



# informe progresivo

nº  
133

Noviembre  
2000

## Estudio sedimentológico de la bahía de Paracas

*Federico Velazco*

*Juana Solís* .....

3

DGIO-61

Publicación periódica mensual de distribución nacional. Contiene información de investigaciones en marcha, conferencias y otros documentos técnicos sobre temas marítimos. EL INFORME PROGRESIVO tiene numeración consecutiva. Deberá ser citado como Inf. Prog. Inst. Mar Perú.

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU (IMARPE)

Esq. Gamarra y Gral. Valle, Chucuito, Callao.

Apartado 22, Callao, Perú.

Telf. 429-7630 / 420-2000 Fax: 465-6023

Email: [imarpe+@imarpe.gob.pe](mailto:imarpe+@imarpe.gob.pe)

**Asesora científica**

*Dra. Norma Chirichigno Fonseca*

**Editor científico**

*Dr. Pedro G. Aguilar Fernández*

© 2000. Instituto del Mar del Perú

*Esquina Gamarra y General Valle*

*Apartado Postal 22*

*Callao, PERU*

*Teléfono 429-7630 / 420-2000*

*Fax (511) 465-6023*

*E-mail: imarpe+@imarpe.gob.pe*

*Hecho el depósito de ley. N° 2001-0622*

*Reservados todos los derechos de reproducción total o parcial, la fotomecánica y los de traducción.*

*Impresión: Gráfica Técnica SRL*

*Calle Los Talladores 184, Urb. El Artesano - Ate*

*Teléfono: 436-3140 / 437-5842*

*Tiraje: 300 ejemplares*

*Terminado de imprimir: 30 marzo 2001.*

# ESTUDIO SEDIMENTOLÓGICO DE LA BAHÍA DE PARACAS

*Federico Velazco*      *Juana Solís*  
 Área de Geología Marina. DOQ.  
 DGIO. IMARPE.

## CONTENIDO

Resumen .....	3
1. Introducción .....	4
2. Material y métodos .....	5
3. Resultados .....	6
3.1 Observaciones de campo .....	6
3.2 Aspectos geomorfológicos .....	12
3.3 Granulometría y texturas sedimentarias .....	12
3.4 Materia orgánica total .....	14
3.5 Carbono orgánico .....	14
4. Discusión .....	16
5. Recomendaciones .....	20
6. Agradecimientos .....	22
7. Referencias .....	22
8. Anexo .....	22

## RESUMEN

Los sedimentos de la Bahía de Paracas corresponden a texturas limosas, limo arcillosas, arcilla y fango, asociados a bajas intensidades de corrientes. Los sedimentos predominantemente arenosos (arena y arenas limosas) se distribuyen muy cerca de la costa, en una estrecha franja que se amplía cerca de la desembocadura del río Pisco, principal fuente de material terrígeno. Cerca a la zona costera se incrementan la corriente y el oleaje, transportando el material más fino hacia lugares donde la corriente es menor y ocurre su sedimentación. Los procesos costeros ocasionan ciertas formas y relieves conocidos como “ripples”, que indican la dirección del transporte de los sedimentos. Existen zonas costeras donde se presentan mezclas de fango y arena (texturas de arcilla, arena arcillosa y fango), ubicadas en la zona sur de la bahía y hacia La Puntilla. Los fondos rocosos hallados frente a San Andrés están cerca de la línea de costa y allí se presenta la mayor energía hidrodinámica ocasionada por el oleaje.

Los altos contenidos de materia orgánica, hallados en sedimentos con predominio de la fracción limo y arcilla, están condicionados por el aporte de materia de origen biogénico, originada por la alta productividad biológica en la columna de agua, y también por partículas muy finas de desechos urbanos e industriales, que se incorporan al fondo por procesos de transporte y sedimentación. Los más bajos contenidos orgánicos, asociados a sedimentos con predominancia de fracciones de arena y origen terrígeno, se hallan presentes en la zona cercana a la línea de costa, en la bahía y frente a San Andrés, alrededor de la zona de fondos rocosos.

Se indica, además, que el interior de la bahía se ve ocasionalmente afectado por contaminantes al presentarse vientos norte y circulación marina con dirección sur. Sin embargo, es necesario profundizar los estudios para conocer detalladamente los procesos costeros, integrando además otras componentes de investigación.

## 1. INTRODUCCIÓN

SMITH (1968) ha realizado estudios sobre sedimentos marinos en la zona de Pisco y alrededores. Posteriormente, se han realizado trabajos sobre el contenido de materia orgánica en sedimentos efectuados durante la investigación acerca de la varazón ocurrida en 1995 (JACINTO *et al.* 1996) y también existen informes internos (VELAZCO 1999 a, b, c).

Se ha estudiado la importancia del sustrato del fondo marino, y sus características físicas y químicas, como factor abiótico condicionante de la distribución de organismos bénticos (KREBS 1985, VEGAS 1980). También se conoce que a través de diversos procesos geológicos y físico-químicos como sedimentación, adsorción y otros, los elementos contaminantes en forma particulada o iónica, se incorporan al sustrato del fondo marino, convirtiéndose en un peligro para las especies bénticas, afectando además la calidad del agua que está en contacto con él.

En la actualidad existen muchos estudios sobre contaminación en sedimentos marinos, sin embargo se conoce poco acerca de la naturaleza de ellos y de sus características físicas, químicas y mineralógicas, las cuales guardan estrecha relación con los contaminantes y con el contexto geológico de la zona estudiada.

En los estudios ambientales marinos deben incluirse aspectos geológicos (geoquímica, sedimentología y caracterización morfológica del fondo), que ayudarán a comprender los procesos que ocasionan la dispersión de los contaminantes, siendo posible determinar si un elemento considerado como contaminante forma parte del sedimento de manera natural o si es de origen antropogénico.

El presente trabajo forma parte del Proyecto de Investigación: “Estudio geológico del fondo marino en áreas de interés pesquero y medio ambiental (1998) en la bahía de Paracas”, con la finalidad de obtener información básica que sea de utilidad para cualquier otro estudio en sedimentos relacionado con procesos de transporte, geoquímica, contaminación marina, recursos, biodiversidad, etc.

Los objetivos del proyecto, son:

1. Conocer las características del fondo marino, estudiando la distribución granulométrica de los sedimentos, sobre la base del estudio comparativo de muestras en perfiles ubicados estratégicamente en la Bahía de Paracas y muestras complementarias.
2. Conocer la distribución del contenido de materia orgánica y carbono orgánico en sedimentos de la Bahía de Paracas.
3. Proyectar la información hacia actividades como la acuicultura, pesca, estudios ambientales, evaluación de recursos bentónicos, ecología, ingeniería costera, etc.

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS

El área de estudio (Fig. 1) comprende la Bahía de Paracas, entre Punta Pejerrey y Playa Media Luna (HIDRONAV 1988) 13° 44' a 13° 51' S y 76° 13' a 76° 17' 30" W, hasta profundidades cercanas a los 20 m.

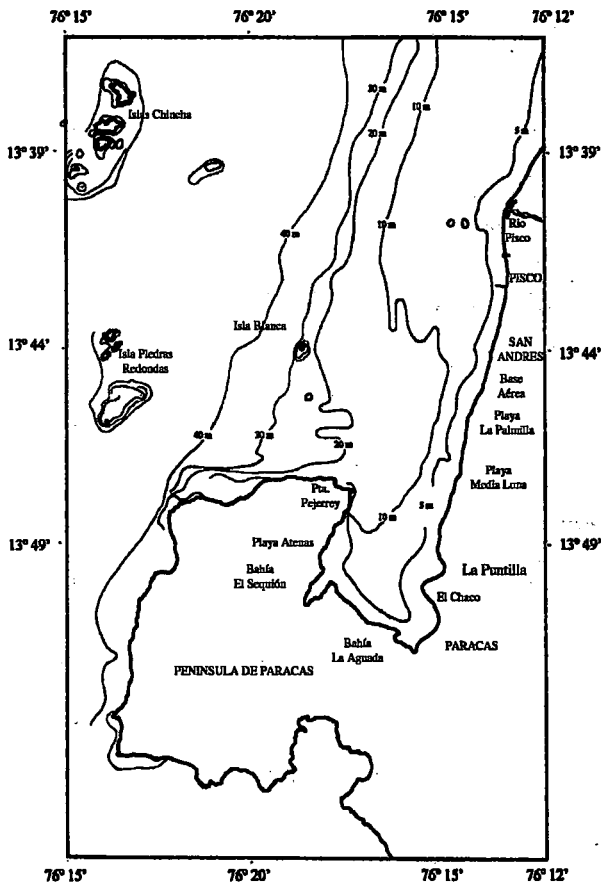


FIGURA 1. Batimetría del área de estudio, basada en la Carta de Navegación de Pisco (HIDRONAV 2171).

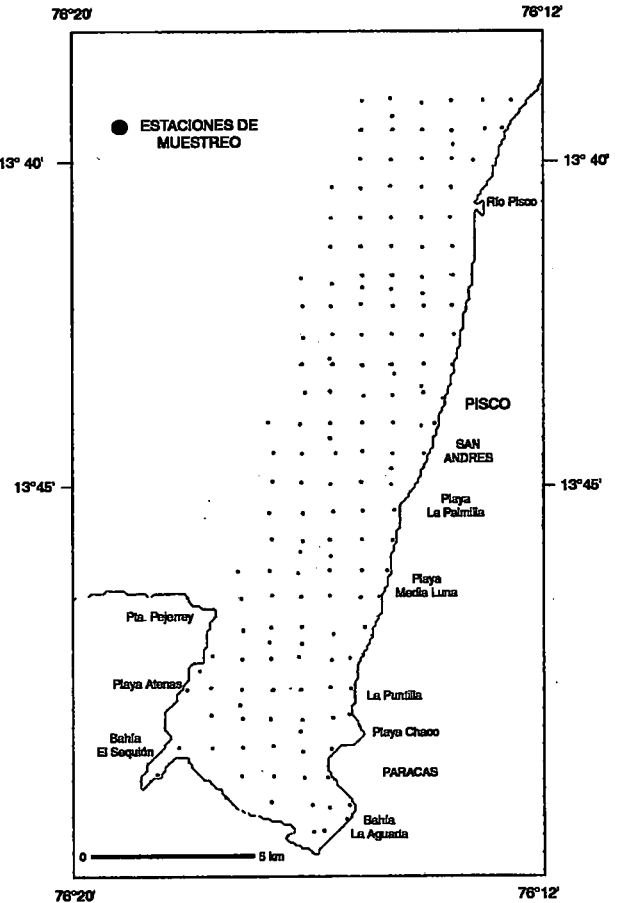


FIGURA 2. Ubicación de estaciones de muestreo de sedimentos marinos en la bahía de Paracas.

Para la ubicación de las 164 estaciones (Fig. 2) se usó el navegador GPS (Global Positioning System) GARMIN 45, teniendo como mapa base la carta batimétrica de Pisco N° 2171, de la Dirección de Hidrografía y Navegación a escala 1:50.000, la cual se adecúa a los objetivos del estudio. La red de muestreo se realizó siguiendo los criterios establecidos para este tipo de estudios (GOLTERMAN *et al.* 1983) incluyendo 8 perfiles (Fig. 3).

El muestreo se realizó mediante el buceo autónomo utilizando una draga tipo Eckman accionada manualmente, colectándose sólo los primeros 3 cm del sedimento superficial (Fig. 4).

Paralelamente con un compás submarino se tomó nota *in situ* de las estructuras sedimentarias, que indican la dirección del transporte de sedimentos y además la compactación, condiciones ambientales, profundidad, etc. Se tomaron algunas fotografías submarinas en lugares donde las condiciones de visibilidad lo permitieron.

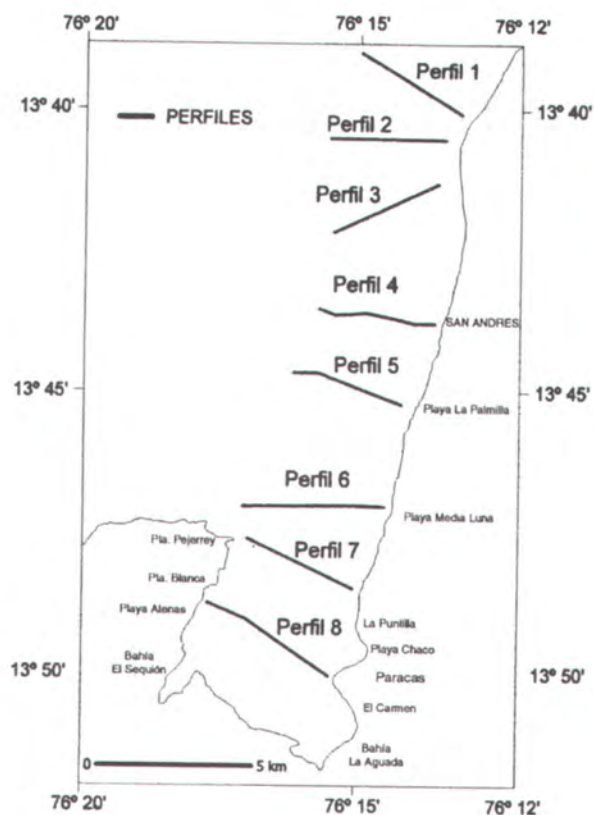


FIGURA 3. Ubicación de perfiles de muestreo de sedimentos en la bahía de Paracas, para el estudio comparativo de la granulometría.



FIGURA 4. (1) GPS, (2) Draga Eckman y (3) muestra de sedimento extraída.

El análisis granulométrico se realizó con tamices (INGRAM 1971) y pipeta (GALEHOUSE 1971); la determinación del contenido de materia orgánica total se hizo por el método de pérdida de peso por ignición (DEAN 1974).

La determinación de las texturas sedimentarias se realizó de acuerdo al diagrama de SHEPARD (1954). Para los cálculos se utilizó el paquete estadístico Excel y los mapas de distribución y block diagrama, se graficaron mediante el uso del paquete Surfer (WIN 36).

Los resultados presentados corresponden a la integración de observaciones del fondo en cada estación (cuando las condiciones de visibilidad lo permitieron), estudio de mapas de la zona de estudio y análisis en el laboratorio de materia orgánica y granulometría de las muestras. Todos los valores obtenidos de los análisis representan el porcentaje del peso del total del sedimento seco.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Observaciones de campo

La descripción visual del sedimento húmedo *in situ*, y luego de ser descongeladas las muestras, permitió hacer algunas observaciones respecto al tipo de fracción orgánica presente, coloración, olor, presencia de algunos minerales, etc.; los cuales permiten mayores precisiones sobre el tipo de ambiente del cual provienen (Tabla I).

Tabla 1. Estudio geológico del fondo marino en áreas de interés pesquero y medio ambiental - Bahía de Paracas.

Est.	Prof. (m)	Observaciones
1	5,00	fango con arena, color verde oliva, olor H <sub>2</sub> S
2	2,80	fango color verde oliva, olor H <sub>2</sub> S
3	6,00	fango, color verde oliva, olor H <sub>2</sub> S, dir.corriente: 90°- 120°
4	4,00	arena, con capa milimétrica color marrón, tubos de poliquetos
5	1,70	arena, abundantes algas ( <i>Ulva</i> sp.)
6	2,00	fondo tapizado de conchuelas del tamaño de grava y arenas
7	6,00	fango verde oliva, con capa milimétrica color marrón, olor H <sub>2</sub> S
8	6,00	fango color verde oliva con superficie color marrón, olor H <sub>2</sub> S
9	1,70	fango y arena, verde oliva, olor H <sub>2</sub> S lig., algunas conchas de abanico
10	1,50	fango y arena, verde oliva, sin olor, algunas conchas de abanico
11	2,00	arena y fango, presencia de conchas de abanico y tubos de poliquetos
12	1,00	arena
13	3,00	arena y cantos aislados, dir. de corriente 90°-270°
14	8,00	arenoso, tubos de poliquetos, ab. part. en suspensión, dir. 90° - 120°
15	12,00	fango verde oliva, olor H <sub>2</sub> S, dir. partículas en suspensión 90°- 270°
16	15,00	fango gris verdoso, olor H <sub>2</sub> S, dir. partículas en suspensión 90° - 270°
17	12,00	fango verde oliva, olor H <sub>2</sub> S, ondulaciones dir. corriente 90°- 270°
18	9,00	fango verde oliva, olor H <sub>2</sub> S, dir. part en suspensión 90°-270°
19	4,00	arena con cantos, corriente fuerte
20	6,00	fango, olor H <sub>2</sub> S, dir. corriente 120° - 300° a 150° - 330°
21	8,00	fango verde oliva, olor H <sub>2</sub> S, ondulaciones con dir. corriente 120° - 300°
22	10,00	fango verde oliva, olor H <sub>2</sub> S, dir., part . susp., 90° - 270° a 120° - 300°
23	8,50	fango verde oliva, olor H <sub>2</sub> S, agujero Echiura, dir. corriente 120° - 300°
24	7,50	fango verde oliva, olor H <sub>2</sub> S, agujero en el fondo.
25	7,00	fango verde oliva, olor H <sub>2</sub> S, capa superficial marrón (mm).
26	7,00	fango verde oliva, olor H <sub>2</sub> S, capa superficial marrón (mm), part. en suspensión.
27	7,00	fango verde oliva, olor H <sub>2</sub> S, part. en suspensión Echiura, poliquetos.
28	4,00	fango y arena, abundante <i>Ulva</i> , tubos de poliquetos.
29	8,00	fango verde oliva, olor H <sub>2</sub> S, capa sup. marrón, agujeros Echiura
30	8,00	fango verde oliva, olor H <sub>2</sub> S, capa sup. marrón, agujeros Echiura
31	9,00	fango verde oliva, olor H <sub>2</sub> S, capa sup. marrón, agujeros Echiura
32	12,00	fango verde oliva, olor H <sub>2</sub> S, ripples dir. 100° - 280°. <i>Squilla</i>
33	22,00	fango verde oliva, capa sup. marrón, ondulaciones irreg. dir. 90°-270°
34	22,00	fango verde oliva, capa sup. marrón, marcas de organismos dir. 0°-180°
35	15,00	fango verde oliva, capa sup. marrón, marcas de organismos dir. 0°-180°
36	9,50	fango verde oliva, olor H <sub>2</sub> S, capa sup. marrón, ausencia de corriente
37	11,50	fango verde oliva sin olor
38	12,00	fango verde oliva, olor H <sub>2</sub> S, capa superficial marrón (mm), agujeros con <i>Squilla</i> .
39	12,00	fango verde oliva, olor H <sub>2</sub> S, capa marrón (mm), ripples, dir. corriente. 120° - 300°.
40	16,00	fango verde oliva, capa sup. marrón (mm), ondulaciones irreg. 110°-290°
41	18,00	fango verde oliva, olor H <sub>2</sub> S, part., en suspensión dir. 120° - 300°.
42	15,00	fango verde oliva, olor H <sub>2</sub> S, ondulaciones irregulares con dir. 120° - 300°, poliquetos.
43	12,00	fango gris verdoso, olor H <sub>2</sub> S, ondulaciones con dir. cte. 90° - 270°.
44	8,00	arena, ripples con dir. cte., tubos de poliquetos
45	4,00	fondo rocoso de cantos y bloques, cubiertos por briozoos, y <i>Balanus</i>
46	13,00	fango gris verdoso, olor H <sub>2</sub> S, pres., tubos poliquetos, Enteropneusta.
47	15,00	fango verde oscuro, olor H <sub>2</sub> S, no se observó estructuras, sin corriente.
48	18,00	fango gris verdoso, olor H <sub>2</sub> S, ondulaciones irregulares.
49	19,00	fango gris verdoso, olor H <sub>2</sub> S, capa superficial marrón.
50	18,00	fango verde oscuro, capa superficial marrón (0.5 cm)
51	17,00	fango marrón verdoso, capa sup. marrón 1,5 cm, abund. part. en suspensión
52	16,50	fango marrón verdoso, capa sup. marrón 1,5 cm, abund. part. en suspensión
53	16,50	fango marrón verdoso, olor H <sub>2</sub> S, ripples dir. 90°, partículas en suspensión.
54	13,50	fango gris verdoso, olor H <sub>2</sub> S lig., agujeros de organismos, part. en suspensión .
55	14,00	fango marrón verdoso, sin olor
56	15,00	fango gris verdoso, part. en suspensión, Echiura
57	12,00	fango con arena fina, verde oliva

continúa...

... viene

Est.	Prof. (m)	Observaciones
58	10,50	arena, ondulaciones irregulares dirección de corriente 90°-270°
59	10,50	fango arenoso, olor H <sub>2</sub> S, dirección corriente 90° - 270°.
60	4,00	cantos y bloques, dir. cte. 90°-270°, Serpúlidos, actinias, tubos poliquetos, bivalvos.
61	2,40	fondo rocoso de cantos y bloques
62	4,00	fondo rocoso de cantos cubiertos por <i>Balanus</i> , tubos de poliquetos
63	2,30	fondo rocoso de cantos.
64	6,00	zona de cambio entre facies arenosa hacia fondos de cantos y bloques
65	2,50	fondo rocoso de cantos y bloques
66	7,50	arena y cantos aislados, presencia de <i>Ulva</i>
67	15,50	fango marrón verdoso, olor H <sub>2</sub> S, ondulac. irreg. dir. corriente 90° - 270°, agujeros org.
68	18,00	fango marrón verdoso, olor H <sub>2</sub> S, ondulac. irreg. dir. corriente 90° - 270°, marcas org.
69	16,00	fango marrón verdoso, olor H <sub>2</sub> S, ondulac. irreg. dir. corriente 90° - 270°, marcas org.
70	15,00	fango marrón verdoso, debajo hay sedimento gris oscuro, dir. cte. 90°-270°
71	13,00	fango marrón verdoso, sobre sed. gris verdoso dir. cte. 90°-270°, agujeros org.
72	12,00	fango marrón verdoso, sobre sed. gris verdoso dir. cte. 90°-270°, agujeros org.
73	13,00	sedimento igual ant., ondulaciones irreg. dir. cte.90°-270°, poliquetos.
74	14,50	sed. igual ant., ondulac. irreg. dir. cte.90°-270° a 120°-300°, pol., Echiura
75	15,00	fango gris verdoso, cte. vaivén, Echiura.
76	12,00	fango gris verdoso, sobre sed. compacto negro,.
77	12,00	fango verde parduzco, dir. cte. 90°-270° a 60°-240°, presencia de caracolitos
78	11,50	fango marrón verdoso, ondulaciones 90°-270 a 60°-240°
79	9,50	fango marrón verdoso, ondulaciones 90°-270 a 60°-240°
80	9,50	fango marrón verdoso, dir. cte. 90°-270 a 60°-240°
81	10,50	fango limoso, marrón verdoso, olor H <sub>2</sub> S.
82	8,50	arena fina,ripples dirección 90°-270°, abundantes conchuelas
83	3,00	zona de arena y fond. de cantos, bloques, ripples dir. 90°-270° a 120°-300°
84	5,00	fondo rocoso de cantos cubiertos de <i>Balanus</i> , briozoarios, dir. cte. 90°-270°
85	2,00	fondo rocoso
86	7,50	fondo cantos y arena, corriente de vaivén, conchuelas
87	8,00	fondo cantos y arena
88	2,00	fondo rocoso de cantos cubiertos de <i>Ulva</i>
89	12,00	fango marrón verdoso, capa sup. marrón 5 mm. , olor H <sub>2</sub> S.
90	10,50	fango verde olivo , dir. cte . 120° - 300°, olor H <sub>2</sub> S, agujeros org. Echiura.
91	10,00	fango verde olivo, capa sup. marrón 1 mm. , olor H <sub>2</sub> S, presencia de <i>Thioploca</i> .
92	9,50	sedimento igual al ant., dir. cte. 0°-30° <i>Thioploca</i> , Echiura
93	8,80	sedimento igual al ant., dir. cte. 0°-30° <i>Thioploca</i> , agujeros de organismos
94	5,50	sed. igual ant. dir. de marcas de organismos norte 0°, abundantes tubos de poliquetos
95	6,00	sed. igual ant., marcas de organismos y partículas dir. 0°-180°, abund. tubos de pol.
96	4,50	arena gruesa con grava de conchuelas, abundantes tubos de poliquetos
97	4,00	arena gruesa con grava , capa superficial marrón, abundante concha de abanico
98	5,00	fango marrón verdoso (10 cm), capa sup. marrón, fond. aren., ulva, conchas de abanico
99	2,00	arena y fango, cantos de rocas sedimentarias, conchas de abanico
100	2,00	arena y fango, concha de abanico
101	10,00	fango arcilloso marrón, bioturbación, tubos de poliquetos
102	11,00	fango marrón verdoso, olor H <sub>2</sub> S.
103	11,00	fango marrón verdoso, olor H <sub>2</sub> S.
104	12,00	fango marrón verdoso, agujeros de organismos, Echiura.
105	11,50	fango marrón verdoso, abundantes tubos de poliquetos
106	11,00	fango marrón verdoso, tubos de poliquetos
107	10,50	fango con una capa marrón superficial, debajo fango compacto grisáceo
108	9,00	fango marrón en superficie debajo fango compacto gris, tubos de poliquetos
109	9,50	fango marrón superficial, agujeros de organismos
110	8,00	fango marrón superficial, sobre fango compacto negro, olor H <sub>2</sub> S.
111	8,00	fango marrón verdoso en superficie, sobre fango marrón plumizo
112	9,00	fango marrón plumizo, agujeros de organismos
113	9,50	fango marrón verdoso, sobre fango negro
114	10,00	fango marrón verdoso, olor H <sub>2</sub> S.

continúa..



... viene

Est.	Prof. (m)	Observaciones
115	9,00	fango marrón verdoso, olor H <sub>2</sub> S.
116	8,00	fango marrón superficial, sobre fango compacto negro
117	3,00	arena, fondo rocoso, presencia de Polyplacophora
118	7,50	fango con arena, tubos de poliquetos
119	8,50	fango marrón verdoso, Echiura
120	9,50	fango marrón verdoso, sobre fango gris oscuro
121	9,50	fango marrón verdoso, sobre fango gris oscuro
122	8,00	fango marrón verdoso, sobre fango gris oscuro, presencia de <i>Nassarius</i> sp.
123	6,50	fango limoso marrón claro, presencia de <i>Nassarius</i> sp.
124	6,50	fondo areno fangoso marrón claro
125	6,50	arena fina en superficie, sobre fango marrón y debajo fango gris negro
126	4,00	fondo arenoso con micas
127	5,00	fondo arenoso
128	5,00	fondo arenoso
129	5,50	fango marrón, tubos de poliquetos, <i>Aplysia</i> sp.
130	6,50	arena fina en superficie sobre fango marrón y debajo fango gris negro
131	8,00	fango marrón ,tubos de poliquetos, <i>Nassarius</i> sp.
132	9,50	fango marrón (3 cm) debajo fango gris negro, tubos de poliquetos
133	6,50	fango marrón claro, presencia de pellets, <i>Nassarius</i> sp.
134	5,50	fango con arena, <i>Nassarius</i> sp., pellets
135	4,50	fondo arenoso
136	4,50	arena con micas
137	5,50	arena fina
138	5,50	arena con fango, presencia de <i>Nassarius</i> sp. , tubos de poliquetos, pellets
139	7,00	fango marrón (2-3cm) sobre fango gris negro, H <sub>2</sub> S pellets, tubos de poliquetos
140	7,00	fango marrón debajo fango negro, olor H <sub>2</sub> S, tubos de poliquetos, pellets.
141	7,50	fango marrón debajo fango negro, olor H <sub>2</sub> S, tubos de poliquetos, pellets, <i>Nassarius</i>
142	6,00	fango marrón debajo fango negro, olor H <sub>2</sub> S, tubos de poliquetos, pellets, <i>Nassarius</i> , mica
143	4,50	arena y grava , fragmentos de conchuelas
144	4,50	arena, pellets, micas
145	6,50	arena, pellets, micas
146	7,00	arena con fango, pellets, micas
147	7,50	fango marrón verdoso, tubos de poliquetos y pellets
148	8,50	fango marrón verdoso, tubos de poliquetos y pellets
149	9,50	fango marrón debajo fango compacto gris negro
150	9,50	fango marrón en superficie, sobre fango gris negro compacto
151	8,00	fango marrón verdoso, <i>Nassarius</i> sp.
152	8,00	limo y arena
153	6,50	fango marrón en superficie sobre fango gris negro, tubos de poliquetos y pellets
154	6,00	fango limoso marrón verdoso (2 cm), debajo fango gris negro
155	6,00	fondo arenoso
156	3,00	arena y fango verdoso con micas, restos de vegetales terrestres
157	2,00	arena con micas, restos de vegetales terrestres
158	5,50	arena con micas, restos de vegetales terrestres
159	6,00	arena con fango, restos de vegetales terrestres
160	6,00	fango gris negro, tubos de poliquetos, micas, olor H <sub>2</sub> S
161	7,00	fango limoso marrón verdoso, poliquetos, restos vegetales
162	8,00	fango marrón (1 cm) sobre fango negro, presencia de <i>Nassarius</i> sp.
163	3,50	fango marrón en superficie debajo fango compacto negro, poliquetos
164	1,50	fango marrón en superficie debajo fango compacto negro, olor H <sub>2</sub> S

En la parte central de la bahía se hallaron sedimentos fangosos con olor sulfhídrico, cubiertos por una capa superficial color pardo de algunos milímetros de espesor (Fig. 5). En las zonas más profundas, se apreciaron sedimentos fangosos con fuerte olor sulfhídrico, presencia de bacterias filamentosas (*Thioploca*) y poliquetos (Fig. 6). En ambas zonas la intensidad de corrientes era mínima y existía presencia de partículas en suspensión, según los registros fotográficos e informe del buzo científico.



FIGURA 5. Fondo fangoso en interior de la bahía mostrando capa superficial oxidada color pardo (profundidad 9 m).



FIGURA 6. Tapiz de *Thioploca* y presencia de poliquetos sobre el fondo. Bajo el tapiz de *Thioploca* (Bacterias filamentosas), se observa el fondo fangoso (profundidad 20 m).

En la zona de Atenas, donde se ubican las concesiones para maricultura, se apreció fondo de arena gruesa, fragmentos de roca, restos de conchilla y presencia de conchas de abanico (Figs. 7 y 8).

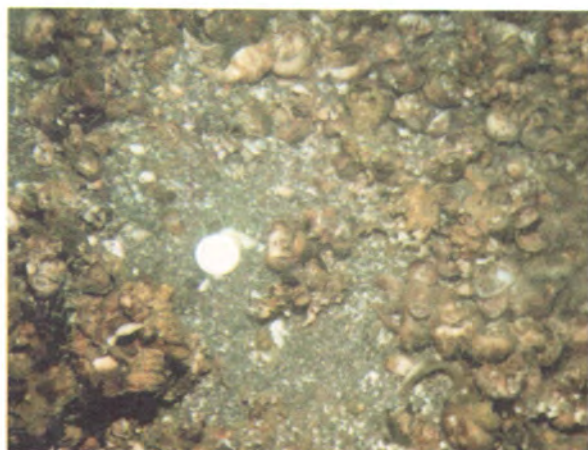


FIGURA 7. Típico fondo formado por arena y restos de moluscos cerca de la línea costera, frente a Playa Atenas, nótese la moneda como escala referencial de tamaño (profundidad 4 m).



FIGURA 8. Fondo similar al anterior frente a Playa Atenas, donde se observa la presencia del recurso concha de abanico y algas *Ulva* (profundidad 2 m).

En la zona del Sequión, existen sedimentos fangosos, hallándose conchas de abanico sobre este sustrato. En la zona que se conecta con la Bahía Paracas, los fondos se hallan tapizados de tubos de poliquetos (Figs. 9 y 10). En las zonas litorales entre El Sequión y La Aguada, predominan sedimentos arenosos (Fig. 11) situación que se observa en toda la bahía de Paracas hasta Punta Pejerrey. Hacia San Andrés, al norte de la bahía, se han localizado cerca de la costa, fondos rocosos y arenosos (Figs. 12 y 13).





FIGURA 9. Fondo fangoso donde existe la presencia del recurso concha de abanico, en Bahía El Sequión (profundidad 1,5 m).



FIGURA 10. Fondo fangoso en la zona de entrada a la Bahía El Sequión, donde se observa la presencia de tubos de poliquetos (profundidad 5 m).

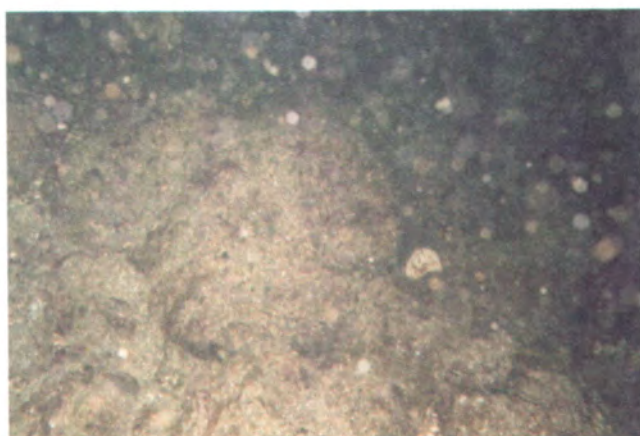


FIGURA 11. Fondo arenoso, con presencia de bloques y *Ulva lactuca*, frente a las zonas entre las Bahías El Sequión y La Aguada (profundidad 4 m).



FIGURA 12. Fondo rocoso cubierto de *Ulva lactuca*, frente a la zona de San Andrés (profundidad 2 m).

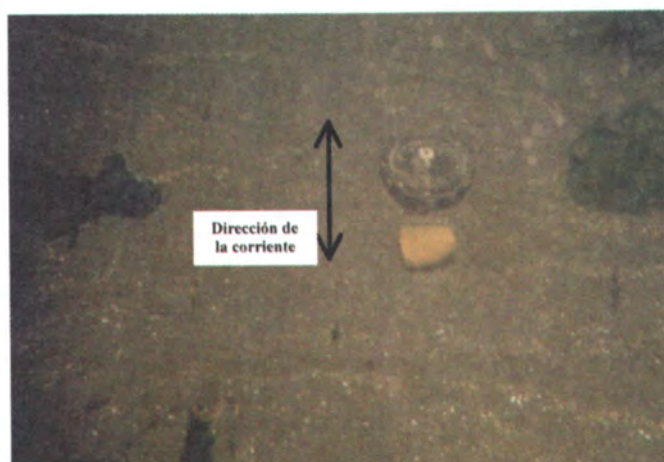


FIGURA 13. Fondo arenoso, con presencia de ripples (estructuras de corriente), que indican la dirección del flujo de corriente y transporte de los sedimentos frente a la zona de San Andrés, en la parte central de la figura, el compás submarino indica la escala del tamaño (5 cm de diámetro) y la dirección del transporte de los sedimentos.

### 3.2 Aspectos geomorfológicos

De la observación de la carta HIDRONAV 2171 a escala 1:50.000 y el ploteo de sus profundidades destacando el relieve del fondo, se describen los rasgos más importantes de la geomorfología litoral y submarina.

La configuración geomorfológica costera de la zona de estudio, favorece la protección de la línea de costa de las corrientes y oleaje al interior de la bahía donde sus efectos son menores. El oleaje es desviado (difracta) a la altura de Punta Pejerrey, ingresando a la bahía y se distribuye (refracta) en función de la batimetría, hasta romper en la orilla suavemente. Hacia el norte, frente a San Andrés la intensidad del oleaje es mayor.

La bahía presenta playas acantiladas y arenosas, la línea de costa muestra rumbos variables. Desde Punta Blanca hasta la parte interna de la Bahía el Sequión, presentan costas acantiladas, con afloramientos de rocas terciarias (limolitas, lutitas y otras); los depósitos al pie de los acantilados corresponden a materiales producto de la erosión de estas rocas (SMITH 1968). La línea de costa presenta un rumbo NE-SW, a excepción de Playa Atenas con rumbo NW-SE. Entre la El Sequión y La Aguada, el rumbo es NW-SE con playas arenosas y limo arenosos; al interior de esta última el rumbo va cambiando progresivamente a NE-SW, hasta la zona del Carmen, donde el cambio es nuevamente a NW-SE. El balneario Paracas hasta playa El Chaco van de rumbo NE-SW a NS, respectivamente. Hacia el norte de La Puntilla hasta San Andrés, el rumbo es NE-SW, las playas son principalmente de cantos. Al norte de San Andrés se extiende una playa arenosa.

Con respecto a la geomorfología submarina, el relieve del fondo frente al borde costero de Pisco, es de una pendiente suave, haciéndose más marcado frente a la desembocadura del río Pisco. Esto se observa en las isóbatas de 5 y 10 m, que tienen cierto paralelismo con la línea de costa casi en toda la bahía. La diferencia se muestra en la isóbata de 10 m, desde la zona de San Andrés donde deja de ser paralela y comienza a alejarse de ésta. La isóbata de 20 m (que no ingresa al interior de la bahía) al norte de Punta Colorada y a la altura de Playa Media Luna y Playa La Palmilla presenta 2 irregularidades, hacia el norte de esta zona muestra cierto paralelismo con la línea de costa (Fig. 1 y 14).

De las observaciones del buzo científico, mencionadas en el punto anterior, hacia el norte cerca a San Andrés, donde se han localizado fondos arenosos cercanos a la costa (Figura 13), se presentaban estructuras sedimentarias bien definidas, como ripples y ondulaciones que indican la dirección de la corriente en el fondo y del transporte de sedimentos en dirección 90°-270°.

Las observaciones y fotografías encontraron, además de las estructuras submarinas tales como ripples, huellas de organismos; las direcciones normales a estas estructuras medidas directamente por el buzo con un compás submarino, fueron principalmente 90°-270°, 120°-300° y 0°-180° de azimut.

### 3.3 Granulometría y texturas sedimentarias

De la distribución observada de los sedimentos, la principal textura es limo, distribuido en la parte central de toda la bahía y la zona norte hasta la desembocadura del río Pisco, donde disminuye

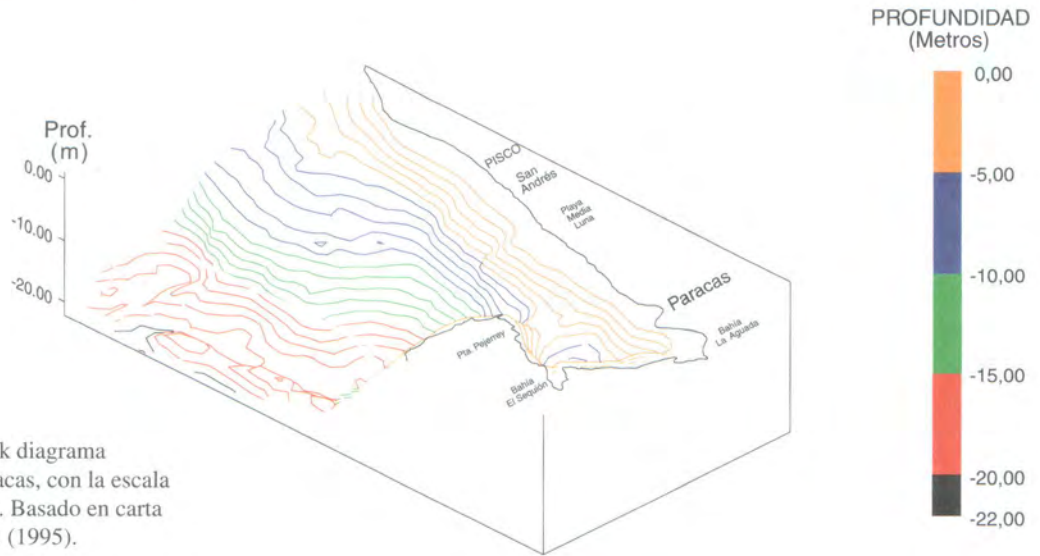


FIGURA 14. Block diagrama de la bahía de Paracas, con la escala vertical exagerada. Basado en carta HIDRONAV 2171 (1995).

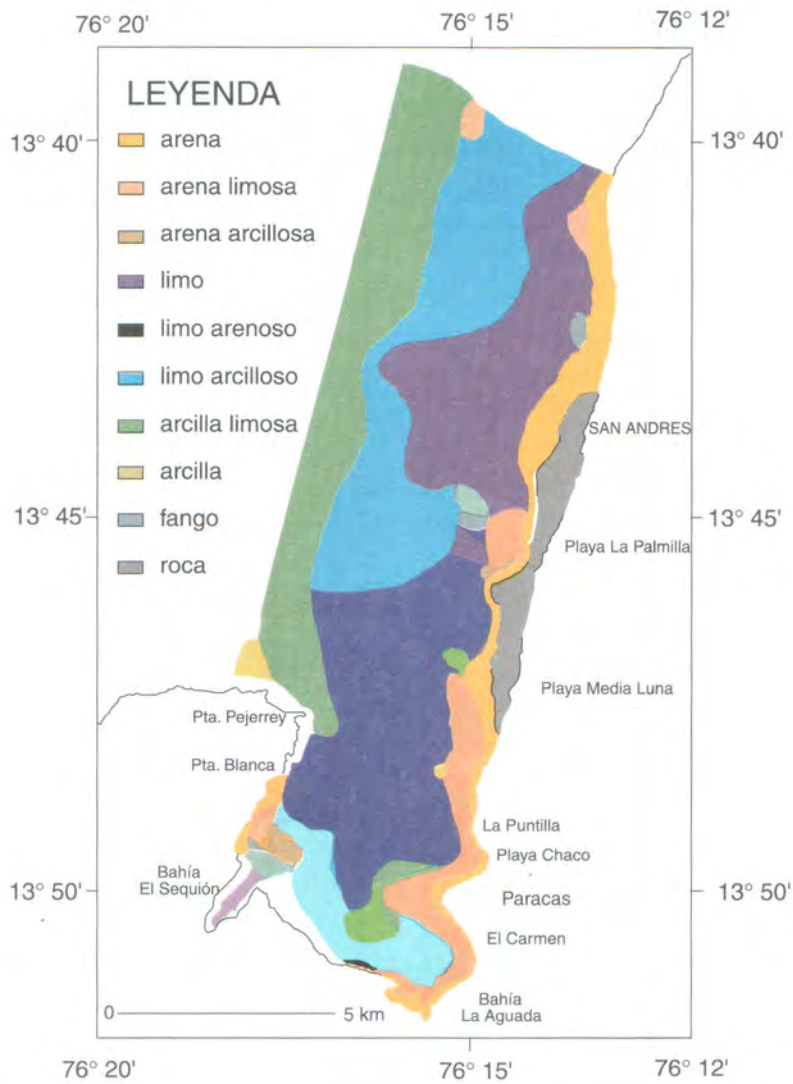


FIGURA 15. Distribución de texturas sedimentarias en la bahía de Paracas.



su amplitud. Una franja delgada pero casi continua, conformada principalmente por sedimentos arenosos y limo arenosos, se extiende cercana a la orilla a lo largo de toda la bahía, rodeando los fondos rocosos presentes entre La Puntilla y San Andrés.

Alrededor de la extensión de sedimentos de textura limosa, se observan franjas y parches de sedimentos limo arcillosos, desde la altura de San Andrés, alejados de la línea de costa y hacia el norte; también en la zona sur de la bahía, cercanos a la línea de costa en intercalaciones con pequeños parches de arena arcillosa, arena limosa y arcilla limosa. En las zonas más alejadas y profundas prevalecen los sedimentos de textura arcilla limosa. Hay pequeños parches de arcilla muy localizados, tanto en las zonas más profundas como someras ubicadas al interior de la bahía.

En la Fig. 15 se presenta el mapa de distribución de texturas sedimentarias, basado en resultados de los análisis granulométricos de este programa de investigación y de las muestras de archivo.

Para el estudio granulométrico comparativo se determinaron los porcentajes parciales de arena, limo y arcilla en muestras correspondientes a los 8 perfiles (Fig. 3). Los resultados de los porcentajes de las fracciones de sedimento se muestran en las Figs. 16, 17 y 18.

En los perfiles 1, 2 y 3, ubicados al norte, frente a la desembocadura del río Pisco y frente a la ciudad de Pisco, respectivamente, se aprecia una gradación en el tamaño de grano, de fracciones más gruesas constituidas por sedimentos cuya textura es arena, a fracciones de sedimento de granulometría más fina (limo, limo arcilloso y arcilla limosa), de la costa hacia la zona más profunda y alejada de esta (Fig. 16).

En las muestras de los perfiles 4, 5 y 6 (Fig. 17) se observa, cercana a la línea de costa, fondos rocosos después una gradación de sedimentos de grano grueso (arena) desde la zona costera, a sedimentos con mayores contenidos de limo y arcilla en estaciones más profundidades y alejadas de la costa, con texturas de arena limosa, hasta limo arcilloso en los perfiles 5 y 6 y hasta arcilla limosa en el perfil 4.

En el perfil 7, al norte de La Puntilla, los sedimentos son de arena limosa y limo en la parte central de la bahía y frente a Punta Pejerrey. El perfil 8, muestra textura arenosa en la zona litoral frente a Paracas y frente a Atenas, con altos contenidos de limo en la parte central (Figura 18).

### **3.4 Materia orgánica total**

Se obtuvieron valores que variaron de 1,12% (frente a la zona litoral en la zona de Paracas) hasta 15,69% (frente a la Puntilla). Los contenidos más altos se ubicaron, además de la zona mencionada, frente a la parte central de la bahía. Los valores disminuyen en los sedimentos cercanos a la línea de costa, a lo largo de toda la bahía y hacia el norte de ella, a excepción de la zona ubicada al norte del río Pisco, como se observa en el mapa de distribución del contenido de materia orgánica total en los sedimentos (Fig. 19).

### **3.5 Carbono orgánico**

Los contenidos de carbono orgánico se registraron desde 0,43% a 5,91%, distribuidos de similar manera a los de materia orgánica, observándose las mayores concentraciones en la parte central

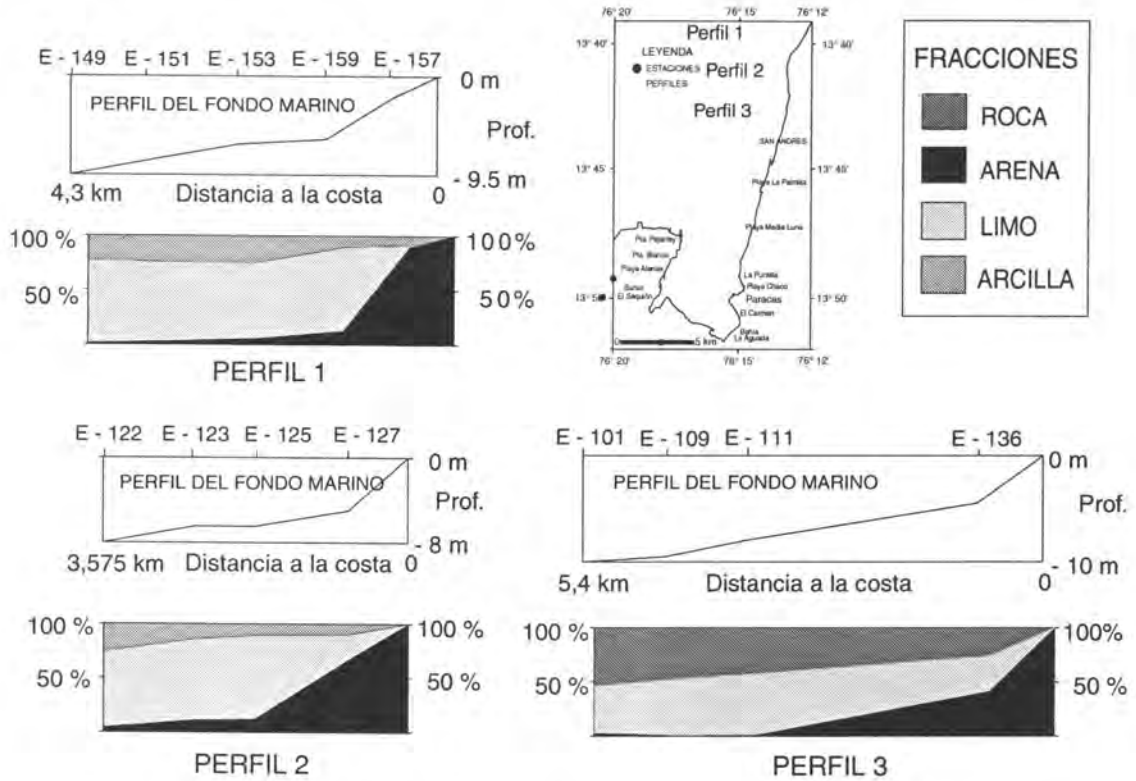


FIGURA 16. Distribución batimétrica de textura de sedimentos en perfiles 1, 2 y 3 en la bahía de Paracas.

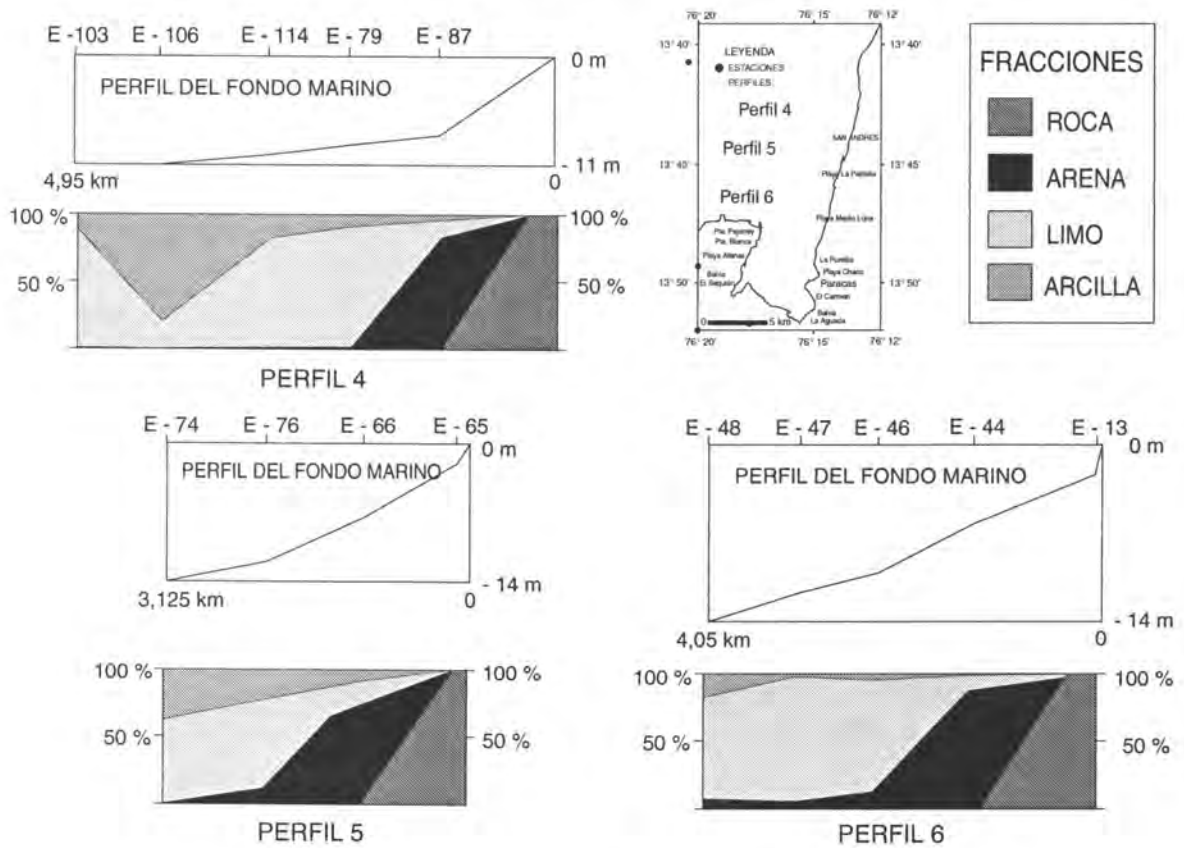


FIGURA 17. Distribución batimétrica de textura de sedimentos en perfiles 4, 5 y 6 en la bahía de Paracas.

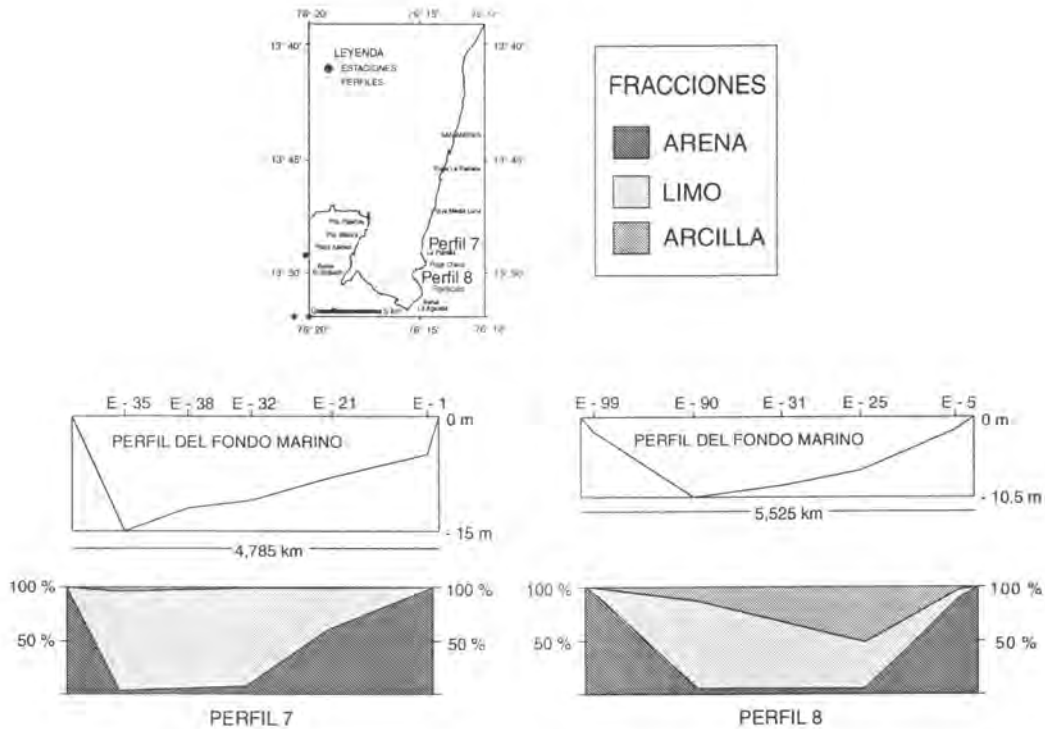


FIGURA 18. Distribución batimétrica de textura de sedimentos en perfiles 7 y 8 en la bahía de Paracas.

de la bahía y también un pequeño núcleo al norte del río Pisco. Hacia las zonas cercanas a la línea de costa los contenidos de carbono orgánico son bajos (Fig. 20).

#### 4. DISCUSIÓN

El informe muestra la distribución de la granulometría y materia orgánica en la bahía, correspondiendo los valores más bajos a los sedimentos arenosos ubicados muy cerca de la línea de costa, aumentando su distribución hacia el norte de ésta, excepto frente a la Puntilla. Esta clasificación de tamaño de grano está influenciada por los efectos de la dinámica marina que condiciona el transporte de sedimentos por las corrientes y deriva litoral y la morfología del fondo.

Como resultado de una serie de procesos geológicos (tectonismo, subsidencia, sedimentación, etc.) ocurridos del pasado a la actualidad, se ha desarrollado la morfología actual del fondo de la zona en estudio.

La zona al norte del área en estudio está influenciada por la desembocadura del río Pisco, cuyo aporte de sedimentos y su régimen fluvial dependen de las variaciones climáticas. Las aguas fluviales disminuyen su energía al ingresar al medio marino, condicionando la sedimentación de las partículas de mayor tamaño y peso en primer lugar, originando morfologías características de las desembocaduras, observándose menores profundidades como consecuencia de dichos aportes. La energía de las olas y corrientes marinas dominan los procesos de erosión, transporte y sedimentación a medida que la influencia del río es menor. Directamente no fue posible observar las estructuras del fondo debido a las condiciones de escasa visibilidad.



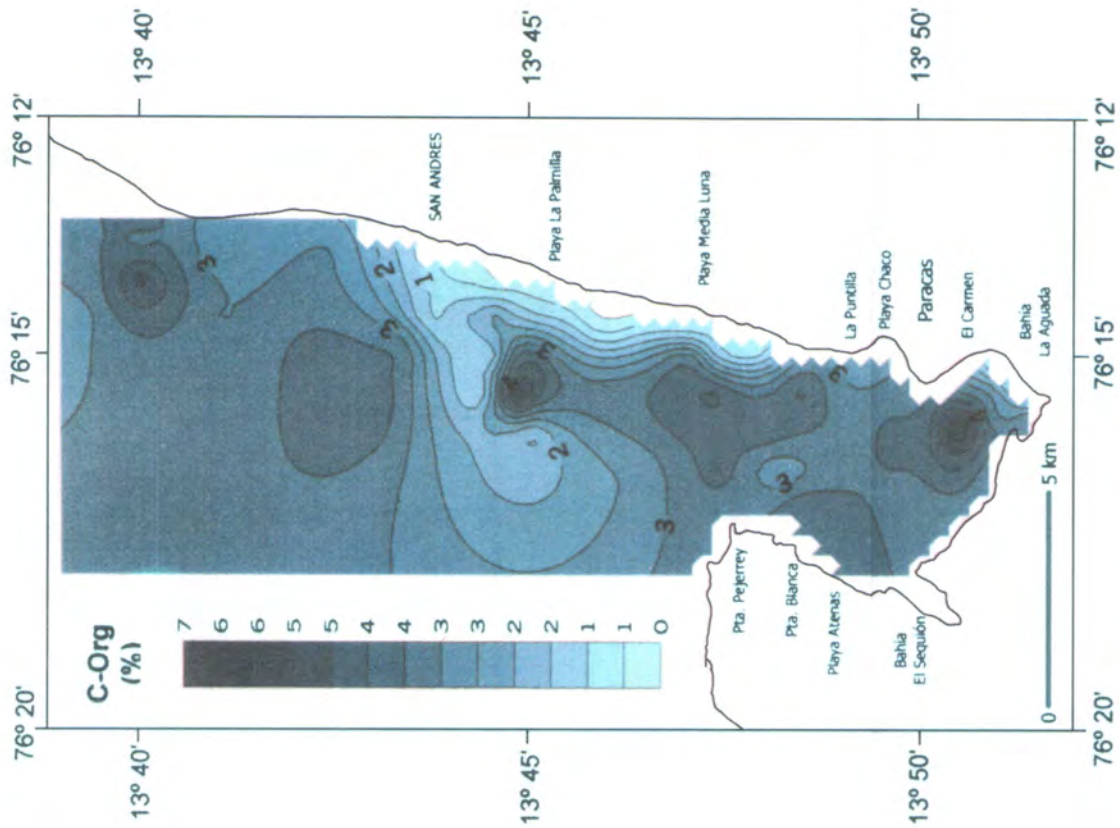


FIGURA 20. Distribución del contenido de carbono orgánico en sedimentos de la bahía de Paracas.

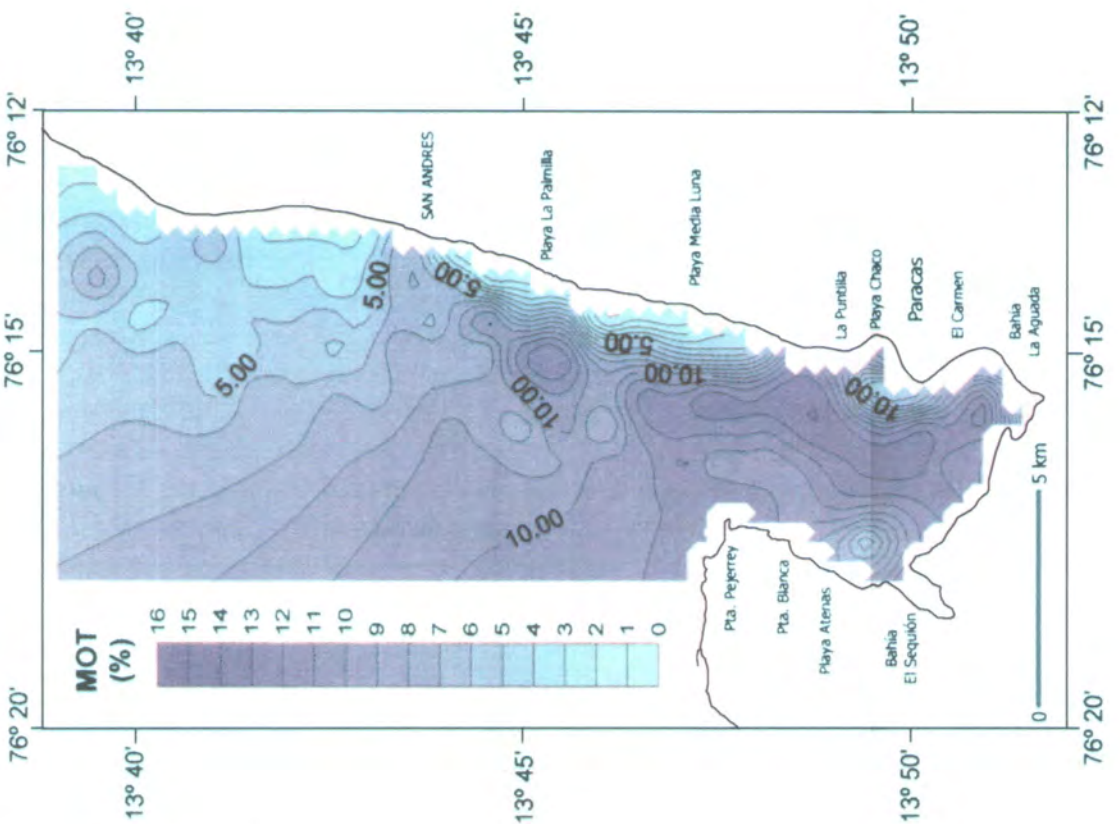


FIGURA 19. Distribución del contenido de materia orgánica en sedimentos de la bahía de Paracas.

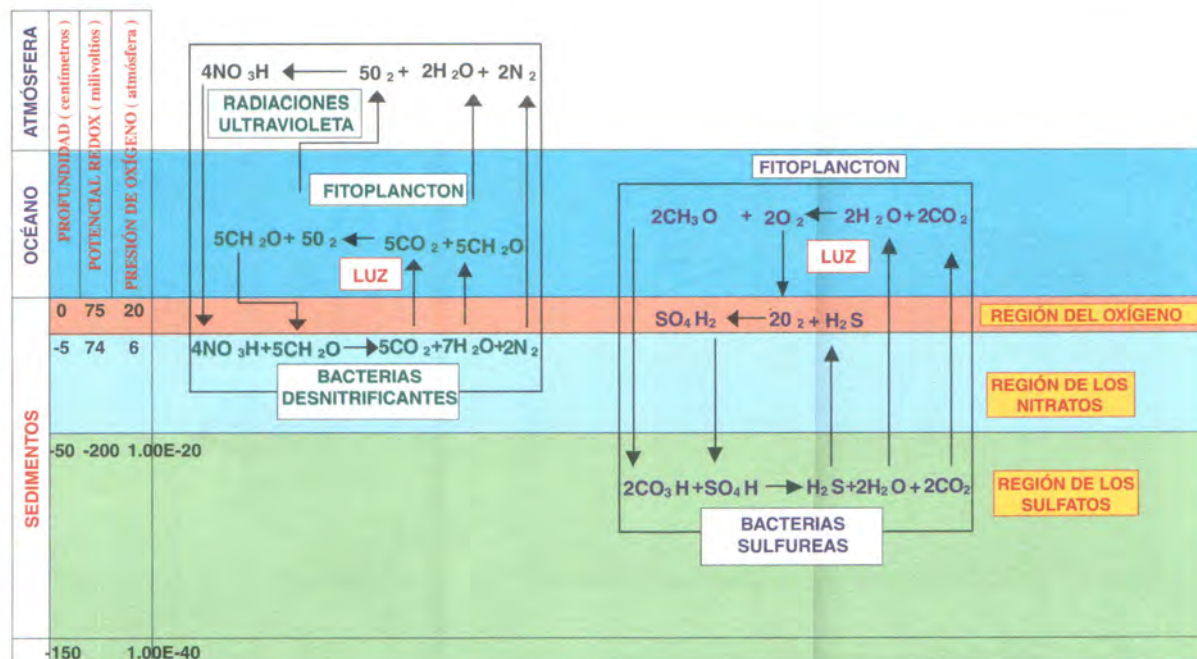


FIGURA 21. Procesos biogeoquímicos en los primeros centímetros de la capa superficial.

Esquema idealizado y resumido de los procesos biogeoquímicos que ocurren en los primeros centímetros bajo la interfase agua-sedimento. Estos procesos en realidad son mucho más complejos que los presentados aquí: las bacterias en los sedimentos marinos juegan un papel importante en la disponibilidad del oxígeno atmosférico y regulan la acumulación de materia orgánica en los sedimentos. Estas bacterias existen en los sedimentos de grano fino del fondo oceánico con acceso limitado al oxígeno libre para la respiración; bajo estas condiciones utilizan el oxígeno de los nitratos y de los sulfatos para oxidar los compuestos orgánicos (representados por una molécula de glucosa). Las reacciones son mucho más complejas que las aquí indicadas. El resultado neto es que las bacterias desnitrificantes (izquierda) liberan nitrógeno libre y convierten el carbono a una forma ( $\text{CO}_2$ ) que puede ser utilizada por el fitoplancton, organismos que liberan oxígeno. Sin el esfuerzo cooperativo de estos dos grupos de organismos, bacterias y fitoplancton, todo el nitrógeno de la atmósfera podría ser fijado por un procedimiento de alta energía en diez millones de años. Las bacterias sulfúreas (derecha) juegan un papel principal en el reciclaje del azufre y la producción de sulfuro de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{S}$ ) (Extraído de Mac Intire 1978).

La zona cercana a la línea de costa, hacia el norte de la bahía, se caracteriza por relieves debidos a cuerpos arenosos modelados por la energía del oleaje y las corrientes de marea, con efectos tanto erosivos como deposicionales. En estas zonas los sedimentos tienen mayor tamaño de grano. Como consecuencia de este régimen hidrodinámico elevado se forman estructuras sedimentarias del fondo conocidas como ripples (indicado en aquellos puntos donde ha sido detectada su presencia por el buzo científico), cuya normal a su alineamiento indica la dirección del flujo, el cual puede tener dos sentidos, de ida y venida, lo cual le provee cierta simetría a la estructura, siendo el transporte neto de sedimentos consecuencia del flujo de mayor sentido (Fig. 13). Los menores valores de materia orgánica total ubicados en las zonas litorales, se hallan precisamente asociados a estos sedimentos arenosos localizados donde el régimen hidrodinámico es intenso y la presencia de oxígeno es mayor, permitiendo la mineralización de la materia orgánica.

Hacia el sur de San Andrés los procesos costeros que controlan la erosión y sedimentación influyen en la morfología del fondo, ocasionando la cobertura ó erosión de algunas zonas del relieve irregular de naturaleza rocosa.

Al interior de la bahía, donde la energía de las corrientes es mucho menor, el fondo tiene topografía plana y ciertas depresiones. Las estructuras sedimentarias consisten de relieves suaves como ondulaciones y en otros casos donde no hay suficiente energía hidrodinámica no se observan tales estructuras superficiales. La escasa circulación que existe en el fondo, asociada al mayor aporte de materia orgánica que recibe y a los procesos más lentos de su oxidación condiciona facies texturales de sedimentos de grano muy fino (limos y arcillas) y más altos contenidos de materia orgánica que en la zona norte.

Los factores que determinan los altos contenidos orgánicos en sedimentos de la bahía, dependen del contexto oceanográfico y ambiental de la zona. La circulación es limitada por la configuración geomorfológica de la bahía, que favorece la protección de la línea de costa, condicionando un régimen hidrodinámico poco intenso en el fondo, limitando la acción de las corrientes y oleaje. La morfología del fondo favorece la acumulación de materia orgánica en zonas de mayor depresión. Los desechos provenientes de la creciente actividad humana e industrial son descargados al mar, conteniendo abundante material orgánico en suspensión y otros elementos contaminantes que, bajo las condiciones geoquímicas oxidantes o reductoras en el fondo, finalmente serán depositados allí. La sedimentación de los organismos producidos en la columna de agua es consecuencia de una alta productividad biológica; y también hay aporte de material fecal (pellets) de los organismos bénticos y estos mismos al cumplir su ciclo de vida, se incorporan al sustrato, aportando cierto contenido de materia orgánica (ESPINO, com. pers.).

En el fondo, en los primeros centímetros de la columna sedimentaria, existen diferentes niveles donde ocurren procesos biogeoquímicos específicos, que intervienen en la degradación de la materia orgánica y condicionan su menor o mayor preservación, con la participación de organismos bénticos como bacterias, poliquetos, etc.

El proceso de oxidación de la materia orgánica ocurre en la capa superficial del sedimento (Fig. 5); más abajo tienen lugar los procesos de desnitrificación y sulfato reducción, con demanda de oxígeno que influye en la calidad de la columna de agua, creando en algunos casos un ambiente anóxico que afecta la fauna béntica. Según el proceso biogeoquímico que está ocurriendo, se produce, por ejemplo: liberación de nutrientes y formación de sulfuro de hidrógeno que ocasiona el fétido olor en algunos sedimentos. En otros casos estos procesos de sulfato reducción se hallan más cerca de la superficie que del fondo, como lo demuestran la presencia de bacterias filamentosas (*Thioploca*) y el característico olor a sulfuro de hidrógeno, en algunas muestras superficiales de ciertas zonas de la bahía (Figs. 6 y 21).

La procedencia del material presente en la columna de agua y que se deposita en el fondo, es de origen terrígeno (minerales, fragmentos de roca, etc.), marino (diatomeas, foraminíferos y otros), de aporte antropogénico (materia orgánica particulada u otros desechos orgánicos e inorgánicos) procedentes de las fábricas productoras de harina de pescado ó descargas urbanas. También están los aportes de restos de vegetales terrestres transportados por el río Pisco.

En estudios previos se han registrado, en plena época de producción de harina de pescado, valores de sólidos totales en suspensión que alcanzaron hasta 79,2 mg/L (SÁNCHEZ *et al.* 1997).

Respecto a la información sobre circulación marina, los flujos predominantes son hacia el norte (DOMÍNGUEZ com. pers.); sin embargo, en algunos casos esta situación general cambia. JACINTO



*et al.* (1996) indican flujos de corriente superficial y de fondo hacia el sur, siendo más débiles al interior de la bahía. Esto indicaría transporte de material sedimentario muy fino y de bajo peso específico. Para esta zona se hallaron volúmenes de plancton de hasta 5,02 mL/m<sup>3</sup>; además se informa el predominio de fitoplancton (diatomeas) y la presencia de nemátodos y pequeños flagelados que indican procesos de contaminación VELAZCO *et al.* (1996), por lo cual en estas zonas el material que se encuentra en la columna de agua, y que se deposita en el fondo, tendría procedencia de la productividad biológica y actividad antropogénica, probablemente desechos industriales pesqueros.

En estudios en trampas de sedimentos, VELAZCO (1999b) observó que los flujos de masa total (179,80 g.m<sup>-2</sup>/día a 10,59 g.m<sup>-2</sup>/día) y los contenidos de materia orgánica total (37,92% a 12,14%) (Fig. 22), para las mismas estaciones, muestran tendencias similares. Los resultados más altos se ubicaron aproximadamente a 850 m de la línea de costa, frente a la zona de industrias productoras de harina de pescado, mientras que los más bajos se registraron frente a playa La Palmilla (a la altura de la Base Aérea), aproximadamente a 6 km de la costa.

Los flujos de materia orgánica total hacia el fondo, estarían condicionados (según la ubicación de la estación), por el aporte de los desechos orgánicos provenientes de las industrias productoras de harina de pescado, productividad de la columna de agua (principalmente fitoplanctónica), la resuspensión de material y aporte de material terrígeno transportado por las corrientes, aportes de descargas urbanas, condiciones oxidantes en la columna de agua, eficiencia de las trampas; etc.

Esto indicaría la posibilidad que el interior de la bahía de Paracas sea ocasionalmente afectada por la contaminación, si las condiciones mencionadas en párrafos anteriores coincidieran: vientos y corrientes marinas en dirección hacia el sur y simultáneamente, vertidos significativos de elementos contaminantes de origen antropogénico. Sin embargo, deben profundizarse los estudios sobre esta situación, integrando además otros criterios de investigación.

Si comparamos los resultados obtenidos en la bahía de Paracas, con los hallados en otras zonas de la costa donde existe gran actividad industrial y urbana, con descargas de material orgánico y elevados contenidos de materia orgánica en el fondo, y también altos contenidos de materia orgánica en los sedimentos, encontraremos valores similares consecuencia de procesos mencionados en párrafos anteriores. En la bahía del Callao, en 1997, se han registrado valores de hasta 13,1% de materia orgánica; en las bahías Ferrol y Samanco se registraron valores máximos de 19,10% y 13,26% respectivamente. En cambio en zonas donde el desarrollo industrial y urbano no es tan grande como en la Ensenada de Sechura, encontramos valores máximos de 7,57% en 1996.

## 5. RECOMENDACIONES

1. Continuar efectuando el programa de estudios de sedimentos en la Bahía de Paracas, focalizando la investigación en zonas de interés pesquero y al mismo tiempo conservando la calidad del ambiente marino (Reserva, zona de Concesiones para maricultura etc).

2. El estudio de la morfología del fondo es muy importante, debiéndose profundizar estos aspectos de la investigación, mediante el uso de una ecosonda con graficador para poder registrar las características más importantes del fondo.

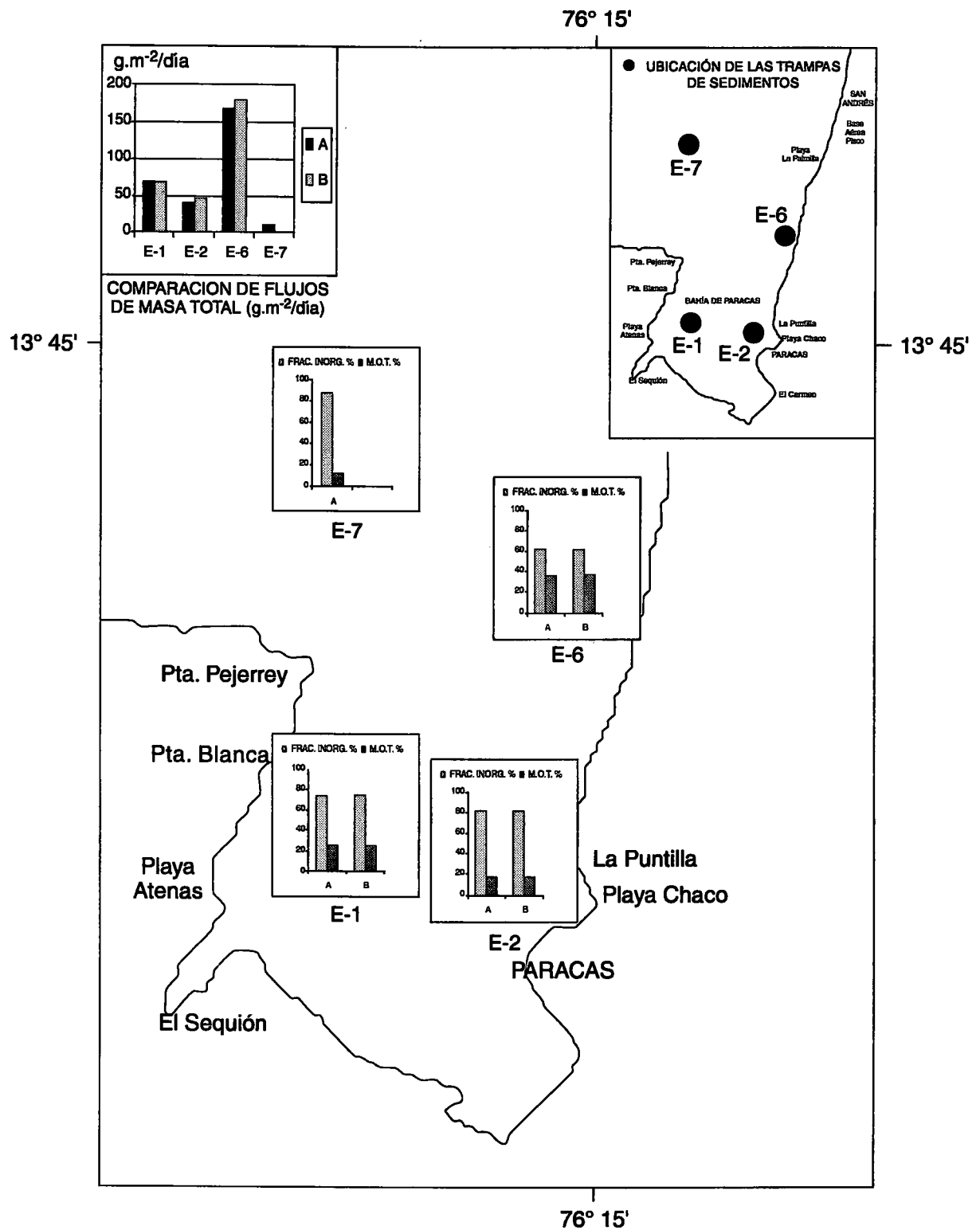


FIGURA 22. Flujos de masa total y contenido de la fracción orgánica e inorgánica de material particulado obtenido en trampas de sedimentos en la bahía de Paracas. (Fuente: Inf. Int. AGM-DGIO IMARPE para estudios de ecofisiología, mayo 1999).

3. Se deben realizar estudios relacionados al transporte de sedimentos, y también el uso de trampas de sedimentos para mejorar el conocimiento de los procesos de transporte y su relación con la dispersión de contaminantes existentes en la bahía.

4. Los procesos biogeoquímicos que ocurren en los sedimentos, permiten explicar mejor ciertas condiciones de anoxia que se presentan en los fondos marinos. Este aspecto de investigación geoquímica que estudia el agua intersticial en los sedimentos, debe ser implementado con el adecuado equipo de muestreo (Peepers) y laboratorio (Espectrofotómetro ultra violeta).

## 6. Agradecimientos

Expresamos nuestro agradecimiento a la Sra. GLORIA APAZA, a los señores DARIO VENTE, GILDO MORENO y a las Srtas. RICARDINA GALLEGOS, ANA GUTIERREZ y al Sr. JOSÉ ESCALANTE por su apoyo prestado en análisis de las muestras, procesamiento de data y dibujos.

## 7. Referencias

- DEAN, W. 1974. Determination of carbonate and organic matter in calcareous sediments and rocks by loss on ignition: Comparison with other methods. *Jour. Sed. Petrology* 44 (1): 242-248.
- GALEHOUSE, J. 1971. Sedimentation analysis procedures in sedimentary petrology. Eds. Carver, RE, de. Cap. 4: 69-94. New York.
- GOLTERMAN, H., P. y R. THOMAS. 1983. Study of the relationship between quality water and sediment transport. Technical papers in hydrology 26. UNESCO, Paris, 231 pp.
- HIDRONAV. 1988. Derrotero de la costa del Perú. Dirección de Hidrografía y Navegación. Segunda Edición 2: 58-60.
- INGRAM, R. 1971. Sieve Analysis. Procedures in sedimentary petrology. Eds. Carver, RE, de. Cap. 3: 49-67. New York.
- JACINTO, M., C. MARTÍNEZ, S. SÁNCHEZ, G. FLORES y L. PIZARRO. 1996. Evaluación de la varazón y contaminación en la bahía Paracas, Pisco. *Inf. Prog. Inst. Mar Perú* 67:3-19.
- KREBS, C. 1985. Ecología. Estudio de la Distribución y la Abundancia. HARLA S.A. Industria. Ed. Mexicana, 753 pp.
- MC. INTIRE, F. 1978. Oceanografía. Selecciones del Scientific American Cap. 13:128-130.
- SHEPARD, F. 1954. Nomenclature based on silt-clay ratios *Jour. Sed. Petrology* 24(1): 151-158.
- SMITH, W. 1968. Geología marina de Pisco y alrededores. Tesis para Ingeniero pesquero. Univ. Nac. Federico Villarreal.
- VEGAS, M. 1980. Introducción a la Ecología del Bentos Marino. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Serie de Biología, Monografía N° 9, Washington. 98 pp.
- VELAZCO, F. 1999a. Informe del estudio sedimentológico para el proyecto: Evaluación ambiental del ecosistema marino y costero de Pisco, Paracas (9901). *Inf. Interno. IMARPE. DGIO.* 7 pp.
- VELAZCO, F. 1999b. Estudio sedimentológico en trampas de sedimentos para el proyecto: Evaluación ecofisiológica y toxicológica de efluentes industriales en la Bahía de Paracas, Pisco (9905). *Inf. Interno. IMARPE. DGIO.* 8 pp.
- VELAZCO, F. 1999c. Características de muestras de sedimentos de la Bahía de Paracas obtenidas entre 1995 a 1999. *Inf. Interno. IMARPE. DGIO.* 9 pp.
- ZUTA, S. y O. GUILLÉN. 1970. Oceanografía de las Aguas Costeras del Perú. *Bol. Inst. Mar Perú.* 2(5): 161-323. Callao.

## 8. Anexo

Personal Participante en la Operación de Campo "Estudio Geológico del Fondo Marino en Areas de Interés Pesquero, Medio Ambiental y Usos Diversos". Bahía de Paracas (15 al 22 de setiembre 1997).

Glgo. FEDERICO VELAZCO CASTILLO (Responsable del Proyecto)

Blgo. LUIS QUIPÚZCOA OLGUÍN

Blgo. HAYDEÉ CASTAÑEDA VALENZUELA