



# informe progresivo

nº  
26

Marzo  
1996

## **EVALUACION DE LA CALIDAD DEL MEDIO MARINO EN BAHIA PISCO-PARACAS**

(22 - 24 Febrero 1995)

*María Elena Jacinto, Octavio Morón A., Patricia Villanueva,  
Rita Cabello, Manuel Guzmán Roca*

DGIO-05

El Informe Progresivo es una serie de distribución nacional, que contiene artículos científicos y tecnológicos, con información de investigaciones en marcha, conferencias y otros documentos técnicos sobre temas marítimos .

Podrá ser citado como Inf. Prog. Inst. Mar Perú - Callao (mimeo)

**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-ncp-net.pe

# EVALUACION DE LA CALIDAD DEL MEDIO MARINO EN BAHIA PISCO-PARACAS

(22 - 24 Febrero 1995)

*María Elena Jacinto, Octavio Morón A., Patricia Villanueva,  
Rita Cabello, Manuel Guzmán Roca*

## CONTENIDO

### RESUMEN EJECUTIVO

1. INTRODUCCION
2. OBJETIVOS
3. MATERIALES Y METODOS
  - 3.1 Muestreo
  - 3.2 Métodos
4. RESULTADOS
  - 4.1 Parámetros
  - 4.2 Composición y distribución del plancton
  - 4.3 Metales Pesados
  - 4.4 Hidrocarburos
  - 4.5 Evaluación por playas

### AGRADECIMIENTO

### BIBLIOGRAFIA

### CUADROS

### FIGURAS

### RESUMEN EJECUTIVO

La bahía de Paracas - Pisco, ubicada entre los 13°46'S - 76°14'W y 13°43'S - 76°13'W respectivamente, fue objeto de una evaluación para determinar la calidad del medio marino en una época de veda pesquera. Se analizaron los parámetros biológicos y de calidad de agua. Las determinaciones de oxígeno, pH y sólidos a nivel superficial presentaron concentraciones que se ajustaron a los requisitos de calidad para la vida acuática. También se evaluaron metales (cobre, cadmio, plomo) en organismos y sedimentos marinos; habiéndose detectado concentraciones elevadas de cadmio (6 µg/g) en *Semi-mytilus algosus*. No se detectaron problemas de contaminación por hidrocarburos de petróleo; sin embargo a nivel de playa (frente a PETROPERU) se detectó concentraciones elevadas de hidrocarburos disueltos (38,4 µg/l).

## 1. INTRODUCCION

Durante el inventario de fuentes terrestres realizado por IMARPE en 1987 la bahía de Pisco-Paracas, Perú fue considerada como una área de contaminación moderada, constituyendo la pesquería y agricultura las principales actividades de la zona.

Pisco ha experimentado durante los últimos años un gran desarrollo industrial; constituyendo la pesquería la actividad más importante de la zona, que se traduce en la existencia de 7 fábricas conserveras y 6 productoras de harina y aceite de pescado que se ubican a lo largo del litoral costero de Pisco. Durante 1994, la producción total de harina y aceite fue de 320 375 TM y 74 068 TM respectivamente. Producción que genera una gran cantidad de materia orgánica en suspensión, grasas, aceites y otros residuos que son arrojados directamente al ecosistema marino, superando en muchas ocasiones la capacidad asimilativa del medio marino.

Es innegable que esta actividad ejerce un serio impacto en el ecosistema costero de la bahía, si se considera que gran parte de ella se desarrolla sin mejoras tecnológicas que mitiguen la carga contaminante.

En el presente informe se da a conocer los resultados de la evaluación de la calidad del medio marino realizada en la bahía Pisco-Paracas, del 22-24 febrero de 1995 (época de veda).

## 2. OBJETIVOS

Los principales objetivos de la investigación fueron:

- Obtener una evaluación del estado de calidad del medio marino, en época de mínima actividad industrial pesquera.
- Actualizar la identificación y caracterización de diferentes fuentes contaminantes de origen terrestre.
- Evaluar la concentración de contaminantes químicos (metales, hidrocarburos de petróleo) en el ecosistema marino costero.

## 3. MATERIALES Y METODOS

### 3.1 Muestreo

El **muestreo por mar** se realizó del 22 al 24 de febrero de 1995 a bordo de la embarcación marisquera "Melchorita" de 23 pies de eslora total y 12 pies de manga. El área de estudio estuvo comprendido en la bahía Pisco-Paracas entre los 13°39'28" y 13°50'51"LS hasta aproximadamente 2,5 millas de la costa (Fig. 1).

Se realizó un total de 15 estaciones colectándose muestras de agua a nivel de fondo, con botella Niskin para la obtención de parámetros hidrográficos y químicos. También se colectaron muestras de agua, sedimento y organis-

mos para la determinación de parámetros químicos contaminantes: hidrocarburo de petróleo, DBO<sub>5</sub>, sulfuros, DQO, grasas, etc.

Las muestras de fitoplancton (11) fueron colectadas con red estándar con malla de 75 micras de abertura en arrastres subsuperficiales por 5' e inmediatamente preservadas con formalina neutralizada al 5%.

Las muestras de sedimentos fueron colectadas con una draga Van Veen de aproximadamente 0,024m<sup>2</sup> de área.

La colecta de organismos (chorito y lapa) se realizó por buceo, en la zona frente a la estación 14 (Punta Pejerrey).

El **muestreo por playa** realizado del 22 al 24 de febrero, se inició por el norte desde el río Pisco hasta concluir en el sur en Punta Pejerrey. Se realizaron un total de 13 estaciones, en algunas de las cuales y de acuerdo a lo observado se realizaron subestaciones, tanto en el efluente, zona de mezcla u otra área de influencia, en cada uno de los cuales se colectaron muestras para la determinación de los parámetros de interés. También se complementó con observaciones visuales de la zona.

### 3.2 Métodos

Las determinaciones analíticas químicas fueron las siguientes:

- Método de Winkler modificado (1966) por Carpenter, para el análisis de oxígeno.
- Método de EPA (1986), para la determinación de sólidos suspendidos totales.
- Método potenciométrico por medio del HANNA HI 9023 C para la determinación del pH.
- Método gravimétrico (Environment Water Resources Service, 1976) para la determinación de grasa.
- Método modificado de Eggiman y Betzer (1976) y Johnson y Maxwell (1981) para el tratamiento químico de sedimentos para el análisis de trazas de metales por espectrofotometría de absorción atómica.
- Método modificado por Gorsuch (1970) y Risby (1979) para el tratamiento químico de organismos para el análisis de trazas de metales por espectrofotometría de absorción atómica.
- Método referencial manual y guía N° 13 y 11 de la COI-UNESCO para la determinación de hidrocarburos de petróleo en agua de mar y sedimentos.
- La identificación del fitoplancton se realizó según: Cupp (1943), Hendeby (1964), Sournia (1967), Husted (1971), Schiller (1971).

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Parámetros hidrográficos y físico químicos

Los resultados de los parámetros hidrográficos, corrientes, se observan en el cuadro 1, y de los físicos y químicos en el cuadro 2.

#### 4.1.1 Temperatura

En superficie fluctuó entre 18,6 y 21,5°C con un promedio de 20,1°C, registrándose en el norte las más altas temperaturas (>20,5°C), como consecuencia de la influencia del río Pisco. Este incremento se observó desde la base del río hasta una distancia de 2,5 millas de la costa y declinando paulatinamente hacia el sur de la bahía con temperaturas hasta de 18,6°C (Fig. 2a).

La temperatura en fondo (Fig. 2b) varió entre 16,5 y 20,1°C con un promedio de 18°C, observándose casi las mismas características de superficie en el norte; aguas más frías (16,5°C) se observaron al sur de la bahía frente a Punta Pejerrey.

#### 4.1.2 Salinidad

En superficie, éste parámetro presentó rangos entre 34,19 y 35,26‰ (Fig. 3a). Los valores menores se observaron en las estaciones 1 y 2 frente a la descarga del río. Valores propios de las aguas subtropicales superficiales (ASS) se registraron hacia el sur.

En fondo (Fig. 3b) la salinidad fue más homogénea e intensa con valores de 35,15 a 35,8‰, propio de las aguas subtropicales superficiales (ASS).

#### 4.1.3 Corrientes Marinas

En la bahía de Pisco, las corrientes marinas están influenciadas principalmente por la dirección e intensidad de los vientos. En horas de la mañana, cuando la intensidad de los vientos es débil, predominan corrientes superficiales hacia el sur como las registradas en las estaciones 1, 4 y 5 (Fig. 4a); mientras que en fondo los flujos de menor intensidad se invierten siendo estos del norte-noreste (Fig. 4b).

Cuando la intensidad de los vientos se incrementa (8-15 m/s), los flujos de superficie como los del fondo se proyectan hacia el norte-noreste en la franja costera (estación 7 al 11) ingresando agua por el sector de Punta Pejerrey, principalmente por el fondo. Registros históricos, así como el presente muestreo, corroboran lo descrito.

#### 4.1.4 Oxígeno

A nivel superficial (Fig. 5a) el oxígeno fluctuó entre 3,29 (cerca a la playa San Andrés) a 10,55 ml/l (cerca a la isla Blanca), observándose

el predominio de una isólinea de 5ml/l que ingresa a la bahía Paracas. Al sur en las estaciones 12, 13 y 15 se registraron los máximos valores; estas altas concentraciones estarían asociadas a los procesos biológicos (fotosíntesis) debido a la proliferación de algas en dicha zona. No se registró anoxia a nivel superficial.

En fondo, (Fig. 5b), los valores variaron entre 0,00 frente al río Pisco (estación 2) a 4,60 ml/l al norte de San Andrés (estación 6); con excepción de la estación 2 (anóxica), las menores concentraciones se detectaron dentro de la bahía Paracas, en la que se registró una pequeña isólinea de 1 ml/l.

#### 4.1.5 Sulfuros

Los valores de sulfuros en superficie variaron entre 0,28 - 1,58  $\mu\text{g-at H}_2\text{S/l}$ , correspondiéndole a la estación 9 (próximo a PETROPERU) la mayor concentración. Como puede observarse (Fig. 6a) las isólineas de mayor concentración frente a PETROPERU, muestran una tendencia decreciente conforme se aleja de la costa.

A nivel de fondo (Fig. 6b) los valores fueron mayores con rangos de concentración de 0,23 - 2,60  $\mu\text{g-at H}_2\text{S-S/l}$ ; en la estación 13 (frente a Punta Pejerrey) se detectó la máxima concentración registrándose un núcleo de concentraciones altas con tendencia decreciente. Otro valor significativamente alto (1,52  $\mu\text{g-at/l}$ ) se registró en la estación 11, frente a la playa Santo Domingo (bahía Paracas).

Los valores de sulfuros mencionados tanto en superficie como en fondo son menores a los detectados en evaluaciones pasadas (varazón de peces enero 94, gran actividad industrial pesquera - mayo 94).

Los niveles de sulfuros reportados no han afectado la demanda de oxígeno, la cual mantiene concentraciones apropiadas sobre todo a nivel superficial.

#### 4.1.6 Potencial de iones Hidronio (pH)

Los valores de pH en superficie variaron entre 7,78 - 8,42, observándose en la estación 13 la máxima concentración; predominando la isólinea de 8.0 a lo largo de la bahía (Fig. 7a). Los mayores valores se encontraron al sur, en la bahía Paracas, en las mismas estaciones donde se registraron altas concentraciones de oxígeno.

El pH a nivel de fondo ligeramente inferior, fluctuó entre 7,56-7,93; predominando al norte la isólinea de 7,9 y de 7,7 dentro de la bahía Paracas (Fig. 7b). Ambos extremos presentaron también una relación directa con el contenido de oxígeno.

Los valores de pH hallados, están dentro del rango normal, aunque son ligeramente superiores a los encontrados en enero 94. El pH mayor a 8,0 ligeramente alcalino, registrado al sur de la bahía

estaría relacionado con la producción de dióxido de carbón durante los procesos de respiración del fitoplancton en el área mencionada.

#### 4.1.7 Sólidos Suspendidos Totales (STS)

A nivel superficial (Fig. 8a) los sólidos suspendidos totales fluctuaron entre 4,47 a 48,37 mg/l; al sur de Pisco se observa que las isóneas muestran una tendencia creciente conforme se acerca a la estación 6, donde se registró la mayor concentración lo cual estaría relacionado con corrientes superficiales hacia el sur. En la estación 10 (frente a SIPESA) también se detectó otra área de concentración alta.

A nivel de fondo (Fig. 8b) los valores de sólidos fueron mayores, variando entre 3,24 - 172,67 mg/l, registrándose la mayor concentración en la estación 13, con isóneas de tendencia decreciente conforme se aleja de la costa. En esta estación también se registró las concentraciones más altas en sulfuro.

Los valores de STS, especialmente los de superficie, fueron ligeramente superiores a lo observado en mayo del 94 (3-29 mg/l).

Frente al río Pisco, las concentraciones de sólidos fueron bajas no obstante la descarga del río, ésta no alcanzó niveles altos. Esta dispersión de la materia en suspensión estuvo asociado a la intensidad y dirección de las corrientes, registrándose una tendencia e incremento hacia el sur.

A la altura de Punta Pejerrey (estación 13) el ingreso de agua con flujo intenso produciría remoción del lecho marino, invadiendo la columna de agua; esto aunado a los detritus proveniente de la floración existente en la zona, explicaría las altas concentraciones de sólidos suspendidos hallados en dicha estación. La turbidez producida, además podría haber influenciado en las concentraciones de sulfuro encontradas.

#### 4.2 Composición y distribución del plancton

Los volúmenes de plancton superficial fueron muy bajos, oscilando entre 0,12 y 0,66 ml/m<sup>3</sup> asociados a temperaturas que fluctuaron entre 18,6 y 21,0°C; alcanzando un promedio de 0,3 ml/m<sup>3</sup> para toda el área estudiada (Fig. 9).

El fitoplancton predominó en casi todas las estaciones, siendo las diatomeas el grupo dominante, excepto en la estación 8 (San Andrés) donde se compartió fitoplancton y zooplancton.

En el 100% de las estaciones se pudo apreciar mayor abundancia de organismos del grupo de las Centricae, con una amplia representación de las especies *Coscinodiscus perforatus* y *C. centralis*. El zooplancton presentó igual distribución, aunque su representatividad fue menor, siendo los copépodos, nauplios y appendicularias los que sobresalieron (Cuadro 3).

Las estaciones 7 y 15 reportaron los más altos volúmenes, los cuales se debieron, además de las diatomeas antes mencionadas, a la abundancia de algunas especies de distribución nerítica como *Chaetoceros curvisetus* y *C. socialis*.

Es conveniente indicar que en la estación 15 se observó una coloración marrón rojizo intenso.

En la E-7 además abundaron otras especies neríticas como *C. debilis* y *C. affinis* siendo menos abundantes *C. lorenzianus*, *Eucampia zoodiacus*, *Thalassiosira angulata*, *Lithodesmium undulatum* y *Pleurosigma sp.*

*Protoperdinium obtusum*, indicador de Aguas Costeras Frías (ACF), fue reportado en casi todas las estaciones, excepto en la estación 1, siendo más notoria su presencia en la estación 7.

En las estaciones más costeras, que correspondieron desde San Andrés a SIPESA (estación 4, 8, 9 y 10), se apreció en poca cantidad detritus, partículas en suspensión, y ecdisis que dificultaron el análisis respectivo, lo que no sucedió en las otras estaciones.

### 4.3 Metales Pesados

#### 4.3.1 En Sedimentos

El cuadro 4, presenta la concentración de metales pesados en sedimentos.

##### **Cadmio**

Los sedimentos evaluados fueron colectados a profundidades entre 3,0 a 23,0 m. Para el caso de **cadmio** los rangos fluctuaron de menos 0,58 hasta 4,36  $\mu\text{g/g}$ , registrándose la mayor concentración en la estación 15; las menores concentraciones se obtuvieron frente al río Pisco. Al sur de la bahía, se registró una distribución creciente conforme se aleja de la costa. En la estación 11, también se detectó una concentración alta (Fig. 10a).

Los valores para cadmio fueron menores a los detectados en mayo de 1994, donde las concentraciones fluctuaron de 1,98 a 9,52  $\mu\text{g/g}$ , registrándose también al sur la mayor concentración. Sin embargo, esta aparente mayor concentración comprendió a toda la muestra (sin tamizar) a diferencia de lo reportado en el presente informe.

##### **Cobre**

Las concentraciones de cobre fluctuaron entre 8,02-73,46  $\mu\text{g/g}$ , detectándose nuevamente en la estación 15, el valor máximo. Al centro de la bahía, se observó unas isolíneas de tendencia creciente conforme se aleja de la costa, registrándose una mayor concentración en estaciones ubicadas al sur de la bahía (Fig. 10b).

En comparación a lo registrado en mayo de 1994, (8,8 - 69,3  $\mu\text{g/g}$  Cu) se puede afirmar que las concentraciones de cobre no han sufrido mayor incremento.

### **Plomo**

Las concentraciones de plomo presentaron un rango de 13,77 a 67,07  $\mu\text{g/g}$ , registrándose frente a Punta Pejerrey (estación 13) la zona de mayor concentración (Fig. 10c). Al igual que en cobre, al centro de la bahía, se observan isolíneas de tendencia creciente conforme se aleja de la costa registrándose la mayor concentración al sur de la bahía. Frente al río Pisco los valores fueron más homogéneos.

A diferencia de los otros elementos se ha observado un incremento del plomo en comparación a lo evaluado en mayo de 1994 (21,6-45.1  $\mu\text{g/g}$ ).

El aporte de contenido metálico generalmente proviene del río Pisco, y de otras industrias que utilizan en sus procesos elementos metálicos; vertiendo directa o indirectamente (red principal de desagüe), sus aguas residuales al medio marino.

Por lo descrito, vemos que los elementos presentaron diferentes concentraciones; esto se debe principalmente a la especiación o forma química del elemento, la misma que es controlada por variables ambientales (pH, oxígeno, fuerza iónica - salinidad, proteína orgánica y particulada, etc).

El área evaluada, especialmente donde se registran las mayores concentraciones en metales (cobre, cadmio y plomo) le corresponde un sedimento de tipo limo arcilloso de aspecto fangoso (DHNM, 1990). Este sedimento constituido por partículas muy pequeñas (0,004-0,60 mm) pueden ser transportados con más facilidad por las corrientes, de allí que se explicaría que estas predominen en el sur. Además tienen gran capacidad de acumular elementos metálicos. La presencia de materia orgánica particulada, conjuntamente con otros factores favorecen la acumulación y adsorción de metales pesados.

#### **4.3.2 Organismos**

En el cuadro 5, se presenta la concentración de metales pesados en organismos bentónicos de la zona, así como en la lisa (*Mugil cephalus*). Los organismos bentónicos evaluados fueron: el chorito (*Semimytilus algosus*), la lapa (*Fissurella spp.*). En la Fig. 11, se representan las concentraciones de los elementos metálicos en las especies mencionadas.

El *Semimytilus algosus*, de longitud pequeña (44-61 mm) en un número aproximado de 40 ejemplares, fueron analizados totalmente. Las concentraciones halladas fueron elevadas para el cadmio (6,1  $\mu\text{g/g}$ ), mientras que para el cobre (1,4  $\mu\text{g/g}$ ) y plomo (0,6  $\mu\text{g/g}$ ) se pueden considerar normales, si se compara con el reporte de la FAO, (1983).

Estas altas concentraciones podrían ser una consecuencia de sus mecanismos alimentarios asociado a la capacidad de filtración de la especie. Es conveniente indicar además, que esta concentración corresponde a una evaluación de todo el organismo, incluido las vísceras.

Esta acumulación se debería a la producción continua de la **metallothioneína** por parte de la especie en respuesta a la exposición del cadmio. La unión del cadmio a esta proteína explicaría como la especie puede tolerar niveles altos de cadmio. No se descarta tampoco, una interferencia de posibles restos sedimentarios presentes en las especies analizadas y que podrían haber influenciado en el análisis respectivo.

En el caso de la lapa (*Fissurella spp.*), con una longitud de 58-70 mm, y 3 ejemplares analizados en la parte comestible (cuerpo sin vísceras), las concentraciones de cadmio (0,6 µg/g), cobre (20 µg/g) y plomo (< 0,12 µg/g) estuvieron dentro de los rangos normales (FAO, 1983).

Para el caso de especies como la lisa (*Mugil cephalus*), las concentraciones en contenido metálico fueron mucho menores en comparación a los moluscos. Se analizó el tejido muscular (lomo) en 6 ejemplares, registrándose valores normales de 0,01 µg/g de cadmio, 0,44 µg/g de cobre y < 0,12 µg/g de plomo.

Reportes bibliográficos indican sobre la variable afinidad de los metales por órganos individuales de los organismos. El tejido muscular es un buen indicador para casos de contaminación extremadamente alta, debido a que el incremento de metales en este tejido es mucho más bajo que en otros órganos.

#### 4.4 Hidrocarburos de Petróleo

##### 4.4.1 En agua de Mar

En los cuadros 6 y 7 se observan los resultados de hidrocarburos de petróleo disuelto/dispersos en agua de mar y sedimentos marinos respectivamente.

Los hidrocarburos de petróleo disuelto en agua de mar, de tipo aromático fluctuaron entre 0,15 - 0,25 µg/l expresado en unidades de criseno.

En general los valores pueden considerarse bajos y homogéneos siendo menor a otras áreas evaluadas (Callao). En la estación 5 se registró un ligero incremento, que no fue significativo (Fig. 12a).

Si bien se han observado restos de combustible cerca al muelle San Andrés, proveniente de las embarcaciones, sin embargo las concentraciones reportadas nos indican que los compuestos de hidrocarburos dispersados por las corrientes superficiales fueron también reducidos como consecuencia de los procesos físicos y químicos.

#### 4.4.2 En Sedimento

En la Fig 12b, se observa la distribución de los hidrocarburos aromáticos totales en sedimentos. En las estaciones evaluadas las concentraciones fluctuaron entre 0,18 a 0,99  $\mu\text{g/g}$  expresado en unidades de criseno y en peso seco. La mayor concentración se registró en la estación 10 (frente a fábricas pesqueras) y estación 7 (frente a San Andrés). Estos valores son muy similares a lo hallado en enero 88.

En la estación 7, frente a San Andrés, se observan, isolíneas de tendencia creciente al alejarse de la costa.

#### 4.5 Evaluación por playas

En el cuadro 8, se presentaron los análisis de las muestras obtenidas en playas de Pisco-Paracas.

Se realizaron un total de 13 estaciones, en algunas de ellas se efectuaron hasta dos submuestreos, a fin de obtener una visión de la dilución de la carga contaminante en relación al punto de descarga.

Como las fábricas pesqueras estaban prácticamente inoperativas (época de veda), los puntos de muestreo se realizaron desde los muelles respectivos, los cuales estaban ubicados aproximadamente a 80 m de orilla de playa. A esta distancia, se registraron valores de oxígeno (2,9 - 7,2 ml/l), valores de sulfuros (0,5-3,4  $\mu\text{g-at H}_2\text{S-S/l}$ ), pH ligeramente alcalino (7,6-8,2) y sólidos suspendidos (12,4-19,6 mg/l). Para el caso de PESCA PERU, los valores de demanda bioquímica de oxígeno  $\text{DBO}_5$  (28,7 mg/l) y demanda química de oxígeno  $\text{DQO}$  (17,9 mg/l) superaron los valores establecidos para cumplir con los requisitos de calidad de agua.

Una zona crítica se halló en el muelle San Andrés, cuya cercanía a un colector doméstico y por actividades propias del muelle hacen que las aguas circundantes sean anóxicas, con altas concentraciones de sólidos suspendidos (157 mg/l); también se observó abundante presencia de algas. Los valores de  $\text{DBO}_5$  (> 500 mg/l) y  $\text{DQO}$  (211,5 mg/l) nos indica la elevada concentración de materia orgánica que supera los límites de requisitos de calidad de agua.

La descarga proveniente del río Pisco, con altas niveles de oxígeno (>5 ml/l), no presentaron concentraciones elevadas de sólidos suspendidos totales (12-16 mg/l). Las concentraciones de  $\text{DBO}_5$ , mostraron una variabilidad en relación a los puntos muestreados; observándose un decrecimiento de la carga contaminante, a mayor distancia de la desembocadura.

La zona frente a PETRO PERU, presentó niveles altos de hidrocarburos disueltos (38,4  $\mu\text{g/l}$ -cuadro 6); los niveles en  $\text{DBO}_5$  y  $\text{DQO}$  superan los límites establecidos.

## 5. CONCLUSIONES

- El área evaluada, especialmente a nivel superficial presentó valores que se ajustan a los requisitos de calidad para la vida acuática. Se detectaron concentraciones altas (>8 ml/l) al sur, fuera de la bahía Paracas; estos valores, están relacionados a procesos biológicos por la floración existente en la zona. Sin embargo, a nivel de fondo, se observó una disminución en el contenido de oxígeno disuelto, especialmente en la bahía Paracas.
- Los niveles de materia orgánica biodegradable presente en el área, detectados a través de las concentraciones de sólidos y DQO, no han afectado los niveles de oxígeno.
- El volumen de carga orgánica contaminante está asociado a la paralización de una de las actividades industriales más importantes de la zona, como es la pesquería
- Los valores de cadmio encontrados, merecen una vigilancia del elemento en diferentes componentes del ecosistema marino de la zona, a fin de profundizar el conocimiento de su comportamiento.
- Los problemas de contaminación por hidrocarburos se presentan en playa, siendo el área frente a PETROPERU la más contaminada por este compuesto. Es muy probable que existan fugas en sus tuberías de abastecimiento que explicarían los niveles encontrados.

## AGRADECIMIENTO

Un especial agradecimiento a los profesionales: Bach. Rita Cabello, Bach. Carlos Martínez, Ing. Manuel Guzmán y técnicos: Donato Inga y Marcelo Crispin por el trabajo analítico y de campo realizado.

Un reconocimiento especial a la Sra. Eva Ramírez por su apoyo en el mecanografiado y al Sr. Ismael Zárate por los dibujos realizados.

## BIBLIOGRAFIA

- Cupp, E. (1943). Marine plankton diatoms of the west coast of North America. Bull. Scripps Inst. Oceanog 5: 1-237 pp.
- Delgado, E y P. Villanueva. Informe interno. Diagnóstico Ambiental en la zona Pisco y bahía Paracas (25 - 27 mayo 1994).
- DHNM (1990). Estudio de contaminación en Pisco-Paracas.
- FAO (1983). Compilation of legal limits for hazardous substances in fish and fishery products.
- Grados C., M. Jacinto y E. Cárcamo (1994). Informe Técnico. Varazón de peces - Pisco, 6 Enero 1994.

- Jacinto M, M. Guzmán y Col. (1995). Informe. Calidad del medio marino en la bahía Callao-Ventanilla.
- Landner, L. and K. Beyer (1970). Forms of occurrence and biotransformations of metal compounds in the aquatic environment.
- Rohleder H, and F. Korte (1982) Ecotoxicological aspects of cadmium. UNEP Industry and Environment. January/February/March. Pgs 2-4.
- Sánchez, G., J. Zeballos (1987). Inventario de fuentes terrestres en el área de Pisco - Paracas- Prog. Plan de Acción para la protección del medio marino.
- Waldichuk, M.(1978). Some biological concerns in heavy metals pollution. Pollution and Physiology of marine organisms.

CUADRO 1. PARAMETROS HIDROGRAFICOS EN BAHIA PISCO - PARACAS  
 (22-24 Febrero de 1995)

Est. Nº	Posicion		Prof. (m)	Temp. (°C)	Salinid. o/oo	Corrientes	
	Latitud	Longitud				V cm/s	Direcc.
1	13°39'28"	76°13'30"	0.0	21.0	34.19	24.5	205
			2.5	19.2	35.30	5.0	030
2	13°40'45"	76°13'40"	0.0	21.2	34.93		
			2.5	20.1	35.18		
3	13°40'50"	76°14'16"	0.0	21.5			
			3.0	19.2			
4	13°41'32"	76°14'00"	0.0	20.6	35.17	15.0	191
			3.0	19.0	35.23		
5	13°40'43"	76°15'36"	0.0	21.0	34.55	12.5	151
			5.5	18.2	35.18	9.0	025
6	13°42'17"	76°15'30"	0.0	19.9	35.19	8.0	326
			4.5	18.3	35.22	6.0	132
7	13°43'45"	76°15'32"	0.0	20.1	35.15	11.5	018
			9.5	17.8	35.19	6.0	040
8	13°44'08"	76°14'29"	0.0	20.5	35.18	8.0	020
			5.0	18.1	35.17	5.0	025
9	13°46'22"	76°15'06"	0.0	20.1	35.18	9.0	040
			4.0	18.1	35.17	7.0	068
10	13°48'00"	76°15'55"	0.0	19.9	35.26	9.0	032
			7.0	17.0	35.15	5.0	352
11	13°50'51"	76°15'52"	0.0	18.6	35.20	6.0	070
			6.5	17.5	35.18	6.0	020
11A	13°49'30"	76°15'45"	0.0	19.3	35.15		
			4.0	17.5	35.18		
12	13°49'00"	76°17'00"	0.0	18.8	35.17	13.5	349
			7.0	17.3	35.38	8.0	160
13	13°47'17"	76°16'52"	0.0	20.2	35.18	11.5	320
			21.5	16.7	35.35	6.0	172
14	13°46'59"	76°18'45"	0.0	19.1	35.35	22.0	165
			22.5	16.5	35.25	13.5	127
15	13°48'37"	76°17'15"	0.0	19.2	35.21	13.5	205
			16.0	16.9	35.15	9.0	138

CUADRO 2. PARAMETROS FÍSICO-QUÍMICOS EN LA BAHÍA PISCO - PARACAS  
(22-24 Febrero de 1995)

Est. Nº	Posición		Prof. (m)	Nivel muestr.(m)	Transp. (m)	Oxígeno mg/l	Sulfuros ug-at H <sub>2</sub> S-S/l	pH	SST mg/l	DQO mg/l	Grasa mg/l
	Latitud	Longitud									
1	13°39'28"	76°13'30"	3.0	0.0	1.2	4.87	0.37	7.81	18.73	16.93	13.5
				2.5		4.24	0.23	7.93	11.56		
2	13°40'45"	76°13'40"	3.0	0.0	1.3	4.72	0.40	7.96	9.65		0.7
				2.5		0.00	0.26	7.86	9.33		
3	13°40'50"	76°14'16"	3.5	0.0	1.2	4.98	0.28	7.98	8.75		
				3.0		3.64	0.28	7.81	13.88		
4	13°41'32"	76°14'00"	4.0	0.0	3.0	4.14	0.32	7.90	12.16		
				3.5		3.55	0.32	7.83	10.48		
5	13°40'43"	76°15'36"	6.0	0.0	1.9	4.91	0.32	8.00	11.59		
				5.5		3.48	0.31	7.86	17.27		
6	13°42'17"	76°15'30"	5.0	0.0	3.2	3.97	0.35	7.93	48.37		
				4.5		4.60	0.44	7.88	7.36		
7	13°43'45"	76°15'32"	10.0	0.0	5.5	4.11	0.38	7.84	10.53		
				9.5		3.29	0.38	7.86	9.33		
8	13°44'08"	76°14'29"	5.5	0.0	4.5	3.29	0.40	7.78	4.47		1.2
				5.0		3.74	0.33	7.90	12.27		
9	13°46'22"	76°15'06"	4.5	0.0	3.0	3.84	1.58	7.82	9.49		17.9
				4.0		3.46	0.40	7.84	5.25		
10	13°48'00"	76°15'55"	7.0	0.0	4.5	4.57	0.38	7.95	44.63		
				6.5		1.69	0.44	7.73	3.24		
11	13°50'51"	76°15'52"	7.0	0.0	3.5	4.05	0.66	7.89	11.03	13.15	0.9
				6.5		0.71	1.52	7.36	15.90		
12	13°49'00"	76°17'00"	7.5	0.0	3.0	8.28	0.47	8.36	10.13		
				7.0		1.82	0.42	7.82	17.50		
13	13°47'17"	76°16'52"	22.5	0.0	5.0	8.46	0.50	8.42	13.44		
				22.0		0.84	2.60	7.73	172.67		
14	13°46'59"	76°18'45"	23.0	0.0	5.0	5.10	0.41	8.13	7.25		0.1
				22.5		0.72	0.41	7.77	56.53		
15	13°45'37"	76°17'15"	16.5	0.0	1.2	10.55	1.01	8.38	20.42	115.36	
				16.0		2.24	0.49	7.83	15.76		

CUADRO 3. ANALISIS CUALITATIVO DE PLANCTON SUPERFICIAL  
BAHIA PISCO - PARACAS (22 - 24 FEBRERO DE 1995)

ESTACION No.	1	4	5	6	7	8	9	10	11	14	15
VOLUMEN (ml/m3)	0.42	0.15	0.19	0.18	0.66	0.24	0.22	0.18	0.12	0.37	0.57
TSM (°C)	21.0	20.0	21.0	19.9	20.1	20.1	20.1	19.9	18.2	19.1	19.2
<b>DIATOMEAS</b>											
Chaetoceros affinis	0	1	1	1	3	1	1	1	2	1	0
Chaetoceros curvissetus	0	2	0	0	3	0	0	0	0	0	3
Chaetoceros debilis	1	1	1	1	3	1	2	1	1	1	1
Chaetoceros lorenzianus	1	1	1	1	2	1	1	1	0	1	0
Chaetoceros socialis	0	0	0	0	3	1	1	1	0	0	4
Coscinodiscus	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	3
Eucampia zoodiacus	0	1	1	1	2	1	1	1	0	1	1
Lithodesmium undulatum	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1
Lauderia borealis	0	0	1	1	1	1	1	1	1	2	1
Pleurosigma sp.	1	1	1	1	2	1	2	2	2	1	1
Pseudonitzschia pungens	1	2	0	2	1	1	1	1	1	1	1
Rhizosolenia chunii	0	1	0	0	2	0	1	1	1	1	1
Skeletonema costatum	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4	1
Thalassiosira angulata	0	1	1	0	2	1	1	1	1	0	1
<b>DINOFLAGELADOS</b>											
Ceratium tripos c.c.	1	1	1	2	1	1	1	1	0	1	0
Protoperidinium obtusum (acf)	0	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1
Protoperidium pentagonum	1	1	1	1	1	1	2	2	1	0	1
<b>OTROS</b>											
Apendiculares	1	1	1	1	1	2	1	1	1	0	0
Copepodos	3	1	1	1	1	2	3	2	1	1	1
Nauplios	2	1	1	1	0	2	2	1	0	1	1
Poliquetos	1	0	1	0	0	2	1	0	2	0	1

**LEYENDA**

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

acf : aguas costeras frias.

CUADRO 4. CONCENTRACION DE METALES PESADOS EN SEDIMENTOS  
Bahía Pisco - Paracas (22-24 Febrero de 1995)

Est. Nº	Posición Latitud	Longitud	Prof. (m)	Cadmio (ug/g)	Cobre (ug/g)	Plomo (ug/g)
1	13°39'28"	76°13'30"	3.0	<0.58	39.38	41.36
2	13°40'45"	76°13'40"	3.0	<0.58	39.51	37.06
3	13°40'50"	76°14'16"	3.5	<0.58	40.22	43.12
4	13°41'32"	76°14'00"	4.0	0.74	48.46	49.10
5	13°40'43"	76°15'36"	6.0	0.74	47.60	41.84
6	13°42'17"	76°15'30"	5.0	0.64	42.27	39.90
7	13°43'45"	76°15'32"	10.0	1.72	68.74	52.78
8	13°44'08"	76°14'29"	5.5	3.34	13.44	23.07
9	13°46'22"	76°15'06"	4.5	2.26	8.02	13.77
10	13°48'00"	76°15'55"	7.0	2.15	35.78	37.03
11	13°50'51"	76°15'52"	7.0	4.08	56.24	35.36
13	13°47'17"	76°16'52"	21.5	3.90	70.06	67.01
14	13°46'59"	76°18'45"	23.0	1.07	64.36	53.48
15	13°45'37"	76°17'15"	16.5	4.36	73.46	42.95

CUADRO 5. CONCENTRACION DE METALES PESADOS EN ORGANISMOS  
Bahía Pisco - Paracas (22-24 Febrero de 1995)

Est Nº	PROF (m)	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	LONGITUD RANGO mm.	PESO RANGO (g)	ORGANO ANALIZADO	CADMIO ug/g*	COBRE ug/g*	PLOMO ug/g*
14	23	Chorito	Semimytilus algosus	44 - 61	4.5 - 8.2	Cuerpo Total	6.12	1.42	0.56
14	23	Lapa	Fissurella spp	58 - 70	—	Cuerpo Eviscerado	0.57	1.97	<0.12
B. Pisco		Lisa	Mugil cephalus	175 - 187	—	Lomo	0.01	0.44	<0.12

\* Referido a muestra humeda

CUADRO 6. HIDROCARBUROS DE PETROLEO DISUELTO  
Bahía Pisco - Paracas (22-24 Febrero de 1995)

Est. Nº	Posición		Temp. (°C)	H.P.D. (ug/l)*
	Latitud	Longitud		
1	13°39'28"	76°13'30"	21.0	0.26
5	13°40'43"	76°15'36"	21.0	0.35
7	13°43'45"	76°15'32"	20.0	0.27
8	13°44'08"	76°14'29"	20.5	0.19
10	13°48'00"	76°15'55"	19.9	0.19
11	13°50'51"	76°15'52"	18.6	0.28
12	13°49'00"	76°17'00"	18.8	0.26
14	13°46'59"	76°18'45"	19.1	0.19
15	13°45'37"	76°17'15"	19.2	0.15
Frente Base Aérea **			26.5	14.43
Petro Perú** (zona mezcla)			23.8	38.43

CUADRO 7. HIDROCARBUROS DE PETROLEO EN SEDIMENTOS  
Bahía Pisco (22-24 Febrero de 1995)

Est. Nº	Posición		Prof. (m)	H.P.D. (ug/g)*
	Latitud	Longitud		
5	13°40'43"	76°15'36"	6.0	0.18
6	13°42'17"	76°15'30"	5.0	0.22
7	13°43'45"	76°15'32"	10.0	0.85
8	13°44'08"	76°14'29"	5.5	0.26
10	13°48'00"	76°15'55"	7.0	0.99
11	13°50'51"	76°15'52"	7.0	0.27
14	13°46'59"	76°18'45"	23.0	0.71
15	13°45'37"	76°17'15"	16.5	0.15

\* Hidrocarburos aromáticos en unidades de crisenos.

\*\* Estaciones de playa.

CUADRO 8. EVALUACION DEL MUESTREO POR PLAYAS DE PISCO - PARACAS  
(22-24 Febrero de 1995)

Estación Fecha	Puntos Muestreo	Temp. °C	Oxig. ml/l	Sulfuros ug/at H <sub>2</sub> S-S/l	pH	SST mg/l	DQO mg/l	DBO mg/l	OBSERVACIONES
Río Pisco (22/02/95)	Extremo inicial	22.0	5.76	0.41	8.02	12.24	—	17.90	Mar color verde claro, presencia de aves, pescadores. Especie pejerrey a lo largo de desembocadura de río. Caudal de río ha sido modificado en forma paralela a la línea de costa en casi 2 Km, confluyendo al mar frente a pesquera Ruina. Olor fetido
	A 2 Km de desembocadura	22.5	5.14	0.61	7.75	16.19	—	4.50	
Muelle San Andrés (22/02/95)	Muelle	27.4	0.00	1.57	7.12	157.00	211.50	577.70	Mar color verde paca. Playa pedregosa Abundante algas (ulvas verdes) fuerte olor a sulfuros. Colector clandestino (a 40 m. del muelle) directo al mar. Viento calmado de mar a playa.
	Colector	28.0	0.00	1.69	7.08		431.11	703.60	
Base Aérea (22/02/95)	Frente a base aérea	26.5	7.86	1.20	8.88	12.50	—	—	Color de mar verde paca. Playa pedregosa. Abundante resto de valvas, choros, conchas. Olor a combustible presencia de grasa en superficie de mar. Viento de mar a playa.
Petro Perú (23/02/95)	A 200m de PP	24.1	8.75	0.61	8.37	12.92	—	32.50	Mar color verde paca, presencia de lisa, aves. Playa pedregosa, restos de valvas, choritos. Olor a combustible.
	ZM con colector	23.8	3.72	1.61	7.50	12.40	69.82	772.90	
Pesquera Austral (23/02/95)	Muelle	22.9	2.89	3.42	7.59	12.40	---	---	Mar color verde grisáceo, con manchas marrones y presencia de grasa. Bolicheras alrededor, numerosas aves; olor rancio. Playa pedregosa.
SIPESA (23/02/95)	Muelle	23.8	7.18	0.83	8.19	—	8.10	9.98	Mar color verde grisáceo, manchas plumas de aspecto grasiento, olor a grasa. Playa pedregosa.
Pesca Peru (23/02/95)	Muelle	23.2	4.52	0.58	7.69	19.58	17.92	28.72	Mar color verde grisáceo, turbio. Presencia de pejerrey, lisa; aves alrededor. Numerosas bolicheras. Olor a combustible. Playa pedregosa.
Complejo La Puntilla (23/02/95)	A 5m de orilla	23.1	5.26	0.49	7.93	13.33	---	---	Abundante algas verdes claras, restos de valvas de choros y conchas. Viento dirección sur este de mar a playa.
Punta Ripio (24/02/95)	"Acuario" a 50m del muelle	25.4	5.55	0.47	8.42	9.60	25.30	5.49	Mar verde petróleo; restos metálicos proveniente de deshuesadero de barcos, olor a óxido. Playa rocosa, restos de valvas. A 50 m de muelle hay estanque formado por filtración donde habitan peces, llamándose "Acuario".
	Muelle deshuesadero	20.0	4.93	0.42	7.78	9.60	29.88	3.90	
Punta Pejerrey (24/02/95)	Al sur de puerto San Martín	21.9	9.71	—	8.29	90.43	10.95	8.71	Mar verde petróleo, abundante algas en rívera y zona de oleaje. Puerto donde se embarca y desembarca: insecticidas, harina, fertilizantes, maíz. Pelicanos.
Sequión de Atenas (24/02/95)	A 5m de orilla	24,6	7,78	0,72	8,22	26,67	29,34	6,19	Mar verde claro, presencia de liza, algas verdes (clorophytes). Aves diversas: pelicanos, chorlito, guanay. Restos de lanchas abandonadas. Playa pedregosa.

SIGUE.....

.....VIENE

CUADRO 8. EVALUACION DEL MUESTREO POR PLAYAS DE PISCO - PARACAS  
(22-24 Febrero de 1995)

Estación Fecha	Puntos Muestreo	Temp. °C	Oxig. ml/l	Sulfuros ug/at H <sub>2</sub> S-S/l	pH	SST mg/l	DOO mg/l	DBO mg/l	OBSERVACIONES
Balneario Sto. Domingo (24/02/95)	A 5m orilla	29.8	10.21	0.89	8.89	29.58	31.37	13.12	Mar verde petróleo, decoloraciones verdes claros y rojizos al centro de bahía. Veleros, "bañistas". Presencia de algas verdes, abundante grama salada y verdolaga. Olor a sulfuros, combustible.
Muelle El Chaco (24/02/95)	Muelle	25.0	6.32	0.64	8.15	39.17	6.46	6.46	Mar verde paca, turbio. Abundante Ulva. Numerosas lanchas de turismo, banistas etc. Fuerte olor a sulfuro. Intenso viento de mar a playa.

Z.M = Zona de mezcla.

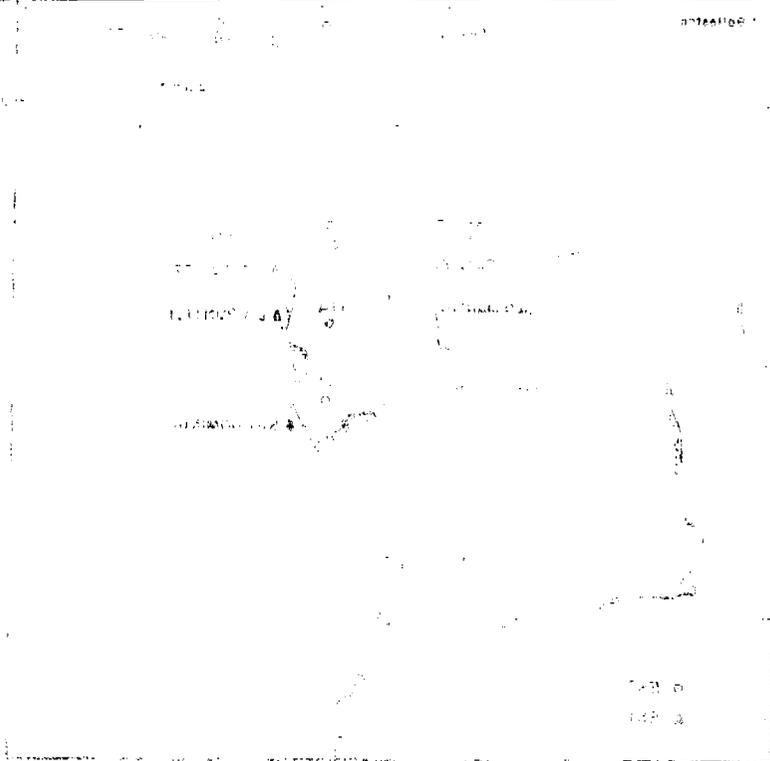


Fig. 1. Corto de cartografía de la evaluación de la calidad del medio marino en la Bahía de Pisco - Paracas (22-24 Febrero 1995)

ESTACIONES DE MUESTREO

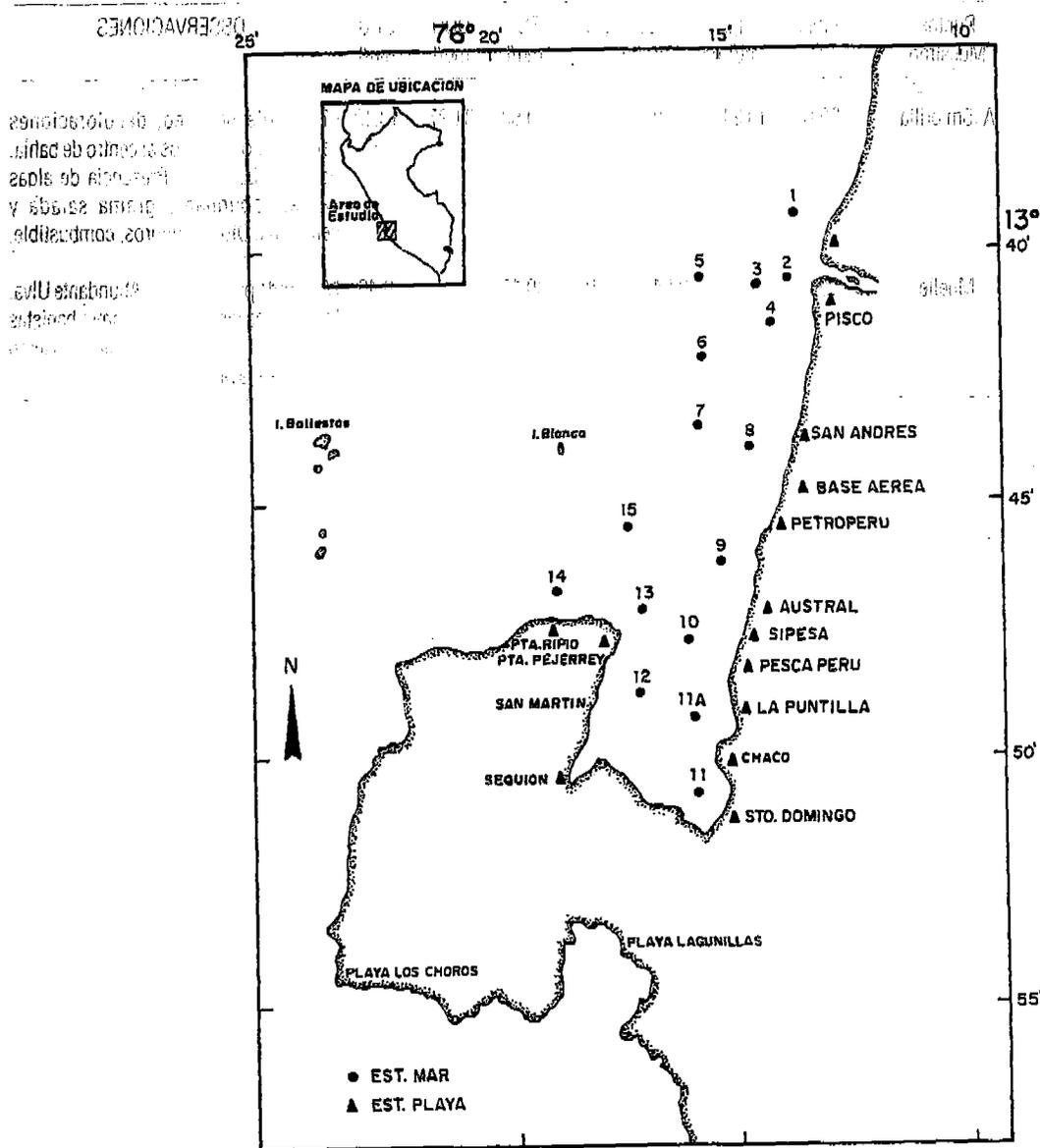


Fig.1. Carta de posiciones de la evaluación de la calidad del medio marino en la Bahía de Pisco-Paracas, 22-24 Febrero 1995.

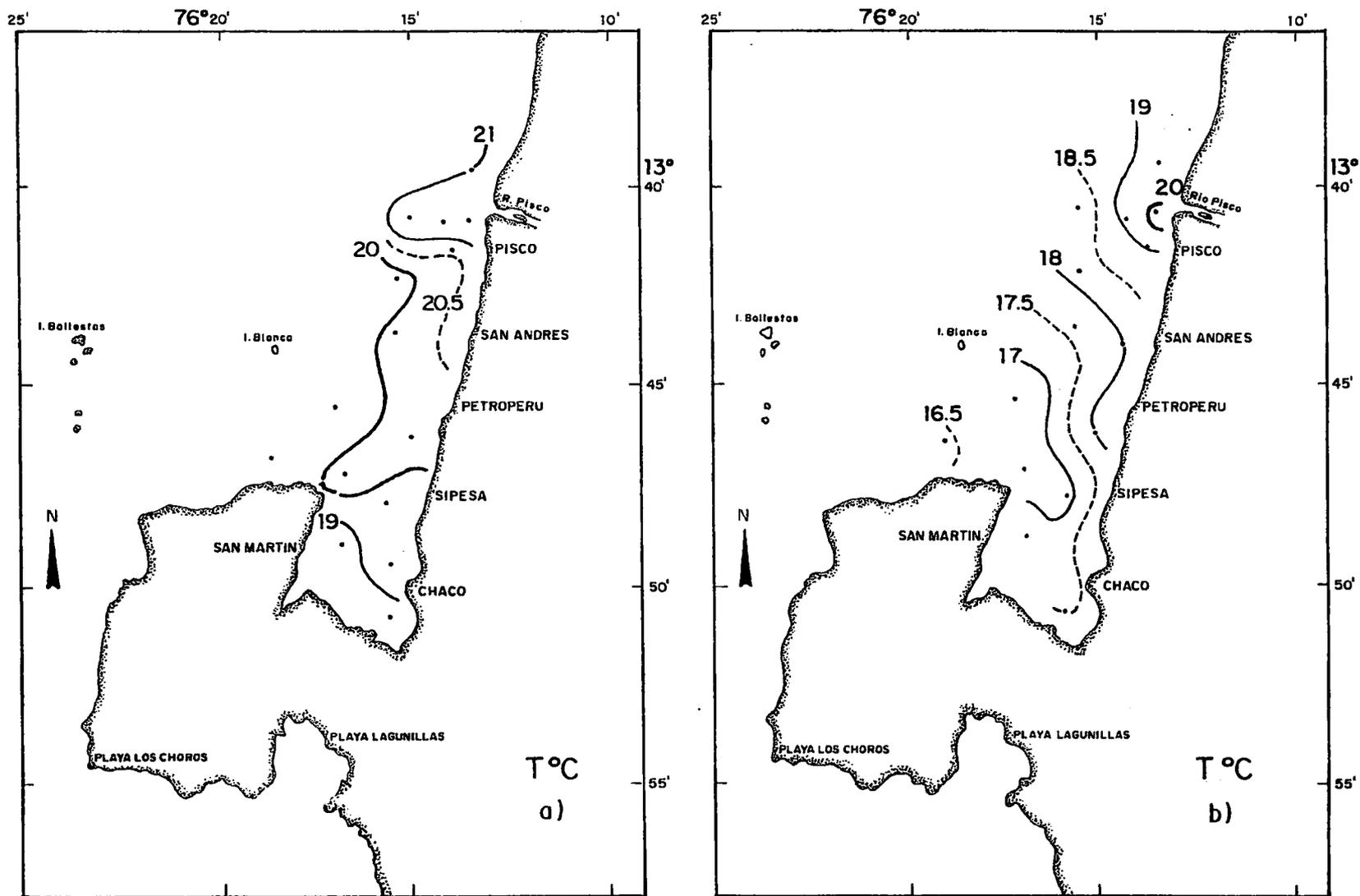


Fig.2. Distribución de Temperatura en: a) Superficie, b) Fondo.

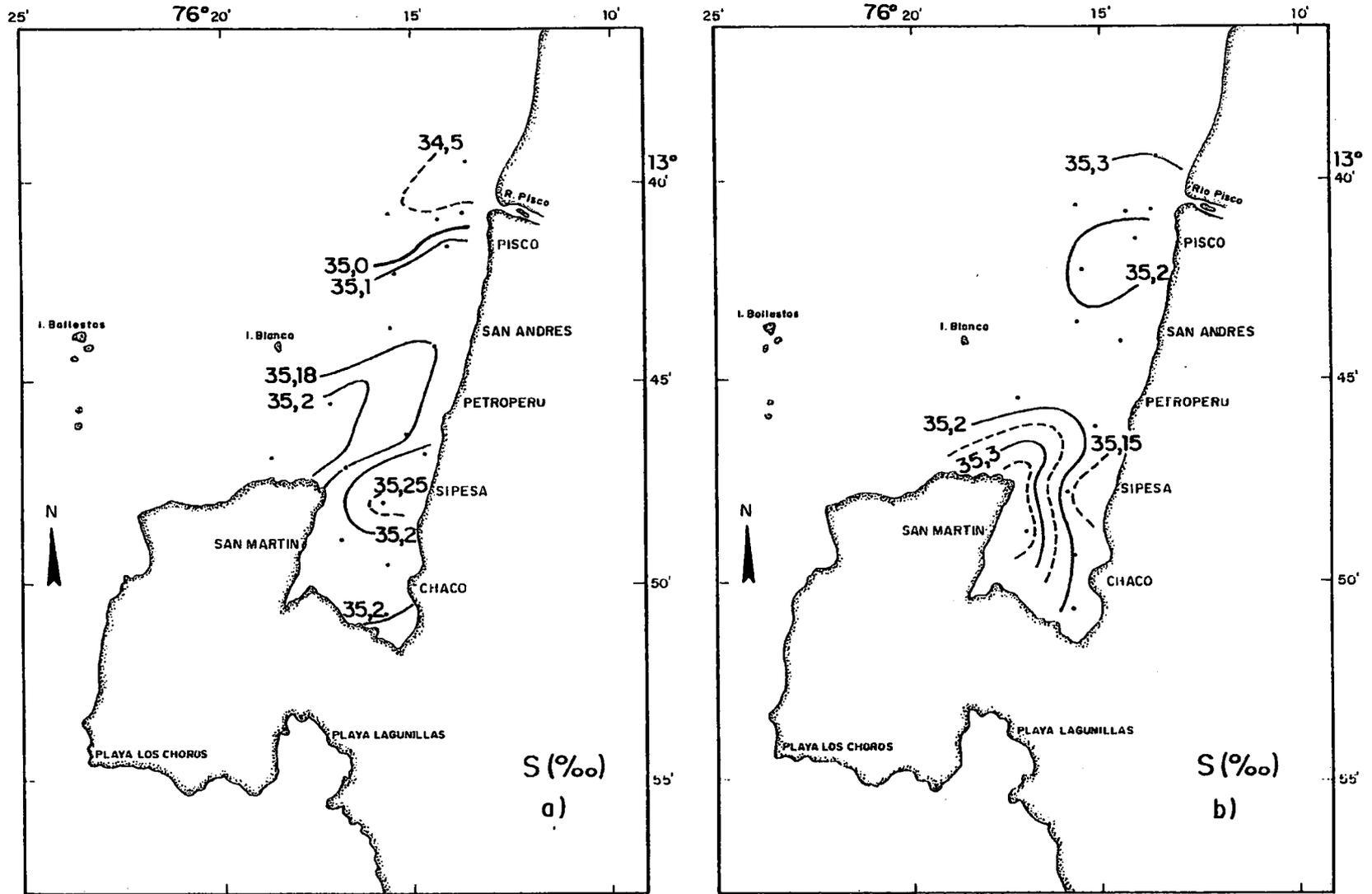


Fig.3. Distribución de Salinidad en: a) Superficie, b) Fondo.

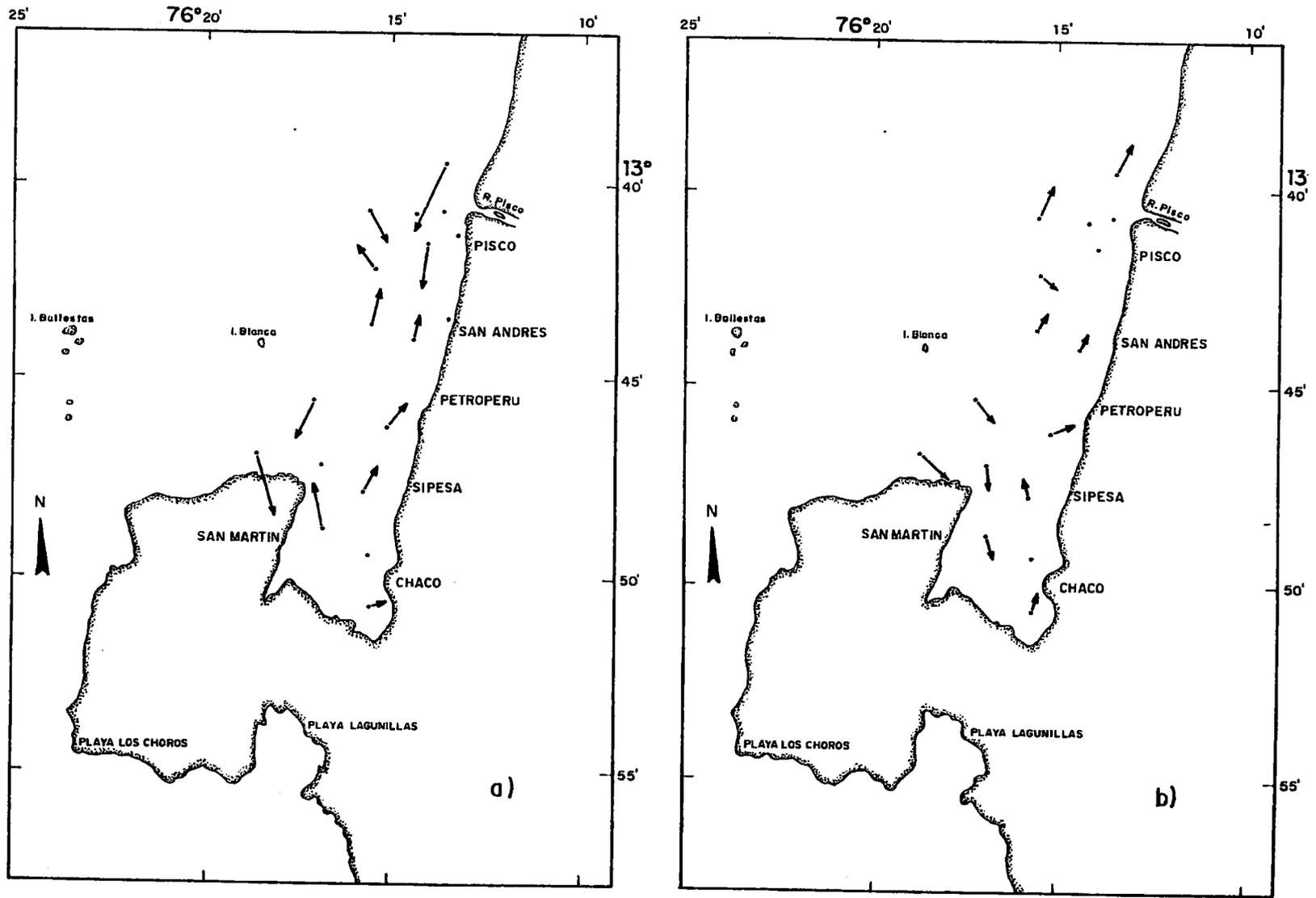


Fig. 4. Distribución de corrientes marinas en: a) Superficie, b) Fondo.

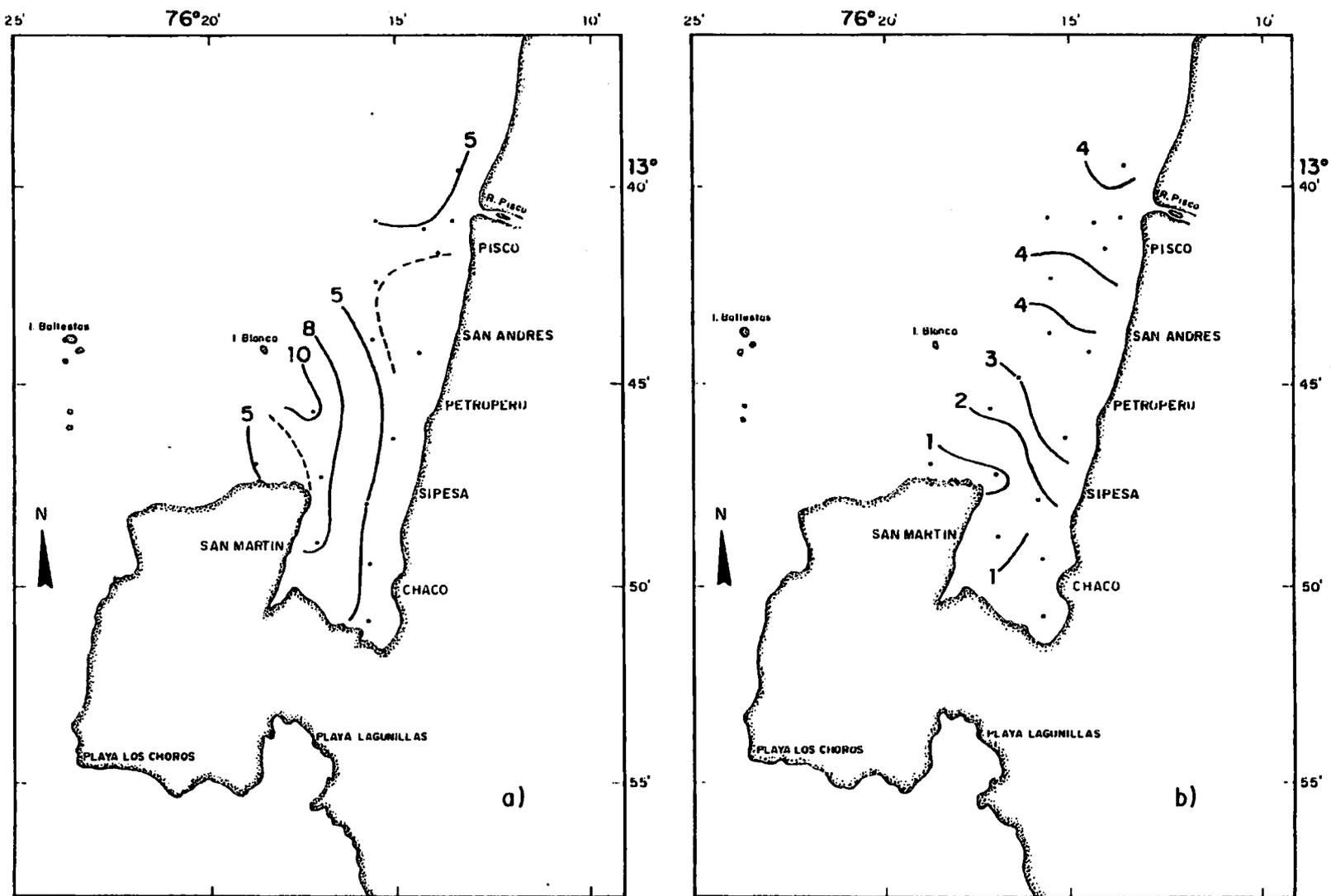


Fig. 5. Distribución de Oxígeno en: a) Superficie, b) Fondo.

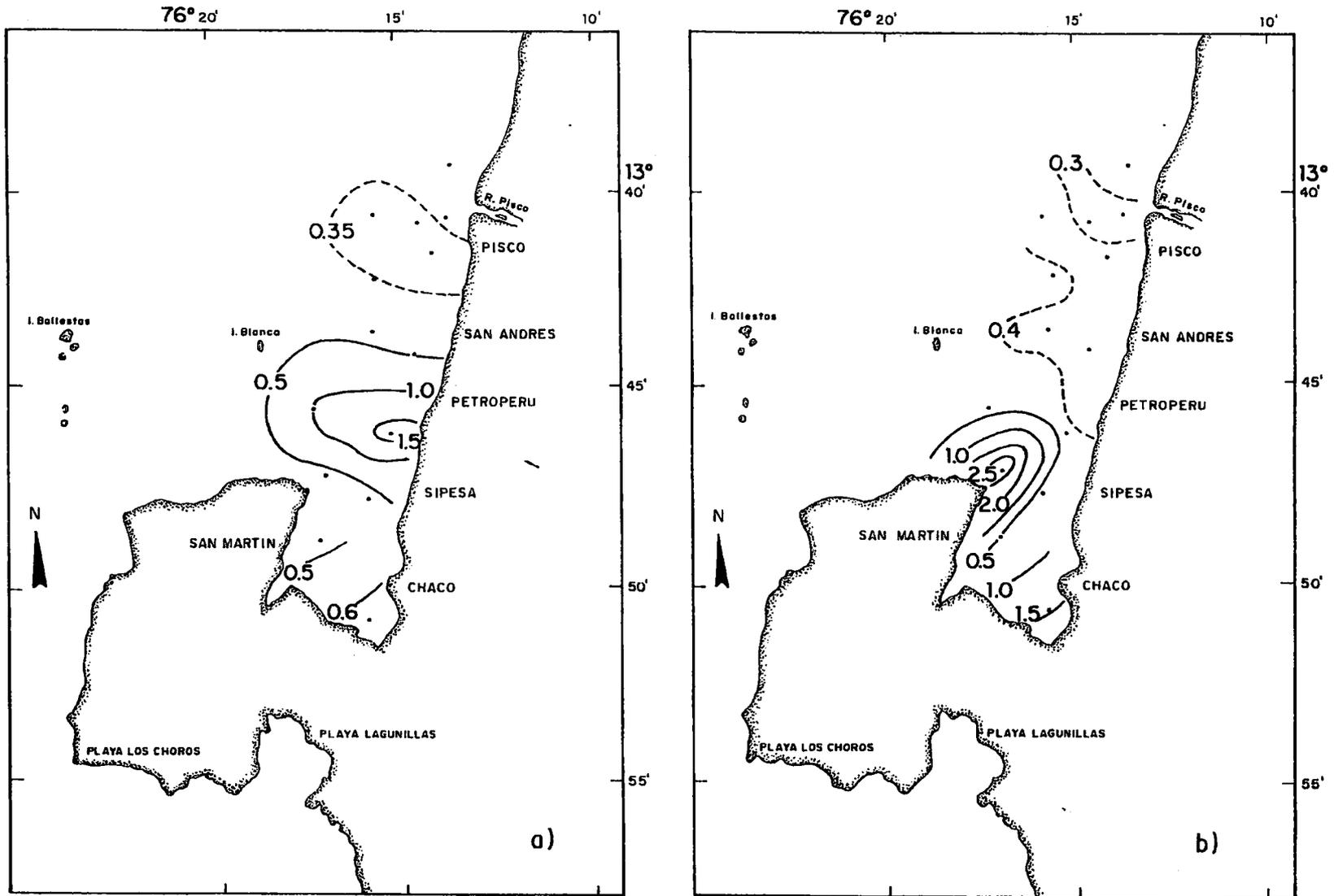


Fig. 6. Distribución de Sulfuros en: a) Superficie, b) Fondo.

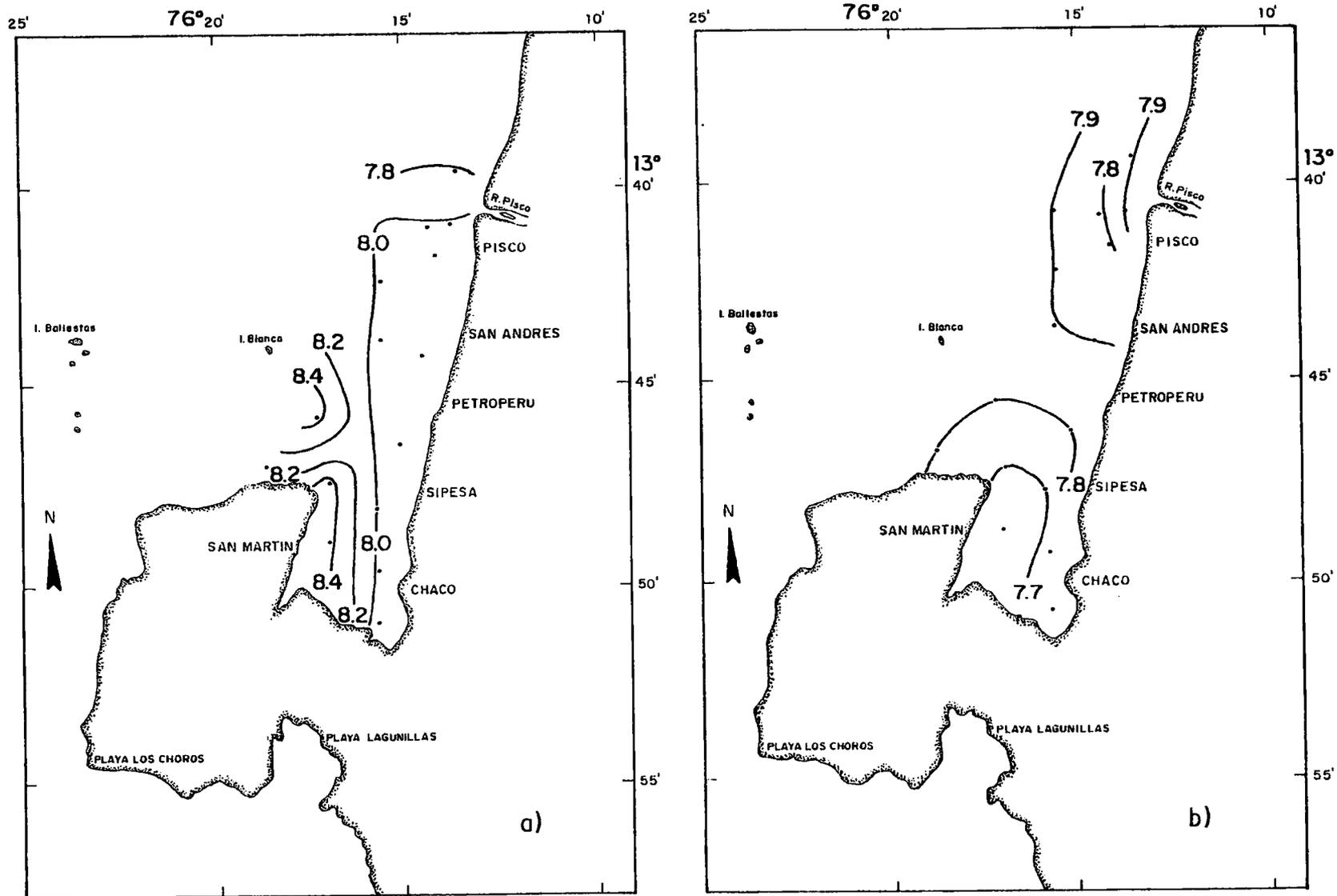


Fig. 7. Distribución del Potencial de iones hidronio, pH en: a) Superficie, b) Fondo.

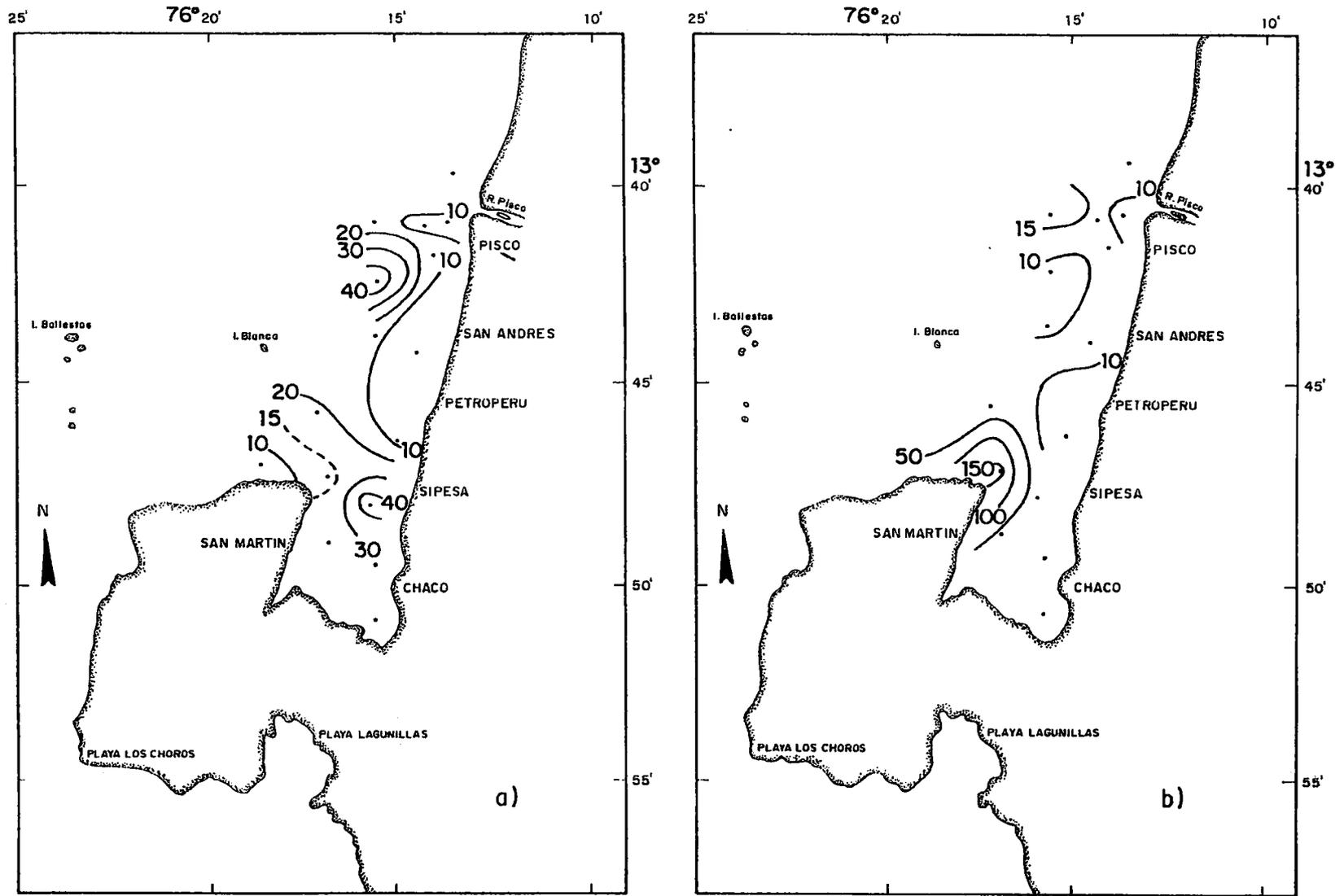


Fig.8. Distribución de sólidos suspendidos totales en: a) Superficie, b) Fondo.

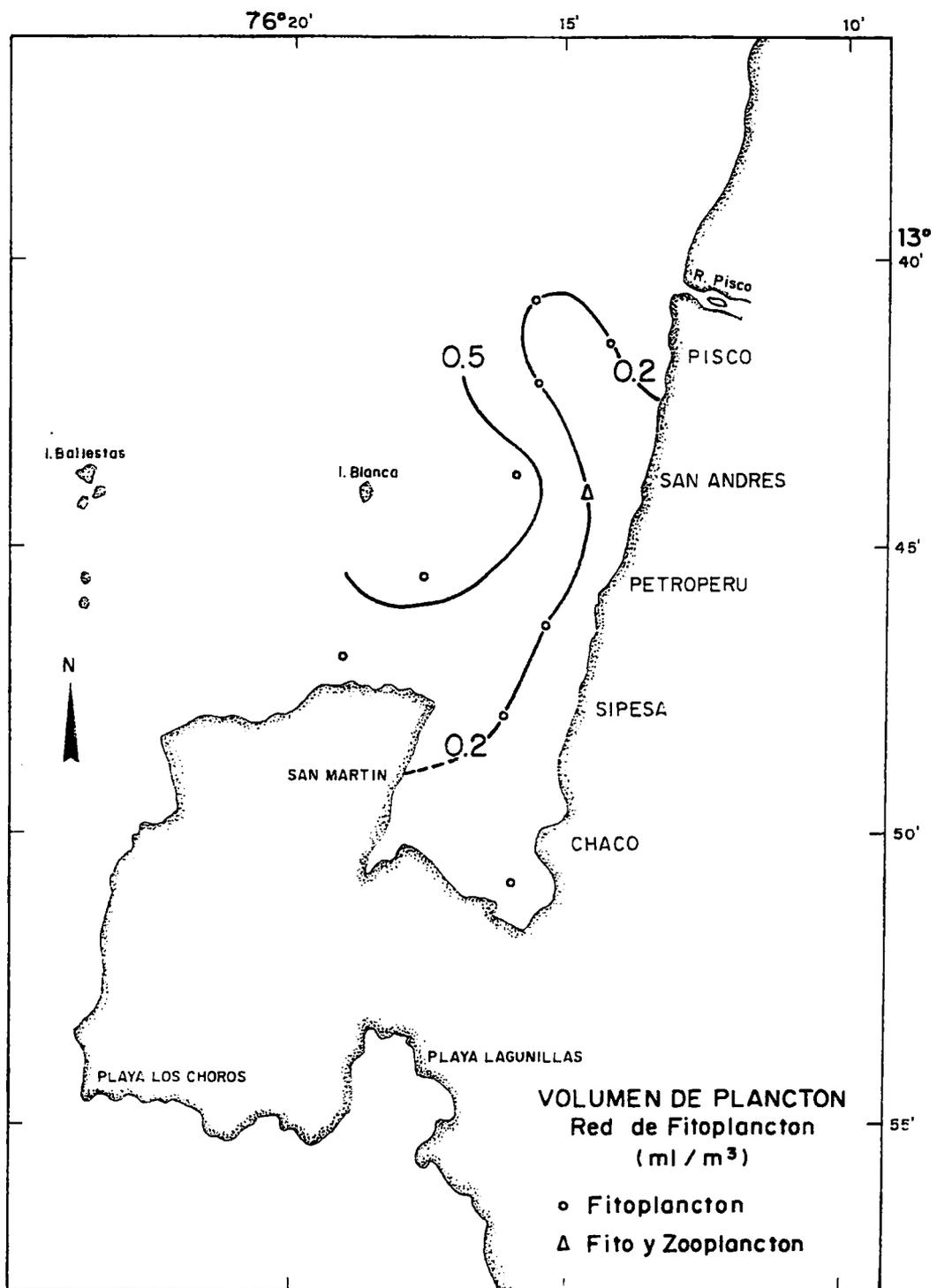


Fig. 9. Distribución de fitoplancton y zooplancton.

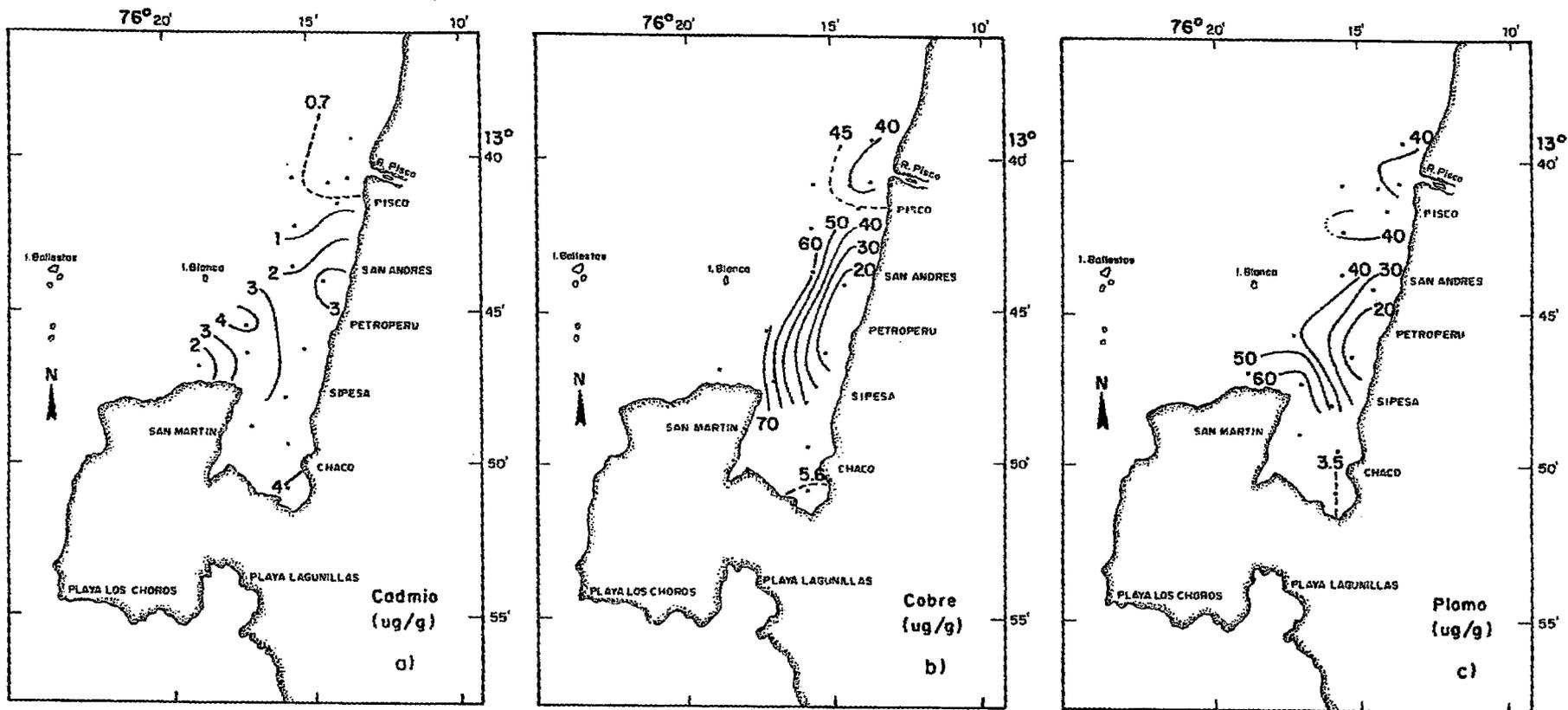


Fig. 10. Distribución de metales pesados en sedimentos marinos: a) Cadmio, b) Cobre, c) Plomo.

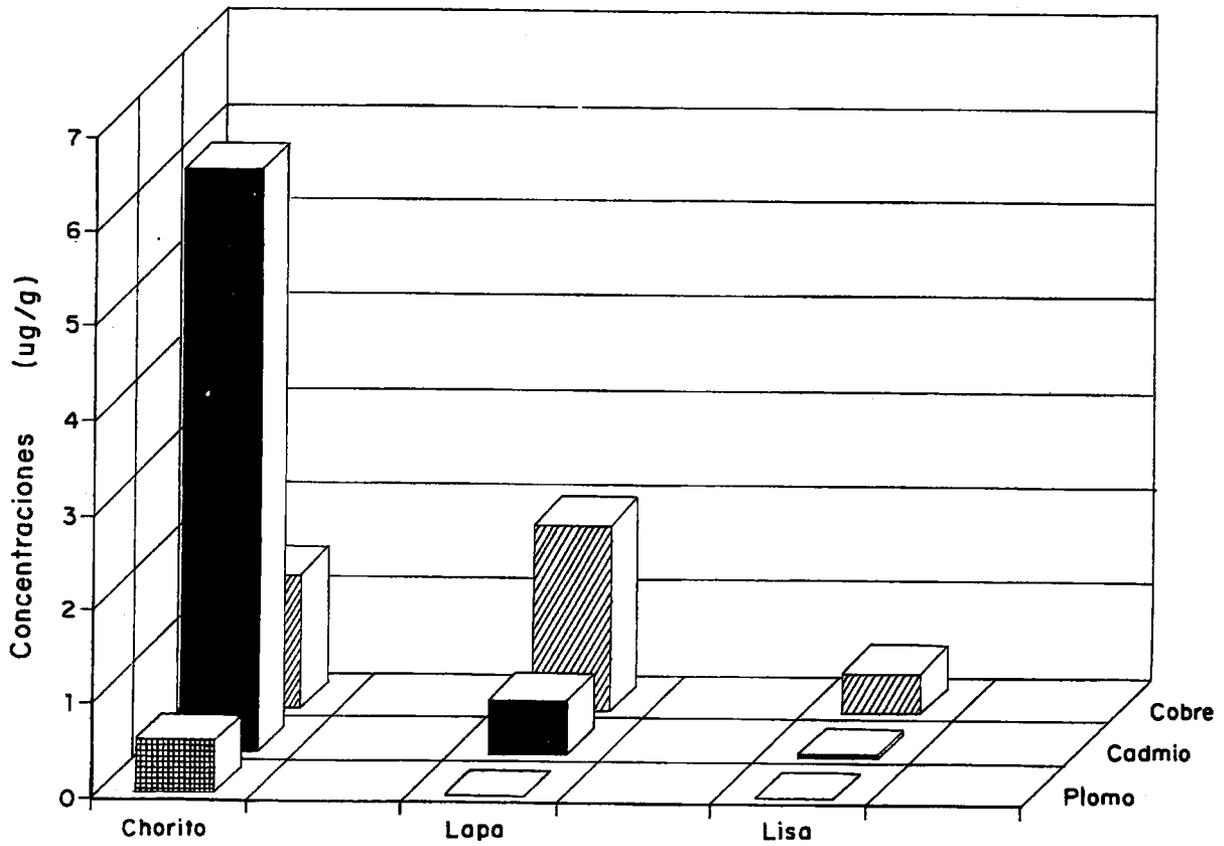


Fig. 11. Metales trazas en especies marinas. Bahía Pisco-Paracas (22-24 Feb. 1995).

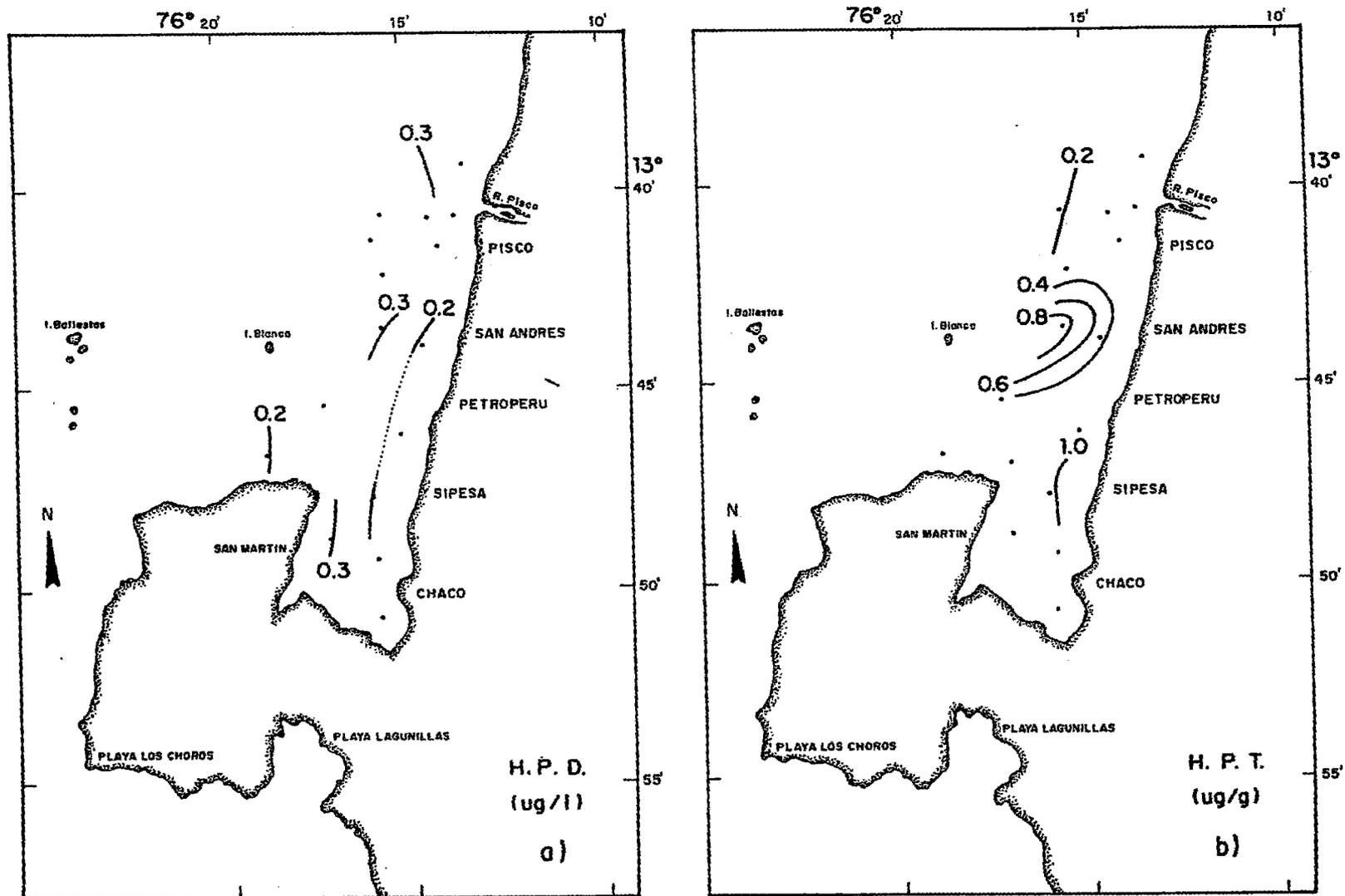


Fig. 12. Distribución de hidrocarburos de Petroleo: a) Dispersos en agua de mar, b) Totales en sedimentos marinos.

---

**Impreso En VISUAL SERVICE s.r.l.**  
**José de la Torre Ugarte # 433**  
**Tel.: 442-4423 Lince**  
**Lima-PERU**