

SEDIMENTACION RECIENTE EN LA PLATAFORMA SUBMARINA DE VALPARAISO

Eduardo Valenzuela A.* y Eduardo Reyes F.**

ABSTRACT. The sedimentological pattern and morphological characteristics of the Valparaíso continental shelf are described on the basis of 94 additional samples of terrigenous and biogenous sediments collected from 30 m to 600 m in water depth.

The shelf surface shows an inner sedimentary layer covering 90% of the shelf area and an outer discontinuous fringe of hard rock outcrops that are quite similar in lithology to the coastal crystalline basement. The dominante terrigenous sediments are little sorted silts and very fine sands. The subordinate biogenous sediments consist of benthic foraminifera sands that show increasing calcium carbonate content as the shoreward distance decreases.

INTRODUCCION

En la década de 1960 la Estación de Biología Marina de la Universidad de Chile, actualmente Departamento de Oceanología, inició el estudio del ambiente marino adyacente a Montemar (32°57'S; 71°33'W) mediante un registro sistemático de datos oceanográficos, meteorológicos y el muestreo de sedimentos de la impropriadamente denominada "bahía de Valparaíso" (Reyes 1967). En el presente trabajo se incorporan los resultados de un segundo muestreo sedimentológico, efectuado en el sector costero de Laguna Verde hasta la isobata de 600 metros de profundidad, el cual complementa los trabajos anteriores.

El objeto de este estudio es determinar la constitución de la plataforma submarina que enfrenta a Valparaíso y la composición de

* Departamento de Geología, Universidad de Chile, Casilla 13518, Santiago.

** Departamento de Oceanología, Universidad de Chile, Sede Valparaíso, Casilla 13-D, Viña del Mar.

Nota. Trabajo presentado a la Conferencia Interamericana de Ciencia y Tecnología de los Océanos, Valparaíso, abril 1979.

los sedimentos recientes. Además, se intenta establecer los factores que controlan la sedimentación del área.

La región estudiada (fig. 1) abarca el litoral, la plataforma y parte del talud continental. Su límite costero queda comprendido entre Concón por el norte ($32^{\circ}55'S$) y Punta Curaumilla por el Sur ($33^{\circ}06'S$). Su límite oceánico corresponde a una isobata recta, imaginaria, con un rumbo 025° en profundidad media de 600 m.

ANTECEDENTES

El sector en estudio corresponde a la superficie superior de una cuenca de sedimentación actual, que contiene un espesor significativo de sedimentos depositados sobre la morfología irregular del basamento metamórfico paleozoico. Scholl *et al.* (1970) mediante el análisis de perfiles sísmicos de reflexión, han diferenciado en este sector dos unidades: sedimentos sobrepuestos al basamento acústico, rellenando sus depresiones, los cuales se presentan levemente deformados, con inclinaciones variables entre 10 y 15 grados; y sobre ellos, una delgada cubierta sedimentaria, de hasta unas decenas de metros de espesor, que no presenta deformación.

La granulometría, el relieve y la naturaleza del fondo marino, correspondiente a parte de la superficie de la cubierta sedimentaria diferenciada por Scholl *et al.*, fue descrita anteriormente por Reyes (1967), como una base para ulteriores estudios del sector y como un documento informativo para operaciones pesqueras (Reyes 1974, inédito).

Fuenzalida (1965) intentó una primera clasificación de la biomasa pelágico-demersal en relación con los diversos tipos de fondos marinos de la región. Esta relación se encuentra implícita en las Cartas Pesqueras del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP 1970; 1977), las cuales muestran la batimetría y naturaleza del sustrato en términos de fondos rocosos, arenosos y fondos blandos.

Ramorino (1968) relacionó la profundidad y los sedimentos de la "bahía de Valparaíso" con la distribución, frecuencia y densidad media de los pecelípodos presentes entre las isobatas de los 20 y 200 m, agregando observaciones sobre la temperatura de las aguas de fondo y la concentración de oxígeno disuelto en las mismas.

El sector costero del área en estudio es extramadamente escabroso. Presenta una alternancia de acantilados rocosos y pequeñas

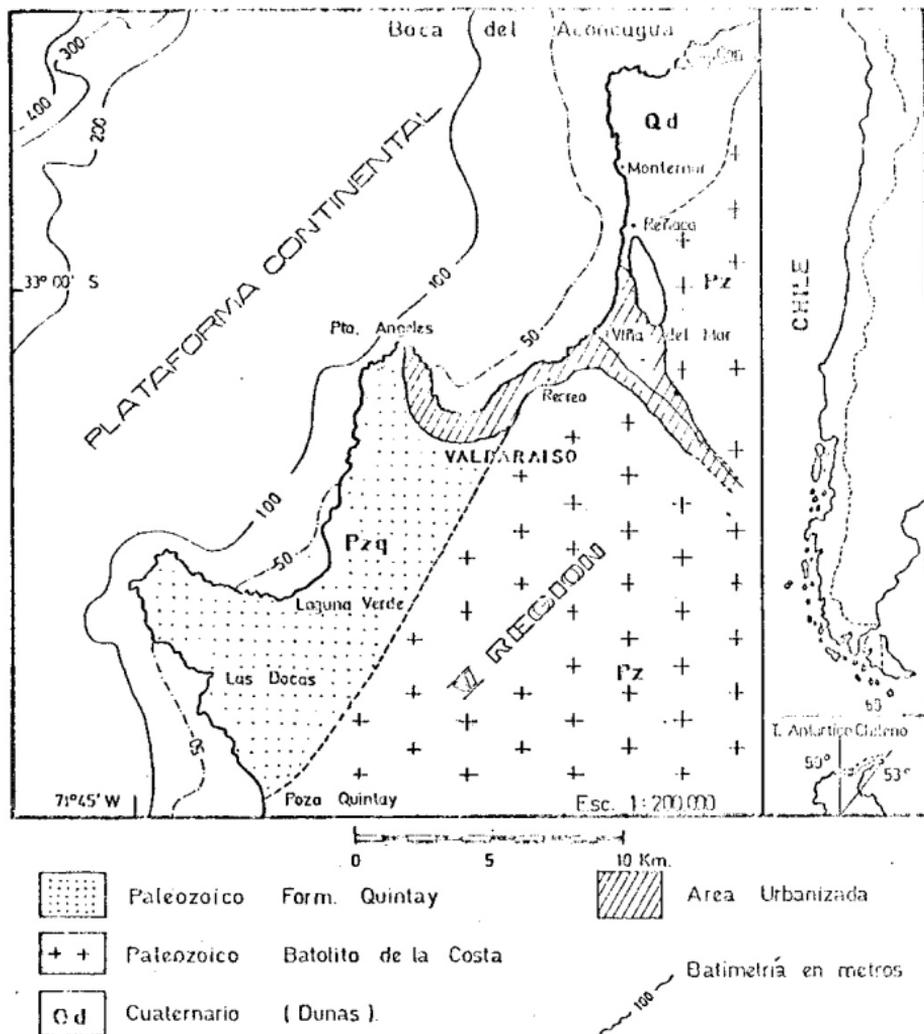


Fig. 1. Plano del área estudiada y bosquejo geológico, según Hervé 1976 y Alvarez 1964.

ensenadas, en las cuales existen playas arenosas de extensión inferior a los 750 m, exceptuando Las Salinas, cuya longitud es de aproximadamente 2.500 m. Alvarez (1964) ha proporcionado antecedentes que sugieren el carácter progradado de los depósitos marinos que constituyen el estuario del estero Marga-Marga y Sievers (1961) aporta antecedentes que sugieren retrogradación de las playas actuales por la acción de tsunamis.

El rasgo morfológico más relevante de la costa es la amplia gama de terrazas de abrasión marina, de las cuales se han reconocido cuatro niveles en el sector Punta Curauilla-Cerro Pichincura (Núñez y Saelzer 1950), nueve niveles en el sector Punta Angeles-Viña del Mar y dos niveles en el tramo costero Marga-Marga - Concón (Alvarez 1964).

La constitución litológica del complejo metamórfico y de la cubierta sedimentaria que constituyen la roca madre, de la cual provienen la mayor parte de los sedimentos depositados en la plataforma, fue descrita por Alvarez (1964), Hervé (1976) y González (1976).

Muestreo

La toma de muestras se efectuó entre los años 1963 y 1970, desde el buque oceanográfico EXPLORADOR de la Universidad de Chile en la zona de mar abierto, y desde una embarcación menor en el sector más costero. Como se indica en la figura 2, el área de muestreo no se aleja de 15 millas náuticas (27 km) de la costa, lo que permitió lograr bastante exactitud en la ubicación de las muestras. La situación geográfica del buque se determinó mediante demarcaciones a puntos notables de la costa y midiendo, con el radar, la distancia a ellos en el momento de tomar cada muestra. La profundidad del lugar fue medida con una ecosonda de registro gráfico permanente. Las muestras del sustrato se obtuvieron con un escandallo de 10 kg accionado por el torno del buque. El escandallo tiene en su extremo inferior dos cucharas de bronce que se cierran una contra otra por la acción de un resorte, al chocar con el fondo. La penetración de estas cucharas en el sustrato limoso o arenoso es del orden de 5 cm.

La densidad del muestreo correspondió, en promedio, a intervalos de una milla; sin embargo, en la franja más próxima al litoral la separación de las sondas se redujo a la mitad y a menor distancia cuando se advertían cambios en la naturaleza del fondo.

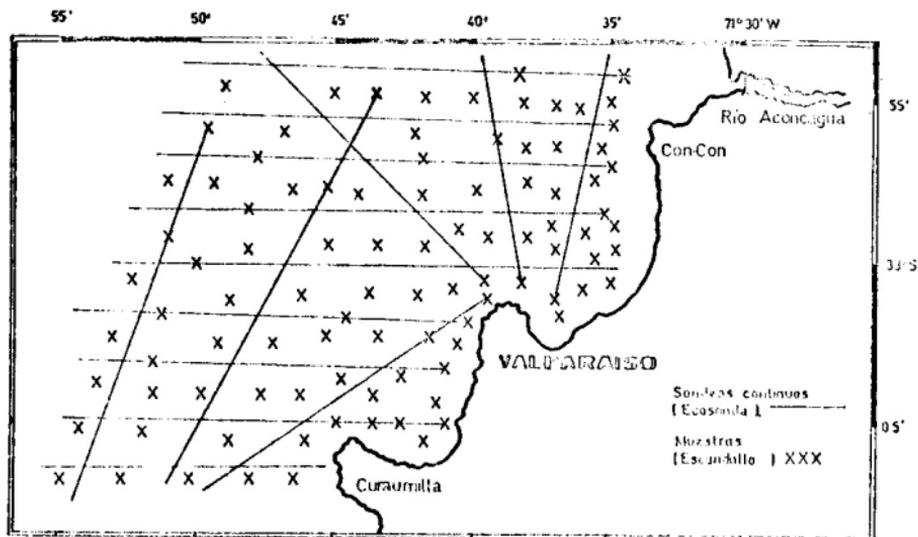


Fig. 2. Plano general del área de muestreo y sondajes del B/O "Explorador".

Las muestras obtenidas fueron secadas al sol y almacenadas en bolsas de polietileno. De cada una de ellas se separó aproximadamente 30 gramos para su posterior análisis granulométrico y petroológico.

Métodos de análisis

La granulometría de las 94 muestras recolectadas en el área fue analizada en el laboratorio de sedimentología del Departamento de Geología de la Universidad de Chile. Las fracciones gruesa y fina de estas muestras, que respectivamente corresponden a tamaños mayores y menores que 62.5 micrones, fueron analizadas según las técnicas sedimentológicas usuales descritas por Folk (1974); es decir, tamizaje en seco, con un set calibrado a un Phi* de intervalo y análisis de pipeta.

* La unidad Phi se define como: $\Phi = -\log_2 \frac{D}{D_0}$ en que D es el diámetro en milímetros de las partículas y $D_0 = 1 \text{ mm}$.

La petrología de los sedimentos se determinó en la totalidad de las 94 muestras, observando bajo un microscopio binocular la fracción gruesa. Los porcentajes relativos de los diversos componentes se calcularon mediante el método que a continuación se detalla:

- i) Se contaron e identificaron las partículas mayores que 250 micrones y se calculó el porcentaje en peso de los componentes, suponiendo una densidad media igual para el conjunto observado.
- ii) Se estimó el porcentaje relativo de las partículas de tamaño inferior a 250 micrones, mediante la carta de estimación de porcentajes visuales de Terry y Chilingar (1955).
- iii) Atendiendo a su abundancia relativa, las partículas fueron clasificadas en tres categorías:

- componentes mayores: presentes en más de un 25% del total de sedimento retenido en cada tamíz;
- componentes menores: presentes en porcentajes que varían entre un 2% y un 25% del sedimento retenido en cada tamíz;
- partículas traza: presentes en porcentajes menores a un 2% del total de sedimentos retenidos en cada tamíz.

RESULTADOS

Los sedimentos del área estudiada constituyen una mezcla, en proporciones variables, de una amplia gama de partículas, las cuales se han clasificado en términos de componentes mayores, menores y traza (tabla 1). En determinadas estaciones del muestreo algunos de los constituyentes indicados son componentes mayores, pero en otras estaciones aparecen como componentes menores o partículas traza.

Atendiendo al origen de los componentes, se ha confeccionado un mapa y un perfil, los cuales muestran la distribución areal y vertical generalizada del sustrato rocoso y de los sedimentos biógenos y terrígenos (figuras 3 y 4). En estas figuras los límites de las unidades indicadas son de transición y representan el predominio de un conjunto de componentes mayores. Los espesores indicados en la figura 4 se han inferido de las cartas batimétricas y morfológicas; por consiguiente, deben considerarse como una aproximación preliminar.

Tabla 1. Componentes mayores, menores y traza en la fracción gruesa de los sedimentos del área estudiada.

COMPONENTES MAYORES	COMPONENTES MENORES	COMPONENTES TRAZA
Cuarzo (1) "Pellets" arenosos "Pellets" limosos Fragmentos de conchas (2) Foraminíferos Calcáreos (3)	Mica Anfíbola Feldespato Oxidos de Fe Fragmentos líticos (4)	Epidota Clorita Carbón coke (*) Azarcón (*) Papel (*) Plástico (*) Madera (*) Tallos y Hojas Vértebras de peces Fragmentos óseos Tubos de poli- quetos Ostrácodos Pelos de pinipe- dios Algas Fragmentos de quitina Diatomeas Nannofósiles Foraminíferos Dientes de peces Espinas de equi- nodermos Espinas silíceas Radiolarios Briozoos

(1) Variedades de cuarzo: fibroso, ahumado, lechoso, traslúcido, esmerilado.

(2) Pelecípodos, gastrópodos, equinodermos, briozoos.

(3) Bentónicos en mayor proporción que planctónicos.

(4) Gnéisicos, esquistosos, graníticos, dioríticos, afaníticos.

(*) Contaminación ambiental por actividad humana.

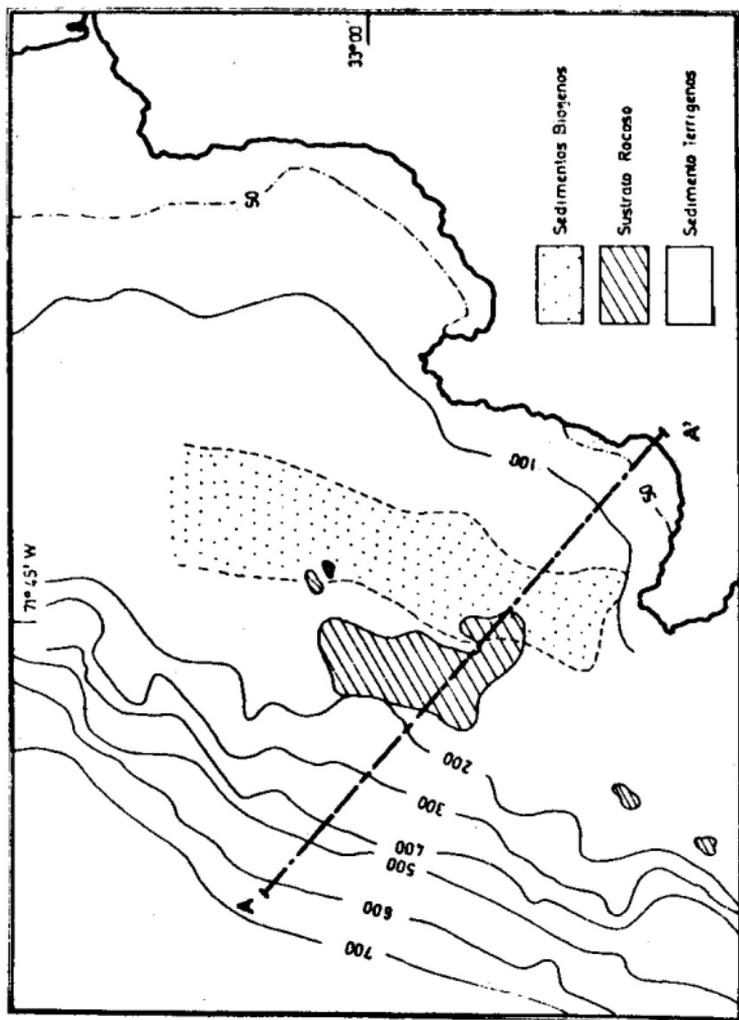


Fig. 3. Distribución areal generalizada del sustrato rocoso y de la cubierta sedimentaria. El trazo A-A' indica el perfil dibujado en la figura 4. Batimetría según carta 501 del Instituto Hidrográfico de la Armada, 1966 (Valenzuela, Reyes y Vergara, 1979).

Unidades del área

El muestreo del área y el análisis de los sedimentos permitieron diferenciar tres unidades: sustrato rocoso, sedimentos biógenos y sedimentos terrígenos (fig. 3). A continuación se describe detalladamente la naturaleza de estas unidades.

Sustrato rocoso

La naturaleza rocosa del fondo y su distribución areal es consistente con los resultados obtenidos por Reyes (1967) y por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP 1977). Sin embargo, los trabajos mencionados carecen de información sobre la litología del sustrato.

El análisis de los fragmentos líticos en once estaciones que delimitan el contorno del fondo rocoso, permite reconocer la presencia de tres tipos de rocas: granítica (*sensu lato*), metamórfica y filones.

PERFIL LAGUNA VERDE — PLATAFORMA CONTINENTAL
(RUMBO 310°).

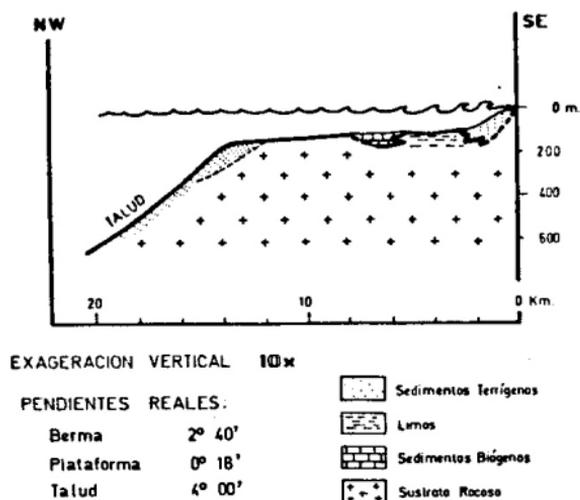


Fig. 4. Perfil Laguna Verde-plataforma continental, con rumbo 310°, correspondiente al trazo A-A' de la figura 3 (Valenzuela, Reyes y Vergara 1979).

Rocas graníticas: en seis de las estaciones se reconoció la presencia de fragmentos líticos de textura granular, fanerítica, compuesta por cuarzo, plagioclasa, anfíbola y biotita. Los minerales presentan formas cristalográficas definidas y tamaños de grano que varían entre 0.5 y 2 mm. Tales características sugieren la presencia de rocas graníticas de grano grueso, color claro y carácter ácido e intermedio.

Rocas metamórficas: en tres de las estaciones se reconocen fragmentos líticos que pueden atribuirse a rocas metamórficas por el aspecto fibroso de los cristales de cuarzo y anfíbola, y por la abundancia de partículas silíceas de color oscuro y grano fino, que aparecen asociadas a cristales de cuarzo ahumado. El tamaño de los granos varía entre 0.25 y 2 mm. Las partículas mencionadas aparecen mezcladas con la asociación mineralógica que tipifica a las rocas graníticas. El conjunto se interpreta como indicador de la presencia de rocas gneissicas y/o esquistosas.

Filonos: en dos estaciones se reconoció la presencia de abundantes fragmentos líticos deleznales, de color gris verde oscuro, con textura afanítica o microgranular. Al binocular, las partículas presentan formas reniformes, e internamente al partirlos, una fuerte alteración a clorita. Megascópicamente, los clastos líticos son en todo similares a los filones lamprofíricos que intruyen los granitos y gneisses del sector litoral entre Reñaca y Concón.

El sustrato rocoso inferido del análisis sedimentológico aflora en aproximadamente el 10% de la superficie del área estudiada (fig. 3). Si se considera que el muestreo fue hecho al azar, las proporciones en que aparecen los diversos tipos litológicos deberían ser semejantes a las observadas en el litoral. Alvarez (1964) indica que las rocas metamórficas del sector costero afloran aproximadamente en el 25% del área. La proporción indicada concuerda con el 27% que se obtiene en el presente trabajo para los afloramientos submarinos detectados en tres de las once estaciones de muestreo.

Sedimentos biógenos

Los sedimentos biógenos cubren aproximadamente el 10% del área estudiada y se encuentra a lo largo de una angosta franja adosada lateralmente al sector oriental del sustrato rocoso. La franja de sedimentos biógenos consiste esencialmente de caparzones de microfósiles y, en menor proporción, fragmentos de concha provenientes de la desintegración de macrofósiles. El conjunto se caracte-

riza por la gran abundancia de las caparazones calcáreas de foraminíferos y el carácter subordinado de otros microfósiles (ostrácodos, radiolarios, diatomeas y nannofósiles).

Los foraminíferos identificados (tabla 2) corresponden a formas resistentes a la disolución y en especial a formas bentónicas. A lo largo de la franja de sedimentos biógenos se detecta una variación hacia el sur en la composición global de los foraminíferos y en el porcentaje en peso del material calcáreo de los mismos. El cambio de composición se manifiesta por un aumento de las formas planctónicas, sin que éstas logren sobrepasar en ningún lugar a las formas bentónicas. A la distancia de 2 km del litoral (figura 5), se detecta un reemplazo total de los foraminíferos por fragmentos de concha provenientes de la macrofauna litoral. El aumento del porcentaje del material calcáreo hacia el sur, con la disminución de la distancia al litoral, refleja el aumento gradual del aporte de formas planctónicas. La relación inferida revela un

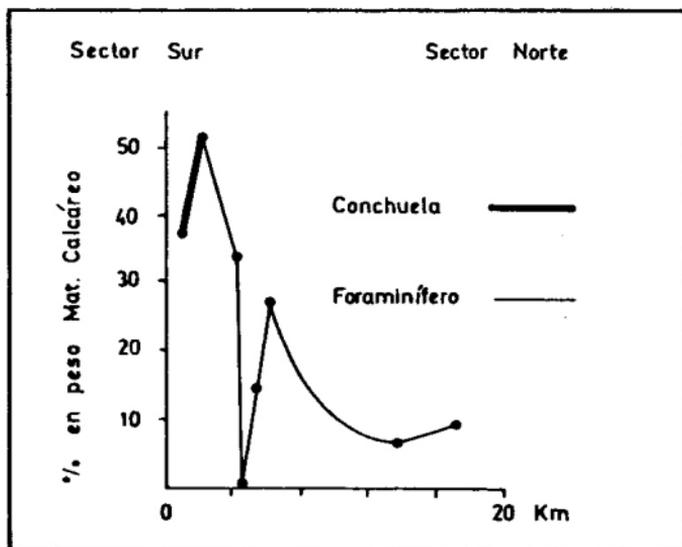


Fig. 5. Variación longitudinal del porcentaje en peso del material calcáreo contenido en la fracción gruesa de los sedimentos biógenos versus distancia horizontal, según Valenzuela, Reyes y Vergara 1979.

aumento de la productividad biológica asociada con los procesos de surgencia descritos por Silva (1973) en torno a Punta Curaumilla.

Tabla 2. Foraminíferos planctónicos y bentónicos observados en el área estudiada.

ESPECIES	ABUNDANCIA
<i>Orbulina universa</i>	(P)
<i>Globorrotalia truncatulinoides</i>	(Siniestral, T)
<i>Globocadrina dutertrei</i>	(P)
<i>Globocadrina dutertrei</i>	(P)
<i>Globorrotalia hirsuta</i>	(T)
<i>Bolivina</i> sp.	(A)
<i>Valvulineria</i> sp	(A)
<i>Bulimina</i> sp.	(C)
<i>Lenticulina cultrata</i>	(P)
<i>Sagrina</i> sp.	(C)
<i>Uvigerina</i> sp.	(C)

(A) abundante, más del 1% en peso de la muestra
 (C) común, 5 a 10 individuos en la muestra
 (P) pocos, 1 a 3 individuos en la muestra
 (T) traza, 1 individuos en la muestra

Sedimentos terrígenos

Los sedimentos terrígenos cubren aproximadamente el 80% de la superficie del área estudiada. Granulométricamente, varían desde gravas medias a limos medios, con un predominio de las fracciones comprendidas entre arenas muy finas y limos gruesos.

La fracción gruesa del 80% de las muestras analizadas sugiere una génesis múltiple de los sedimentos que se infiere de los criterios y características indicados en la tabla 3.

Los antecedentes expuestos indican que los sedimentos terrígenos provienen mayoritariamente de la desintegración de rocas

Tabla 3. Génesis de los sedimentos terrígenos presentes en la plataforma de Valparaíso. Las cifras entre paréntesis indican estaciones de muestreo.

CRITERIO	CARACTERISTICAS	ROCA MADRE
Fragmentos líticos (26)	Angulosos a subredondeados de color claro y grano medio a grueso. Con cuarzo, anfíbola, mica y feldespato (15)	Granitos (<i>sensu lato</i>)
	Subredondeados, afaníticos o microgranulares, color verde oscuro, alteración a clorita (5)	Filones (lamprofídicos?)
	Angulosos a subredondeados, platiformes, color gris oscuro, agregados policristalinos con mica y cuarzo (6)	Metamórfica
Asociación mineralógica (84)	Cuarzo, anfíbola, feldespato, mica, magnetita, hematita (84)	Ignea, metamórfica o sedimentaria
Forma de los cristales de cuarzo (84)	Hábito fibroso o planar, granos policristalinos, inclusiones carbonosas o hematíticas (6)	Gneiss o esquisto
	Granos equidimensionales, monocristalinos, incoloros o traslúcidos (76)	Igneas
	Variedad blanco lechosa con hábito hexagonal bipiramidal (2)	Vetas
Microtextura superficial de los cristales de cuarzo (43)	Granos subsféricos, esmerilados y pulidos, con impactos de percusión, estrías lineales, surcos paralelos y orificios de disolución incoloros de tamaño similar (43)	Granitos (s.l.) porfídicos, cuarcitas o sedimentos preexistentes

ígneas (78%) y en menor proporción de rocas metamórficas (22%). La coexistencia anómala de cristales de cuarzo subesféricos y esmerilados con granos de similar tamaño pero angulosos, sugiere que el 50% de los sedimentos estaría constituido por material redepositado (Valenzuela 1978).

Análisis granulométrico

En la región estudiada se detectó la presencia de una amplia gama de sedimentos, cuyo espectro varía desde gravas finas hasta limos medios. El conjunto está constituido predominantemente por limos gruesos y arenas muy finas que en total corresponden al 80% de las 94 muestras analizadas.

La tabla 4 muestra el porcentaje de frecuencia de los sedimentos y los parámetros granulométricos promedios, establecidos con un rango de confiabilidad igual a una desviación estándar. Los parámetros de las gravas y arenas muy gruesas deben considerarse como aproximaciones, debido a que la representatividad de los datos es directamente proporcional a la frecuencia.

Tabla 4. Porcentaje de frecuencia de los sedimentos de la plataforma de Valparaíso y parámetros granulométricos promedios. Frecuencia = f; promedio gráfico = PG; desviación estándar = DSg; asimetría SKg.

TIPO DE SEDIMENTO	% f	PG ϕ	DSg ϕ	SKg
Grava fina	1.06	-2.68	3.86	-1.20
Grava muy fina	1.06	-1.02	2.58	-0.47
Arena muy gruesa	1.06	-0.53	3.90	-0.25
Arena gruesa	4.26	0.52	2.03	-0.02
Arena media	4.26	1.80	1.02	-0.09
Arena fina	4.26	2.51	1.31	-0.30
Arena muy fina	36.17	3.50	1.27	-0.04
Limo grueso	44.68	4.43	1.78	-0.16
Limo medio	3.19	5.20	2.33	-0.05

Las curvas acumulativas que tipifican a los sedimentos se muestran en la figura 6. Si se exceptúan las arenas finas y los limos gruesos, las restantes curvas presentan una distribución normal y simétrica que se reconoce por el aspecto rectilíneo de las curvas y por el valor numérico de SKg (grado de asimetría) inferior a 0,10. La curva de las arenas finas y limos gruesos, presentan una leve curvatura hacia la derecha del gráfico. Esta característica revela un moderado exceso de finos respecto al modo de las curvas, lo que se comprueba por un valor numérico del grado de asimetría, superior a 0.10 en la tabla 4.

La desviación estándar de los sedimentos es una medida del grado de selección o clasificación de las partículas que depende del rango en tamaño de los materiales originales y de las condiciones de sedimentación.

La figura 7 muestra la distribución de la clasificación (desviación estándar) de las muestras versus el tamaño promedio de los sedimentos, expresado en unidades Phi.

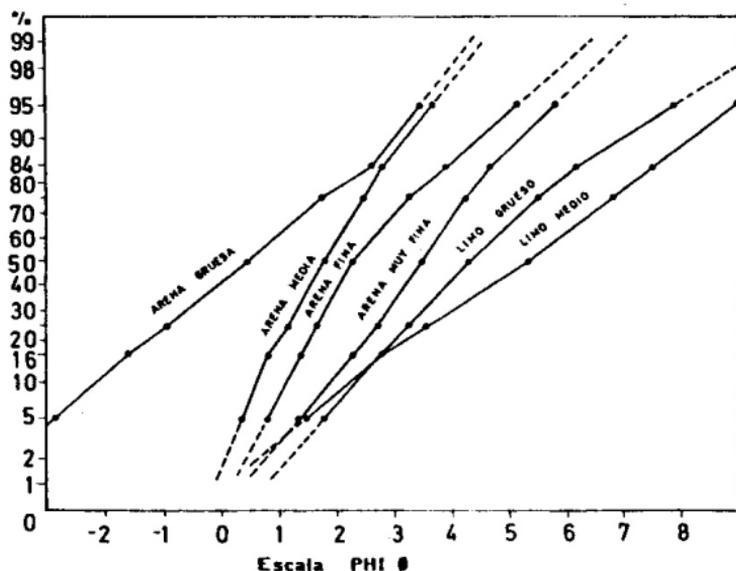


Fig. 6. Curvas acumulativas trazadas en papel normal de probabilidades de los sedimentos característicos del área: arena muy gruesa; arena gruesa; arena media; arena fina; arena muy fina; limo grueso y limo medio.

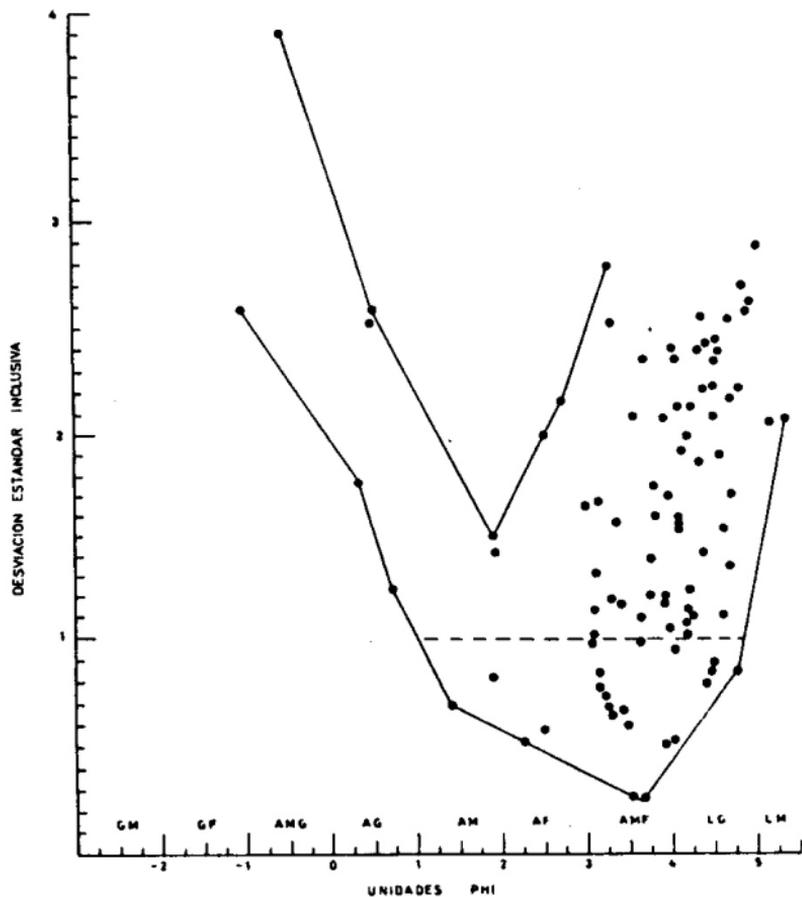


Fig. 7. Distribución de la clasificación (desviación estándar) de las muestras versus el tamaño promedio de los sedimentos expresados en unidades Phi.

La totalidad de las muestras siguen una distribución normal que se reconoce por la correlación positiva de la desviación estándar respecto del tamaño de las partículas, en el rango grava-arena fina, y por la correlación inversa en el rango arena muy fina-limo medio.

Comparativamente, el 80% de las muestras corresponde a sedimentos mal clasificados, con una desviación estándar mayor que 1.0 ϕ . El restante 20% son sedimentos bien clasificados que se agrupan mayoritariamente en el rango arena fina y muy fina. De la figura 7 se infiere la existencia de dos grupos de partículas originales:

- Gravas, formadas por fragmentos líticos provenientes de la desintegración de rocas ígneas y metamórficas.
- Arcillas finas y limos gruesos, que representan los productos residuales estables, liberados durante la meteorización de las rocas ígneas y metamórficas preexistentes.

DISCUSION

Los antecedentes y resultados expuestos demuestran que la plataforma continental de Valparaíso difiere substancialmente de los promedios mundiales recopilados por Shepard (1973). Las diferencias principales se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 5. Características de la plataforma de Valparaíso comparadas con los promedios mundiales establecidos por Shepard (1973).

CARACTERISTICAS	VALPARAISO	PROMEDIOS MUNDIALES
Ancho promedio	12 km	75 km
Pendiente promedio	0° 18'	0° 07'
Quiebre de pendiente	180 m	130 m
Pendiente talud superior	4° 00'	4° 17'
Cubierta sedimentaria	Limos y arenas	Arenas

La presencia de un centro de depositación en la zona interna de la plataforma y en la pendiente de la berma litoral (fig. 4) sugiere progradación mar afuera del prisma sedimentario reciente y un equilibrio textural de los sedimentos con el régimen hidráulico actual. En el sector norte del área, la desaparición del sustrato rocoso bajo la cubierta sedimentaria (fig. 3) y la posición de la isóbata de los 100 m, según Reyes y Romero (1977), indican que el aporte de los sedimentos provenientes del río Aconcagua intensifica la progradación del prisma sedimentario y desplaza el centro de depositación hacia el margen externo de la plataforma. Aparentemente el exceso de finos detectado en aproximadamente el 50% de los sedimentos del área (fig. 6; tabla 4) refleja la redistribución de la carga en suspensión por el río Aconcagua.

Si se compara la extensión areal del sustrato rocoso inferido en este trabajo (fig. 3) con la extensión determinada mediante las operaciones de sondajes del B/O "Explorador" (fig. 8), se observa que en esta última figura la extensión areal es tres veces mayor. La importancia económica de estas diferencias en la pesca con redes de arrastre justificaría un estudio detallado del problema. En las mismas figuras las diferencias morfológicas indicadas por las diferentes isóbatas pueden interpretarse como un artefacto cartográfico o como evidencia en favor de la progradación actual del prisma sedimentario.

La existencia de una franja de sedimentos biógenos y la ausencia total de arcillas en la plataforma indican la presencia de un umbral hidráulico entre el sector interno de la plataforma, con mayor energía, y el sector externo, con menor energía. En ambos sectores la turbulencia de las aguas de fondo mantiene en suspensión la fracción arcillosa de los sedimentos y las transporta más allá de la plataforma. El umbral hidráulico ubicado paralelamente a la franja de sedimentos biógenos se interpreta como indicador de una zona con perspectivas pesqueras favorables, seguramente asociada a fenómenos de surgencia y alta productividad planctónica.

CONCLUSIONES

La plataforma submarina de Valparaíso es un rasgo morfológico reciente cuya litología (rocas graníticas 55%; rocas metamórficas 27%; filones básicos 18%) es similar a la observada en el sector costero. La zona litoral corresponde genéticamente a una costa erosional labrada en rocas cristalinas homogéneas, con acantilados

marinos generados por falla y pequeñas playas o ensenadas.

Granulométricamente la cubierta superficial está formada por sedimentos terrígenos (80%) mal clasificados, constituidos por una mezcla en proporciones variables de limos y gravas, en la cual predominan los limos gruesos y las arenas muy finas. Genéticamente estos sedimentos representan los productos residuales estables, liberados por la meteorización de rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias existentes en la plataforma costera. En la plataforma los sedimentos terrígenos se encuentran en equilibrio textural con el régimen hidráulico actual.

La fracción biógena está constituida por foraminíferos mayoritariamente bentónicos (*Bolivina* sp.; *Valvulineria* sp.; *Sagrina* sp.; *Uvigerina* sp.) resistentes a la disolución. Hacia el litoral los foraminíferos son diluidos y reemplazados por fragmentos de concha.

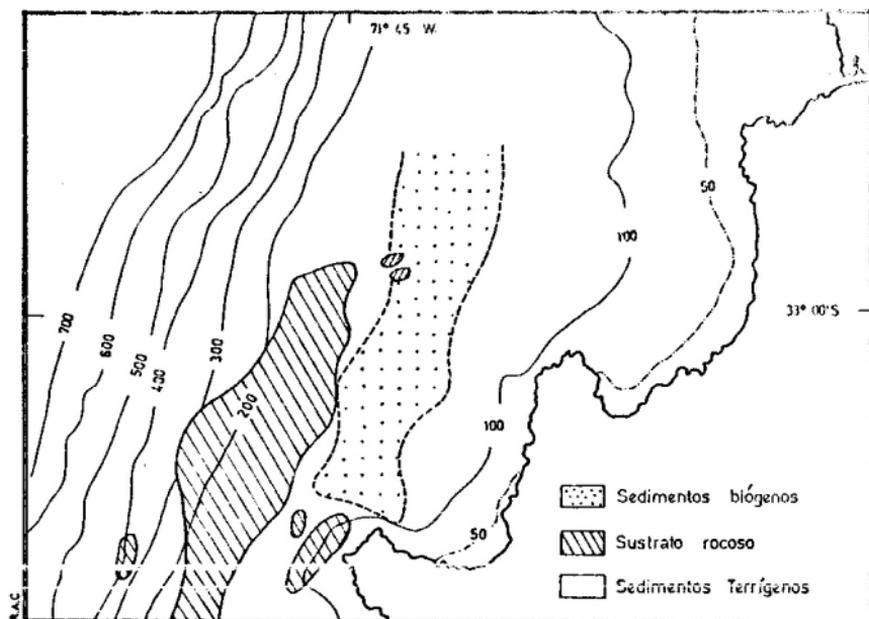


Fig. 8. Distribución generalizada del sustrato, basada en sondajes y análisis de muestras de fondo que realizó el B/O "Explorador" de 1963-1970.

La presencia de foraminíferos calcáreos bentónicos resistentes a la disolución indica que la interfase océano-sedimento se caracteriza por un pH cercano a 7.8 y un Eh superior a cero (oxidante).

La granulometría, composición petrológica, contenido fósil y distribución areal de los sedimentos revelan la progradación reciente del prisma sedimentario hacia el margen externo de la plataforma. Indican, además, la presencia de un umbral hidráulico paralelo a la franja de sedimentos biógenos que define un sector interno de mayor energía y un sector externo de menor energía. La coexistencia de estos factores se interpreta como indicadora de una zona con perspectivas pesqueras favorables asociada a surgencias y alta productividad planctónica.

REFERENCIAS

- Alvarez, L. Geología del área Valparaíso-Viña del Mar. Instituto 1964 de Investigaciones Geológicas. *Bol. N° 16*, p. 27-58.
- Folk, R.L. Petrology of Sedimentary Rocks. *Hemphill Pub. Co.* 1974 Texas.
- Fuenzalida, H. El mar y sus recursos. En: *Geografía Económica de Chile* 1965 Chile. CORFO p. 268-355.
- González, I. Sedimentología litoral de la provincia de Valparaíso, 1976 Chile. *Actas Primer Congreso Geológico Chileno*, Vol. II, p. 217-241. Depto. Geol., Fac. Cs. Fís. y Mat., Univ. de Chile.
- Hervé, F. Petrografía del basamento cristalino en el área de Laguna Verde-Quintay, Provincia de Valparaíso, Chile. En: *Actas Primer Congreso Geológico Chileno*. Vol. II, p. 125-143. Depto. de Geología, Univ. de Chile, Santiago.
- IFOP. IFOP-CHILE. Informe final FAO/SF: 90/Chi. 9, 149 p., Roma. 1970
- IFOP. Carta pesquera preliminar Pta. Papudo-Pta. Topocalma (in - 1977 forme interno).
- Núñez, M. y E. Saelzer. Las terrazas marinas entre Valparaíso y 1954 Algarrobo. *Inf. Geogr.*, Santiago.
- Ramorino, L. Pelecypoda del fondo de la bahía de Valparaíso. *Rev.* 1968 *Biol. Mar.* 13 (3): 175-186.
- Reyes, E. y H. Romero. Climatología e interacción océano atmósfera 1977 en la bahía de Valparaíso. *Rev. Biol. Mar.*, Depto. *Oceanología, Univ. de Chile*, 16 (2): 125-259.
- Reyes, E. Carta batilitológica de Valparaíso. *Rev. Biol. Mar.* 13 1967 (1): 59-69.

- Scholl, D.W.; M. Christensen, R. Huene and M. Morlow. Perú- Chile
1970 trench sediments and the sea floor spreading. *Geol. Soc.
Am. Bull.*, V. 81, p. 1339.
- Shepard, F. Submarine Geology. Harper and Row, Publishers. New
1973 York.
- Sievers, H. El maremoto del 22 de mayo de 1960 en las costas de
1961 Chile. Depto. de Nav. Hidrogr. de la Armada. Valparaíso.
- Silva, N. Variaciones estacionales de temperatura, salinidad y
1973 contenido de oxígeno en la zona costera de Valparaíso.
Inv. Mar., 4 (3): 89-112.
- Terry, R.D. and G.V. Chillingar. Summary of "Concerning some
1955 additional aids in studying sedimentary formations" by
M.S. Shvestson. *J. Sed. Pet.* 25 (3): 229-234.
- Valenzuela, E. Textura superficial en granos de cuarzo de la pla-
1978 taforma continental de Valparaíso, Chile. *Rev. Micr.
Elect.* 5 (1), Argentina.
- Valenzuela, E., E. Reyes y H. Vergara. Petrología sedimentaria del
1979 litoral y la plataforma continental de Valparaíso. Actas
2° 2° Congreso Geológico Chileno.