzo, la estación 16, presentaba un fondo plano bioturbado con poliquetos y con arena media. Durante Agosto, presentaba ondulitas con altura cresta de 5 cm, ausencia de poliquetos y arena gruesa gravosa.

Para la muestra de Marzo se infieren corrientes de fondo de 20 a 30 cm/seg y un régimen subcrítico de baja energía, equivalente al umbral del movimiento granular caracterizado por un fondo plano. Para la muestra de Agosto, se infieren velocidades de 30 a 40 cm/seg, y un régimen subcrítico de alta energía, compatible con ondulitas. Las observaciones de los buzos colectores de muestras, confirman las variaciones estacionales inferidas, en el sentido que la extensión areal de las arenas durante la temporada de Marzo es notoriamente mayor respecto de la observada en Agosto.

Tercer Muestreo

El valor numérico de los parámetros granulométricos correspondiente a cada muestra del Banco San Antonio (Fig. 4), se indica en la Tabla 3. Los histogramas de frecuencia de los parámetros se representan en la figura 5, y sus respectivas distribuciones areales se indican en las figuras 6,7,8 y 9.

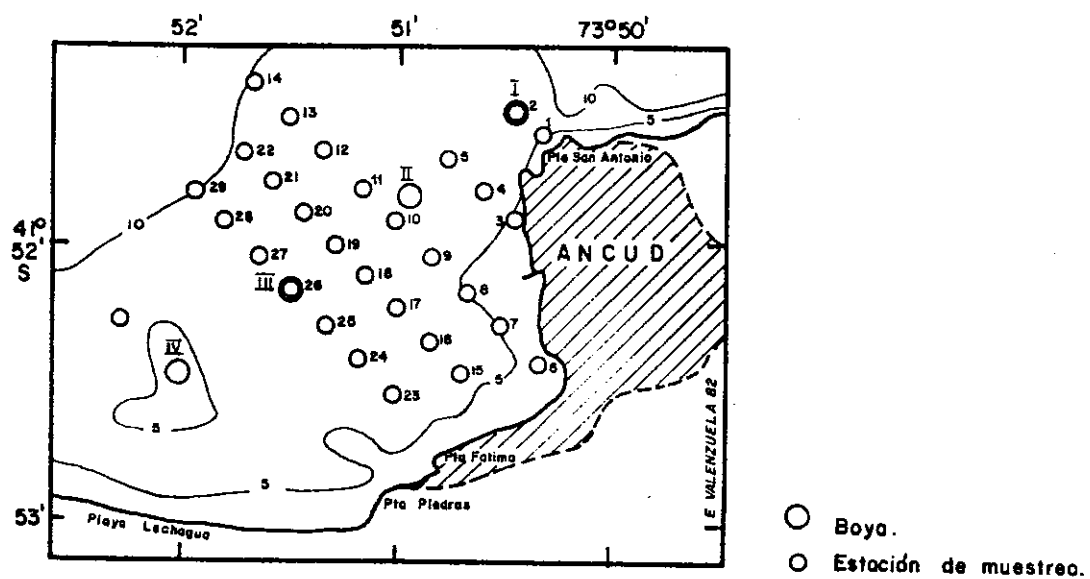


Figura 4.- Estaciones de muestreo y batimetría del Banco de San Antonio.

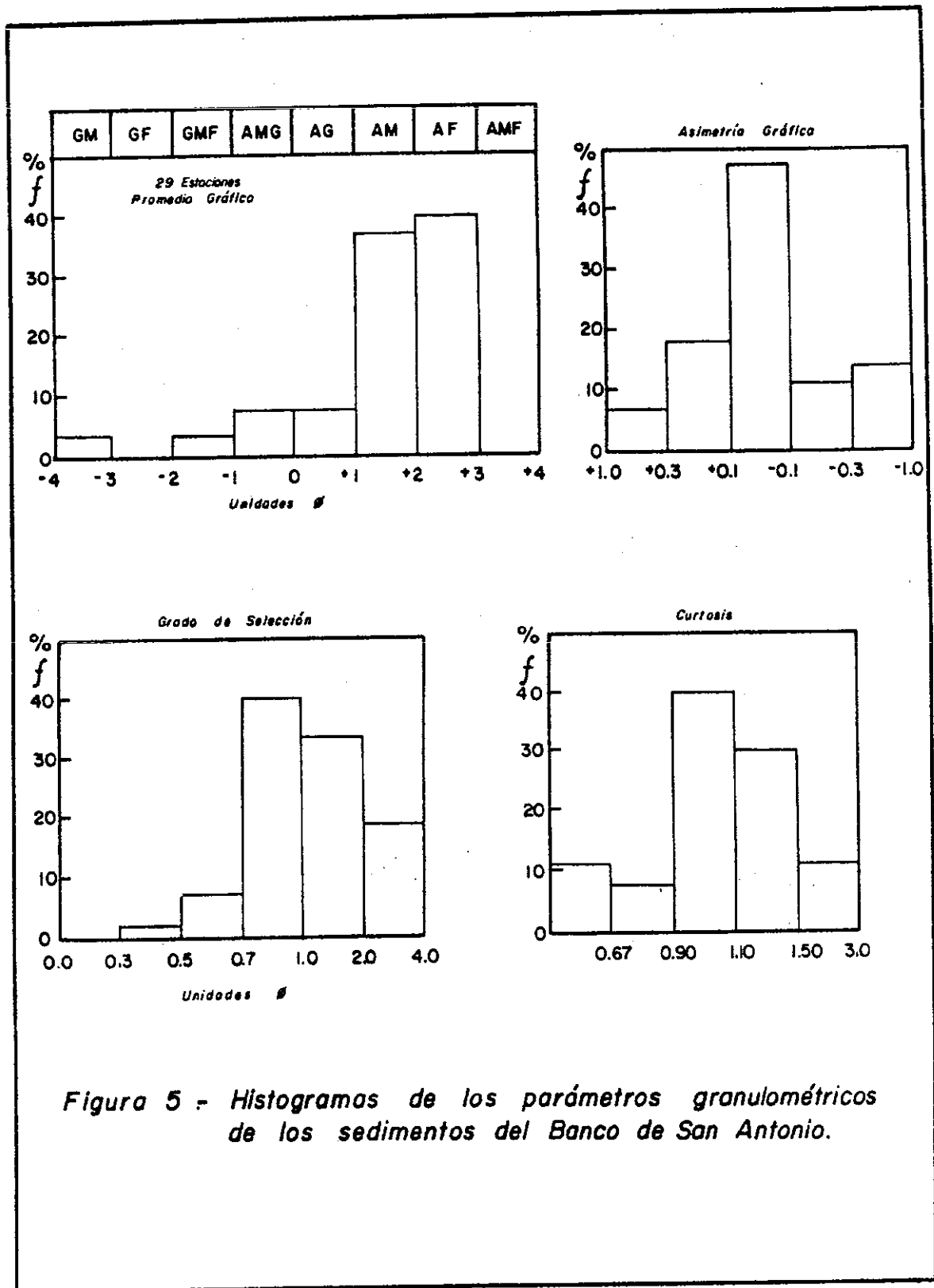


Figura 5 - Histogramas de los parámetros granulométricos de los sedimentos del Banco de San Antonio.

El histograma del promedio gráfico (Fig. 5), demuestra que el sedimento predominante en el 78% del banco, son arenas medias a finas con un diámetro de 0,25 mm y una permeabilidad teórica, según la fórmula de Krumbein y Monk (1942), de 176 darcys. Los sedimentos restantes, corresponden a gravas y arenas gruesas a muy gruesas, las cuales sugieren una gran competencia del medio ambiente para mezclar las fracciones finas y gruesas. Arealmente (Fig. 6), el promedio gráfico varía hacia el suroeste, encontrándose los materiales más gruesos en las cercanías de Punta San Antonio y los más finos en playa Lechagua.

TABLA 3. PARAMETROS GRANULOMETRICOS DE LAS MUESTRAS DEL SUSTRATO DEL BANCO SAN ANTONIO, ANCUD, X REGION

N°	Promedio gráfico	Grado de Selección	Asimetría gráfica	Curtosis
1	- 0,31	3,25	- 0,54	0,57
2	1,49	1,46	- 0,52	2,19
3	- 3,10	1,84	0,35	1,28
4	0,23	2,32	- 0,07	1,04
5	- 1,06	2,99	0,49	0,57
6	1,71	0,85	0,15	1,37
7	0,32	2,11	- 0,08	0,92
8	1,34	1,99	- 0,45	2,23
9	2,31	0,73	0,09	1,18
10	1,79	0,74	- 0,04	1,10
11	2,11	1,01	- 0,03	0,99
12	1,81	0,69	0,20	1,20
13	1,88	0,72	0,05	1,09
14	2,53	0,74	- 0,08	1,11
15	1,67	1,06	0,11	1,07
16	2,37	0,98	0,03	0,90
17	- 0,81	2,74	- 0,52	0,58
18	- 4,13	0,51	0,21	1,27
19	2,26	1,03	0,03	0,90
20	1,91	1,01	0,11	1,03
21	2,23	0,90	0,01	0,91
22	1,46	0,47	- 0,04	1,39
23	2,53	0,88	0,07	0,89
24	1,99	1,95	- 0,41	1,83
25	2,04	0,92	- 0,03	1,12
26	2,19	0,84	- 0,01	1,27
27	2,37	0,82	0,14	0,94
28	2,75	0,80	- 0,13	1,04
29	2,36	1,34	- 0,31	1,12

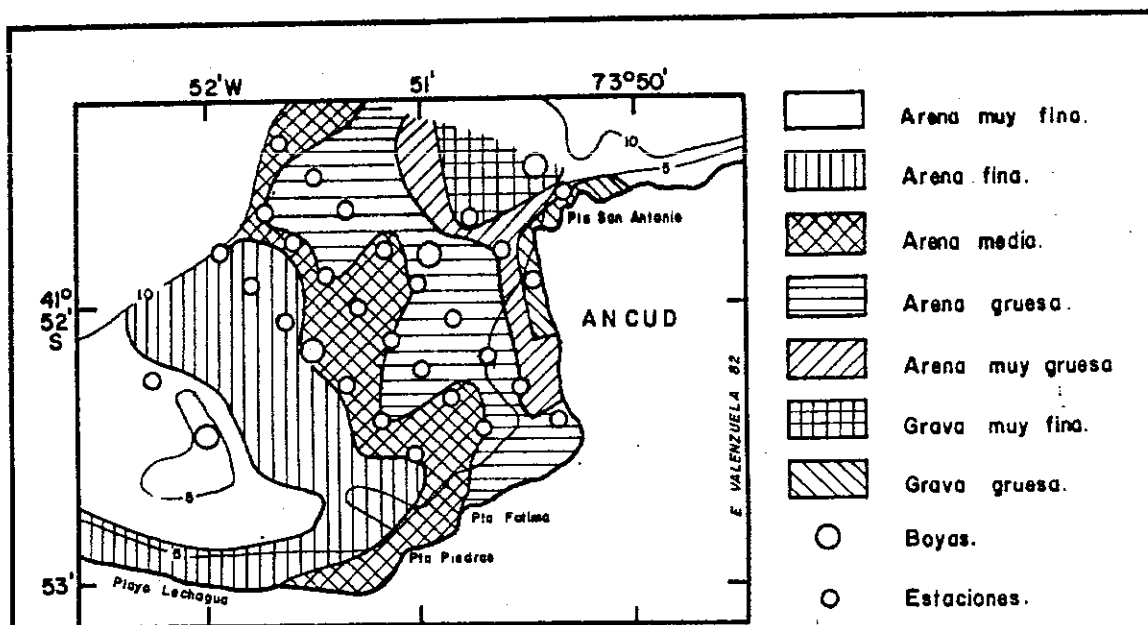


Figura 6 - Distribución areal del promedio gráfico en el Banco de San Antonio.

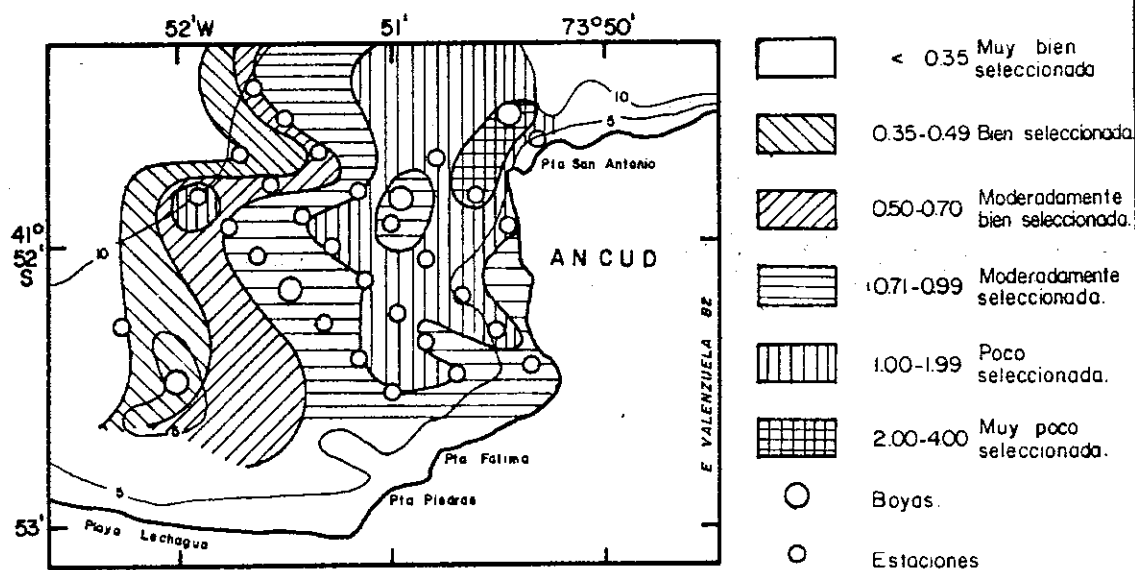


Figura 7.- Distribución areal del grado de selección de los sedimentos del Banco de San Antonio.

El histograma del grado de selección (Fig. 5), indica que el 93% de los sedimentos presenta un bajo grado de selección y sugiere que las partículas han permanecido estables en un mismo lugar por un tiempo relativamente prolongado. La distribución areal de este parámetro revela que el grado de selección aumenta con el acrecentamiento de la distancia hacia la boya 2, la cual se encuentra en el centro del banco (Fig. 7). Las isolíneas de esta figura, sugieren que la movilidad del sustrato alcanza su máximo a los 10 m de profundidad.

El histograma de la asimetría gráfica (Fig. 5) indica que el 48% de las muestras presenta una distribución Gaussiana normal y sugiere que el porcentaje restante proviene de por lo menos dos fuentes generadoras de partículas: una de carácter terrígeno (valores positivos) y otra de origen marino-fluvioglacial (valores negativos). Arealmente, la isolínea con un moderado exceso de finos (+0,3 a + 0,1), se ubica en el borde del banco (Fig. 8). Estas características, se interpretan como indicadores de una mayor turbulencia en las zonas con asimetría gráfica negativa, las cuales coinciden con el sector de máxima interferencia de olas y con la isóbata de los 10 metros, donde las olas de período corto tocan el fondo.

El histograma de la curtosis (Fig. 5), indica que el 41% de las muestras son mesocúrticas y que las restantes son platicúrticas o leptocúrticas. La distribución areal de este parámetro (Fig. 9), sugiere que las estaciones con muestras platicúrticas, se correlacionan con las zonas de máxima corriente e interferencia de olas .

Los antecedentes expuestos permiten concluir que el sustrato más favorable para las almejas es una arena media a gruesa, moderadamente o muy poco seleccionada, con una asimetría gráfica variable entre + 0,3 y - 1,0 y con una curtosis de 0,9 a 3,0. La velocidad mínima de las corrientes de marea que coexisten con este sustrato es del orden de 40 cm/seg. durante el mes de Diciembre de 1980.

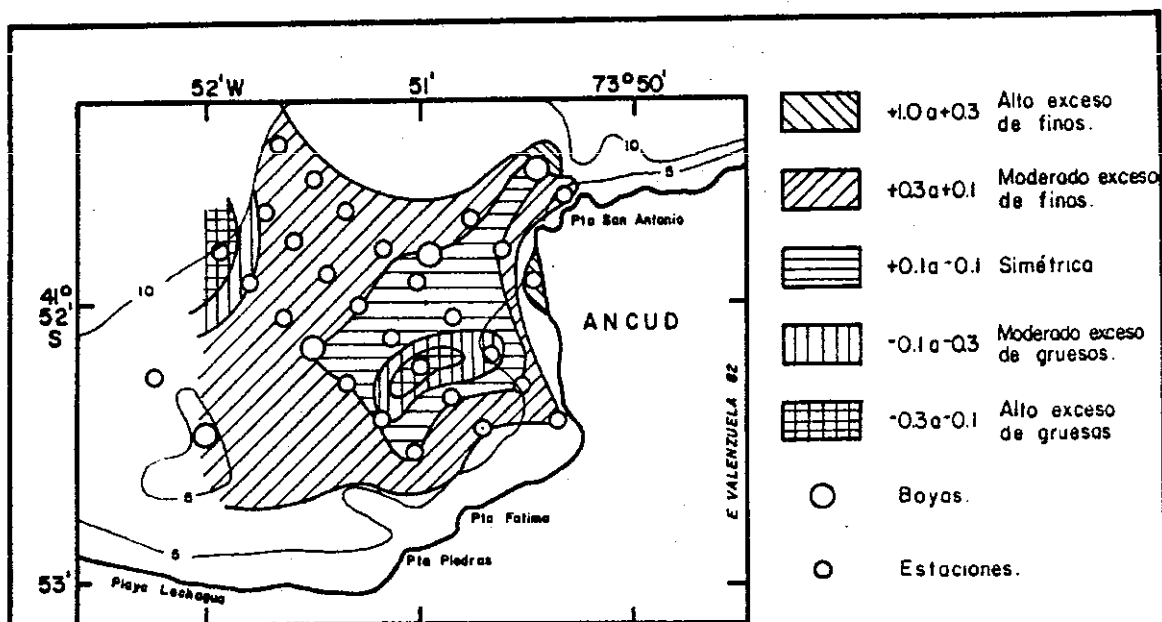


Figura 8 - Distribución areal de la asimetría gráfica de los sedimentos del Banco de San Antonio.

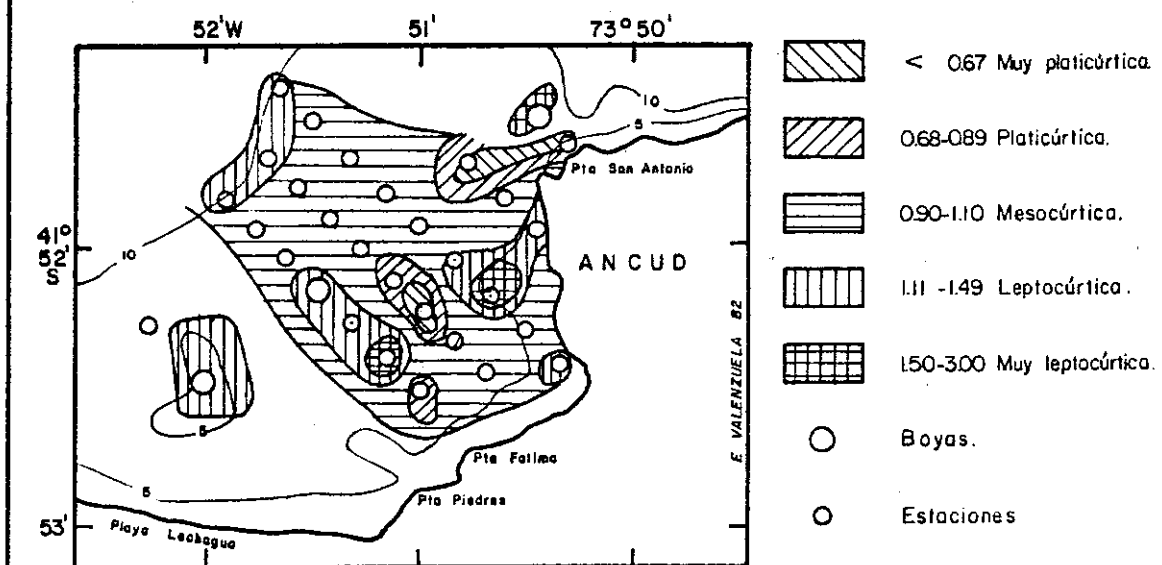


Figura 9 - Distribución areal de la curtosis de los sedimentos del Banco de San Antonio.

Cuarto Muestreo

Los parámetros granulométricos iniciales y finales de los cuatro tipos de sustrato que permanecieron durante nueve meses en el centro del banco de San Antonio, se indican en la Tabla 4, y sus respectivas curvas acumulativas se indican en las figuras 10 y 11.

Según Barrandeguy y Roa (1982), el crecimiento de las almejas inmersas en estos sustratos, fue directamente proporcional al promedio gráfico de los sedimentos y al contenido de Carbonato de Calcio de los mismos. En particular, el sustrato constituido por conchuela fué el más favorabable y la arena fina de Lechagua el menos favorable para el crecimiento de las almejas.

El estudio granulométrico de los materiales, indica que el tamaño final de las partículas aumentó en forma directamente proporcional al promedio gráfico de los materiales iniciales (Tabla 4; Figs. 10 y 11). La variación del promedio gráfico, sugiere la incorporación de partículas en el rango de 1 a 8 mm y la eliminación de finos en el rango 0,5 a 0,062 mm (Fig. 11). Cabe destacar que en la caja con conchuelas se depositó naturalmente una arena media, moderadamente seleccionada, simétrica y leptocúrtica, cuya curva acumulativa se indica en la figura 10 con el símbolo A - 1. Los antecedentes expuestos permiten inferir condiciones de aguas agitadas y turbulentas con velocidades de 40 a 80 cm/seg, capaces de transportar en suspensión y/o por saltación arenas medias a gruesas.

Finalmente se concluye que además de la granulometría gruesa y la composición mineralógica del sustrato, la presencia de corrientes de 40 a 80 cm/seg. y la permeabilidad alta del sustrato, favorecen el crecimiento óptimo de las almejas (Tabla 4).

T A B L A 4.

Parámetros granulométricos de los materiales usados como sustrato, en el experimento de crecimiento de la almeja. †

Nº *	PG Ø	GS Ø	AG	K	Permeabilidad en DARCYs
1 B	0,24	0,56	+ 0,03	0,98	1249
2 B	- 0,42	0,94	+ 0,16	0,99	4562
3 C	1,52	0,40	- 0,03	1,18	180
4 C	1,63	0,87	+ 0,05	1,12	248
5 D	2,04	0,92	- 0,28	1,19	147
6 D	1,97	0,92	+ 0,04	1,06	162
7 A	- 4,05	0,68	+ 0,12	1,04	539 x 10 ³
8 A	- 4,15	0,71	+ 0,21	1,02	638 x 10 ³

* Número impar = muestras iniciales
 * Número par = muestras finales
 A. Conchas de almejas fragmentadas
 B. Arena Gruesa de playa Pta. San Antonio
 C. Arena media de playa Lechagua
 D. Arena fina de la Boya 2, en el Banco San Antonio

† Barrandeguy y Roa (1982).

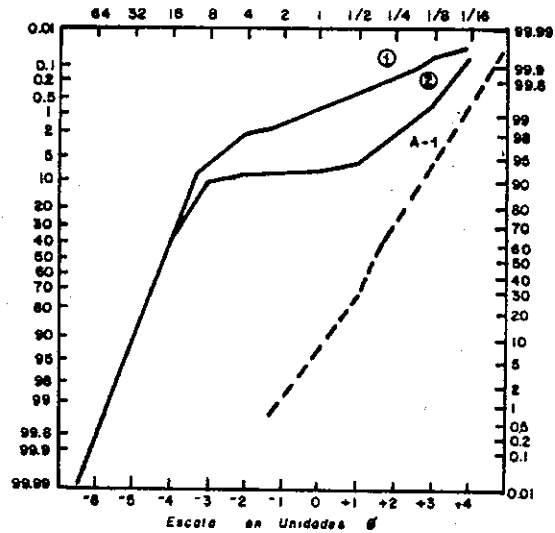


Figura 10 - Curva acumulativa del Sustrato A.

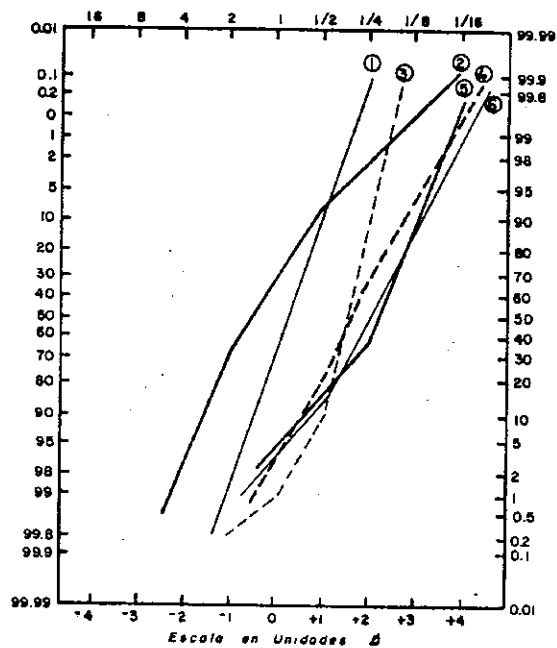


Figura 11.- Curvas acumulativas de los Sustratos B, C y D.

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece al señor Rodrigo Arcos R., por su colaboración tanto en terreno como en laboratorio. El trabajo fué parcialmente financiado por el Departamento de Geología y Geofísica de la Universidad de Chile, por SERPLAC X Región a propuesta del Instituto de Fomento Pesquero y por el Grant E-897-822 del Servicio de Desarrollo Científico Artístico y de Cooperación Internacional de la Universidad de Chile.

REFERENCIAS

- Barrandeguy, B., y Roa, L., 1982. Experiencia de crecimiento de *Ameghinomya* antigua (King.1831), en distintos tipos de sustratos durante Primavera-Verano de 1980, 1981, en Bahía Ancud. Tesis, Ingeniero de Ejecución, Inst. Prof. de Osorno.
- Folk, R., 1974. Petrology of Sedimentary Rocks. 182 p. Hemphill Pub. Co. Austin, Texas.
- Instituto Hidrográfico de la Armada de Chile, 1974. Atlas hidrográfico de Chile. Carta 703, Bahía de Ancud.
- Komar, P. D., 1976. Beach Processes and Sedimentation. 429 p. Prentice-Hall, Inc. New Jersey.
- Krumbein, W. C., y Monk, G. D., 1942. Permeability as a function of the size parameters of unconsolidated sand. Amer. Inst. Mining and Metallurgy Engrs. Tech. Pub. N° 1492, Petroleum Technol., July, p. 1-11.
- Ramorino, L., 1968. Pelecypoda del fondo de la bahía de Valparaíso. Rev. Biol. Mar. 13 (3): 175-186.
- Reineck, H. E., y Singh, I. B., 1980. Depositional Sedimentary Environments, 549 p. Springer-Verlag. Berlín.
- Retamal, M. A., y Yañez, L. A., 1973. Análisis cuali y cuantitativo de los decápodos de los fondos sublitorales blandos de la Bahía de Concepción, Chile. Gayana (Zoología), 23: 1-48.

- Shepard, F. P., 1973. Submarine Geology. 517 p. Harper and Row, New York.
- Stuardo, J., Soto, M. A., Andrade, H., y Aguilar, R., 1981. Características Granulométricas y Componentes Bioquímicos de los Sedimentos de Tres Estaciones Submareales de Valparaíso. Rev. Biol. Mar. 17 (2): 171-196.
- Valenzuela, E., y Reyes, E., 1980. Sedimentación Reciente en la plataforma submarina de Valparaíso. Rev. Biol. Mar. 17 (1): 149-169.
- Valenzuela, E. 1982. Estratigrafía de la boca occidental del Canal de Chacao, X Región, Chile. Actas III Cong. Geol. Chileno. Depto. Geociencias. Univ. Concepción.