



informe progresivo

n^o
70

Noviembre
1997

**Evaluación de la calidad del medio marino en la Bahía
del Callao, 06 a 08 agosto 1996**

*Manuel Guzmán, Octavio Morón,
Elcira Delgado, Georgina Flores*

**Prospección pesquera costera del recurso calamar
gigante o pota, *Dosidicus gigas*,
Crucero BIP IMARPE V 9703-04**

Luis Mariátegui, Octavio Morón, Roberto Vargas, Betsy Buitrón

DGI0 - 35
DGIRH - 47

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.

Tel. 4297630 - 4299811 Fax. 4656023

E - mail: imarpe + @amauta.rcp.net.pe

Edición:
Oficina de Asesoría Científica

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL MEDIO MARINO EN LA BAHÍA DEL CALLAO, 06 A 08 AGOSTO 1996

Manuel Guzmán

Area de Contaminación Marina
DOQ. DGIO. IMARPE

Octavio Morón

Dirección de Información y
Pronósticos Oceanográficos
DGIO, IMARPE

Elcira Delgado

Area de Fitoplancton y Producción Primaria
DOB. DGIO. IMARPE

Georgina Flores

Area de Hidroquímica y Productividad
DOQ. DGIO. IMARPE

CONTENIDO

Resumen	3
1. Introducción	3
2. Materiales y métodos	4
3. Resultados y discusión	6
3.1 Parámetros hidrográficos y físico químicos	6
3.2 Plancton	10
3.3 Metales pesados	11
3.4 Evaluación por playas	12
4. Conclusiones	14
5. Referencias	15
Tablas	16
Figuras	22

RESUMEN

Las áreas evaluadas de la bahía Callao fueron zonificadas con el objetivo principal de realizar un seguimiento comparativo de la calidad del medio marino en la estación de invierno con las del período 1995.

Se analizó la calidad de agua y se determinó la composición y distribución del plancton. Las determinaciones de oxígeno disuelto y sulfuro de hidrógeno, especialmente a nivel de fondo en las zonas II y III, presentaron concentraciones bajas y anoxia total respectivamente, relacionado con elevados valores de sulfuros, los cuales no se ajustaron a los requisitos de calidad para la vida acuática establecida por la Ley General de Aguas en la clase V en contraste a lo registrado en la estación de invierno de 1995.

También se evaluó metal traza (cobre) en organismos bentónicos de la Isla San Lorenzo habiéndose detectado concentraciones medias ligeramente elevadas de cobre (12,32 $\mu\text{g/g}$) en *Thais chocolata*, pero mucho menor al valor registrado en la bahía Ferrol, Chimbote para la misma especie de 22,50 $\mu\text{g/g}$ (GUZMÁN *et al.* 1996).

1. INTRODUCCION

Las evaluaciones realizadas por IMARPE, a través del convenio suscrito con COR-DE Callao y desarrollados durante los períodos 1994 y 1995, permitieron obtener una visión global de las características ambientales y de contaminación de la bahía Callao a Ventanilla.

Las principales conclusiones de las evaluaciones estacionales realizadas, se circunscribieron en las zonas II y III correspondientes al centro y norte de la bahía, donde confluyen diversos tipos de descarga provenientes de ríos, colectores domésticos, industriales, regadíos, etc.

En la línea costera, los efluentes industriales presentan características físicoquímicas de emisión que alteran significativamente el cuerpo receptor, y que se traducen en la variación de los requisitos de calidad para aguas costeras, especialmente en los alrededores del río Rímac.

De las evaluaciones realizadas a nivel de playa se concluyó que el problema más notorio fue la basura desechada por los mismos pobladores de la zona, producto de una falta de coordinación con las autoridades municipales y conciencia ambiental entre todos los sectores involucrados.

El presente informe da a conocer los resultados de la evaluación de la calidad del medio marino en la bahía del Callao (Callao a Ventanilla); realizado del 06 al 08 de agosto de 1996 correspondiente a un período con condiciones anómalas y denominado "anti-niño".

Los objetivos del presente trabajo fueron tres:

- Realizar un seguimiento de la calidad del medio marino en época de invierno.
- Analizar y comparar los resultados obtenidos con los registrados en los períodos 94 y 95.
- Evaluar y actualizar la información sobre la concentración de los parámetros ambientales y contaminantes químicos como: sulfuro de hidrógeno, grasa superficial, sólidos totales suspendidos y trazas de metales.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Muestreo

El muestreo por mar se realizó del 06 al 08 de agosto de 1996 a bordo de la embarcación "Tiburón III" de aproximadamente 26 metros de eslora total.

El área de estudio (Fig. 1) se dividió en tres zonas:

Zona I: Al sur de la Punta (Estaciones del 1 al 6).

Zona II: Al centro de la bahía (Estaciones del 7 al 16).

Zona III: Al norte de la bahía (Estaciones del 17 al 25).

Se realizó un total de 25 estaciones, colectándose muestras de agua a nivel de fondo con botella Niskin; y en superficie con un balde de plástico de 10 litros de capacidad para la obtención de parámetros hidrográficos y químicos.

También se colectaron muestras de sedimento y organismos para la determinación de trazas de metales.

Las quince muestras de fitoplancton fueron colectadas con red estándar de 75 micras de abertura de malla, en arrastres horizontales superficiales durante 5 minutos e inmediatamente preservadas con formalina neutralizada al 2%.

Las muestras de sedimentos fueron colectadas con una draga Van Veen de aproximadamente 0,016 m² de área.

La colecta de organismos: caracol negro (*Thais chocolata*), concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) y lapa (*Fissurella* spp.) se realizó por buceo, en la estación 6 frente a la Isla San Lorenzo.

El muestreo por playa realizado del 06 al 08 de agosto, se inició por el norte con playa Ventanilla hasta concluir en el sur con Mar Brava. Se realizó un total de 10 estaciones, en cada una de las cuales se colectaron muestras para la determinación de los parámetros de interés. También se complementó con observaciones visuales de las zonas de estudio.

2.2. Métodos

Las determinaciones físicas y químicas se basaron en los siguientes métodos:

-Método titulométrico de WINKLER modificado por CARPENTER (1966), para el análisis de oxígeno.

-STANDARD METHODS (1980), para la determinación de sólidos suspendidos totales.

-Método potenciométrico por medio del HANNA HI 9023 C para la determinación del pH.

-Método colorimétrico de FONSELIUS, para la determinación de sulfuro de hidrógeno, 1962.

-Método colorimétrico de STRICKLAND Y PARSONS para la determinación de nutrientes, 1967.

-Método gravimétrico (ENVIRONMENT WATER RESOURCES SERVICE, 1976) para la determinación de grasa.

-Método modificado por GORSUCH (1970) y RISBYL (1979) para el tratamiento químico de organismos para el análisis de trazas de metales (cobre) por espectrofotometría de absorción atómica sistema horno de grafito 2100.

-Método modificado de EGGIMAN Y BETZER 1976 y JOHNSON Y MAXWELL 1981, para el tratamiento químico de sedimento para el análisis de trazas de metales (cadmio) por espectrofotometría de absorción atómica-sistema horno de grafito 2100.

-La identificación del fitoplancton se realizó según: CUPP (1943), HENDEY (1964), SOURNIA (1967), HUSTED (1971), SCHILLER (1971).

-Para la obtención de datos de corrientes marinas se utilizaron correntómetros a la deriva.

-El análisis de salinidad se determinó con un salinómetro KAHLSCO RS-10.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Parámetros hidrográficos y físico químicos

Los resultados de los parámetros hidrográficos, corrientes, se reúnen en la tabla 1, y de los físico químicos en la tabla 2.

Temperatura

En superficie fluctuó entre 14,8 a 16,5 °C (Fig. 2a). Los rangos de variación por zonas se registraron de la siguiente manera:

Zona I : 15,3 a 16,5 °C
Zona II: 15,2 a 16,5 °C
Zona III: 14,8 a 15,4 °C

Los máximos valores se presentaron al norte y sur de La Punta, mientras que el valor más bajo se registró frente a la playa Ventanilla. El área comprendida desde la Refinería la Pampilla hasta el emisor Callao mostró valores homogéneos entre 15 a 16 °C.

A medio metro del fondo (Fig. 2b) la temperatura varió desde 14,1 a 15,2 °C a lo largo de la bahía Callao. En general el área mostró valores muy homogéneos, registrándose el máximo valor en los alrededores de la Isla San Lorenzo.

Salinidad

En superficie, este parámetro presentó rangos entre 32,06 y 35,02 ‰ (Fig. 3a). El área costera comprendida entre Playa Márquez y La Punta registró aguas de baja salinidad (< 34,5 ‰), como producto de las mezclas de las descargas de los ríos y colectores con el cuerpo receptor e influenciadas por las corrientes superficiales, las que se encargan de dispersar estas aguas.

Valores mayores a 34,9 ‰ se presentaron mas lejos de la milla y media de la costa y en las proximidades de la Isla San Lorenzo.

En fondo (Fig. 3b), las salinidades variaron de 34,93 a 35,10 ‰; a este nivel se presentó una mayor aproximación a las características propias de las aguas de la Corriente Costera Peruana (34,90 - 35,05 ‰). Valores menores de 35,0 ‰ se registraron desde Playa Oquendo hacia el sur y al norte del río Chillón, valores ligeramente mayores ocupan la parte oceánica del área de estudio.

Circulación marina

A nivel de superficie el área comprendida desde Ventanilla hasta La Punta registraron flujos predominantes hacia el sur; con ciertas desviaciones hacia el oeste, a excepción de las estaciones 19 y 20 donde es definido el flujo hacia el Oeste. Asimismo al sur de La Punta los flujos son predominantes hacia el NW originando cierta convergencia entre La Punta e Isla San Lorenzo, las intensidades son moderadas calculándose entre 5 a 15 cm (Fig. 4a).

A medio metro del fondo y en forma similar al de superficie, se registraron flujos hacia el Sur y SE a excepción de las estaciones 16 y 25 que presentaron flujos hacia el Este, mientras que al sur de La Punta los flujos se presentaron en forma similar al de superficie con proyecciones al NW (Fig. 4b).

Oxígeno

A nivel superficial (Fig. 5a) el oxígeno fluctuó de la siguiente manera dependiendo de la zona:

Zona I: 3,20 a 4,98 mL/L.
Zona II: 1,21 a 4,65 mL/L.
Zona III: 0,82 a 2,67 mL/L.

La mayor concentración de oxígeno (4,65 mL/L) correspondiente a la zona II estuvo asociada al máximo valor de pH (8,01) de la misma.

Una situación inversa se registró en la zona III donde la máxima concentración de oxígeno (2,67 mL/L) estuvo asociada al menor valor de pH (7,46).

Al sur de Fertisa (zonas I y II) se registraron concentraciones de 3 y 4 mL/L, y los valores menores de 2 mL/L se encontraron al norte de la Punta y al norte de playa Oquendo, estas bajas concentraciones al norte de la Punta están relacionadas al tráfico marítimo y los desechos domésticos vertidos en la zona II y al norte de Playa Oquendo por la influencia del río Chillón y la refinería la Pampilla.

Al comparar la situación de las zonas con las del muestreo realizado por JACINTO *et al.* (1995) y en la misma estación del año (invierno) cuando los valores en la zona I fueron comparables a los de la zona III, en esta ocasión los valores registrados no tienen comparación. Las mayores concentraciones de oxígeno observadas mediante la distribución de isolíneas se presentaron en las zonas I y II lejos de la línea costera.

En el fondo (Fig. 5b) se observó una tendencia decreciente siguiendo la dirección NE de las isolíneas de concentración de la zona I, hasta llegar a una situación de anoxia casi total en la zona III; esto se relacionó con las elevadas concentraciones de sulfuro de hidrógeno registradas en esta zona. Esta situación es una anomalía para la época de invierno al ser comparadas con las evaluaciones de 1995 (*op. cit.*)

Sulfuro de hidrógeno

A nivel superficial (Fig. 6a) el sulfuro de hidrógeno fluctuó de la siguiente manera dependiendo de la zona:

Zona I: 0,57 a 1,02 $\mu\text{g-at H}_2\text{S-S/L}$
Zona II: 0,43 a 1,80 $\mu\text{g-at H}_2\text{S-S/L}$
Zona III: 0,57 a 0,92 $\mu\text{g-at H}_2\text{S-S/L}$

La mayor concentración de sulfuro de hidrógeno (1,80 $\mu\text{g-at H}_2\text{S-S/L}$) correspondiente a la zona II estuvo asociado al máximo valor de sólidos totales suspendidos (30,0 mg/L) y al mínimo valor de grasa (0,02 mg/L) de la misma zona.

Una situación inversa se registró en la zona III donde la máxima concentración de sulfuro de hidrógeno (0,92 $\mu\text{g-at H}_2\text{S-S/L}$) estuvo asociada al menor valor de sólidos totales suspendidos (8,40 mg/L) y al máximo valor de grasa (12,20 mg/L).

Al comparar esta situación de las zonas con 1995 y en la misma estación del año (invierno) (JACINTO *et al.* 1995), los valores fueron mucho menores que en la presente evaluación. Las isolíneas de distribución de sulfuros en la zona I siguen la dirección NE incrementándose a medida que se aleja de la Isla el Frontón debido a los flujos convergentes registrados entre la Punta y la Isla San Lorenzo.

En las zonas II y III la distribución de isolíneas se acrecienta a medida que se acercan a la línea costera registrándose el máximo valor en los alrededores del emisor Callao y el río Rímac .

A nivel de fondo (Fig. 6b) se observa una tendencia creciente siguiendo la dirección este de las isolíneas de concentración de la zona II, hasta llegar a un valor alto de 1,52 $\mu\text{g-at H}_2\text{S-S/L}$ en la rada interior del Puerto del Callao. En la zona III se registraron elevadas concentraciones de sulfuro de hidrógeno que siguen la dirección NW según las isolíneas de distribución de la zona mencionada. Esta situación es una anomalía para la época de invierno al ser comparadas con las evaluaciones pasadas convenio CORDE/IMARPE 1995.

Potencial de iones hidronio (pH)

Los valores de pH en superficie (Fig. 7a) variaron por zonas de la siguiente manera:

Zona I : 7,83 a 8,02
Zona II: 7,39 a 8,01
Zona III: 7,46 a 7,67

Los valores más altos se registraron en las zonas I y II, observándose además que los valores más elevados de sulfuro de hidrógeno, sólidos totales suspendidos y grasa se encuentran relacionados con el pH (8,02- ligeramente básico) correspondiente a la zona I.

La tendencia de la distribución de isolíneas es la de incrementarse siguiendo la dirección sur en la zona III, la dirección oeste en la zona II y finalmente en la zona I las isolíneas aumentan siguiendo la dirección NE (Mar Brava).

El pH a nivel de fondo (Fig. 7b) registró pequeña variación dependiendo de la zona como: 7,77 a 7,85 en la zona I; 7,55 a 7,75 en la zona II y 7,56 a 7,68 en la zona III. Asimismo la isolínea de mayor concentración se encuentra frente a la Isla el Frontón.

Los valores de pH hallados están dentro del rango normal en la presente evaluación y comparables con las del año 1995.

Sólidos suspendidos totales (SST)

Los valores de sólidos suspendidos totales a nivel superficial (Fig. 8a) variaron por zonas de la siguiente manera:

Zona I : 20,4 a 35,6 (mg/L)
Zona II: 17,20 a 30,00 (mg/L)
Zona III: 8,40 a 16,40 (mg/L)

Los valores más altos se registraron en las zonas I y II, observándose que los valores más elevados de sólidos totales suspendidos se encuentran relacionados con el pH (8,02-ligeramente básico) correspondiente a la zona I.

La tendencia de la distribución de isolíneas es incrementarse en la zona sur de La Punta, siguiendo la dirección NW de las corrientes superficiales que vienen de la bahía Miraflores.

A nivel de fondo (Fig. 8b) se registraron pequeños rangos de variación dependiendo de la zona como: 23,60 a 28,00 mg/L en la zona I; 20,40 a 29,20 mg/L en la zona II; y 13,20 a 30,80 mg/L en la zona III. Asimismo las isolíneas de mayor concentración se encuentran frente a los ríos Chillón y Rímac

Los valores de Sólidos Suspendidos Totales registrados son normales en la presente evaluación y comparable a la evaluación realizada en agosto de 1995.

Nutrientes

Los *fosfatos* a nivel superficial registraron una distribución homogénea a excepción de un foco localizado de 6,0 $\mu\text{g-at/L}$ entre el río Rímac y el emisor Callao los cuales estuvieron asociados a valores menores de 34,5 ‰ de salinidad (Fig. 9a).

A nivel de fondo se encontraron valores "normales" entre 1,0 a 2,5 $\mu\text{g-at/L}$ (Fig. 9b).

Las concentraciones de *silicatos* a nivel superficial variaron entre 5 a 30 $\mu\text{g-at/L}$ en las zonas I y II. Las concentraciones de 40 $\mu\text{g-at/L}$ se registraron en los alrededores del emisor Callao hasta playa Oquendo y también en la refinería la Pampilla (Fig. 10a). A nivel de fondo la distribución fue normal a

excepción de la isolínea de 40 $\mu\text{g-at/L}$ que presentó valores altos a consecuencia de los flujos de circulación marina y las direcciones predominantes sur y este de la zona III (Fig. 10b).

Los *nitratos* a nivel de superficie y fondo presentaron valores menores de 5 $\mu\text{g-at/L}$, con excepción de la zona II (Fertisa y colector Comas) donde se registraron valores de 10 $\mu\text{g-at/L}$ a nivel de superficie (Figs. 11a y 11b).

Las concentraciones de *nitritos* de 1,0 a 3,0 $\mu\text{g-at/L}$ se registraron a nivel de superficie en los alrededores de Fertisa y el emisor Callao correspondiente a la zona II (Fig. 12a).

A nivel de fondo los valores más altos se presentaron en la zona I y variaron entre 0,5 a 2,0 $\mu\text{g-at/L}$ entre la Isla el Frontón y Mar Brava (Fig. 12b).

3.2 Plancton

La composición especiológica del fitoplancton se presenta en la tabla 3.

Los volúmenes de plancton superficial presentaron un decremento notable con respecto al invierno de 1995, donde se registró una media de 1,50 mL/m^3 (CHANG 1995).

Los menores volúmenes se presentaron en la zona III 0,1 mL/m^3 (estaciones 22 y 25) y los más altos en las zonas II y I (estaciones 13 y 3 respectivamente), presentándose en el 87% volúmenes menores a 0,5 mL/m^3 , asociados a temperaturas entre 14,8 y 16,5 $^{\circ}\text{C}$ (Fig. 9).

En general en el 80% de las estaciones presentaron dominancia del fitoplancton, siendo las diatomeas el grupo dominante en toda el área de estudio, destacando *Skeletonema costatum*, *Thalassiosira angulata*, *Chaetoceros curvisetus* y *Thalasiothrix mediterránea*.

Se observaron cuatro pequeños núcleos. El primer núcleo se ubicó frente a Barranco (estación 3) con un volumen de 1,5 mL/m^3 , en donde la abundancia estuvo dada por *T. mediterránea*, *Coscinodiscus perforatus*, *Ditylum brightwelli* y *P. depressum*. El segundo núcleo se halló en la rada interior del Puerto del Callao (estación 13), registrándose un volumen de 1,5 mL/m^3 con abundancia de *Skeletonema costatum* y *T. angulata*. El tercer núcleo se presentó entre Fertisa y el emisor Callao (estaciones 9 y 10) con dominancia de *T. angulata*, *Pleurosigma* sp., *S. costatum* y *Thalassionema nitzschoides*. El cuarto núcleo (estaciones 9, 19 y 17) se presentó frente a Ventanilla con volumen de 0,5 mL/m^3 , dominando *T. angulata* y *Thalassiosira* sp. El dinoflagelado *Protoberidinium obtusum* indicador de Aguas Costeras Frías (ACF), se reportó en todas las zonas de estudio.

Comparando con el muestreo de otoño 1996 (SÁNCHEZ 1996), se registró cambios para períodos diferentes, debido a las temperaturas altas los dinoflagelados fueron el grupo más dominante destacaron *Ceratium fusus* var. *fuscus*, *C. furca*, *Noctiluca miliaris*, *Dinohysis tripos*, *Protoberidinium crassipes* y *P. pentagonum*.

La composición específica para la presente prospección presentó menor diversidad de diatomeas, destacando *S. costatum* y *Chaetoceros curvisetus* como especies de afloramiento costero, acompañadas de diatomeas neríticas como *T. angulata* y *C. perforatus*. La diatomea ticoplanctónica *Pleurosigma* sp. presentó abundancia tanto para invierno de 1995 y 1996. Asimismo, los dinoflagelados de distribución cosmopolita presentaron baja diversidad coincidiendo con lo hallado para agosto de 1995.

3.3 Metales pesados

En sedimentos

La tabla 4, presenta la concentración de cadmio total en sedimentos superficiales correspondientes a las zonas I y II.

Los sedimentos evaluados fueron colectados a profundidades entre 4,0 a 22,0 m.; el rango de concentración media de cadmio fluctuó entre < 0,67 hasta 8,05 $\mu\text{g/g}$ referido a muestra seca, registrándose la mayor concentración en la estación 9 y en general en casi toda la zona II (Fig. 15).

Las más altas concentraciones medias de cadmio le correspondieron a las estaciones que siguen la dirección NW con respecto a la desembocadura del río Rímac y las estaciones con dirección SW con respecto a la rada interior del Puerto del Callao (Figs. 1 y 15).

Durante el período 1994 las mayores concentraciones medias de cadmio se registraron en la zona II y al NW del río Rímac (GUZMÁN 1994) determinándose que las concentraciones medias de cadmio en las evaluaciones correspondientes fueron de: verano (3,36 $\mu\text{g/g}$), otoño (4,46 $\mu\text{g/g}$) y primavera (2,80 $\mu\text{g/g}$) faltando en esa ocasión la media representativa para la mencionada zona de la estación de invierno.

En la presente evaluación, se registra la concentración media de cadmio total con un valor de 4,94 $\mu\text{g/g}$ para la estación de invierno y referido a la zona II, siguiendo un patrón de distribución espacial similar al período 1994.

En organismos

En la tabla 5 se presenta la concentración de cobre en organismos bentónicos colectados de la zona I. Los organismos bentónicos evaluados fueron: concha de abanico (*Argopecten purpuratus*), caracol negro (*Thais chocolata*) y lapa (*Fissurella* spp.). En la Fig. 14 se representa la variación de la concentración de cobre en las diversas especies mencionadas

Se analizó el homogenato de los talos de la concha de abanico. De *Argopecten purpuratus* se tomaron 10 ejemplares de la estación 6, cuya longitud varió de 40,8 a 76,8 mm y el peso corporal, incluidas las valvas, varió de 13,90 a 99,21 g, registrándose una concentración media de cobre de 0,52 $\mu\text{g/g}$.

Asimismo se analizaron los homogenatos de los cuerpos eviscerados de caracol negro y lapa registrándose valores de 12,32 $\mu\text{g/g}$ y 3,58 $\mu\text{g/g}$ de cobre total respectivamente.

El más alto valor le correspondió a *Thais chocolata* (cuerpo eviscerado) con un valor promedio de 12,32 $\mu\text{g/g}$ de cobre total (Fig. 14) que es considerado "normal" en esta especie (GUZMÁN *et al.* 1996).

3.4 Evaluación por playas

En la tabla 6, se presentan los resultados obtenidos en la evaluación por playas de Callao a Ventanilla.

Se realizó un total de 10 estaciones y 8 subestaciones, los puntos de muestreo variaron en distancia con respecto a la línea costera, excepto las zonas de mezcla y mar Brava cuyas tomas de muestra se realizaron aproximadamente a 5 m de la línea de playa.

Para analizar y discutir los datos obtenidos por playa se continuó con la zonación del área de estudio (Fig. 1):

Zona I

El área de Mar Brava (MB), registró valores de pH, Sólidos Suspendidos Totales (SST) y grasa que se ajustaron a los requisitos de calidad para la vida acuática. Asimismo se registraron bajos valores de oxígeno disuelto (3,76 mL/L) y elevados valores de sulfuros (1,70 $\mu\text{g-at H}_2\text{S-S/L}$) debido a la presencia de desechos domésticos y diversas variedades de algas.

Zona II

Representada por las áreas de: colector Comas, Fertisa y el emisor Callao, registró valores de parámetros ambientales y contaminantes como:

Temperatura

Este parámetro varió de 17,1 °C a > 33,0 °C, circunscribiéndose básicamente en los alrededores de la fábrica Fertisa. El más alto valor se registró precisamente en el efluente de Fertisa (> 33,0 °C) asociado a un pH (3,01-ácido) y una anoxia total en el efluente.

Oxígeno

La concentración de oxígeno disuelto varió de 0,00 a 4,89 mL/L, presentándose situaciones de anoxia total en "C3", "C4" y el efluente de Fertisa. También se determinaron bajos tenores de oxígeno en los diferentes puntos de muestreo del colector Comas y la descarga doméstica "X".

Sulfuro de hidrógeno

Los sulfuros variaron de 1,97 a 16,68 $\mu\text{g-at H}_2\text{S-S/L}$, los máximos valores se presentaron en "C4" y "CC". En general, todas las estaciones de muestreo registraron altos valores de sulfuro de hidrógeno asociados a situaciones anóxicas y pH ligeramente básico.

pH

El pH varió de 3,01 a 7,80 correspondiéndole el mínimo valor al efluente de Fertisa, este valor indica el grado de acidez que posee el mencionado efluente. Las demás estaciones de muestreo registraron valores de pH que se encontraron dentro del rango de la Ley General de Aguas.

Sólidos suspendidos totales

La concentración de sólidos varió de 13,2 a 471,6 mg/L. Los puntos de muestreo "C1", "C2" y "C3" localizados en el colector Comas superaron la concentración máxima de 100 mg/L estipulada por la Ley General de Aguas para el cuerpo receptor.

Las otras estaciones registraron valores que se encontraban dentro del rango aceptable para muestras de zonas de mezcla y descargas domésticas.

Grasa

La concentración de grasa varió de 0,60 a 14,96 mg/L. El máximo valor de grasa se registró en "C1" colector Comas y el mínimo en "F1" Fertisa.

La elevada concentración de grasa detectada en "C1" es menor al valor registrado en la evaluación realizada durante el invierno de 1995.

Zona III

Representada por las áreas de: Ventanilla, río Chillón, playa Márquez y Química del Pacífico, donde se registraron valores de parámetros ambientales y contaminantes como:

Temperatura

Este parámetro varió de 15,1 a 31,0 °C, circunscribiéndose el máximo valor básicamente en el efluente de Química del Pacífico el cual estuvo asociado a un pH (0,41-fuertemente ácido) y una alta concentración de sulfuro de hidrógeno de 5,16 µg-at H₂S-S/L.

Oxígeno

La concentración de oxígeno disuelto varió de 2,19 a 6,00 mL/L. La máxima concentración le correspondió a la playa de Ventanilla y la mínima a la zona de mezcla de Química del Pacífico.

Sulfuros

Los sulfuros variaron de 1,07 a 5,16 µg-at H₂S-S/L, los máximos valores se presentaron en el efluente y zona de mezcla de Química del Pacífico. El mínimo valor de sulfuro de hidrógeno estuvo asociado a los valores mas altos de oxígeno disuelto (6,00 mL/L) y pH (7,52).

pH

El rango de pH varió de 0,41 a 7,52 correspondiéndole el mínimo valor al efluente de Química del Pacífico. Este valor indica el grado tan alto de acidez que posee el mencionado efluente. Las estaciones de Ventanilla, río Chillón y playa Márquez registraron valores de pH que se encontraron dentro del rango de la Ley General de Aguas.

Sólidos suspendidos totales

La concentración de sólidos varió de 25,2 a 183,6 mg/L. Los puntos de muestreo del efluente y zona de mezcla de Química del Pacífico superaron la concentración máxima de 100 mg/L estipulada por la Ley General de Aguas para el cuerpo receptor.

Las otras estaciones registraron valores que se encontraban dentro del rango "normal" para áreas costeras abiertas.

Grasa

El único valor de grasa registrado fue en la playa Ventanilla correspondiéndole una concentración de 1,40 mg/L. La concentración de grasa detectada en "V" es menor al valor registrado en la evaluación realizada durante el invierno (2,0 mg/L) de 1995 (JACINTO *et al.* 1995).

4. CONCLUSIONES

- a. El alto contenido de nutrientes a nivel superficial como: fosfatos (3,0 - 6,0 $\mu\text{g-at/L}$) y silicatos (40 $\mu\text{g-at/L}$) muy cerca a la línea costera de la zona II, estuvieron asociados a bajos valores de oxígeno (< 2 mL/L) y salinidades.
- b. El dinoflagelado *Protoperdinium obtusum* indicador de Aguas Costeras Frías (ACF), presentó una distribución normal para las zonas evaluadas.
- c. Los valores de pH, sólidos suspendidos totales (SST), se ajustaron a los requisitos de calidad, clase V de la Ley General de Aguas.
- d. Las concentraciones de cobre total en *Thais chocolata* y *Fissurella* spp. estuvieron dentro de los límites permisibles establecidos por la FAO, 1983.
- e. Las mayores concentraciones de cadmio total en sedimentos marinos se presentaron al NW y SW del río Rímac.
- f. A nivel de playa, especialmente en la zona II (colector Comas y Fertisa) presenta anoxia o bajos tenores de oxígeno disuelto.
- g. En general, los parámetros físicos y químicos de calidad de agua de las zonas II y III, a nivel de playas, mostraron cómo los efluentes industriales químicos y descargas domésticas vienen deteriorando el cuerpo receptor y zonas adyacentes de las áreas evaluadas, lo cual repercutirá en efectos negativos a mediano y largo plazo.

5. Referencias

- CHANG, F., E. DELGADO, S. SÁNCHEZ Y P. VILLANUEVA. 1995. Informe de Fitoplancton de la Evaluación del Medio Ambiente en la bahía de Callao-Ventanilla, 23 a 25 de agosto de 1995. Informe Interno.
- GUZMÁN, M. 1996. Trazas de metales en sedimentos superficiales en la Bahía del Callao, Ventanilla durante 1994. *Inf. Prog. Inst. Mar Perú* 37: 1-20.
- GUZMÁN, M., J. CHÁVEZ, O. MORÓN, S. SÁNCHEZ Y G. FLORES. 1997. Evaluación de la calidad del medio ambiente marino en la bahía de Pisco-Paracas, 22 a 24 de mayo 1996. *Inf. Prog. Inst. Mar Perú* 54: 1-29.
- GUZMÁN, M., O. MORÓN, P. VILLANUEVA Y G. FLORES. 1996. Evaluación de la calidad del ambiente marino en la bahía de Ferrol, Chimbote, 26 a 29 de julio 1996. *Inf. Prog. Inst. Mar Perú* 66: 3-26.
- JACINTO, M., O. MORÓN, M. GUZMÁN Y E. DELGADO. 1995. Calidad del Medio Marino en la bahía de Callao, Ventanilla. Convenio CORDE Callao/IMARPE. Informe Interno.
- SÁNCHEZ, S. 1996. Informe de Fitoplanctón del Programa de Evaluación del Medio Ambiente en la bahía de Callao-Ventanilla, 11 a 12 de abril de 1996. Informe Interno.

Tabla 1. Parámetros hidrográficos y de circulación marina en la bahía del Callao.
06 - 08 Agosto 1996.

EST. N°	POSICIONES		Nivel	TEMP	SAL	CORRIENTES
	LATITUD	LONGITUD	Muestreo (m)	(° C)	S ‰	(°)
(Zona I)						
1	12°06'21"	77°10'29"	0,0	15,5	35,003	
			12,0	15,1	34,997	
2	12°06'38"	77°09'55"	0,0	15,3	34,982	300
			16,0	14,8	34,980	300
3	12°07'39"	77°09'29"	0,0	15,5	34,994	310
			16,0	14,6	34,973	300
4	12°05'31"	77°09'32"	0,0	16,5	34,982	280
			13,0	14,9	34,973	270
5	12°05'23"	77°10'29"	0,0	16,4	34,927	
			11,0	14,8	34,977	
6	12°05'34"	77°11'39"	0,0	15,5	34,984	330
			6,0	15,2	34,991	0
(Zona II)						
7	12°00'10"	77°08'30"	0,0	15,3	33,733	
			6,0	14,8	34,934	
8	12°00'13"	77°09'32"	0,0	15,3	35,022	135
			8,0	14,2	35,008	170
9	12°00'13"	77°10'49"	0,0	15,4	34,997	140
			22,0	14,1	35,012	110
10	12°01'34"	77°10'35"	0,0	15,2	34,982	180
			18,0	14,2	34,995	150
11	12°01'32"	77°09'30"	0,0	15,4	34,999	
			6,0	14,4	34,992	
12	12°01'25"	77°08'58"	0,0	15,8	32,081	180
			5,0	14,9	34,930	180
13	12°02'29"	77°08'55"	0,0	15,8	34,838	
			11,0	15,2	34,944	
14	12°03'19"	77°09'31"	0,0	15,9	33,897	230
			8,0	14,8	34,938	130
15	12°03'14"	77°10'14"	0,0	16,5	33,971	
			11,0	15,5	34,970	
16	12°03'14"	77°11'03"	0,0	16,3	34,985	190
			16,0	14,8	35,008	80
(Zona III)						
17	11°52'45"	77°09'26"	0,0	14,9	34,951	300
			10,0	14,5	34,993	180
18	11°52'49"	77°10'30"	0,0	15,1	34,888	
			21,0	14,2	35,985	
19	11°52'56"	77°11'13"	0,0	15,1	34,839	270
			26,0	14,2	34,989	130
20	11°55'40"	77°10'45"	0,0	15,0	34,841	270
			16,0	14,3	34,995	190
21	11°55'37"	77°09'58"	0,0	15,2	34,859	
			15,0	14,3	35,005	
22	11°55'30"	77°08'44"	0,0	15,4	34,889	180
			10,0	14,3	34,985	180
23	11°57'35"	77°08'34"	0,0	15,2	34,904	180
			8,0	14,5	35,047	270
24	11°57'57"	77°09'12"	0,0	15,5	34,838	
			10,0	14,4	35,001	
25	11°57'50"	77°10'06"	0,0	14,8	34,980	
			13,0	14,2	35,008	

Tabla 2. Parámetros físico químicos en la bahía del Callao, 06 - 08 Agosto 1996.

EST. N°	POSICION		TRANSP (m)	FONDO (m)	PROF (m)	pH	OXIG (ml/l)	SULFUROS ug-at H2S-S/l	S.T.S (mg/l)	GRASA (mg/l)	Fosfatos (µg-at/l)	Silicatos (µg-at/l)	Nitratos (µg-at/l)	Nitritos (µg-at/l)
	LATITUD	LONGITUD												
(Zona I)														
1	12°06'21"	77°10'29"	4	12	0	7,87	3,39	0,69	28,4		1,00	21,60	2,97	0,55
					11	7,82	2,41	0,70	28,0		1,17	26,14	1,22	2,11
2	12°06'38"	77°09'55"	6	16	0	7,86	3,20	0,57	24,4		0,87	17,91	2,09	0,46
					15	7,78	1,60	0,61	26,4		1,30	26,4	2,76	0,46
3	12°07'39"	77°09'29"	5	16	0	7,87	3,23	0,61	20,4	2,11	0,57	18,43	1,67	0,48
					15	7,77	1,16	0,77	26,8		1,74	28,54	2,75	0,77
4	12°05'31"	77°09'32"	1,5	13	0	8,02	4,96	1,02	35,6	3,16	1,22	25,96	0,63	0,44
					12	7,83		0,58	27,2		1,91	26,14	2,57	0,86
5	12°05'23"	77°10'29"	2	11	0	7,97	4,98	0,98	22,8		2,43	35,31	4,20	0,35
					10	7,77	1,5	0,73	23,6		1,22	29,82	2,20	0,59
6	12°05'34"	77°11'39"	4	6	0	7,83	4,91	0,62	22,8		1,43	24,51	2,14	0,48
					5	7,85	4,74	0,69	24,4		0,87	38,58		
(Zona II)														
7	12°00'10"	77°08'30"	1,5	6	0	7,39	3,78	1,00	22,4	0,02	3,66	41,99	14,45	0,57
					5	7,55	0,77	0,69	21,6		1,65	36,68	1,23	0,29
8	12°00'13"	77°09'32"	7	8	0	7,91	4,02	0,51	17,2		0,61	4,11	2,33	0,46
					7	7,75	1,60	0,70	25,2		1,17	21,85	3,47	0,44
9	12°00'13"	77°10'49"	6	22	0	7,86	3,15	0,43	22,8		1,13	2,14	4,29	0,37
					21	7,75	0,92	0,70	28,4		1,61	13,54	4,64	0,55
10	12°01'34"	77°10'35"	6	18	0	7,90	3,25	0,49	26,0		1,61	8,91	3,85	0,46
					17	7,75	0,97	0,64	29,2		1,61	13,11	2,67	0,48
11	12°01'32"	77°09'30"	5	6	0	7,96	4,06	0,47	18,8		0,87	8,06	2,24	0,29
					5	7,67	0,87	0,78	29,2		7,39	17,05	1,61	0,24
12	12°01'25"	77°08'58"	1	4	0	7,59	2,93	1,80	30,0	0,02	6,35	32,39	4,69	3,36
					3	7,73	1,18	1,03	25,6		1,87	16,37	1,94	0,31
13	12°02'29"	77°08'55"	1	11	0	7,83	2,67	0,83	24,4	0,15	1,78	13,71	2,01	0,22
					10	7,64	0	1,52	29,2		2,74	21,6	0,67	0,29
14	12°03'19"	77°09'31"	2	8	0	7,66	1,21	0,95	20,4	2,00	2,30	18,42	1,74	0,62
					7	7,72	0,39	0,73	26,8		1,56	27,00	0,91	0,20
15	12°03'14"	77°10'14"	2	11	0	7,61	1,36	0,99	23,2		3,61	39,42	1,58	0,73
					10	7,72	0,77	0,80	24,8		2,22	24,77	1,57	0,4
16	12°03'14"	77°11'03"	6	16	0	8,01	4,85	0,51	20,8		1,57	5,48	1,59	0,29
					15	7,75	1,18	0,58	20,4					

Continuación: Tabla 2. Parámetros físico químicos en la bahía del Callao - Ventanilla, 06 - 08 Agosto 1996.

EST. N°	POSICION		TRANSP (m)	FONDO (m)	PROF (m)	pH	OXIG (ml/l)	SULFUROS ug-at H2S-S/l	S.T.S (mg/l)	GRASA (mg/l)	Fosfatos (µg-at/l)	Silicatos (µg-at/l)	Nitratos (µg-at/l)	Nitritos (µg-at/l)
	LATITUD	LONGITUD												
(Zona III)														
17	11°52'45"	77°09'26"	2	10	0	7,46	2,67	0,83	13,2	0,22	2,70	34,45	0,74	0,42
18	11°52'49"	77°10'30"	4	21	9	7,56	0,10	0,62	20,8		2,17	18,68	2,67	0,97
					0	7,46	0,82	0,73	12,8	2,61	36,00	2,11	0,33	
19	11°52'56"	77°11'13"	3	26	20	7,68	0	9,70	17,6		2,52	41,48	0,69	0,29
					0	7,49	0,87	0,66	10,0	2,57	38,31	0,48	0,31	
20	11°55'40"	77°10'45"	3,5	16	25	7,64	0	9,29	14,0		2,00	41,39	0,42	0,22
					0	7,64	1,41	0,57	11,2	1,78	30,94	1,00	0,33	
21	11°55'37"	77°09'58"	3	15	15	7,66	0	5,09	15,2					
					0	7,64	1,60	0,57	14,8	1,96	34,79	1,27	0,44	
22	11°55'30"	77°08'44"	2	10	14	7,67	0	2,84	20,8		1,57	27,08	0,70	0,11
					0	7,52	1,35	0,92	8,40	12,2	3,26	41,05	0,45	0,24
23	11°57'35"	77°08'34"	3	8	9	7,62	0	7,37	29,6		2,74	26,14	0,53	0,26
					0	7,67	1,70	0,60	15,6	0,50	3,61	33,94	0,96	0,73
24	11°57'57"	77°09'12"	3	10	7	7,66	0,49	0,64	13,6		1,61	26,65	0,64	0,15
					0	7,66	1,16	0,64	16,4	2,43	37,28	0,99	0,35	
25	11°57'50"	77°10'06"	5	13	9	7,64	0,19	0,96	30,8		1,57	25,88	0,70	0,24
					0	7,66	1,41	0,66	14,4	1,78	37,88	2,73	0,42	

S.T.S. = Sólidos Totales Suspendedos.

Tabla 3. Análisis cualitativo de plancton superficial en la bahía Callao, 06 - 08 de agosto de 1996.

ESTACION N°	3	4	6	7	9	10	13	14	16	17	19	20	22	23	25
TSM (°C)	15,5	16,5	15,5	15,3	15,4	15,2	15,8	15,9	16,3	14,9	15,1	15,0	15,4	15,2	14,8
DIATOMEAS															
<i>Actinocyclus</i> sp.	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bacteriastrum hyalinum</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetoceros affinis</i>	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	3
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Coscinodiscus centralis</i>	0	1	2	2	3	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0
<i>Coscinodiscus perforatus</i>	2	1	2	2	0	1	1	1	0	0	0	0	1	2	1
<i>Ditylum brightwellii</i>	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Grammatophora marina</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lauderia borealis</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lithodesmium undulatum</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Planktoniella sol</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Pleurosigma</i> sp.	1	0	1	1	2	3	1	1	2	1	1	1	0	1	1
<i>Proboscia alata</i> f. <i>indica</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1
<i>Skeletonema costatum</i>	1	0	1	3	2	2	4	4	2	1	4	4	3	3	1
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	1	0	1	0	2	2	0	0	1	1	0	1	0	0	1
<i>Thalassiosira angulata</i>	0	1	1	3	4	4	2	2	4	3	3	3	4	4	4
<i>Thalassiosira mendiolana</i>	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thalassiosira rotula</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thalassiothrix freuenveldii</i>	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1
<i>Thalassiothrix mediterranea</i>	3	2	2	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	2
DINOFLAGELADOS															
<i>Ceratium azoricum</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceratium buceros</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceratium furca</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceratium tripos</i>	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceratium tripos</i> c.c.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dyssodinium asymmetricum</i>	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Prorocentrum gracile</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Protoperidinium conicum</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0
<i>Protoperidinium claudicans</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Protoperidinium crassipes</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Protoperidinium depressum</i>	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Protoperidinium obtusum</i> (ACF)	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1
<i>Protoperidinium pentagonum</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0
<i>Protoperidinium subinerve</i>	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
SILICOFLAGELADOS															
<i>Dictyocha fibula</i>	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

LEYENDA

Ausente: 0
 Presente: 1
 Poco abundante: 2
 Abundante: 3
 Muy abundante: 4

ACF = AGUAS COSTERAS FRIAS

Tabla 4. Concentración media de cadmio en sedimentos.
Bahía Callao, 06 - 08 agosto 1996.

EST N°	POSICION		FONDO (m)	CADMIO (µg/g)*
	LATITUD	LONGITUD		
ZONA I				
1	12°06'21"	77°10'29"	12,0	0,82
2	12°06'38"	77°09'55"	16,0	0,87
3	12°07'39"	77°09'29"	16,0	< 0,67
4	12°05'31"	77°09'32"	13,0	1,45
5	12°05'23"	77°10'29"	11,0	2,68
ZONA II				
7	12°00'10"	77°08'30"	6,0	2,59
8	12°00'13"	77°09'32"	8,0	1,97
9	12°00'13"	77°10'49"	22,0	8,05
10	12°01'34"	77°10'35"	18,0	4,55
11	12°01'32"	77°09'30"	6,0	1,40
12	12°01'25"	77°08'58"	4,0	4,60
13	12°02'29"	77°08'55"	11,0	6,78
14	12°03'19"	77°09'31"	8,0	6,86
15	12°03'14"	77°10'14"	11,0	6,13
16	12°03'14"	77°11'03"	16,0	6,51

* Referido a muestra seca.

Tabla 5. Concentración Media de Cobre en Especies Marinas. Bahía Callao, 08 / 08 / 96.

Estación N°	Número Ejemplares	Nombre Común	Nombre Científico	Longitud Rango (mm)	Peso Rango (g)	Organo analizado	Cobre (ug/g)*
6	35	Caracol negro	<i>Thais chocolata</i>	35,5 - 43,6	7,96 - 15,97	Cuerpo Eviscerado	12,32
6	10	Concha de abanico	<i>Argopecten purpuratus</i>	40,8 - 76,8	13,90 - 99,21	Talo	0,52
6	9	Lapa	<i>Fissurella spp.</i>	44,3 - 62,8	9,61 - 31,58	Cuerpo	3,58

* Referido a muestra húmeda.

TABLA 6. Evaluación del muestreo por playas de Bahía Callao, 06 - 08 Agosto de 1996

ESTACION	Punto Muestreo	FECHA	TEMP °C	OXIG (ml/l)	SULFUROS ($\mu\text{g-at H}_2\text{S-S/l}$)	pH	SST (mg/l)	GRASA (mg/l)	OBSERVACIONES
Química Pacífico	Efluente 00	96/08/06	31	2,79	5,16	0,41	183,6		Mar de color marrón claro. Se percibe olor a ácido en el ambiente.
	Z.M, 5m	96/08/06	17,6	2,19	5,04	1,32	149,6		Mar de color marrón claro, cerca de la orilla. Playa con desechos domésticos (botellas de plástico, restos de llantas, etc.). Presencia de aves.
Ventanilla (V)	Bañerío a 200 m	96/08/06	15,1	6	1,07	7,52	25,2	1,4	Mar con aguas transparentes. Playa con abundante restos de basura. Nubosidad total.
Río Chillón (B1)	Frente río 5 m	96/08/06	23,8	5,56	2,46	7,4	41,6		Mar con aguas transparentes. Río con caudal muy bajo. No se distingue la zona de mezcla.
Emisor Callao (CC)	Efluente a 200 m de playa	96/08/07	22	0,48	13,46	7,59	83,2		Mar de color marrón, con abundante caudal. Zonas adyacentes con vegetación. Presencia de aves en gran cantidad.
Mar Brava (MB)	3 m de orilla	96/08/07	16	3,76	1,7	7,67	43,6	0,6	Mar de aspecto turbio. Presencia de aves y embarcaciones. Playa pedregosa con restos de basura alrededor de la línea costera. Presencia de algas verdes y rojas sobre las rocas.
Colector Comas (C1)	Efluente (central)	96/08/06	20,8	0,62	10,2	7,25	182	14,96	Agua muy turbia de color plomizo.
Colector Comas (C2)	Efluente (derecha)	96/08/06	20,4	3,79	4,97	6,12	414,8		Agua de color verde claro. Ligera turbidez.
Colector Comas (C3)	Efluente (derecha)	96/08/06	31,4	0	5,18	7,26	471,6		Agua de color blanquecino.
Colector Comas (C4)	Efluente (derecha)	96/08/06	24,8	0	16,68	7,8	44,8		Agua turbia de color plomizo.
Colector Comas (C5)	Efluente (izquierda)	96/08/06	21,4	0,62	8,59	7,52	88,8		Agua de color plomizo. Ligera turbidez.
Colector Comas (C6)	Zona de mezcla	96/08/06	17,8	2,58	7,08	7,33	59,6		Mar de color plomizo. Playa de aspecto sucio con predominio de de aguas negras. Abundante desechos domésticos.
Playa Márquez (PM)	a 5 m de la línea costera	96/08/06	15,2	5,81	1,72	7,4	62,4		Mar de color transparente. Playa rocosa con desperdicios domésticos.
Fertisa (F)	Efluente	96/08/07	> 33,0"	0		3,01	60		Descarga de color plomizo, muy turbio.
Fertisa (F1)	Zona de mezcla	96/08/07	18,7	3,48	5,25	7,52	77,6	0,6	Mar de color plomizo. Playa muy sucia, presencia de desechos sólidos (plásticos, restos de madera, etc.).
Fertisa (F2)	A +- 180 m. de F1	96/08/07	17,1	4,89	1,97	7,67	13,2		Mar de color plomizo. Playa arenosa con manchas negruzcas y aceitosas. Presencia de aves y embarcaciones. Mar calmado.
Fertisa (F3)	Efluente	96/08/07	23,8	0,95	5,54	7,14	57,6	3,4	Mar de color plomizo. Presencia de grasa. Se percibe olor a pescado.
Descarga doméstica (X)	Efluente	96/08/07	23,9	0,64	6,34	7,64	79,6		Colector doméstico con regular flujo de caudal. Irrigación en la zona.

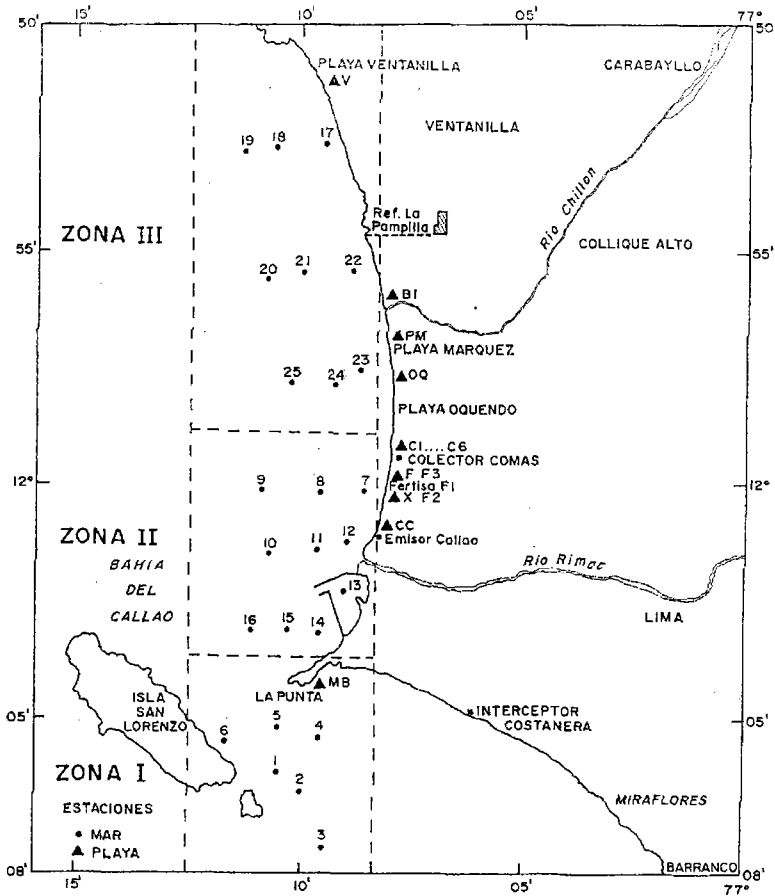


FIGURA 1. Carta de posiciones y zonación del área de estudio. Evaluación de la calidad del medio marino en la Bahía del Callao; 06 al 08 de agosto de 1996.

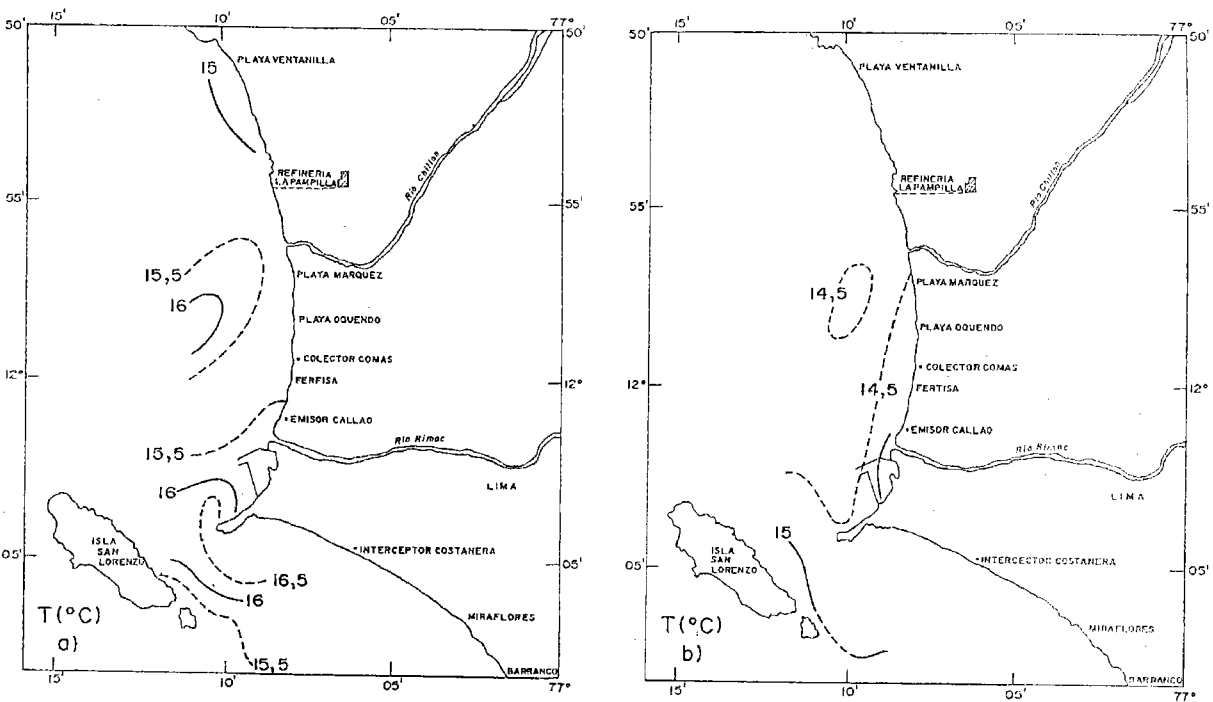


FIGURA 2. Distribución de temperatura en: a) superficie, b) fondo. Bahía del Callao; 06 al 08 de agosto de 1996.

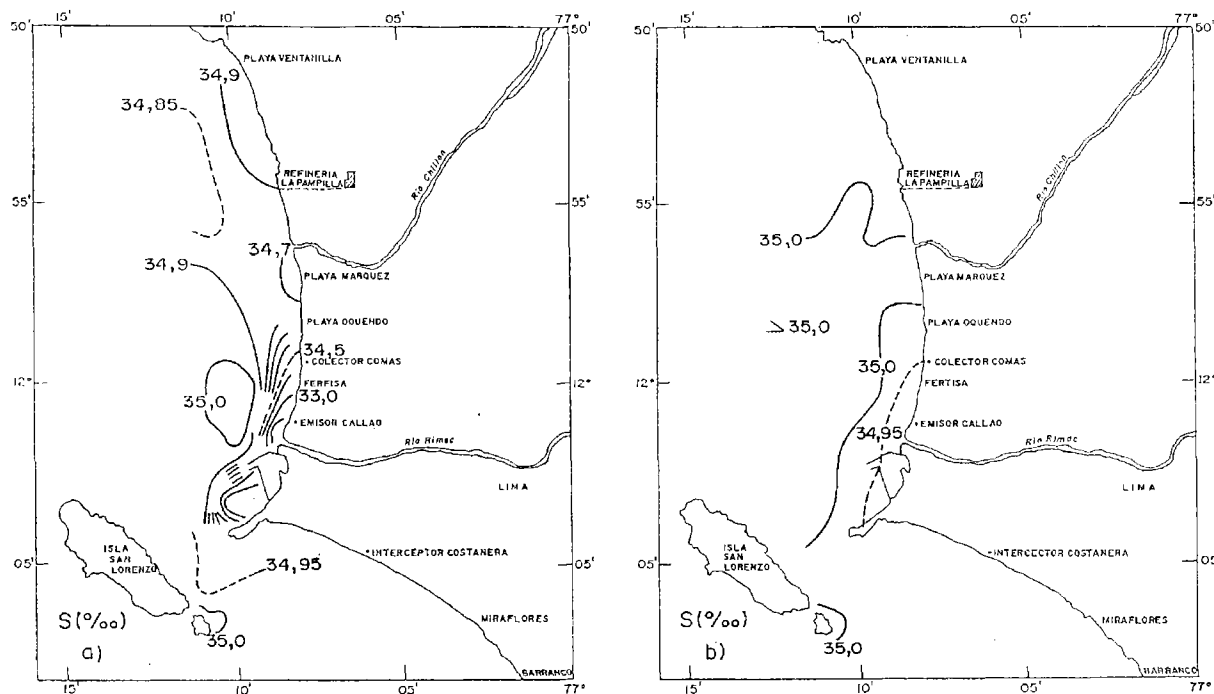


FIGURA 3. Distribución de salinidad en: a) superficie, b) fondo, Bahía del Callao; 06 al 08 de agosto de 1996.

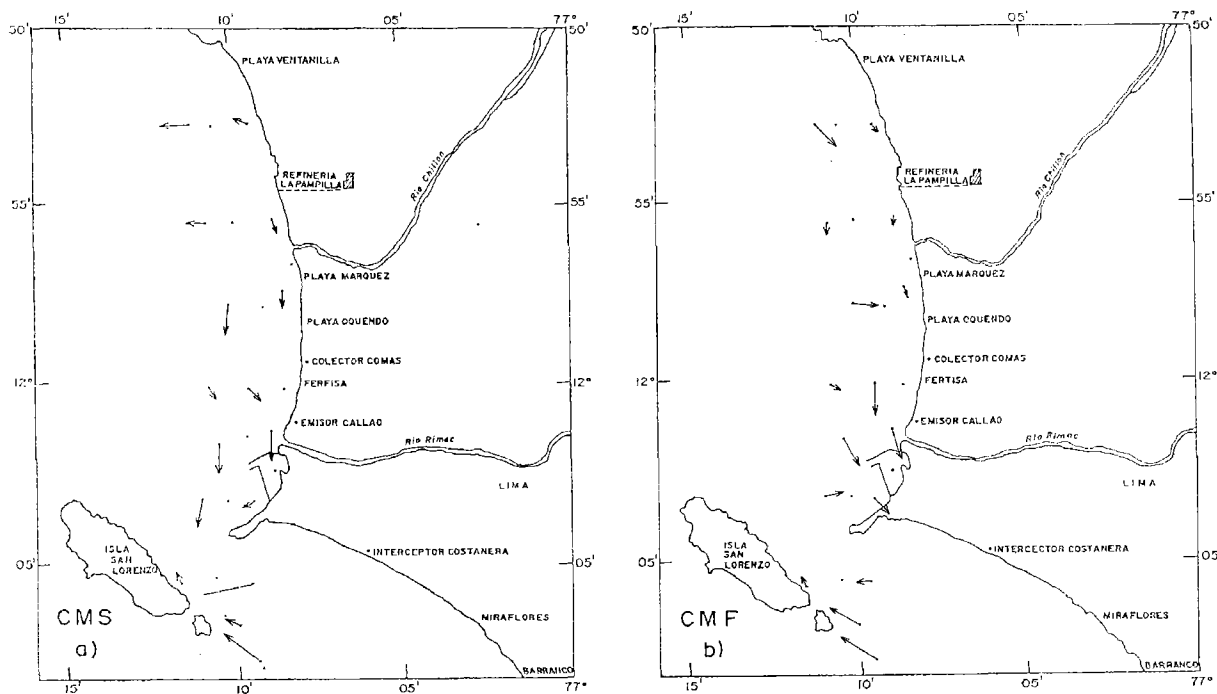


FIGURA 4. Circulación marina en: a) superficie, b) fondo. Bahía del Callao; 06 al 08 de agosto de 1996.

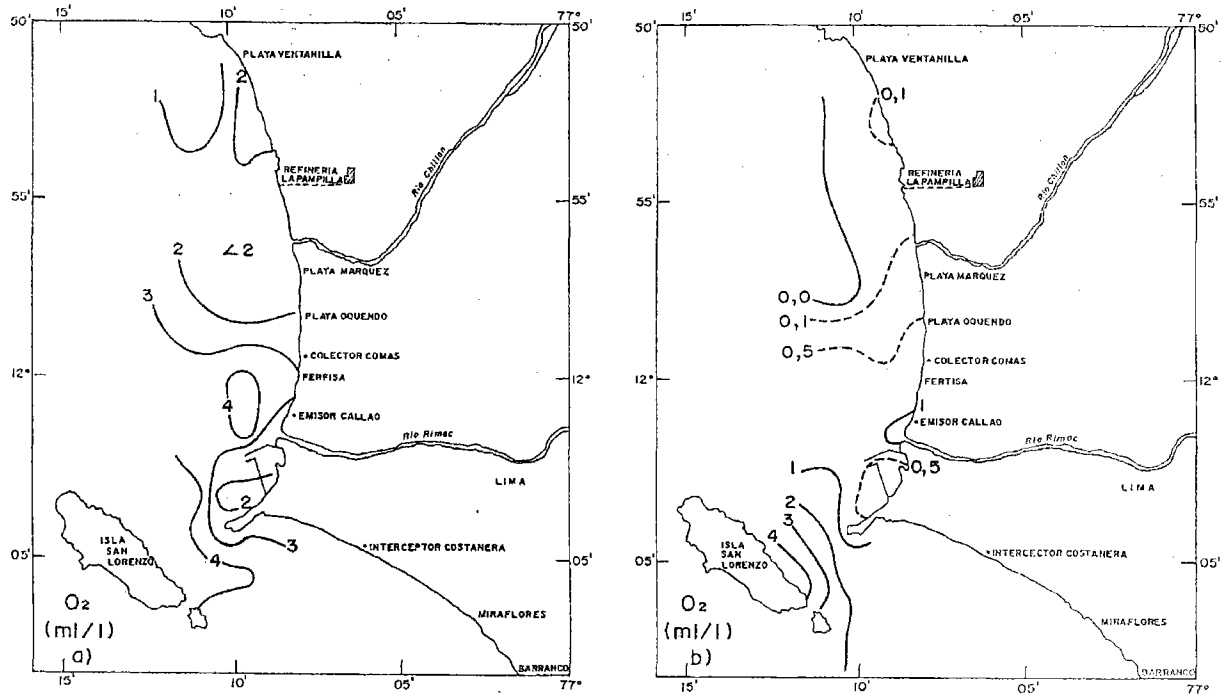


FIGURA 5. Distribución de oxígeno en: a) superficie, b) fondo. Bahía del Callao; 06 al 08 de agosto de 1996.

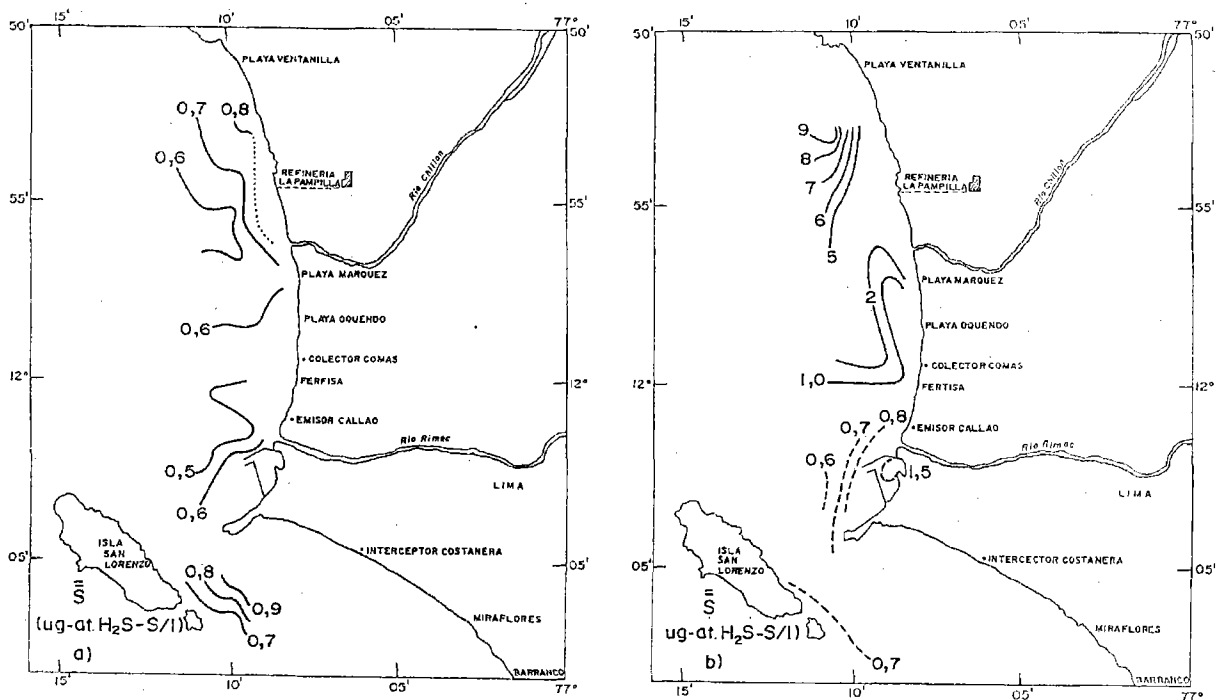


FIGURA 6. Distribución de sulfuros en: a) superficie, b) fondo. Bahía del Callao; 06 al 08 de agosto de 1996.

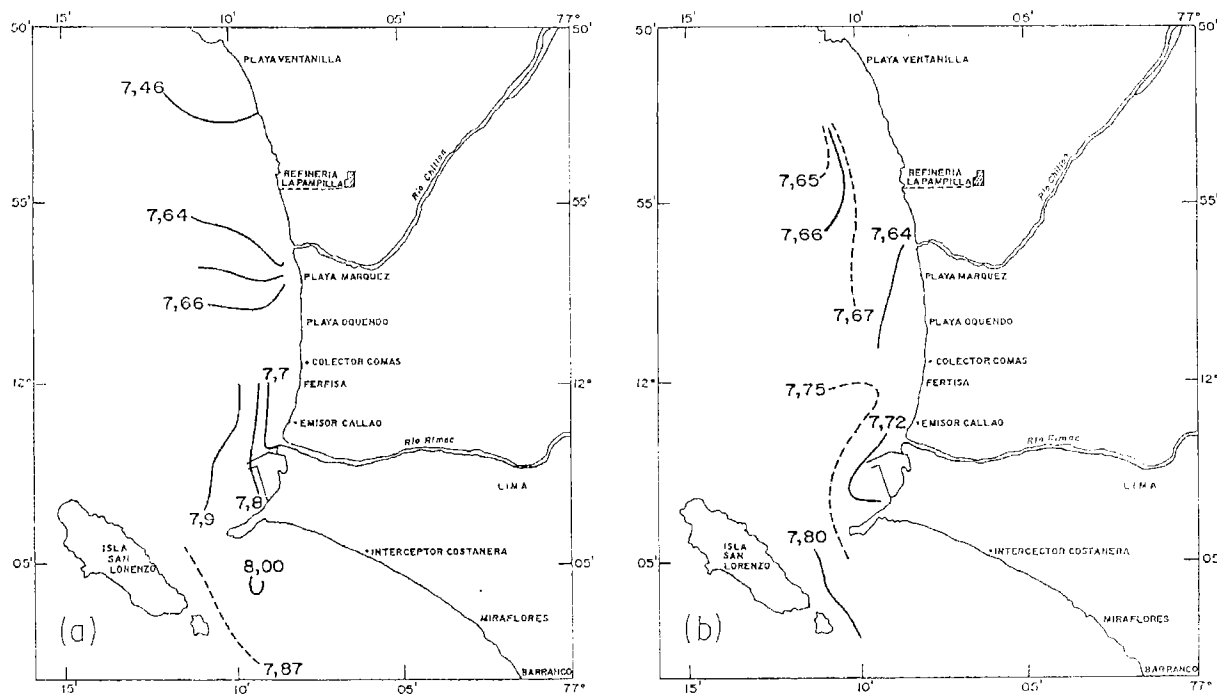


FIGURA 7. Distribución del potencial de iones hidronio, pH en: a) superficie, b) fondo. Bahía del Callao; 06 al 08 de agosto de 1996.

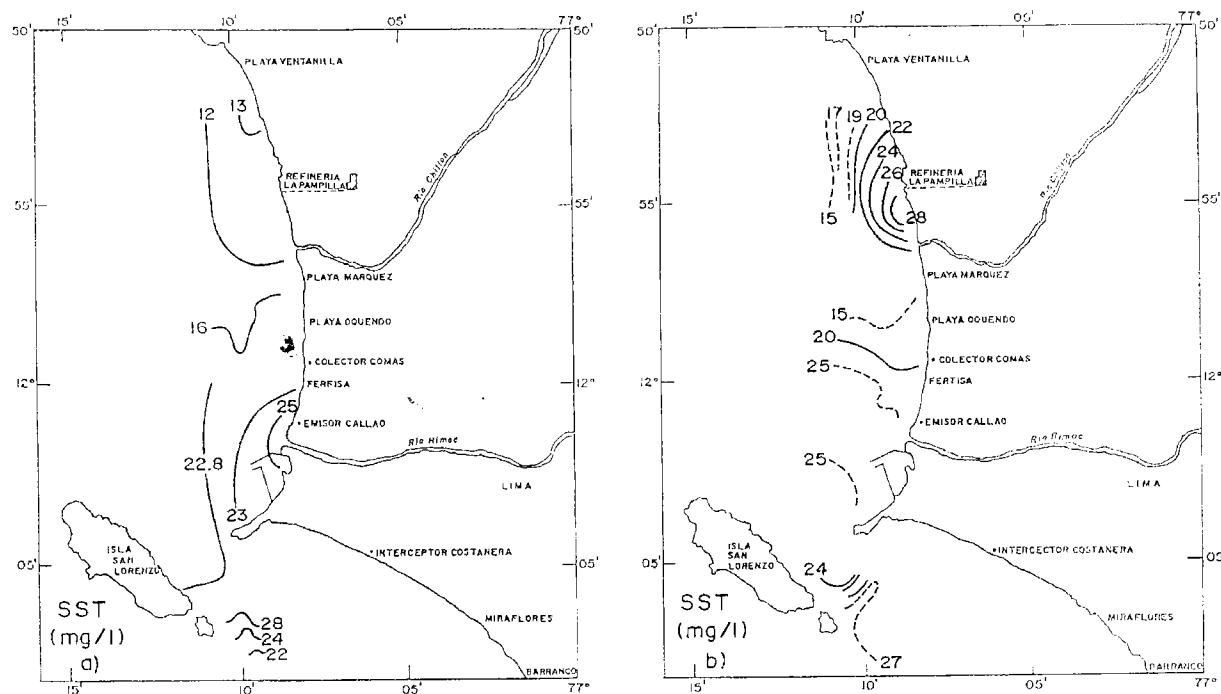


FIGURA 8. Distribución de sólidos suspendidos totales en: a) superficie, b) fondo. Bahía del Callao; 06 al 08 de agosto de 1996.

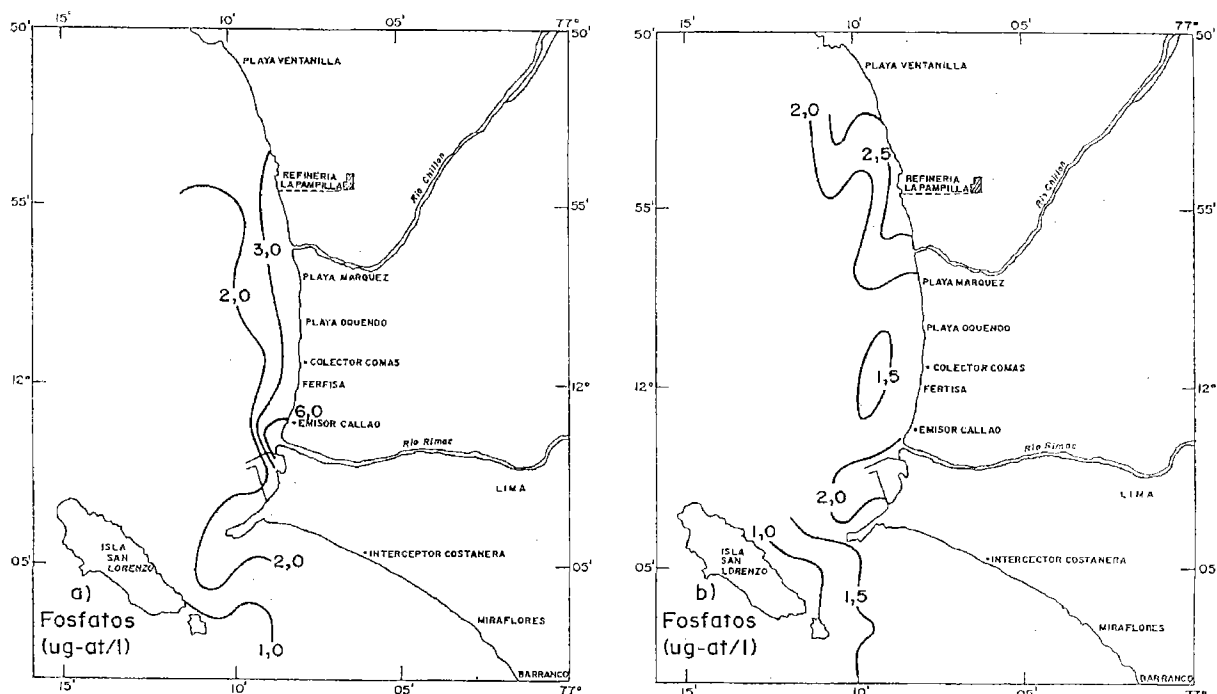


FIGURA 9. Distribución de fosfatos en: a) superficie, b) fondo. Bahía del Callao; 06 al 08 de agosto de 1996.

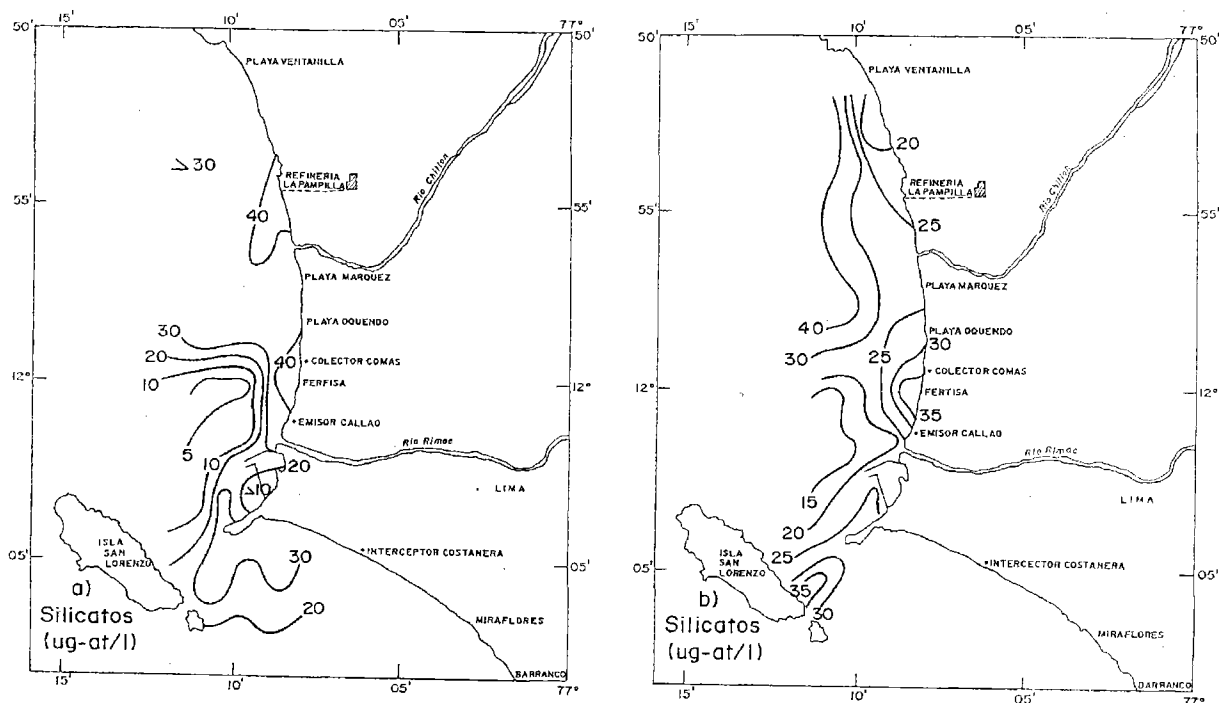


FIGURA 10. Distribución de silicatos en: a) superficie, b) fondo. Bahía del Callao; 06 al 08 de agosto de 1996.

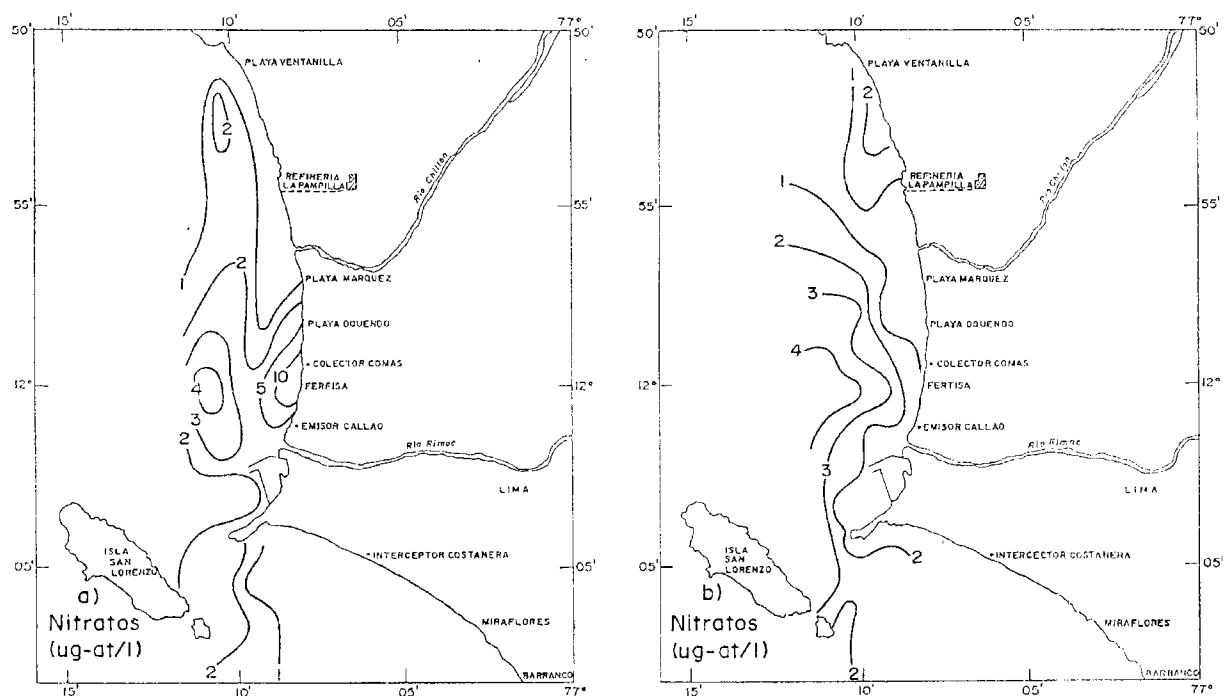


FIGURA 11. Distribución de nitratos en: a) superficie, b) fondo. Bahía del Callao; 06 al 08 de agosto de 1996.

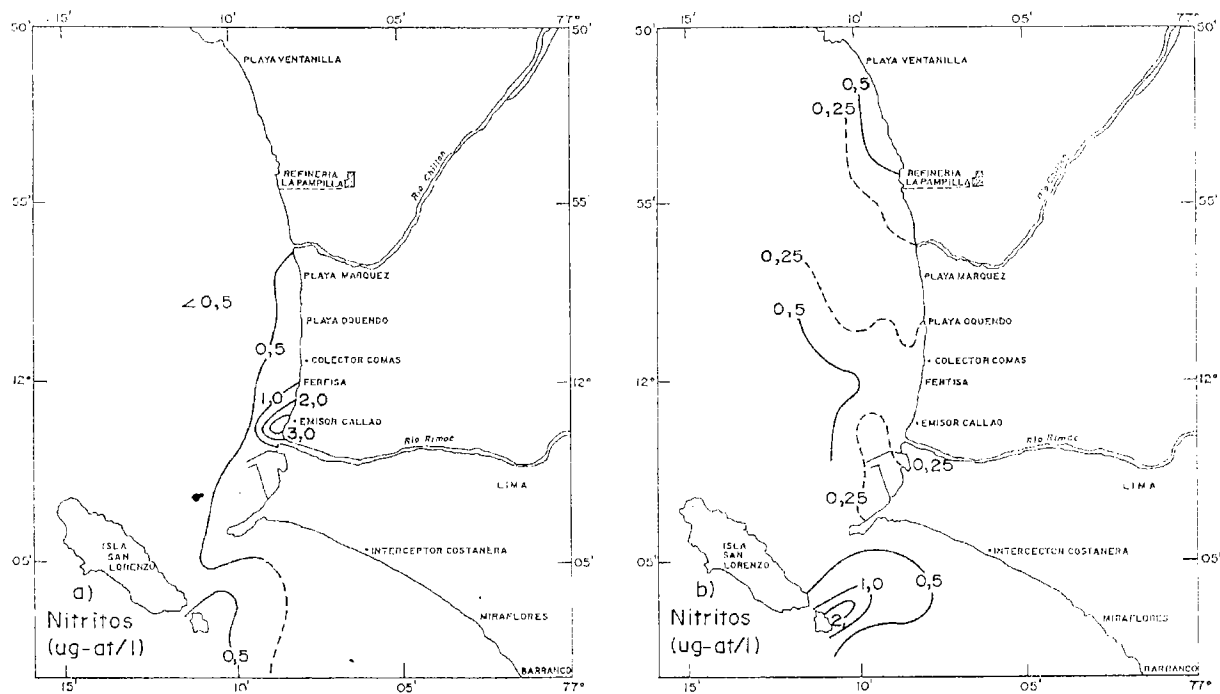


FIGURA 12. Distribución de nitritos en: a) superficie, b) fondo. Bahía del Callao; 06 al 08 de agosto de 1996.

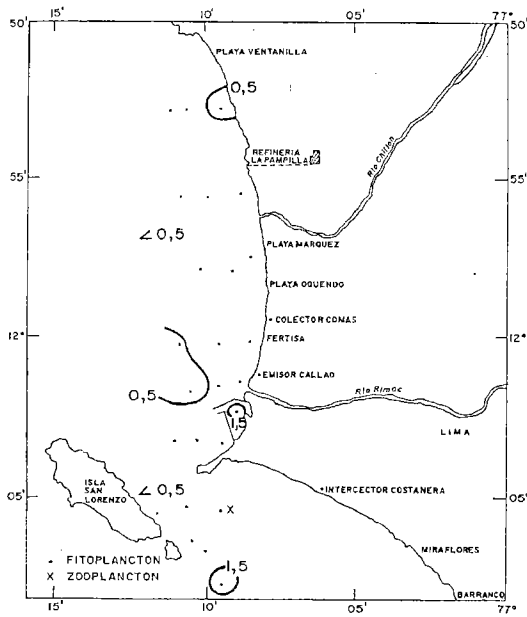


FIGURA 13. Distribución de fitoplancton y zooplancton. Bahía del Callao; 06 al 08 de agosto de 1996.

FIGURA 14. Concentración media de cobre en especies marinas, Isla San Lorenzo (08 agosto 1996).

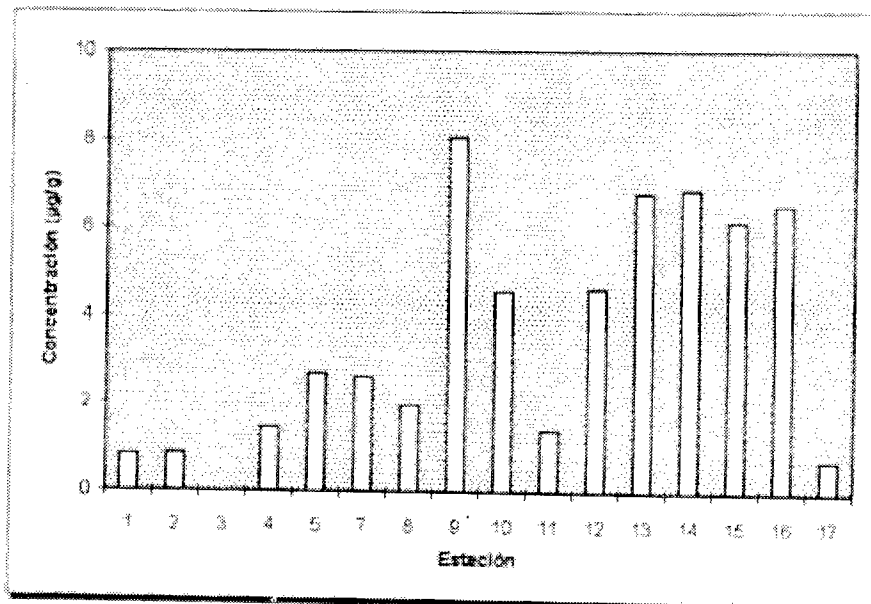
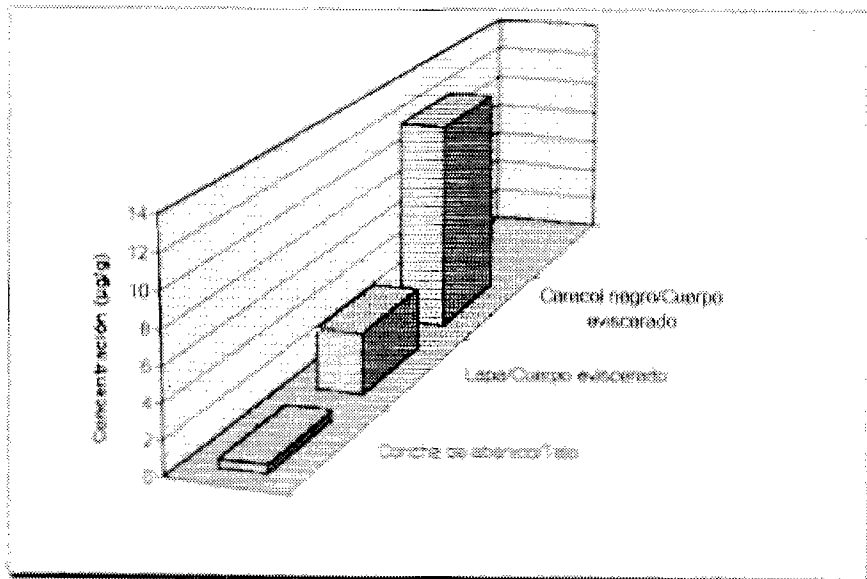


FIGURA 15. Concentración media de cadmio en sedimentos marinos. Callao a Isla San Lorenzo (06-08 agosto 1996).