



INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

**BOLETIN** Vol. 3  
No. 4

---

MEDIO AMBIENTE Y PRODUCCION PRIMARIA  
FRENTE AL AREA PIMENTEL - CHIMBOTE

Oscar Guillén, Ruth Calienes y Raquel de Rondán

-----

CALLAO-PERU, 1977

© Instituto del Mar del Perú  
Esquina Gamarra y General Valle s/n.  
Teléfono 297630  
Apartado postal 22  
Callao, PERU.

Hecho el depósito de ley.  
Reservados todos los derechos de reproducción total o parcial, la fotomecánica y los  
de traducción.

Impreso en el Perú  
Editorial y Librería Salesiana  
Av. Brasil 218 — Lima

Conducción editorial: Pedro A. Rodríguez Vidal

# MEDIO AMBIENTE Y PRODUCCION PRIMARIA FRENTE AL AREA PIMENTEL - CHIMBOTE

OSCAR GUILLEN, RUTH CALIENES Y RAQUEL DE RONDAN

Instituto del Mar del Perú

(Tablas I-III Figuras 1 - 32)

	Pág.		Pág.
1. Introducción . . . . .	108	4.5. Otoño . . . . .	111
2. Material y métodos . . . . .	108	4.6. Variaciones Estacionales . . . . .	111
3. Características del área . . . . .	109	4.7. Interrelación entre el medio ambiente y productividad . . . . .	112
4. Resultados . . . . .	109	5. Discusión . . . . .	113
4.1. Meteorología . . . . .	109	6. Bibliografía citada . . . . .	115
4.2. Invierno . . . . .	109	7. Tablas . . . . .	117
4.3. Primavera . . . . .	110	8. Figuras . . . . .	119
4.4. Verano . . . . .	110		

## RESUMEN

Se presentan las variaciones estacionales y se discuten las interrelaciones entre el medio ambiente y la productividad durante agosto de 1972 - junio 1973 en el área de 06° - 09°S, la cual es un importante centro de afloramiento. Este estudio forma parte de las investigaciones que se realizan en dicha área a través del proyecto OEA/IMARPE.

Las temperaturas en la superficie del mar se hallaron por encima del promedio hasta marzo de 1973, restableciéndose las condiciones oceanográficas en abril de ese año. En diciembre se observó un cambio brusco en las condiciones oceanográficas debido a la presencia de las aguas de la región ecuatorial las cuales avanzaron hasta Huarney (10°S) en forma de una lengua costera con temperaturas de 23° - 25°C, salinidades de 34.0 - 34.8‰, bajo contenido de nutrientes y pobre productividad, afectando la distribución y/o disponibilidad de la fauna marina.

En la superficie del mar se halló la relación P: N: Si promedio de 1: 9.5: 8.3, lo cual hace pensar que los silicatos pueden llegar a ser limitantes en la producción fotosintética. La clorofila "a" lejos de la costa presentó concentraciones bajas y relativamente uniformes con la profundidad, con un promedio de 0.60 µg/L en la columna 0-25 m, mientras que cerca de la costa su distribución vertical fue irregular presentando también valores bajos con relación al promedio del área debido a los efectos del Fenómeno El Niño de 1972-73.

En el verano de 1973 la productividad en la superficie tuvo un promedio de 360 mg C/m<sup>3</sup>/d y una producción total promedio de 1.7 gr C/m<sup>2</sup>/d, muy superior a los valores hallados en el verano de 1972 (29 mg C/m<sup>3</sup>/d y 0.39 mg C/m<sup>2</sup>/d), primera fase del Fenómeno El Niño de 1972.

## ABSTRACT

Seasonal variations are presented and the relationship between the environment and productivity are discussed during August 1972 - June 1973 in the area 06° - 09°S, which is an important upwelling center. This study forms part of the research carried out in that area through the OEA/IMARPE Project.

Up to March 1973, the sea surface temperature was found to be over its average, reestablishing the oceanographic conditions in April 1973. During December a strong change of the oceanographic conditions was observed due to the presence of equatorial waters which moved up to Huarney (10°S) with the appearance of a coastal tongue with temperatures of 23° - 25°C, salinities of 34.0 - 34.8‰ and with low nutrients content and low productivity, affecting the distribution and/or availability of the marine fauna.

At the sea surface the following average ratio was found: P: N: Si 1: 9.5: 8.3, which makes us think that silicates can become limiting in the photosynthetic production. Chlorophyll "a" off the coast presented low concentrations and relatively uniformed with depth, with an average of 0.60 µg/L in the 0-25 column, while near the coast its vertical distribution was irregular presenting low concentrations in its relation to the area average due to the effects of the El Niño phenomenon of 1972-73.

During Summer 1973, the surface production had an average of 360 mg C/m<sup>3</sup>/d and a total production average of 1.7 gC/m<sup>2</sup>/d, very high, in comparison to the values found Summer 1972 (29 mg C/m<sup>3</sup>/d and 0.39 g C/m<sup>2</sup>/d), during the first phase of the El Niño phenomenon of 1972.

## 1. INTRODUCCION

La producción biológica de las aguas costeras peruanas y los complejos procesos bio-oceanográficos implicados en el control de la distribución y abundancia de diferentes recursos marinos son objeto de investigación que el Instituto del Mar del Perú (IMARPE) está desarrollando a través de sus programas así como en coordinación con proyectos internacionales. Una de las áreas de interés por su riqueza pesquera es la situada entre las latitudes 06° y 09°S, la cual ha sido considerada dentro del Proyecto OEA/IMARPE teniendo en cuenta que es un centro de afloramiento que asociado con la circulación de las aguas influye en la productividad, creando un ambiente marino favorable para las concentraciones de peces de consumo como también de la anchoveta.

El Proyecto de Productividad de las Aguas Costeras frente a Perú tiene entre sus objetivos el estudio de interrelación entre la producción primaria y el medio ambiente y desde su iniciación (1971) se ha venido colectando información aunque con algunas limitaciones sobre diferentes variables; esto ha permitido lograr cierto avance en el conocimiento de la distribución espacio - temporal de la producción primaria del área en relación con los nutrientes. Guillén y R. de Rondán (1974), describieron las variaciones estacionales de las condiciones físicas, químicas y producción primaria para el periodo 1971-72 como parte de las investigaciones realizadas en este proyecto.

Los estudios de productividad realizados frente a la costa del Perú (Forsbergh y Joseph, 1963; Blackburn, 1966; Cushing, 1969; Boerema, 1970; Zuta y Guillén, 1970; Jordán, 1971; Guillén et al. 1969 y 1971; Guillén 1971, 1973; Guillén y R. de Rondán 1973; Calienes 1973; Guillén y Calienes 1975), muestran que las áreas más productivas son las costeras sobresaliendo las de afloramiento, luego le siguen las áreas de mezcla, en tanto que las Aguas Subtropicales Superficiales y Aguas Ecuatoriales Superficiales se caracterizan por su pobre productividad. El afloramiento más intenso y constante se presenta entre 14° y 16°S, motivo por el cual ha sido más estudiado (Lorenzen, 1968; Strickland et al. 1969; Ryther et al. 1970; Blasco, 1971; Walsh, J. J. y R. C. Dugdale, 1971; Barber et al. 1971).

La comprensión de la dinámica de los ecosistemas de afloramiento requiere datos de su variabilidad, los cuales se han tratado de obtener en este estudio en el que se presentan algunos resultados sobre las condiciones físicas, químicas y biológicas durante el período 1972/73, y se hace, además, un intento de relacionar la productividad con el ecosistema del área.

Nuestro especial agradecimiento a los Drs. R. T. Barber, A. Landa y M. Samamé por sus comentarios al presente trabajo.

## 2. MATERIAL Y METODOS

Para el presente trabajo se han tomado los datos correspondientes a los cruceros B.A.P. "Unanue" 7212, 7302 y "Profesor Mesyatsev" 7209, 7210 - 11 y 7305 (Fig. 1).

Las muestras fueron colectadas usando botellas Nansen; las temperaturas se midieron usando termómetros de cubo y termómetros reversibles; la salinidad fue determinada usando un salinómetro inductivo AUTOLAB mod. 601 y el oxígeno disuelto se analizó de acuerdo al método de Winkler modificado por Carpenter (1965). Las determinaciones de fosfatos, silicatos, y nitratos se hicieron de acuerdo a las técnicas y modificaciones dadas por Strickland y Parsons (1968).

Las muestras para clorofila "a" y feopigmentos fueron filtradas a través de filtros de fibra de vidrio Whatman GF/C, adicionándoles carbonato de magnesio y conservadas en una congeladora para su análisis en tierra, de acuerdo a Lorenzen (1967). La tasa de carbono del fitoplancton fue medida por el método de radio-carbono ( $C_{14}$ ) de Steeman Nielsen (1952), tomándose muestras con botellas Van Dorn a las profundidades correspondientes al 100, 50, 25, 10 y 1% de intensidad de luz superficial. A cada muestra se añadió 1 ml de la solución de  $Na_{14}CO_3$ , equivalente a una radioactividad de 4 uc, luego las muestras fueron incubadas a la temperatura de la superficie de mar por un periodo de 24 horas. La profundidad de muestreo fue calculada asumiendo que la profundidad de desaparición del disco Secchi corresponde al 16% (Pool y Atkins 1929).

En la distribución de los vientos la dirección se indica por una flecha en el sentido del movimiento del viento. Su velocidad es dada de acuerdo a la escala de Beaufort (modificada según U.S.N.O.O., 1966) por un número de plumas anexas a la dirección de la flecha:

Plumas	Velocidad de Viento	
	(m/seg)	(Nudos)
0	0.0- 0.2	1 (Calmado)
1/2	0.3- 1.5	1 - 3
1	1.6- 3.3	4 - 6
1 1/2	3.4- 5.4	7 - 10
2	5.5- 7.9	11 - 16
2 1/2	8.0-10.7	17 - 21
3	10.8-13.8	22 - 27
3 1/2	13.9-17.1	28 - 33
4	17.2-20.7	34 - 40
4 1/2	20.8-24.4	41 - 47
5	24.5-28.4	48 - 55
5 1/2	28.5-32.6	56 - 63

Las velocidades de las corrientes de deriva en la superficie del mar han sido calculadas de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$U_0 = \frac{1.27}{\sqrt{\sin \phi}} W$$

en donde  $U_0$  = Velocidad de la corriente de deriva en la superficie del mar (cm/seg),

$W$  = Velocidad del viento (m/seg),

$\phi$  = Latitud.

La dirección de la corriente superficial se obtuvo haciendo girar el vector del viento 45° en dirección contraria a las agujas del reloj.

**Nota:** En el texto no se mencionan las figuras correspondientes a la distribución horizontal de los diferentes parámetros en los niveles 0, 20 y 50 m, pero se han incluido en la sección respectiva.

### 3. CARACTERISTICAS DEL AREA

En el área de estudio la plataforma continental está delimitada por la isóbata de 100 brazas, presentando su máxima amplitud frente a Chimbote (65 millas, aproximadamente), con un talud de pendiente suave. La plataforma más ancha a lo largo de la costa peruana se halla entre los 7° - 10°S, donde se ubica la gran pesquería de la anchoveta.

Zuta y Guillén (1970) señalan que los vientos predominantes frente al área de Pimentel - Chimbote son los Alisios del SE, siendo más fuertes en el invierno (setiembre: 4.8m/seg) y más débiles en el verano (marzo: 3.4m/seg).

La Corriente Costera Peruana (Wyrtyk, 1965) domina toda el área de estudio con un flujo hacia el NO, siendo más fuerte de abril a setiembre (13 - 18 cm/seg), y más débil en febrero (9 cm/seg); el área también es influenciada por el flujo de las Aguas Costeras Frías (S: 34.8 - 35.1‰) y por las Aguas Subtropicales Superficiales (S: > 35.1‰). Estas últimas durante el verano logran acercarse más hacia la costa desapareciendo en el invierno cuando el afloramiento logra su mayor intensidad. En condiciones anormales se observa la presencia de Aguas Tropicales Superficiales (S: < 33.8‰) y Aguas Ecuatoriales Superficiales (S: < 34.8‰) procedentes de la región ecuatorial, las cuales alteran el medio ambiente causando efectos catastróficos sobre la fauna marina, especialmente sobre la anchoveta. Una información más detallada es dada por Zuta y Guillén (1970), Guillén et al. (1969), Guillén y R. de Rondán (1974), Guillén y Calienes (1975), Guillén (1976).

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Meteorología

Durante la primavera (Fig. 2) se observó en noviembre el predominio de los vientos del SE con velocidades de 2 a 3 m/seg. los cuales se mantuvieron en diciembre con velocidades entre 3 y 10 m/seg. En el verano (Fig. 2) los vientos del SE continuaron dominando el área con velocidades de 2 a 10 m/seg. observándose un debilitamiento con respecto a la primavera que fue más marcado en el lado costero. En el otoño tuvieron mayor influencia los vientos SSO con velocidades entre 1 y 8 m/seg.

Como se conoce, las corrientes superficiales también pueden ser producidas por la fuerza del viento aplicada a la superficie del mar; dichas corrientes son denominadas corrientes de deriva y se supone que fluyen 45° hacia la izquierda en el hemisferio sur. Las velocidades de la corriente de deriva en la superficie (Fig. 3) presentaron en la primavera velocidades de 6 y 10 cm/seg. incrementadas luego en diciembre, cuando alcanzaron velocidades máximas de 31 a 35 cm/seg., encontrándose frente a Chimbote - Salaverry velocidades de 26 a 30 cm/seg. En el verano se hallaron velo-

idades de 0 a 30 cm/seg predominando las velocidades de 16 a 20 cm/seg, notándose un aumento de éstas en el otoño cuando se registraron velocidades de 6 a 30 cm/seg dominando frente a Salaverry, principalmente, las de 11 a 15 cm/seg.

### 4.2 Invierno

En la superficie del mar (Figs. 4 a, b) se hallaron temperaturas de 17.20 - 21.26°C; salinidades de 34.9 - 35.1‰; oxígeno disuelto de 2.54 - 6.19 ml/L; fosfatos de 0.84 - 1.97 µg-at/L; nitratos de 8.25 - 19.56 µg-at/L y silicatos de 7.55 - 34.99 µg-at/L. En la distribución vertical se observó que la capa de mezcla (Fig. 7a) estuvo mejor desarrollada lejos de la costa en las áreas ocupadas por las Aguas Subtropicales Superficiales con salinidades > 35.1‰ y acompañadas de bajos contenidos de nutrientes; en cambio, las aguas de afloramiento se caracterizaron por altas concentraciones de nutrientes y bajo contenido de oxígeno. La termoclina fue más definida en Chimbote conformada por las isotermas de 16° - 19°C. La oxiclina estuvo compuesta por las isolíneas de 2.0-4.0 ml/L. Los nutrientes mostraron grandes gradientes asociadas con la termoclina y luego aumentaron con la profundidad. Los valores de oxígeno disuelto < de 1.0 ml/L fueron solamente hallados debajo de los 20 m y cerca de la costa, mientras que debajo de los 30 y 50 m, la mayor parte del área tuvo concentraciones de 1.0 a 2.0 ml/L, debido a la presencia de las aguas de la Extensión de la Corriente de Cromwell.

El afloramiento costero frente a Pimentel y Chimbote llevó a la superficie aguas de la Contra-corriente Peruana Sub-superficial con una extensión de 60 a 20 km, correspondiente a profundidades de 30 y 50 m siendo más intenso en Pimentel donde alcanzó temperaturas de 18°C en la superficie del mar.

Las Aguas Subtropicales Superficiales se hallaron con salinidades de 35.1‰, asociadas a bajas concentraciones de nutrientes y lograron acercarse más hacia la costa al sur de Salaverry y frente a Pimentel.

Los valores de clorofila "a" (Fig. 4b) en la superficie se hallaron entre < 0.5 - 4.0 µg/L, encontrándose las mayores concentraciones entre Punta Aguja y Pimentel, favorecidas por los procesos de circulación, los cuales hicieron que las aguas permanecieran cierto tiempo después de afloradas originando un incremento en el fitoplancton. En estas aguas se observó un mayor consumo de silicatos y fosfatos como efecto de la fotosíntesis; en cambio, frente a Pimentel - Salaverry se hallaron aguas recién afloradas y pobres en clorofila, con temperaturas menores de 18°C asociadas con valores bajos de oxígeno (< 3.0 ml/L) y alto contenido de nutrientes en comparación con los anteriores al año 1972, pero inferiores al promedio para la estación de invierno: fosfatos > 1.5 µg-at/L, nitratos > 15.0 µg-at/L, silicatos > de 30.0 µg-at/L.

La distribución vertical de la clorofila "a" (Fig.7b) presentó su mayor concentración arriba del nivel de 20 m, alcanzando valores > 3.0 µg/L a 100 km de la costa en la superficie y otro máximo a 75 m. Los feopig-

mentos mostraron frente a Chimbote valores de 0.75 µg/L con excepción de las est. 242 y 245, en esta última se halló una celda alrededor de los 30 m con valores mayores de 2.0 µg/L asociada con valores de salinidad menores de 35.0‰. Valores de 1.0 a 6.0 µg/L se observaron debajo de 80 m.

#### 4.3 Primavera

Al iniciarse la primavera (Figs. 8 a, b) se hallaron en la superficie del mar temperaturas de 17.7 - 20.5°C, salinidades de 34.9 - 35.1‰, oxígeno de 1.98 - 5.43 ml/L, fosfatos de 0.18 - 2.18 µg-at/L, silicatos 4.70 - 29.67 µg-at/L y clorofila "a" entre 0.5 - 3.0 µg/L. En diciembre (Figs. 12 a, b) se observó un cambio brusco respecto a los meses de octubre y noviembre hallándose aguas de bajísimas salinidades (< 34‰) y altas temperaturas (> 24°C) correspondiente a las aguas procedentes de la región ecuatorial (segunda fase del Fenómeno El Niño), las cuales avanzaron hacia el Sur hasta los 10°S (Huarney) dominando casi toda el área de estudio. Los valores de clorofila "a" fueron muy bajos 0.0-0.3 µg/L (Cr. 7212), inferiores al promedio de primavera y unidos a bajas concentraciones de nutrientes debido a la falta de transferencia vertical hacia la capa superior. La distribución de feopigmentos fue bastante homogénea y paralela a la costa alcanzando valores > 3.0 µg/L frente a Pimentel.

La distribución vertical presentó una napa con espesor de 20 m (Fig. 11) y estuvo en relación con valores mayores de 5.0 ml/L de oxígeno y bajo contenido de nutrientes (fosfatos < 1.0 µg-at/L y silicatos < 10 µg-at/L). La termoclina estuvo conformada por las isotermas de 16° - 20°C y asociada con la oxiclina de 2.0 - 5.0 ml/L de oxígeno. Los nutrientes debajo de la capa de mezcla presentaron una gradiente y luego aumentaron con la profundidad.

El afloramiento más marcado se halló al sur de Pimentel, con temperaturas < 18°C, valores de oxígeno < 4.0 ml/L y alto contenido de nutrientes, mientras que frente a Chimbote se observó un afloramiento bastante costero y superficial debido al calentamiento estacional, hallándose cerca de la costa los valores más bajos de oxígeno y alta concentración de nutrientes. La profundidad del afloramiento fue de 40 m y llevó a la superficie aguas de la Contra-corriente Peruana Sub-superficial.

Las Aguas Subtropicales se presentaron con salinidades > 35.1‰. Lejos de la costa se observó una lengua con salinidades de 35.0‰ y temperaturas > 21°C procedente del Norte.

#### 4.4 Verano

En la superficie del mar (Figs. 13 a, b) se hallaron temperaturas de 19.0 - 25.8°C, salinidades de 35.1 - 35.2‰, oxígeno de 3.97 - 6.67 ml/L, fosfato de 0.08 - 3.21 µg-at/L, silicatos de 2.86 - 21.5 µg-at/L y nitratos de 0.42 - 25.70 µg-at/L. La distribución vertical mostró una capa de mezcla (Figs. 16 a, b) con un espesor de 20 a 30 m lejos de la costa. Frente a Chimbote esta capa estuvo cubierta por Aguas Subtropicales Superficiales con valores de 4.0 ml/L de oxígeno y valores bajos de nutrientes. La termoclina presentó una mayor gradiente

frente a Chimbote (Est. 81), unida a una oxiclina de 1.0 a 4.0 ml/L. Debajo de la capa de mezcla la distribución de nutrientes mostró gradiente, incrementando con la profundidad. Las menores concentraciones de oxígeno se hallaron frente a Pimentel, acompañadas de altas concentraciones de nitratos, silicatos y fosfatos (> 25.0, > 20.0 y > 2.0 µg-at/L, respectivamente). La distribución vertical irregular de los nitratos (Fig. 16 b) refleja en parte la denitrificación bacteriológica en la zona eufótica, ya que el nitrógeno se encuentra en otras formas inorgánicas que intervienen en los ciclos metabólicos de las plantas y animales, siendo dos de ellas (NH<sub>3</sub> y N<sub>2</sub>) fácilmente perdidos en el sistema por difusión. Por otro lado, también debe considerarse que los cambios en los valores de nitratos son causados por procesos de reducción (Fiadeiro y Strickland, 1968; Zuta y Guillén 1970).

El afloramiento fue reducido frente a Chimbote y Pimentel debido al calentamiento estacional y al debilitamiento de los vientos; llevó a la superficie aguas de la profundidad de 60 y 40 m, respectivamente, siendo más intenso frente a Salaverry con temperaturas < 20°C en la superficie y asociado a las mayores concentraciones de clorofila "a" (> 1.0 µg/L); altas concentraciones de oxígeno > 6.0 ml/L y de fosfatos > 2.0 µg-at/L, mientras que los valores de nitratos (< 5.0 µg-at/L) y silicatos (< 10.0 µg-at/L) se encontraron en concentraciones menores a lo esperado.

El rango de clorofila "a" en superficie fue de < 0.25 y > 1.0 µg/L. Su distribución vertical (Fig. 16b) fue más baja y homogénea frente a Pimentel que en Chimbote, debido en parte al reducido afloramiento y probablemente a la baja eficiencia fotosintética de la población fitoplanctónica.

La distribución de feopigmentos en superficie presenta valores entre < 0.5 y > 10 µg/L, correspondiendo las mayores concentraciones al área de afloramiento frente a Pimentel - Salaverry, acompañados de bajo contenido de nitratos y silicatos y de alta concentración de oxígeno, mientras que los valores menores (1.0 µg/L) se hallaron en las áreas ocupadas por Aguas Subtropicales Superficiales. Frente a Pimentel las mayores concentraciones de los feopigmentos (Fig. 16 b) se hallaron dentro de los 80 km de la costa, alcanzando su máxima concentración en la Est. 65 a la profundidad de 10 m con 9.0 µg/L asociadas con valores menores de 20 µg-at/L de nitratos y concentraciones < 0.25 µg/L de clorofila "a", mientras que frente a Chimbote su distribución fue baja, sobresaliendo una lengua lejos de la costa con contenidos 2.0 y 3.0 µg/L, asociados con aguas de alta salinidad (> 35.2‰).

En la superficie del mar, la producción primaria se halló con valores entre 1025 y 39 mg C/m<sup>3</sup>/d (Fig. 17 a) con un promedio de 360 mg C/m<sup>3</sup>/d. En la distribución vertical de la producción (Fig. 17 b) cerca de la costa (Est. 65) y lejos de ella (Est. 77), la primera representa una estación de intenso afloramiento caracterizado por una gran cantidad de nutrientes, baja temperatura y bajo contenido de oxígeno, presentando su máximo valor en la superficie del mar con 441 mg C/m<sup>3</sup>/d, el cual decreció con la profundidad. Al nivel de 5 m se observó un máximo de clorofila "a" en relación con producciones mayores de 200 mg C/m<sup>3</sup>/d.

y como efecto de esta producción se notó una depleción de nutrientes y altas concentraciones de oxígeno. La estación 77 se caracterizó por sus altos valores de temperatura, salinidad y bajos contenidos de nutrientes, con una producción en la zona eufótica de  $0.29 \text{ mg C/m}^2/\text{d}$ , muy inferior a la obtenida en la estación 65 que fue  $3.07 \text{ mg C/m}^2/\text{d}$ .

#### 4.5 Otoño

En la superficie del mar (Figs. 18 a, b) se hallaron temperaturas de  $15^\circ\text{--}22^\circ\text{C}$ , salinidades de  $35.0 - 35.3\text{‰}$ , oxígeno disuelto de  $2.34 - 4.96 \text{ ml/L}$ , fosfatos de  $1.18 - 2.62 \text{ } \mu\text{g-at/L}$ , nitratos de  $5.06 - 23.52 \text{ } \mu\text{g-at/L}$  y silicatos de  $2.29 - 26.4 \text{ } \mu\text{g-at/L}$ .

En la distribución vertical se observó la capa de mezcla (Figs. 21 a, b) arriba de los 40 m, y no se presentó bien desarrollada, debido a los procesos de circulación y mezcla. Las menores concentraciones de nutrientes halladas especialmente en el área frente a Chimbote fueron causadas por la producción del área, tal como se refleja en las concentraciones de clorofila "a" ( $> 4.0 \text{ } \mu\text{g/L}$ ). La termoclina fue más marcada en Chimbote. La oxiclina estuvo conformada por las isolinias de  $1.0 - 4.0 \text{ ml/L}$ . Los nitratos, fosfatos y silicatos debajo de la napa presentaron una gradiente, luego fueron aumentando con la profundidad. Los valores de  $1.0 \text{ ml/L}$  de oxígeno disuelto se hallaron entre las profundidades de 20 y 100 m, alcanzando concentraciones menores de  $0.25 \text{ ml/L}$  frente a Chimbote.

El afloramiento fue más marcado frente a Pimentel - Chimbote con temperaturas  $< 15.0^\circ\text{C}$  y salinidades  $< 35.0\text{‰}$ , asociados con valores de oxígeno  $< 3.0 \text{ ml/L}$ , fosfatos  $> 2.5$ , silicatos  $> 25.0$  y nitratos  $> 20.0 \text{ } \mu\text{g-at/L}$ .

La clorofila "a" (Fig. 18 b) se halló con valores  $< 0.25 - > 6.0 \text{ } \mu\text{g/L}$ , encontrándose las mayores concentraciones frente a Punta Aguja ( $6.33 \text{ } \mu\text{g/L}$ ), y frente a Chimbote ( $3.76 \text{ } \mu\text{g/L}$ ) favorecidas por el intenso afloramiento costero. Por otro lado, se observó la influencia de las Aguas Subtropicales Superficiales, las cuales se acercaron a la costa frente a Pimentel - Salaverry, llevando consigo bajos contenidos de clorofila "a". Su distribución vertical (Fig. 21 b) mostró valores bajos cerca de la costa en la capa de 0 - 100 m, (Est. 525) con valores  $> 4 \text{ } \mu\text{g/L}$  al nivel de 10 m; esta producción se debió a la mayor intensidad del afloramiento y dio como resultado una depleción de nutrientes, especialmente de silicatos ( $< 10 \text{ } \mu\text{g-at/L}$ ). Frente a Pimentel se halló concentraciones  $> 10 \text{ } \mu\text{g/L}$  en el borde de las aguas de encuentro entre las de afloramiento y las Aguas Subtropicales Superficiales, lo cual favoreció dicha producción.

Los feopigmentos presentaron en superficie valores entre  $0.25$  y  $> 3.00 \text{ } \mu\text{g/L}$ , hallándose los menores entre Pimentel y Salaverry acompañados de altos valores de nitratos, silicatos y bajos contenidos de clorofila "a" ( $< 0.5 \text{ } \mu\text{g/L}$ ). Los feopigmentos frente a Pimentel ocuparon la mayor parte del área con concentraciones entre  $1.0$  y  $> 2.0 \text{ } \mu\text{g/L}$ , mientras que frente a Chimbote las concentraciones fueron mayores cerca de la costa con dos máximos: uno en la superficie y otro a 75 m de profundidad (Est. 525).

Las Aguas Subtropicales Superficiales se presentaron con salinidades  $> 35.1\text{‰}$ , asociadas con los menores valores de nutrientes.

#### 4.6 Variaciones estacionales

Para mostrar la variación estacional de los diferentes parámetros se han seleccionado estaciones situadas en dos áreas diferentes: una cerca de la costa y otra lejos de ella (Figs. 26 y 27). En la distribución de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, fosfatos, nitratos y silicatos cerca de la costa frente a Pimentel y Ohimbote (Fig. 26), se aprecia que durante el invierno (Est. 230) el afloramiento fue más intenso en Pimentel, en cambio, a principios de la primavera se observó afloramiento en ambos lugares siendo ligeramente más pronunciado en Chimbote (Est. 380) con una mayor cantidad de fosfatos ( $2.18 \text{ } \mu\text{g-at/L}$ ), silicatos ( $29.62 \text{ } \mu\text{g-at/L}$ ) y nitratos ( $0.78 \text{ } \mu\text{g-at/L}$ ). Un nuevo cambio se notó en verano (Est. 82), el afloramiento cesó en Chimbote debido al predominio de las Aguas Subtropicales Superficiales con valores bajos de nutrientes, mientras que en Pimentel el afloramiento disminuyó con respecto al invierno y a la primavera. También se notó durante el verano (Est. 82) entre los 20 y 50 m, una pequeña capa de máxima de oxígeno asociada con salinidades de  $35.0$  a  $35.05\text{‰}$ , correspondiente a las aguas de la Extensión de la Corriente de Cromwell. En el otoño (Est. 525), nuevamente se intensificó el afloramiento frente a Chimbote alcanzando temperaturas  $< 15^\circ\text{C}$  en la superficie y un incremento de nutrientes con respecto al verano. La distribución vertical de los nutrientes frente a Pimentel presentó (Est. 65) un mínimo a los 5 m (fosfatos  $1.71 \text{ } \mu\text{g-at/L}$ , silicatos  $14.81 \text{ } \mu\text{g-at/L}$ , nitratos  $18.18 \text{ } \mu\text{g-at/L}$ ), relacionando con un máximo de oxígeno ( $3.45 \text{ ml/L}$ ) como efecto de la fotosíntesis. La relación promedio de  $\text{PO}_4 : \text{NO}_3 : \text{SiO}_4$  en la capa 0-25 m frente a Chimbote fue de  $1 : 8.5 : 7.2$ , inferior a la relación  $\text{PO}_4 : \text{SiO}_4$  ( $1 : 13.8$  en la capa 0-25 m) hallada frente a Pimentel en donde el afloramiento fue intenso.

Frente a Pimentel y Chimbote, lejos de la costa, el área está normalmente ocupada por Aguas Subtropicales Superficiales con salinidades  $> 35.1\text{‰}$  (Fig. 27). Al final de la primavera (Est. 14) se observó la presencia de aguas de baja salinidad procedentes de la región ecuatorial asociadas con valores altos de temperatura, oxígeno y menores concentraciones de fosfatos y silicatos, lo cual afectó grandemente la columna de agua arriba de los 60 m y representa la segunda fase del Fenómeno El Niño de 1972. Comparando las estaciones 370 y 14, es fácil advertir su efecto en el cambio brusco de temperatura de  $4^\circ\text{C}$  así como también en la disminución de salinidad ( $0.4\text{‰}$ ). La distribución del oxígeno disuelto presentó valores mayores de  $4.0 \text{ ml/L}$  en la capa de mezcla, hallándose la oxiclina mejor desarrollada y más profunda en Chimbote. Frente a Pimentel los mínimos valores de oxígeno se hallaron debajo de los 30 m en el otoño, en cambio en la primavera (Est. 14) sus concentraciones mayores estuvieron debajo del mismo nivel. La distribución vertical de los nutrientes fue irregular y estuvo asociada a los procesos de circulación del área, hallándose valores bajos en la capa de mezcla siguiendo una fuerte gradiente y lue-

go un incremento con la profundidad. Al nivel de los 20 m de profundidad (Fig. 27) se observó un máximo de oxígeno, asociado a un mínimo de nutrientes especialmente de silicatos debido a los procesos de fotosíntesis. Durante la primavera (Est. 14) la concentración de nutrientes en la columna de agua fue inferior a lo normalmente encontrado en el área. Los nutrientes en la capa de 0-25 m frente a Chimbote presentaron una relación promedio  $PO_4: SiO_4$  de 1: 6.7, menor que la encontrada en Pimentel(P: Si de 1: 11.2) para la misma capa.

Las masas de agua están caracterizadas por sus relaciones específicas de temperatura-salinidad (T-S), por consiguiente la comparación de las curvas individuales nos dan una información acerca del grado de interacción y mezcla entre dos o más masas de agua. En las Figs. 29 y 30 se presentan las curvas de T-S por cruce-ro, y en ellas se observa las diversas masas de aguas señaladas en detalle por Zuta y Guillén (1970). En el invierno (Cr. 7209) se notó un afloramiento menos intenso que el usual para esta estación y se redujo aún más al comienzo de la primavera (Cr. 7210), debido al calentamiento estacional. En diciembre se observó un cambio brusco debido a la presencia de las Aguas Ecuatoriales Superficiales caracterizadas por sus altas temperaturas y bajísimas salinidades esta anomalía corresponde a la segunda fase del Fenómeno El Niño, y trajo repercusiones negativas en la pesquería; estas aguas desaparecieron en el área durante el verano.

La distribución de clorofila "a" lejos de la costa (Figs. 31 a, c) presentó concentraciones bajas y relativamente uniformes en la profundidad, mientras que cerca de la costa (Figs. 31 b, c) por lo general fueron mayores pero con valores promedio inferiores al promedio normal del área, debido a la presencia del Fenómeno "El Niño" de 1972, el cual tuvo efectos hasta el verano de 1973, tal como se aprecia en la Est. 73 en la que también sus valores fueron bajos. La baja concentración de clorofila "a" observada en el otoño (Cr. 7305) se debió a que el afloramiento estuvo en su primera fase y probablemente a la inhibición de la luz. En estaciones seleccionadas (Fig. 31 c), lejos de la costa (Est. 521), cerca de la costa (Est. 525) y en un área de mezcla (Est. 532), también se observa las máximas concentraciones de clorofila "a" en las áreas de afloramiento y las mínimas lejos de la costa.

La distribución de la clorofila "a" no se presentó homogénea en la columna de agua, frecuentemente se caracterizó por un máximo cerca del fondo de la zona eufótica en la región de la termoclina, posiblemente debido a la migración vertical o al pastoreo del zooplancton. Similares resultados fueron hallados por Lorenzen (1967). En la zona eufótica el promedio de clorofila fue de  $47.0 \text{ mg/m}^2$  similar al hallado por Guillén et al. (1969) para la misma área e inferior al promedio para toda la costa peruana de  $63.0 \text{ mg/m}^2$  (Guillén y R. de Rondán, 1972) dentro de las 60 millas de la costa.

No hubo correlación entre la distribución de la clorofila "a" y los feopigmentos aunque en algunas esta-

ciones se advirtió una relación inversa. Lejos de la costa (Fig. 32 a), sus valores fueron relativamente bajos presentando hasta tres máximos en la columna de agua (Est. 533).

#### 4.7 Interrelación entre el medio ambiente y la productividad

En consideraciones acerca de la producción que podría obtenerse de los océanos hay diversos criterios para su evaluación y ésta se hace más difícil debido al conocimiento limitado sobre la magnitud y dinámica de las poblaciones cosechables, sobre las cuales se hacen estimaciones directas así como de las tasas de transferencia a través de la cadena alimenticia sobre las que se basan las estimaciones indirectas.

La eficiencia de crecimiento o utilización del alimento ha sido estudiada por un gran número de investigadores y se sabe que esta eficiencia decrece a medida que los animales se aproximan a su mayor tamaño. Slobdtkin (1961) concluye que es posible un eficiente ecológico aproximadamente del 10%, mientras que Schaeffer (1965) presenta cálculos sobre la producción pesquera asignando eficiencias de 10, 15 y 20% a las áreas oceánica, costera y de afloramiento, respectivamente. Cushing (1969) también dio algunos valores de eficiencia ecológica.

Actualmente, una de las formas más comunes para estimar el potencial productivo del mar es aquella basada en la dinámica de la cadena alimenticia. El método es muy usado, requiere el conocimiento de datos de clorofila y producción primaria (método de radiocarbono  $^{14}C$ ), y usa porcentajes tentativos de eficiencia entre los diferentes niveles tróficos.

La pesquería peruana se ha desarrollado en forma muy rápida gracias a la productividad de sus aguas que favorece la extraordinaria abundancia de diferentes especies, especialmente de anchoveta; Jordán (1976), señala que la alimentación de esta especie es básicamente fitoplancton. Basándonos en los datos promedio de producción primaria y del área de afloramiento estudiada se ha calculado la biomasa del segundo y tercer nivel trófico siguiendo la metodología de Schaeffer (1965), Ryther (1969) y principalmente Cushing (1969), en la siguiente forma:

##### 1. Cálculo de la producción primaria

Área de afloramiento:  $2.5 \times 10^{10} \text{ m}^2$ .  
Producción Primaria Promedio:  $350 \text{ g C/m}^2/\text{año}$ ;  
se obtiene una productividad total de:  
 $8.75 \times 10^6 \text{ ton. C/año}$ .

Considerando a la anchoveta como principal herbívoro (80%) y asumiendo a la vez una eficiencia del 10% y como peso de los herbívoros 10 veces su contenido de carbón se tiene una producción de anchoveta de:

$$= 7 \times 10^6 \text{ ton. C/año}$$



## 2. Cálculo de la producción secundaria

Considerando:

Promedio de Zooplancton: 800 ml/1000 m<sup>3</sup>.

Area del afloramiento: 2.5 x 10<sup>10</sup> m<sup>2</sup>.

Profundidad: 100 m.

Se tiene una producción total de: 0.6 x 10<sup>6</sup> Ton. C/año.

## 3. Eficiencia (%)

$$E = \frac{7.0}{0.6} = 12\%$$

## 4. Cálculo de la producción terciaria

a. Producción Primaria: 7 x 10<sup>6</sup> ton. C/año,  
1% de Producción Primaria: 7 x 10<sup>4</sup> ton. C/año.

b. Producción Secundaria: 0.6 x 10<sup>6</sup> ton. C/año,  
10% de Producción Secundaria: 6 x 10<sup>4</sup> ton C/año.

c. Promedio:  $\frac{7 + 6}{2} \times 10^4 = \frac{13}{2} = 6.5$

6.5 x 10<sup>4</sup> ton C/año.

Lo que nos da una Producción Terciaria de:  
= 1.2 x 10<sup>6</sup> Ton. peso húmedo.

Esta producción estaría dentro de los valores calculados para los stocks de peces de consumo por Mejía et al. (1974).

Beers et al. (1971) refiriéndose a las poblaciones de plancton han señalado que la eficiencia de utilización de la producción primaria en términos de producción carbón-anchoveta sería disminuida al faltar, el fitoplancton en la cadena alimenticia de aguas peruanas; con relación a esto se puede mencionar que en el año 1972, durante el desarrollo del **Fenómeno El Niño**, se hizo un estimado de la producción primaria cuyo promedio fue de 1/3 del normalmente encontrado en el área, lo cual tuvo estrecha relación con la baja biomasa de anchoveta calculada por métodos de evaluación del stock para ese año (Valdivia, 1976).

Con la finalidad de conocer la interrelación entre los nutrientes, clorofila y carbono se han usado para su estudio las relaciones C: N: P. de: 276: 106: 16: 1 por átomos, dadas por Fléming (1940) y empleadas por Redfield et al. (1963); así mismo, se aplicó la relación C: Cl "a" de 35: 1 por peso, como índice de un crecimiento activo (Ryther y Menzel, 1965). Tomando el promedio de clorofila "a" para la zona eufótica de 47 mg/m<sup>2</sup> se obtuvo una producción de 1.6 g C/m<sup>2</sup>/d algo mayor al promedio del área; esto se debe a que la relación asumida es superior al índice de productividad (20 mg C/mg Cl "a"/d). Usando esta última relación se obtendría una producción de 0.94 g C/m<sup>2</sup>/d, la cual estaría de acuerdo con el promedio dado por Guillén et al. (1969), el mismo autor (1972) señaló también un índice de productividad de 24.9 mg C/mg Cl "a"/d para esta área. Si asumimos además, una tasa de crecimiento

de 0.5 por día, se obtiene una producción fitoplanctónica de 7.5 x 10<sup>12</sup>g C/año, similar a la obtenida directamente de los datos de producción primaria. Considerando una zona eufótica promedio de 25 m (Guillén y R. de Rondán, 1968; Guillén 1972 y 1974; y Guillén, 1976) el contenido promedio de fosfatos y nitratos para esta capa fue de 43 y 400 ug-at/m<sup>2</sup>, respectivamente. Asumiendo que estos contenidos fueron incorporados por el fitoplancton de composición normal se tendría una producción básica de 53 y 33 g C/m<sup>2</sup>.

## 5. DISCUSION

En la dinámica del ecosistema de afloramiento del área de estudio, la clorofila y los nutrientes mostraron una distribución similar a la de la temperatura. Esta relación ha sido señalada desde las primeras investigaciones oceanográficas así Sverdrup et al. (1939) la menciona para el ecosistema de California. La variación de la temperatura en las áreas de afloramiento puede ser un factor importante en la evolución de una rápida y productiva cadena alimenticia; Jordán (1971) señala que la distribución de la anchoveta parece estar asociada con las gradientes de temperatura. También en nuestros resultados las máximas concentraciones de clorofila fueron halladas en los bordes de afloramiento (otoño) motivando que las mayores concentraciones de anchoveta estuvieran asociadas a ésta.

En la segunda fase del **Fenómeno El Niño** (diciembre 1972) se hallaron anomalías positivas hasta de 6° por encima del promedio debido a la intromisión de las aguas de la región ecuatorial lo que originó un cambio brusco en los parámetros físicos, químicos y biológicos del área (Tablas I, II y III). Estas aguas se caracterizan por sus altas temperaturas, bajísimas salinidades, bajo contenido de nutrientes y pobre productividad, con un promedio para el área de 23.5°C, 34.4‰, 0.9 µg-at/L de fosfatos, 4.30 µg-at/L de silicatos y clorofila "a" 0.07 µg/L en la superficie del mar; también se observó que el otoño de 1973 (abril) fue más frío que el invierno de 1972 sobre el nivel de 50 m, debido al restablecimiento de las condiciones oceanográficas. Frente a la costa peruana los fosfatos suelen estar en exceso (Strickland et al., 1969; Guillén et al., 1969); a sí mismo, la relación de PO<sub>4</sub>: NO<sub>3</sub>: SiO<sub>4</sub> sugiere que los silicatos pueden llegar a ser limitantes de la producción fotosintética, lo cual fue señalado previamente por Dugdale (1972) y Guillén (1976). Sin embargo, debe señalarse que durante 1972 se halló cerca de la costa una buena cantidad de silicatos asociada a una pobre productividad, debido probablemente a la presencia de especies no diatomeicas, en efecto, la composición fitoplanctónica varió notablemente en el curso de este año, identificándose dinoflagelados propios de aguas cálidas como: *Ceratium azoricum*, *C. lunula*, *C. paradoxides*, *C. gravidum*, *C. trichoceros* y *Peridinium elegans*, entre otros, lo que originó un cambio en el régimen alimenticio de la anchoveta (copépodos, eufásidos) en el área de estudio donde usualmente esta especie se alimenta de fitoplancton (R. de Mendiola et al. 1969; IMARPE, 1972 y 1977). En relación a este punto Beers et al. (1971) menciona que cuando el fitoplancton no está presente en la cadena alimenticia de aguas peruanas, la falta de éste lle-

varía a la anchoveta por lo menos a un nivel trófico extra. Los transtornos oceanográficos modificaron así mismo, la distribución de la anchoveta haciendo que se repliegue hacia la costa o migre al Sur.

Las variaciones del afloramiento también tuvieron un efecto marcado en la productividad del área debido a la disminución en el abastecimiento de nutrientes hacia la capa eufótica donde se realiza la fotosíntesis. Otro factor que afectó la normal fertilización del área fue la baja biomasa de anchoveta, ya que las excreciones de esta especie son importantes en la regeneración de nutrientes. Walsh (1971) y Dugdale (1972) señalan que la gran biomasa de anchoveta frente a la costa de Perú es más importante que el zooplancton en los procesos de regeneración de nutrientes.

El proceso de afloramiento costero puede ser ilustrado (Figs. 7a, 11, 16a, 21a) por la distribución de la isoterma de 16°C: fue más intenso en el otoño de 1973 con una amplitud de 80 km de la costa y llevó a la superficie aguas de profundidades de 60 m. Durante el invierno, primavera y verano dicha isoterma no alcanzó la superficie del mar hallándose a 20 km de la costa a profundidades de 30, 20 y 30 m, respectivamente, lo que refleja su variación estacional. Asumiendo un rango de velocidades del afloramiento de 5 a 10 m/día para otoño y una concentración de nitratos de 20 mg-at/m<sup>3</sup> debajo de 50 m, y si asumimos además, una pérdida diaria del 50% por mezcla, se tendrá un flujo aflorado de 50 a 100 mg-at/m<sup>3</sup>/día. Si este contenido fuera asimilado en la zona eufótica (25 m) se contaría con 2 a 4 µg-at/NO<sub>3</sub>/L/día para la utilización biológica; así mismo, si se considera la relación C: N de 5: 1 se tiene una producción equivalente a 3.5 - 7.0 g C/m<sup>2</sup>/d. La producción primaria promedio del área es de 350 g C/m<sup>2</sup> y equivaldría a una utilización de 280 y 4,200 mg-at/m<sup>2</sup> de fosfatos y nitrógeno, respectivamente; considerando un ritmo normal de la tasa de crecimiento sólo se requeriría 55 y 36 días para dicha producción, la cual significa que existe un gran potencial de esos nutrientes en el área.

La producción del verano de 1973 tuvo en superficie un promedio de 360 mg C/m<sup>3</sup>/d y una producción total promedio de 1.68 g C/m<sup>2</sup>/d, muy superior a los valores hallados en el verano del año anterior (29 mg C/m<sup>3</sup>/d y 0.39 g C/m<sup>2</sup>/d) debido a la ocurrencia de la primera fase del **Fenómeno El Niño** de 1972; similar variación se nota en el contenido promedio de clorofila "a" de la zona eufótica, siendo en el verano de 1973 (10.56 mg/m<sup>2</sup>) seis veces mayor que el verano de 1972 (1.65 mg/m<sup>2</sup>). En la segunda fase del **Fenómeno El Niño** (diciembre) se observó igualmente muy bajas concentraciones de clorofila "a" en la zona eufótica, hallándose un promedio de 0.45 mg/m<sup>2</sup>.

Las relaciones promedio N/P y N/Si en la superficie del mar fueron de 7.3 y 8.5; Guillén y R. de Rondán (1972) encontraron valores similares. La relación P: N: Si para toda el área (considerando para el nitrógeno la suma de nitratos, nitritos y amonio) en la capa de 0-25 m, dentro de los 100 km de la costa fue de 1: 11: 9, y más allá de los 100 km de 11: 13: 9, lo que señala como evidencia adicional que el factor limitante serían los silicatos, también podría considerarse la falta de otras sustancias orgánicas condicionantes tal como menciona Barber et al. (1971). El contenido promedio de fosfatos, nitratos y silicatos en la capa de 0-50 m, para toda el área fue de 95, 950 y 370 mg-at/m<sup>2</sup>, respectivamente, algo inferior al hallado por Ryther et al. (1970) para el área de afloramiento frente a San Juan (14° - 16°S) que es el centro de afloramiento más intenso de la costa peruana.

Los resultados obtenidos sobre el potencial productivo cuantifican tentativamente la riqueza del área pero tienen más importancia por mostrar la diversidad de implicaciones al establecer relaciones entre las variables bióticas y abióticas del ambiente, lo cual nos induce a considerar la necesidad de centralizar la atención en problemas específicos que ayuden al conocimiento de la estructura de la cadena alimenticia de esta importante área.

## BIBLIOGRAFIA CITADA

- BARBER, R. T. et al. Variaciones en el crecimiento de fitoplancton asociadas con la procedencia y el acondicionamiento del agua aflorada. *Inv. Pesq.* 35 (1): 171 - 193.
- BEERS, J. et al. Plankton populations and upwelling of the Coast of Peru June 1969. *Fish. Bull.* Vol. 69, N° 4: 859 - 876.
- BLACKBURN, M. Biological Oceanography of the Eastern Tropical Pacific: Summary of existing information. *Spice. Scient. Rep. U.S. Fish Wildl. Serv. Fish.* N° 540: 18 p.
- BLASCO, D. Composición y distribución del fitoplancton en la región del afloramiento de las aguas costeras. *Inv. Pesq.* 35 (1): 61 - 112.
- BOEREMA, L. K. The Fish resources of the ocean. 1970 *FAO Fish. Tech. Pap.*, (97): 164 - 175.
- CALIENES R. Diversidad y asociación del fitoplancton en Callao, 1961, - 1962. Tesis, Univ. Nac. San Agustín. Arequipa, Perú.
- CALIENES R. y O. GUILLEN. Ciclo Estacional del Fitoplancton y su relación con el afloramiento en Aguas Costeras Peruanas. III Simposio Internacional sobre Ecosistemas de Afloramiento. Kiel, Alemania.
- CARPENTER, J. H. The Chesapeake bay Institute 1965 Technique for the Winkler dissolved oxygen method. *Limnol. Oceanogr.* 10 (1): 141 - 143.
- CUSHING, D. H. Upwelling and Fish production. *FAO Fish. Tech. Pap.* (84): 40.
- DUGDALE, R. C., J. MAC ISAAC Un modelo matemático representativo de la asimilación de nitrato en la región de afloramiento del Perú. *Inv. Pesq.* 35. (1): 299 - 308.
- DUGDALE R. C. Chemical Oceanography and Primary Productivity in Upwelling Region. *Geoforum* II: 47 - 61. Dpto. Oceanography. Univ. Washington, Seattle, U.S.A. 45 p.
- FIADERO, M. and J. D. H. STRICKLAND. Nitrato reduction and the occurrence of a deep nitrate maximum in the ocean off west coast of South America. *J. Mar. Res* 26 (3): 187 - 201.
- FLEMING, R. H. The composition of plancton and units for reporting populations and production. Proc. 6th Pacific Sci. Congr. Pacific Csi. Ass Vancouver 3: 535 - 540.
- FORSBERGH, E. D. and Y. JOSEPH. Phytoplankton 1963 Production in the South Eastern Pacific, *Nature* 200 N° 4901: 87 - 88.
- GUILLEN, O. The "El Niño" Phenomenon in 1965 and its relations with the productivity in coastal Peruvian waters. In *Fertility of the Sea* Ed. J. Costlow, Gordon and Breach: Science Publishers, New York, Vol. 1: 187-196.
- GUILLEN O. Carbon chlorophyll relationships in Peruvian Coastal waters. In *Oceanography of the South Pacific 1972*, comp. R. Fraser. New Zealand National Commission for UNESCO, Wellington 373 - 385.
- GUILLEN, O. El Sistema de la Corriente Peruana. I Parte: Aspectos Físicos. Actas de la Reunión de Trabajo sobre el fenómeno conocido como "El Niño". Guayaquil, Ecuador. *FAO Informes de pesca* N° 185.
- GUILLEN, O. y R. I. de RONDAN. Producción primaria de las Aguas Costeras del Perú en el año 1964. *Bol. Inst. Mar Perú* 1, (7): 394 - 76.
- GUILLEN, O., R. CALIENES y R. I. DE RONDAN. Contribución al estudio del ambiente de la anchoveta (*Engraulis ringens*, J.) *Bol. Inst. Mar Perú*, 2 (2): 49 - 76.
- GUILLEN, O., B. R. DE MENDIOLA, and R. I. DE RONDAN. Primary Productivity and phytoplankton in the Coastal Peruvian Waters. In *Fertility of the sea*. Gordon and Breach Science Publishers, New York, Vol. 1: 157 - 185.
- GUILLEN, O. and R. I. DE RONDAN. Distribution of chlorophyll "a" in the Peru Coastal Current. *Oceanography of the South Pacific 1972*, comp. R. Fraser. New Zealand National Commission for UNESCO, Wellington 387 - 395.
- GUILLEN, O., R. de MENDIOLA and R. I. DE RONDAN. Primary Productivity and phytoplankton in the coastal Peruvian waters. *Oceanography of the South Pacific 1972*, comp. R. Fraser. New National Zealand Commission for UNESCO, Wellington: 1973: 405 - 418.
- GUILLEN, O. y R. I. de RONDAN. Productividad de las Aguas Costeras frente al Perú. I Parte: Medio Ambiente y Producción Primaria. *Ser Inf. Esp. Inst. Mar Perú* (IMP - 148).
- GUILLEN, O. y R. CALIENES. Variación Estacional de la Productividad y su relación con el afloramiento frente a las Aguas Costeras Peruanas. III Simposio Internacional sobre Ecosistemas de Afloramiento. Kiel, Alemania.
- INSTITUTO DEL MAR. Operación Eureka XXIII, 1972 3-6-Agosot. *Ser. Inf. Esp. Inst. Mar Perú* (IMP-112).
- Operación Eureka XXIV, 5-8-Setiembre 1972 - *Ser. Inf. Esp. Inst. Mar Perú* (IMP - 116).
- Simposio interno sobre anchoveta IMARPE, Junio 1977 (Por publicarse).
- JORDAN, R. Distribución de la anchoveta (*Engraulis ringens* J.) en relación con el ambiente. *Inv. Pesq.* 35 (1): 113 - 126.
- Biología de la anchoveta Parte I: Resumen del conocimiento actual. Actas Reunión de Trabajo sobre el fenómeno conocido como El Niño, Guayaquil, Ecuador. *FAO Informes de pesca* N° 185.
- LORENZEN, C. J. Determination of chlorophyll and phaeo-pigments: Spectrophotometric Equations. *Limnol Oceanogr.* 12(2): 343 - 346.
- Carbon/chlorophyll relationships in an upwelling area. *Limnol. Oceanogr.*, 13 (1): 202 - 204.
- Surface Chlorophyll as an index of the deep, chlorophyll content, and primary productivity of the euphotic layer. *Lim-*

- not Oceanogr.* 15 (3): 479 - 80.
- MEJIA, J., M. SAMAME y M. ESQUERRE. Informe sobre los stocks disponibles de peces de consumo en la costa peruana *Inf. Int.* N° 5. Dpto. Peces de Consumo, IMARPE.
- POOLE, H. H., and W. R. G., ATKINS. Photo-electric measurements of submarine illumination throughout the year. *J. Mar. Biol. Assoc. U. K.* 20: 1 - 27.
- REDFIELD A. S., B. N. KETCHUM, and F. A. RICHARDS. The influence of organisms on the composition of the Sea Water *The Sea*, 2. M. N. Hill ed. Willey, N. York p. 26 - 27.
- RILEY, G. A., H. STOMMEL and D. F. BUMPUS. Qualitative ecology of the plankton Western North Atlantic. *Bull. Bingham Oceanogr. Coll* 12: 1 - 169.
- ROJAS DE MENDIOLA, B., et al. Contenido estomacal de anchoveta en cuatro áreas de la costa peruana. *Inf. Inst. Mar Perú* (27).
- RYTHER, Y. H. and C. S. YENTSCH. The estimation of phytoplankton production in the ocean from chlorophyll and light date. *Limnol Oceanogr.* 2: 281 - 6.
- RYTHER, J. H., and D. W. MENZEL. On the production composition and distribution of organic matter in the Western Akabian Sea. *Deep - Sea Res.* 12: 199 - 209.
- RYTHER, Y. H. Photosynthesis and Fish Production in the Sea. *Science* Vol. 166 N° 3901: 72 - 76.
- RYTHER, J. H. et al. The production and utilization of organic matter in the Peru Coastal Current. *Anton Bruun Reports*, Scientific Results of the Southeast Pacific Expedition Report N° 4, 12 pp.; Texas A. & M. Press.
- SANTANDER, H. Cosecha estable del zooplancton. *Ser.* 1974 *Inf. Esp. Inst. Mar Peru* (IMP - 148).
- SCHAEFFER, M. B. The potential Harvest of the Sea. 1965 *Trans. Amer. Fish. Soc.* 94, 123 - 128.
- SLOBKIN L. B. Growth and regulation of animal populations. Holt, Rinchart and Winston. N. York. Chapter 12. 184 p.
- STEEMAN NIELSEN, E. The use of radio - activo carbon (14C) for measuring organic production in the sea. *J. Cons. Explor. Mer.* 18: 117 - 40.
- STRIKLAND, J. D. H. and T. R. PARSONS. A practical handbook of seawater analysis. *Bull.* 167, *Fish. Res. Bd. Can.*, Queen's Printer Ottawa 311 p.
- STRIKLAND, J. D. H., R. W. EPPLEY y B. R. DE MENDIOLA. Poblaciones de fitoplancton, nutrientes y fotosíntesis en aguas costeras peruanas. *Inst. Mar. Perú* 2, (1) 4 - 12.
- SVERDRUP, H. V. and W. E. ALLEN. Distribution of diatoms in relation to the character of water masses and currents off Southern California in 1938. *J. Mar. Res.* 2, 131.
- VALDIVIA, J. Aspectos biológicos del fenómeno El Niño, Parte II: La población de anchoveta. Actas Reunión de trabajo sobre el fenómeno conocido como "El Niño" Guayaquil, Ecuador. *FAO Informes de pesca* N° 185.
- WALSH, J. J. Proceedings of the 1971 Summer Computer Simulation Conferences (Board of Simulation Conferences, Denver, 1971), 874 p.
- WALSH, J. J. and R. C. DUGDALE. Un modelo de simulación de flujo de nitrógeno en el sistema de afloramiento del Perú. *Inv. Pesq.* 35 (1): 309 - 330.
- WYRTKY, K. Surface currents of the eastern equatorial Pacific Ocean. *Bull.* 1 - ATTC, 9 (5): 270 - 304.
- ZUTA, S.; y O. GUILLEN, Oceanografía de las Aguas Costeras del Perú. *Bol. Inst. Mar. Perú* 2 (5): 157 - 324.

T A B L A I

PROMEDIO DE TEMPERATURA, SALINIDAD, OXIGENO DISUELTO, FOSFATOS, NITRATOS, SILICATOS, CLOROFILA "A", FEOPIGMENTOS Y PRODUCTIVIDAD EN EL AGUA A LOS NIVELES DE 0, 20, 50 m.

Crucero	Temperatura (°C)			Salinidad (‰)			Oxígeno (ml/L)			Fosfatos (ug-at/L)			Nitratos (ug-at/L)			Silicatos (ug-at/L)			P:N:Si 0m.	Clorofila "a" (ug/L)			Feopigmentos (ug/L)			Productividad mg C/m <sup>3</sup> /d 0m.
	0m.	20m.	50m.	0m.	20m.	50m.	0m.	20m.	50m.	0m.	20m.	50m.	0m.	20m.	50m.	0m.	20m.	50m.		0m.	20m.	50m.				
7209	18.75	18.12	16.93	35.05	35.07	35.03	4.31	2.93	1.56	1.36	1.35	1.96	13.87	15.89	19.64	17.72	20.86	23.00	1: 10.2: 13.0	1.21	0.32	0.10	1.08	0.59		
7210-11	15.80	17.99	16.65	35.08	35.09	35.13	4.07	2.64	1.59	1.29	1.45	1.62				17.16	18.91	23.30	1: 13.3	1.49						
7212	23.50			34.40			4.60			0.90						4.30			1: 4.7	0.07	0.05	0.00	1.21	0.43	1.95	
7302-03	22.27	20.61	17.25	35.14	35.11	35.08	5.04	3.29	1.23	1.40	1.65	2.29	9.13	13.63	19.60	7.32	10.25	15.50	1: 6.5: 5.2	0.45	0.36	0.21	3.53	3.67	0.51	
7305	17.18	16.73	15.56	35.08	35.05	35.03	3.95	3.28	1.71	2.04	1.87	2.24	16.97	18.93	22.44	11.51	12.32	18.72	1: 8.3: 5.6	1.16	1.17	0.16	1.23	1.84	1.57	

T A B L A II

MINIMOS VALORES DE TEMPERATURA, SALINIDAD, OXIGENO DISUELTO, FOSFATOS, SILICATOS, CLOROFILA "A", FEOPIGMENTOS Y PRODUCTIVIDAD EN EL AGUA DE MAR A LOS NIVELES DE 0, 20, 50 m.

Crucero	Temperatura (°C)			Salinidad (‰)			Oxígeno (ml/L)			Fosfatos (ug-at/L)			Nitratos (ug-at/L)			Silicatos (ug-at/L)			Clorofila "a" (ug/L)			Feopigmentos (ug/L)			Productividad (mg C/m <sup>3</sup> /d) 0m.	
	0m.	20m.	50m.	0m.	20m.	50m.	0m.	20m.	50m.	0m.	20m.	50m.	0m.	20m.	50m.	0m.	20m.	50m.	0m.	20m.	50m.	0m.	20m.	50m.		
7209	17.20 (230)	15.66 (247)	15.55 (233)	34.80 (227-234)	34.95 (247)	34.89 (234)	0m. 2.54 (233)	20m. 0.83 (247)	50m. 0.57 (229)	0m. 0.84 (212)	20m. 0.87 (237)	50m. 1.54 (242)	8.25 (242)	7.85 (242)	17.16 (242)	7.55 (242)	7.37 (245)	10.57 (245)	0.20 (242)	0.00 (233-247)	0.00 (242)	0.67 (233-242)	0.19 (242)	246)		
7210-11	17.76 (372)	15.92 (380)	15.66 (374)	34.99 (335)	35.04 (368-376)	35.04 (368-374)	1.98 (376)	0.32 (374)	0.16 (374)	0.18 (341)	0.18 (336)	1.02 (336)				4.70 (335)	8.97 (335-336)	14.67 (336)	0.25 (341)							
7212	22.20 (8-48)			33.92 (10)			3.48 (9)			0.52 (14)						2.29 (14)			0.00 (8-14)	0.00 (14)	0.00 (14-16)	0.22 (55)	0.22 (16)	0.11 (16)		
7302-03	19.00 (82)	17.10 (73)	15.30 (82)	35.03 (65)	34.97 (46)	35.01 (82)	3.97 (65)	0.44 (73)	0.33 (82)	0.08 (77)	0.70 (45)	1.55 (69)	0.42 (69)	1.50 (45)	4.00 (69)	2.86 (82)	3.50 (45)	7.00 (69)	0.16 (65-72)	0.16 (36-45)	0.16 (45-67 75-79 81)	0.35 (69)	0.06 (43)	0.00 (43)	18.94 (69)	
7305	14.80 (525)	14.32 (525)	13.56 (525)	34.98 (526)	34.96 (526)	34.96 (527)	2.34 (531)	1.04 (525)	0.25 (525)	1.18 (522)	1.21 (533)	1.51 (533)	5.06 (522)	13.34 (533)	20.40 (523)	2.92 (522)	5.71 (524)	10.33 (523)	0.08 (524-528)	0.08 (524)	0.00 (527)	0.24 (533)	0.80 (527)	0.40 (542)		

T A B L A I I I

MAXIMOS VALORES DE TEMPERATURA, SALINIDAD, OXIGENO DISUELTUO, SILICATOS, CLOROFILA "A", FEOPIGMENTOS Y PRODUCTIVIDAD  
EN EL AGUA DE MAR A LOS NIVELES DE 0, 20, 50 m.

Crucero	Temperatura (°C)			Salinidad (‰)			Oxígeno (ml/L)			Fosfatos (ug-at/L)			Nitratos (ug-at/L)			Silicatos (ug-at/L)			Clorofila "a" (ug/L)			Feopigmentos (ug/L)			Productividad (mg/m <sup>3</sup> /d) 0m.	
	0m.	20m.	50m.	0m.	20m.	50m.	0m.	20m.	50m.	0m.	20m.	50m.	0m.	20m.	50m.	0m.	20m.	50m.	0m.	20m.	50m.	0m.	20m.	50m.		
7209	21.26 (237)	21.25 (237)	18.43 (244)	35.15 (244)	35.20 (237)	35.15 (215)	6.19 (212)	4.79 (242)	2.29 (242)	1.97 (230)	2.79 (247)	2.25 (229-233)	19.56 (233)	22.83 (214)	22.75 (233)	34.99 (233)	37.07 (247)	39.92 (229)	3.20 (227)	1.60 (229)	0.64 (242)	—	2.15 (229)	0.67 (229 246)		
7210-11	20.52 (341)	20.08 (341 335)	17.50 (336)	35.17 (368)	35.20 (335)	35.23 (369)	5.43 (336)	5.30 (336)	2.82 (336)	2.18 (380)	2.51 (380)	2.20 (374)				29.67 (380)	33.36 (372)	39.77 (374)	3.58 (370)							
7212	24.20 (10-11-54)			35.29 (8)			5.32 (47)			2.61 (12)						8.31 (8)			0.32 (54)	0.16 (50)	0.00 (14-16)	3.92 (48)	0.62 (50)	3.80 (14)		
7302-03	25.80 (41)	23.54 (77)	19.98 (77)	35.28 (41)	35.20 (77)	35.20 (77)	6.67 (37)	6.11 (45)	2.46 (77)	3.21 (36)	2.81 (36)	3.50 (81)	25.70 (66)	25.80 (73)	25.50 (73)	21.50 (65)	34.11 (36)	22.30 (73)	1.28 (73)	0.64 (71)	0.32 (43-71 72)	11.93 (72)	13.76 (73)	1.76 (73)	1,176.87 (82)	
7305	22.60 (522)	21.30 (522)	17.16 (530)	35.38 (522)	35.35 (522)	35.09 (533)	4.96 (522)	4.78 (522)	4.13 (529)	2.62 (542)	2.45 (532)	2.76 (532)	23.52 (531)	23.52 (532)	23.52 (524-527)	26.40 (531)	25.25 (532)	28.36 (525)	6.33 (542)	4.09 (542)	0.32 (525)	0.64 (528)	3.28 (542)	2.56 (525)		

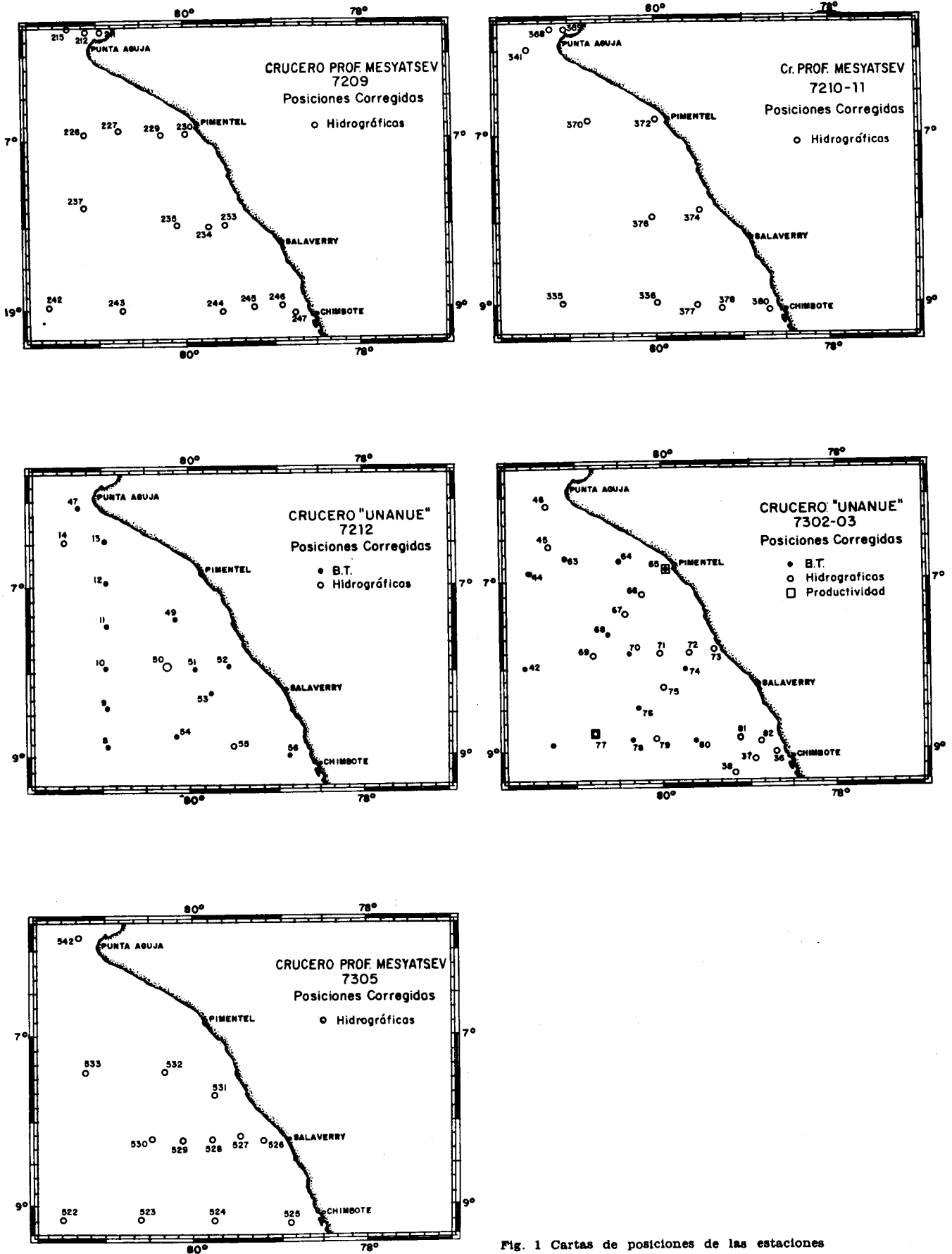


Fig. 1 Cartas de posiciones de las estaciones

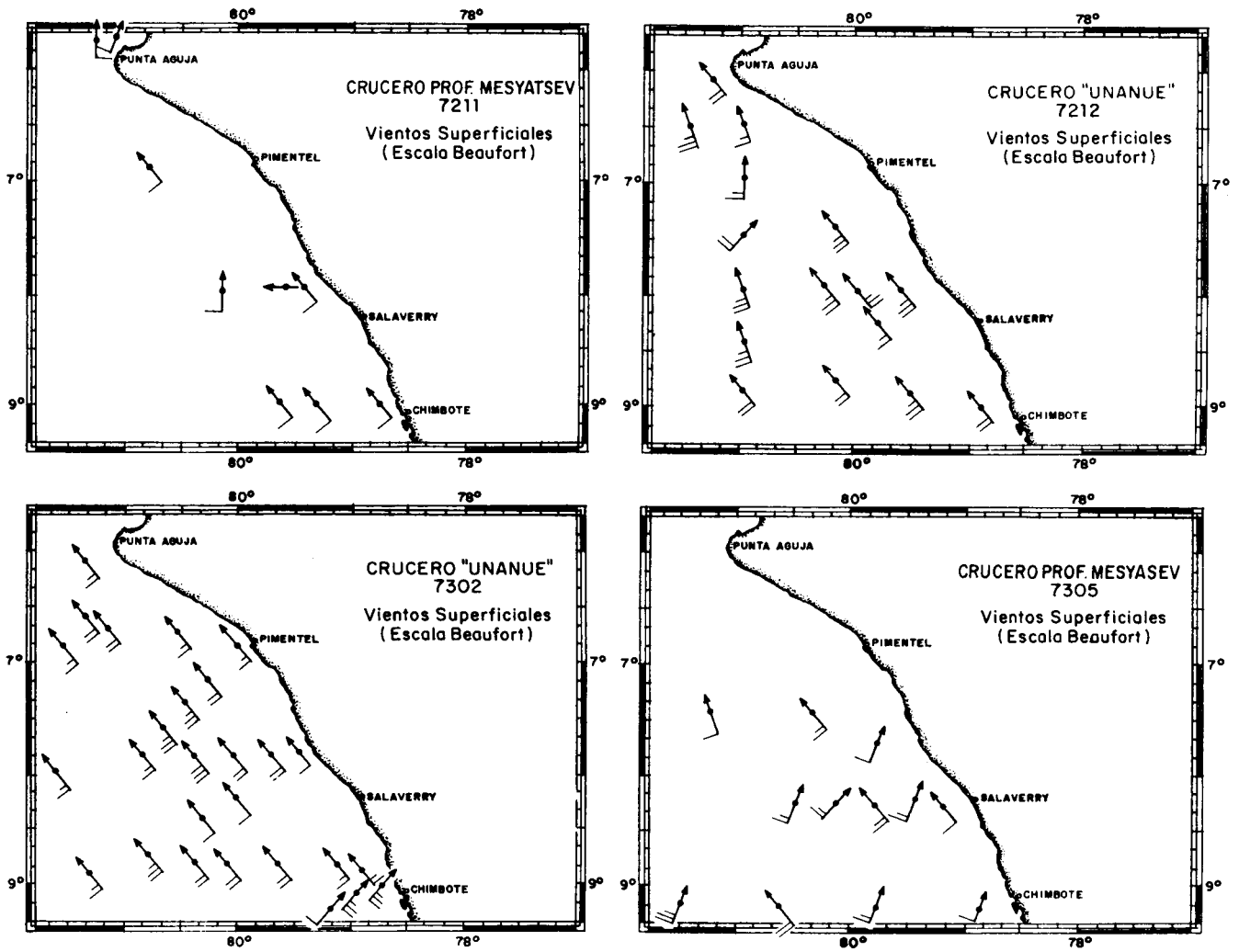
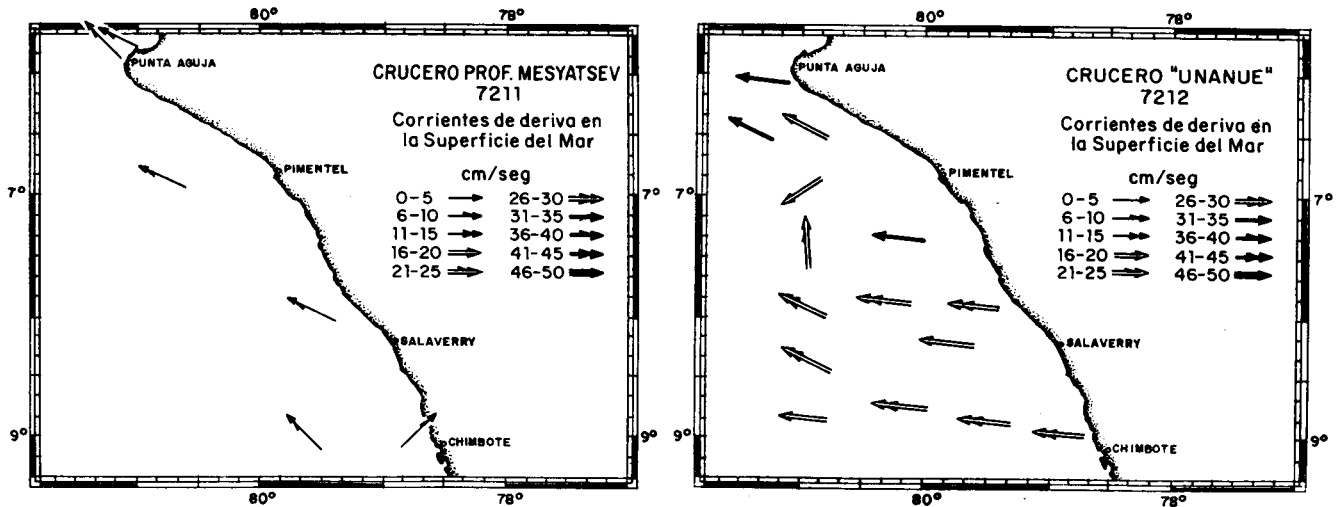


Fig. 2 Distribución del viento en la superficie del mar





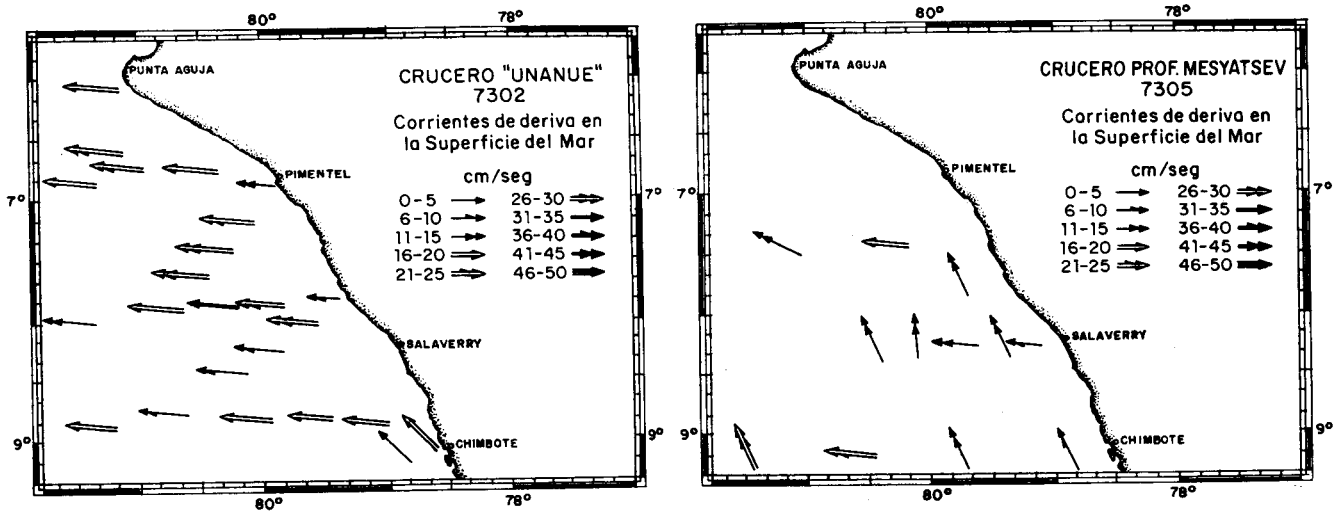
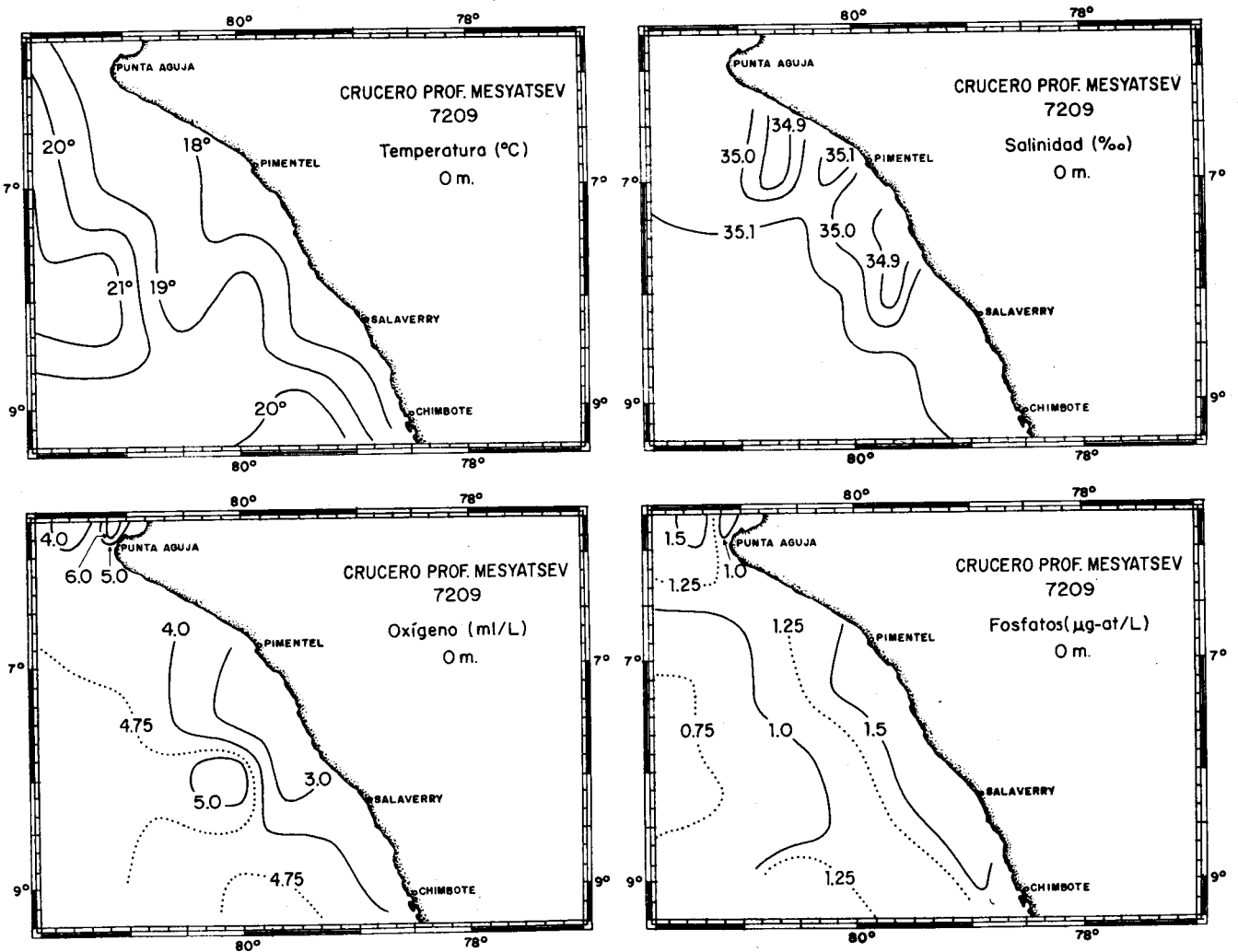


Fig. 3 Distribución de la deriva del viento en la superficie del mar

Fig. 4a Distribución de la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y fosfatos en la superficie del mar



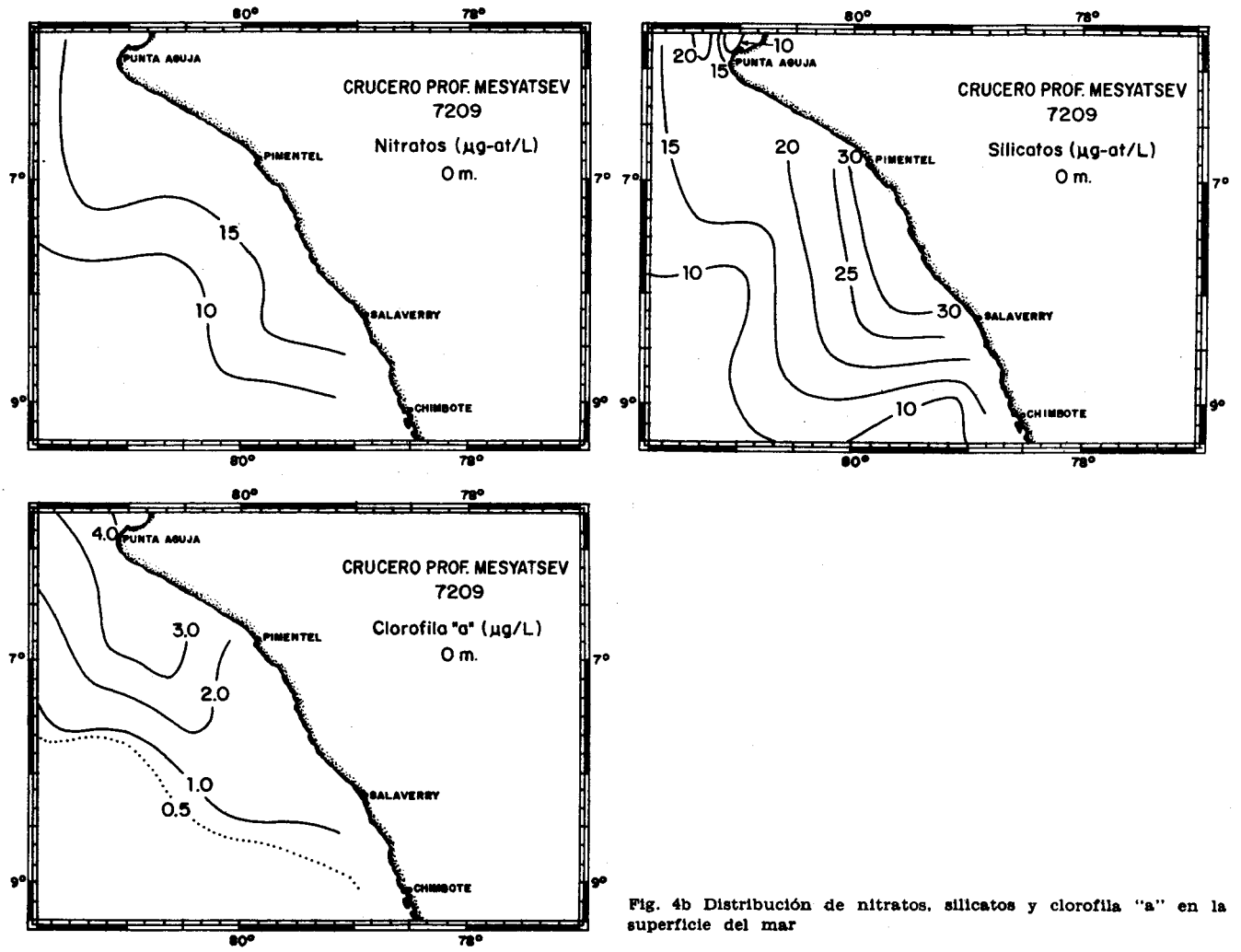
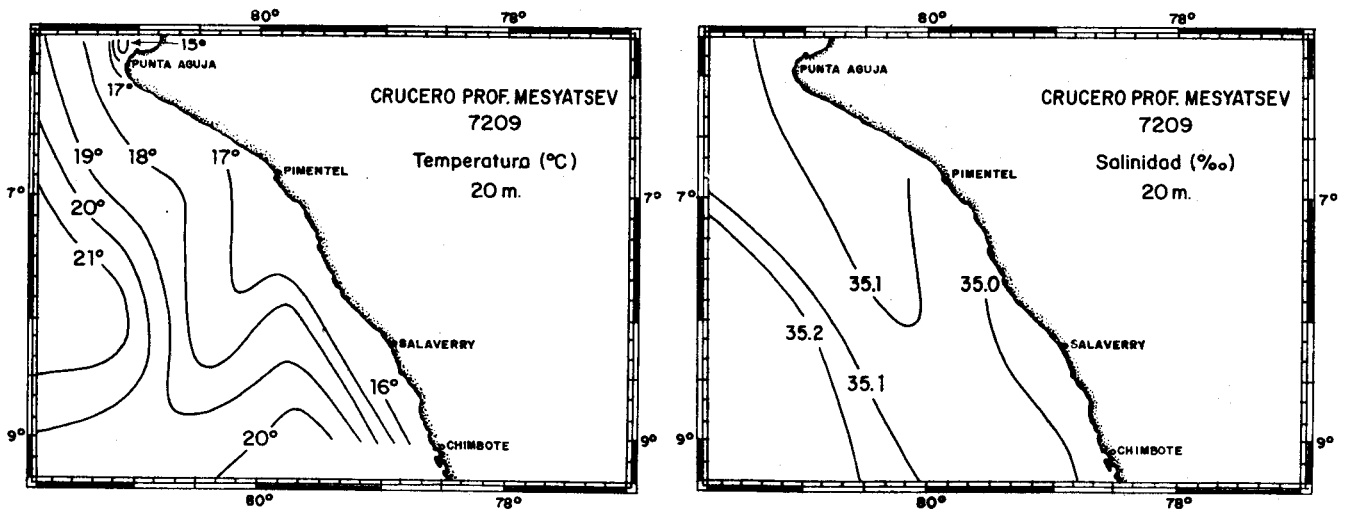


Fig. 4b Distribución de nitratos, silicatos y clorofila "a" en la superficie del mar



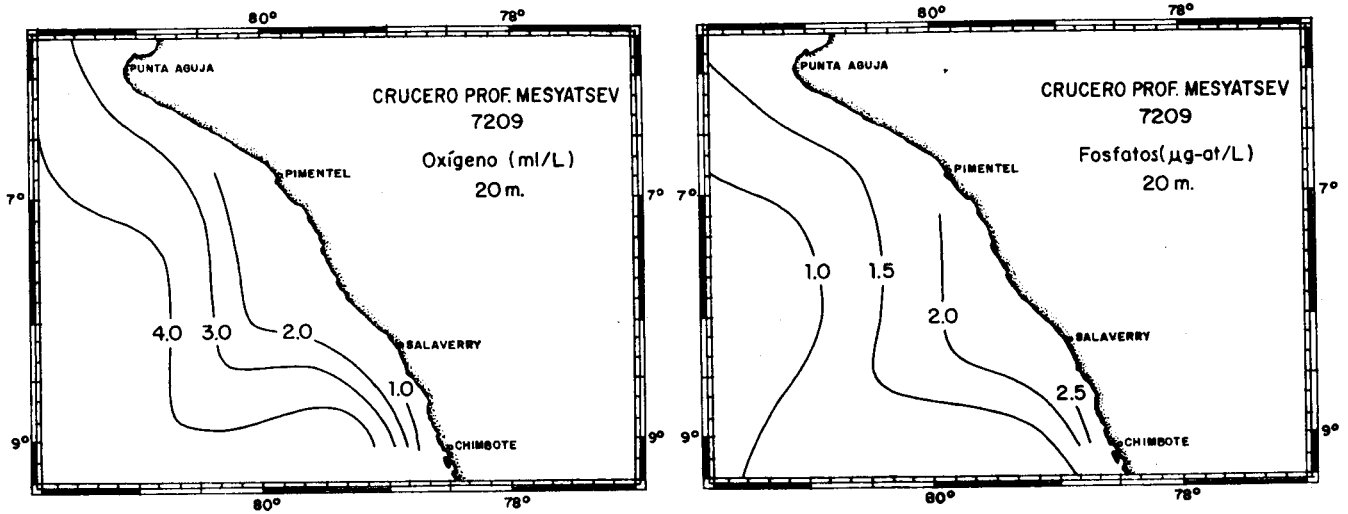
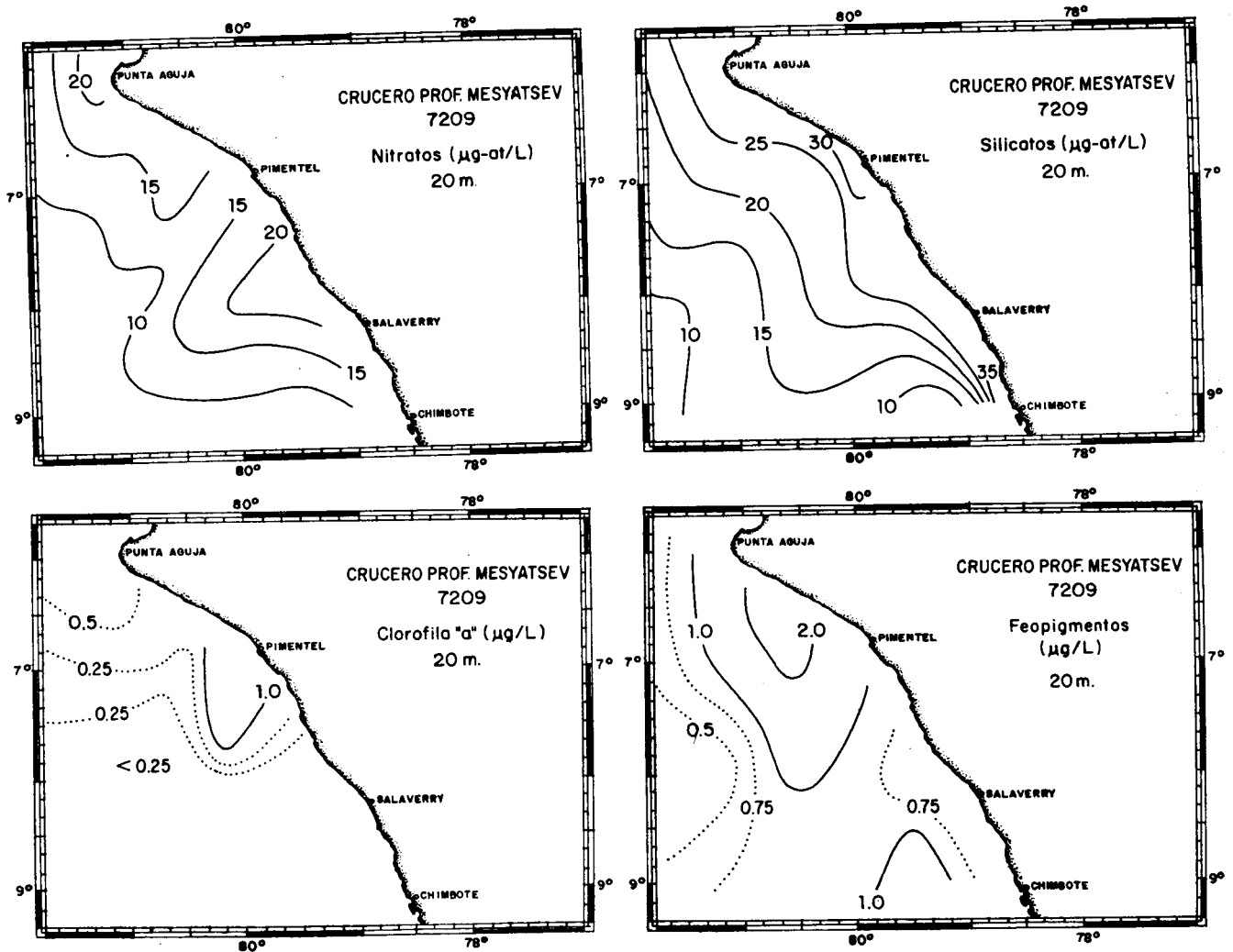


Fig. 5a Distribución de la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y fosfatos a 20 m

Fig. 5b Distribución de nitratos, silicatos, clorofila "a" y feopigmentos a 20 m



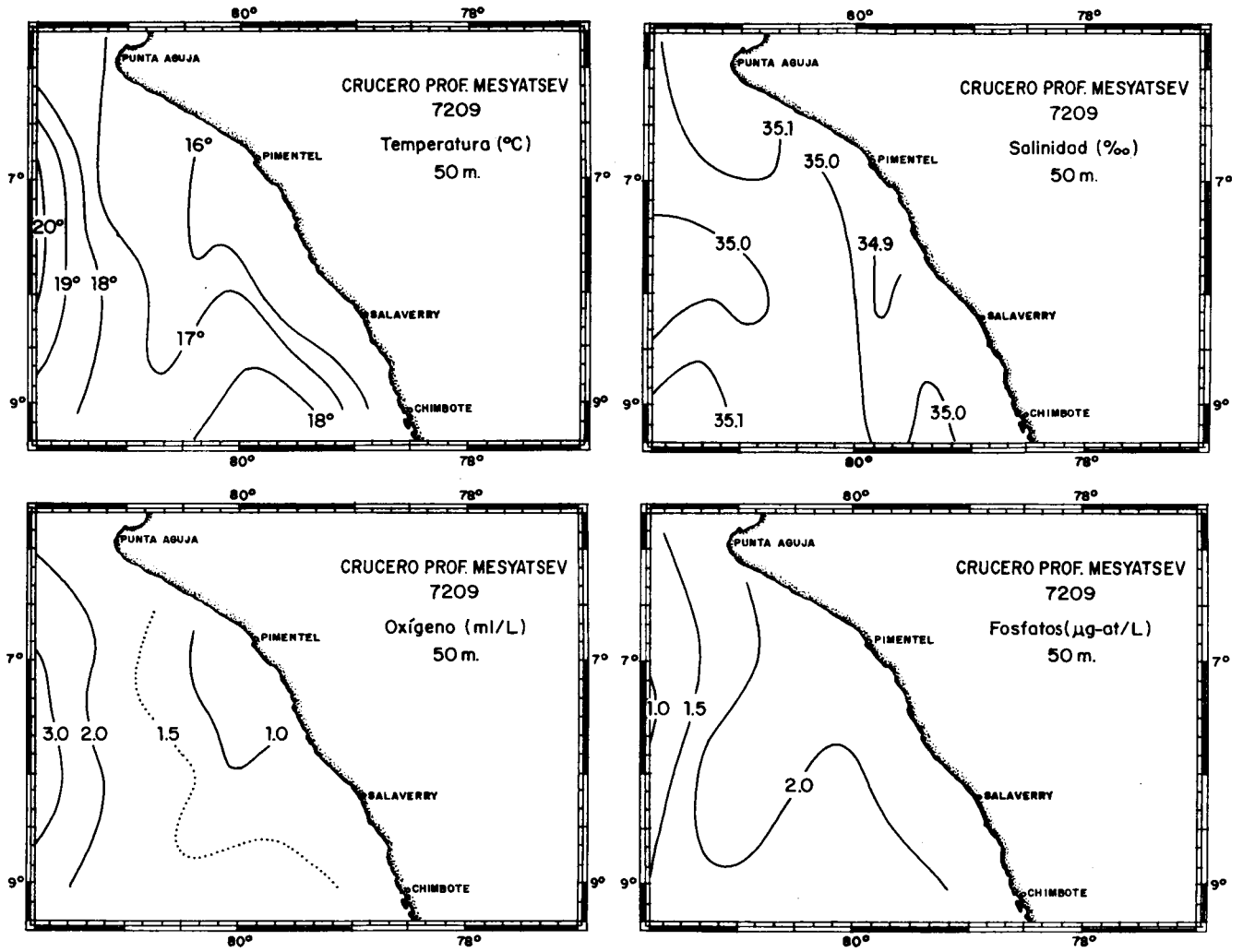


Fig. 6a Distribución de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y fosfatos a 50 m

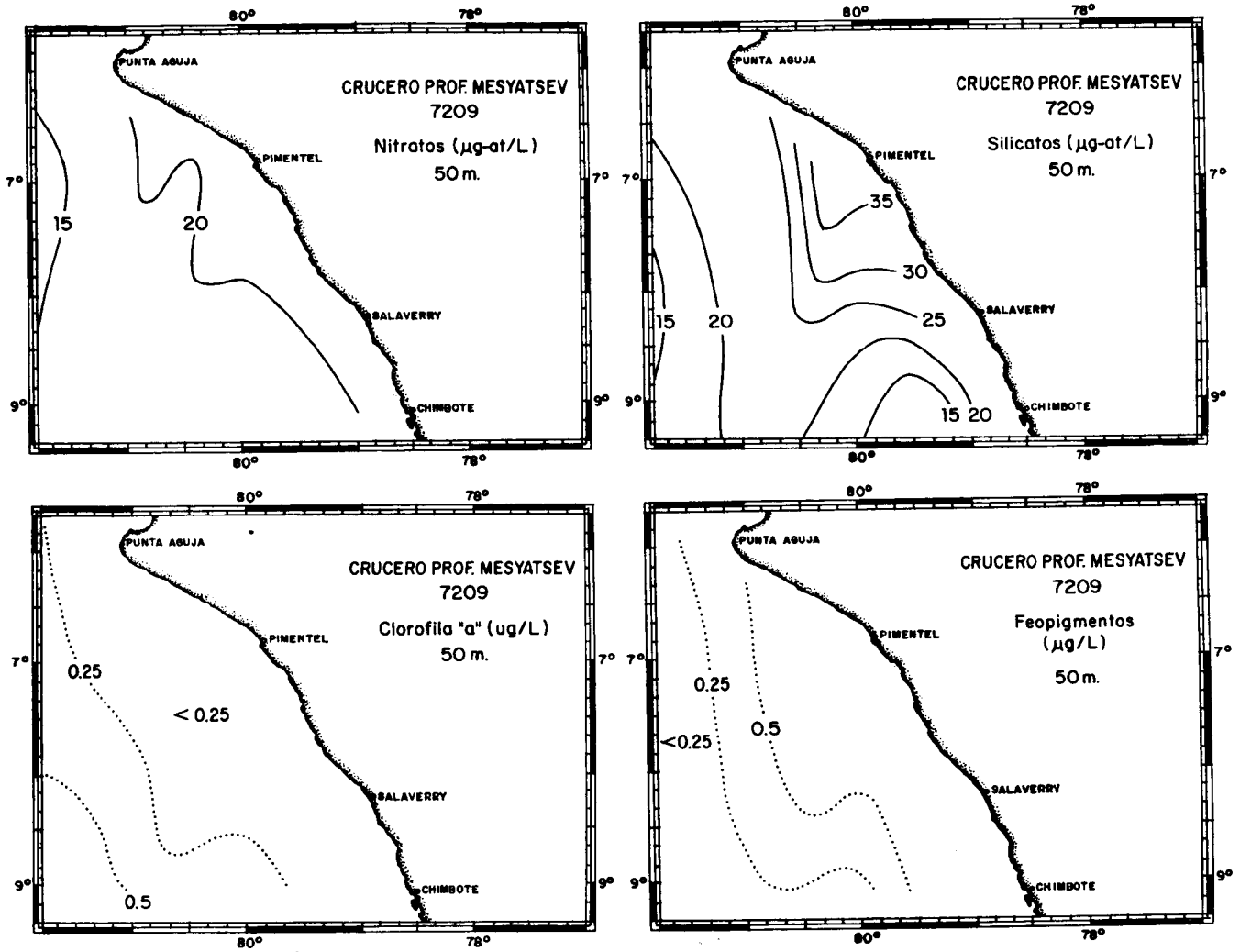


Fig. 6b Distribución de nitratos, silicatos, clorofila "a" y feopigmentos a 50 m

## CHIMBOTE

## PIMENTEL

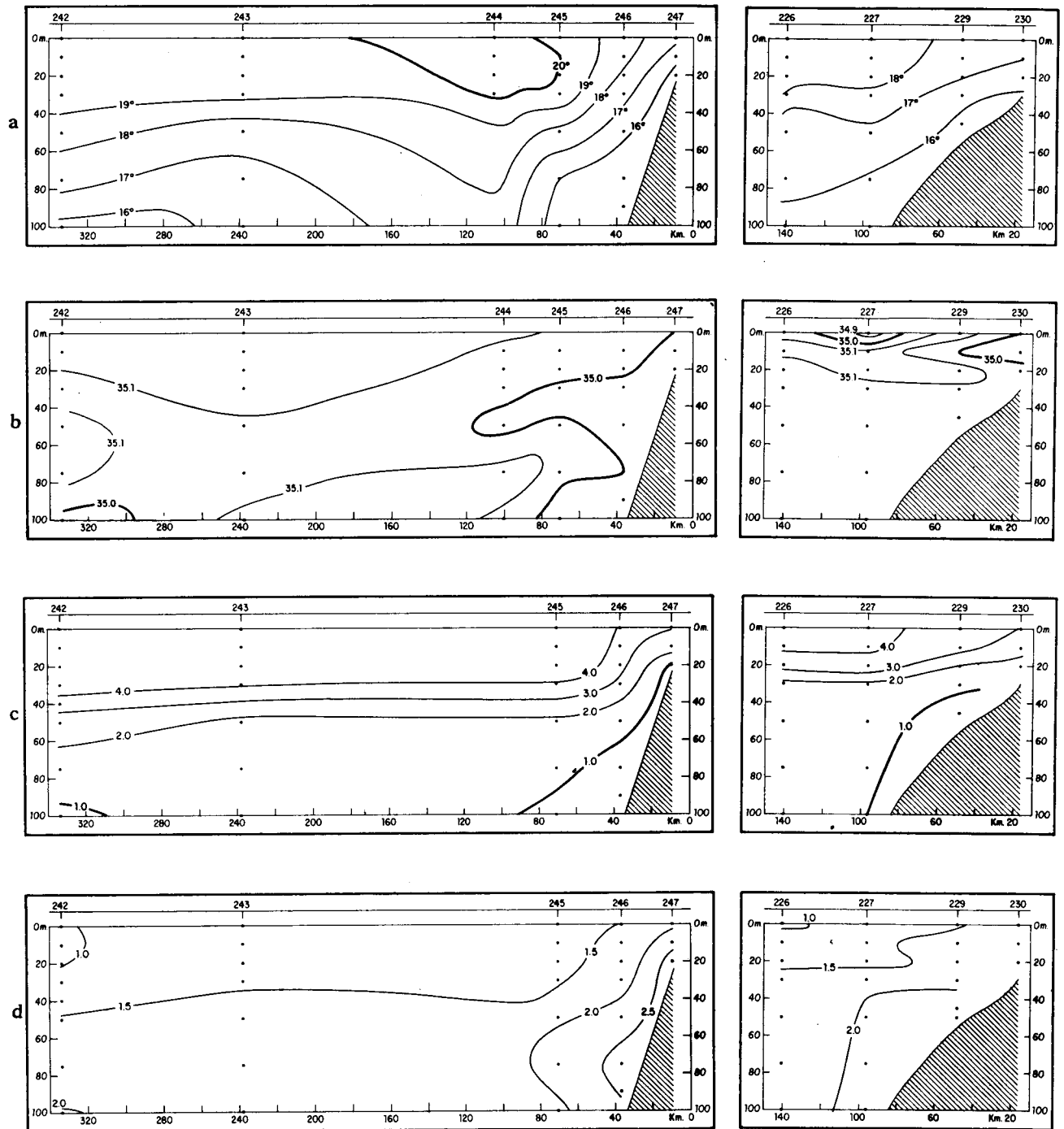
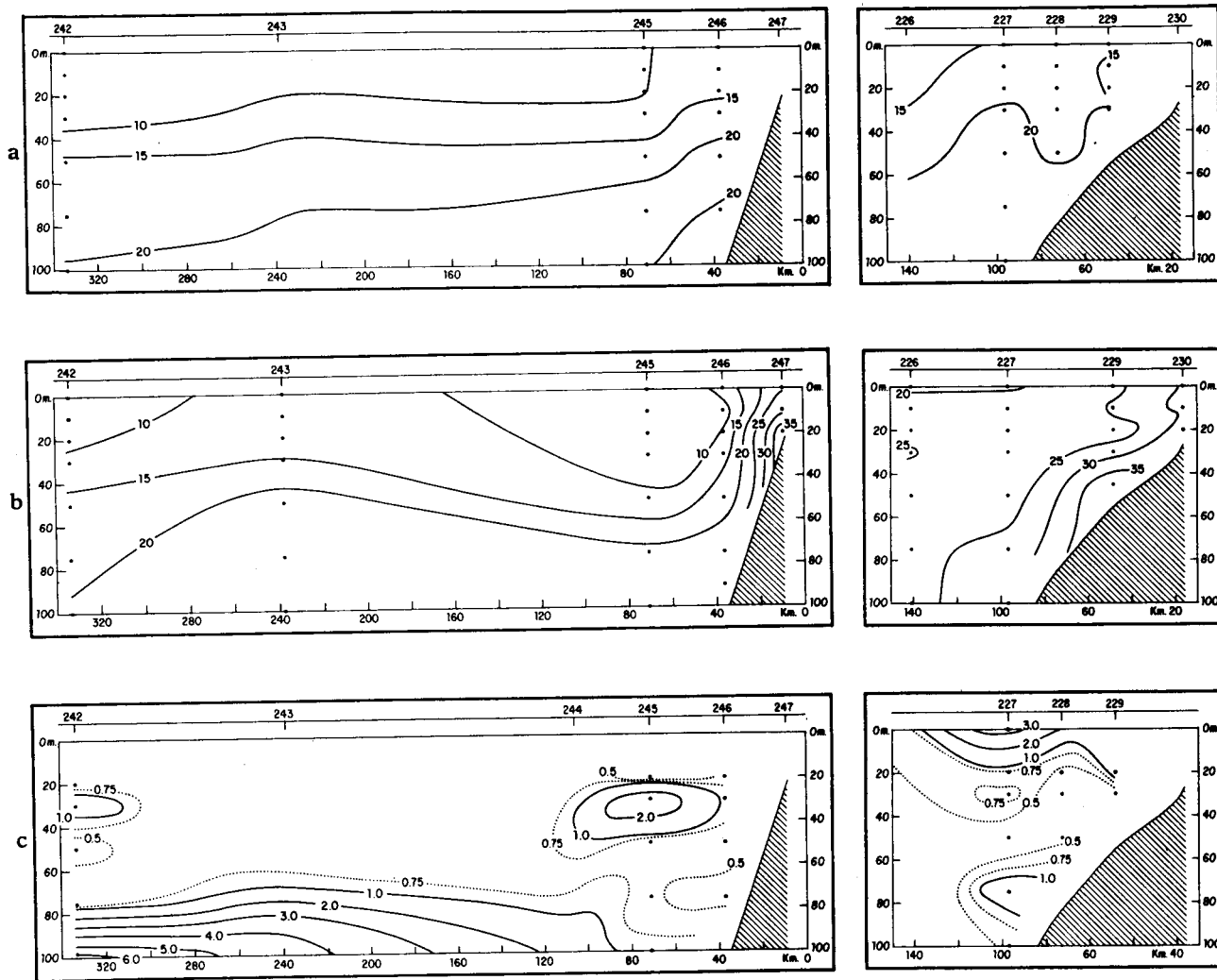


Fig. 7a Chimbote - Pimentel  
 Sección de: a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), b) salinidad ( $\text{‰}$ ), oxígeno disuelto ( $\text{ml/L}$ ) y fosfatos ( $\mu\text{g-at/L}$ ) durante el invierno de 1972 (Cr. 7209)

CHIMBOTE

PIMENTEL



**Fig. 7b Chimbote**  
 Sección de: a) nitratos ( $\mu\text{g-at/L}$ ), b) silicatos ( $\mu\text{g-at/L}$ ), c) feopigmentos ( $\mu\text{g/L}$ ) frente a Chimbote durante el invierno del 1972 (Cr. 7209)  
**Pimentel**  
 Sección de: a) nitratos ( $\mu\text{g-at/L}$ ), b) silicatos ( $\mu\text{g-at/L}$ ), c) clorofila "a" ( $\mu\text{g/L}$ ) frente a Pimentel.

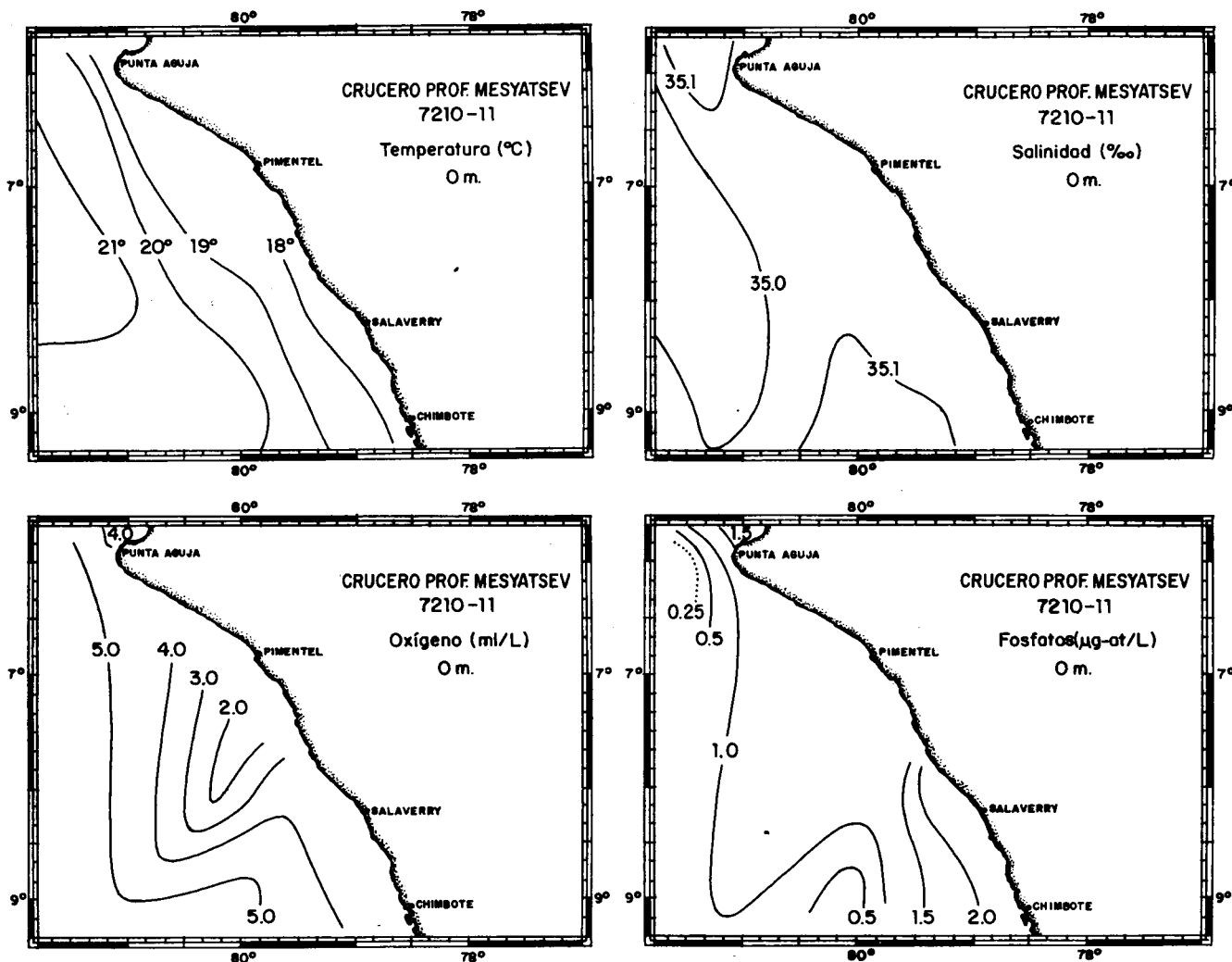
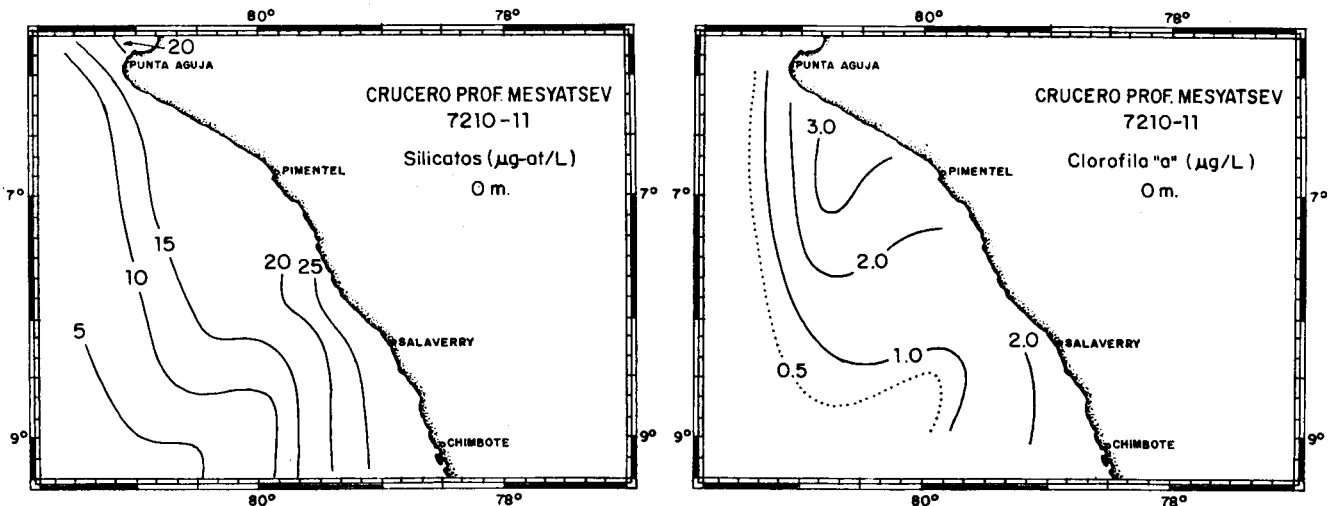


Fig. 8a. Distribución de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y fosfatos en la superficie del mar

Fig. 8b Distribución de silicatos y clorofila "a" en la superficie del mar





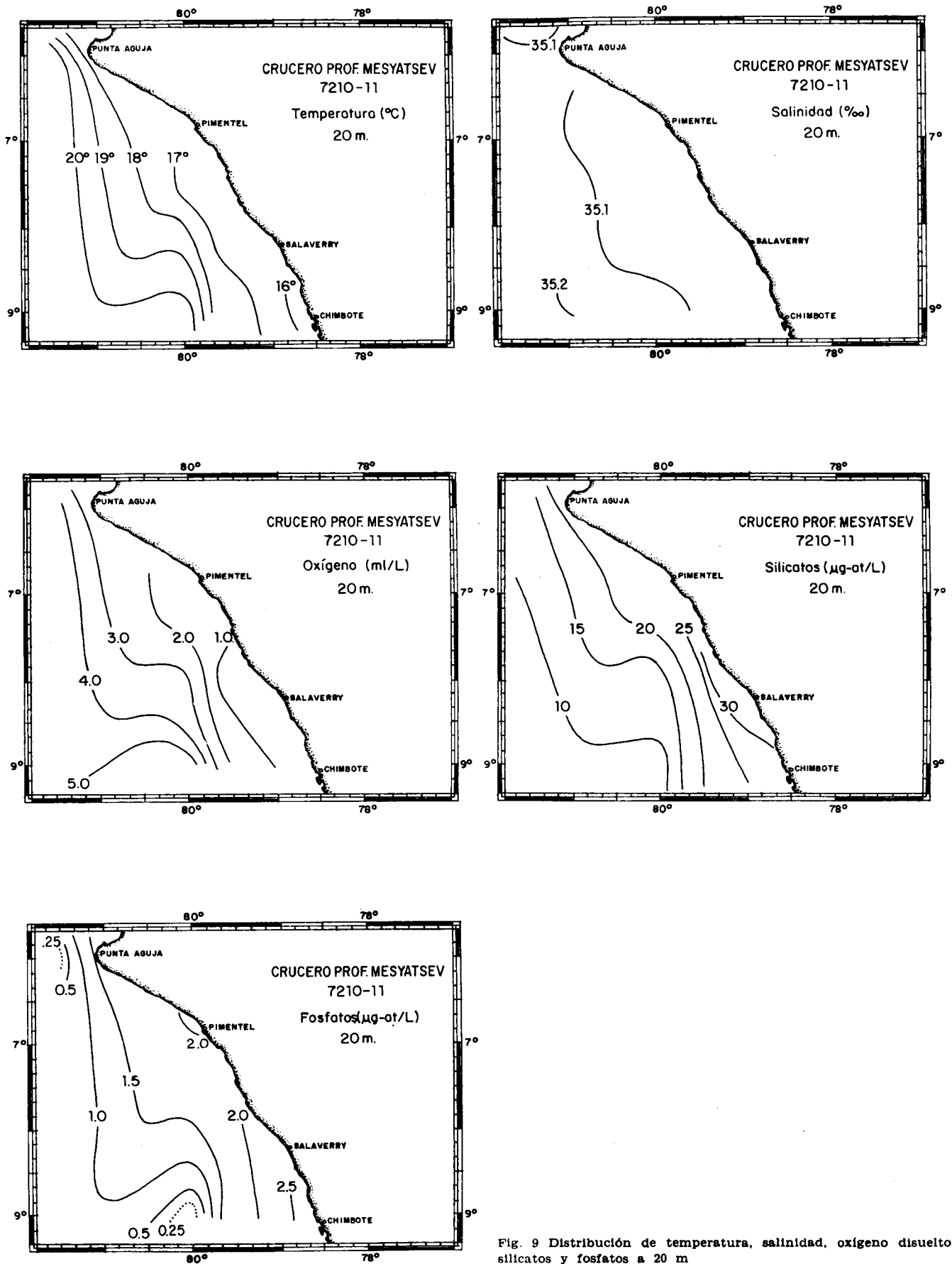


Fig. 9 Distribución de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, silicatos y fosfatos a 20 m

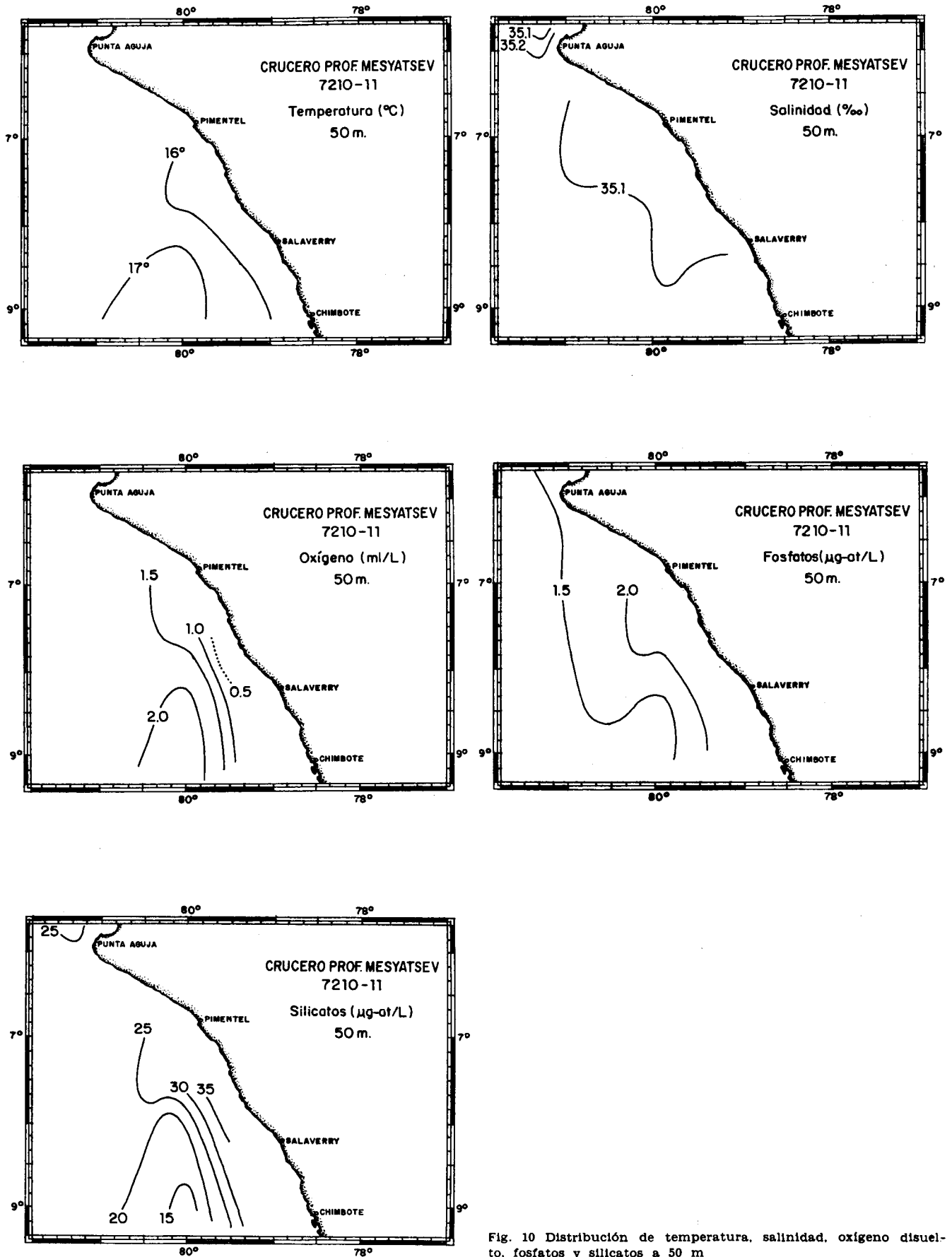


Fig. 10 Distribución de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, fosfatos y silicatos a 50 m

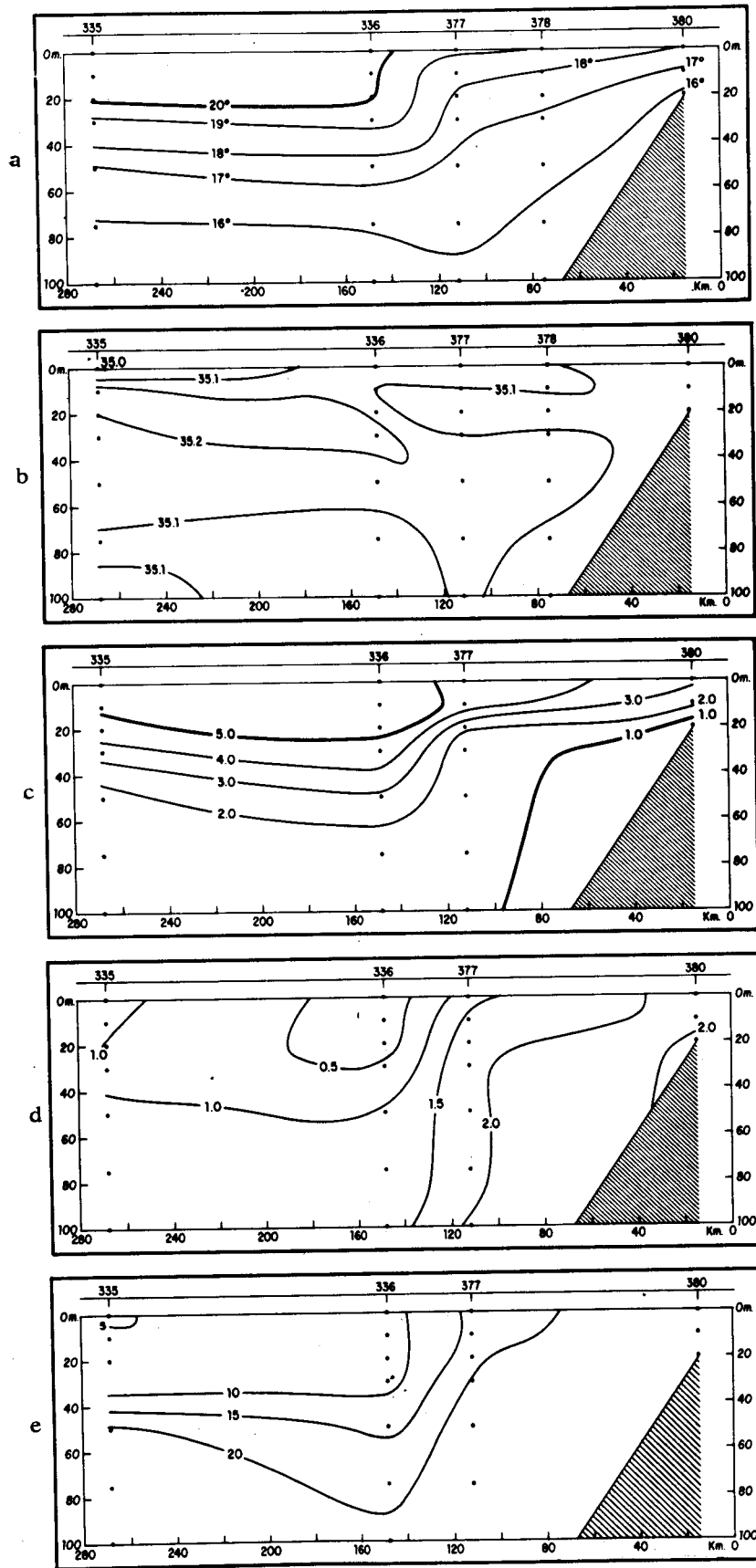


Fig. 11 Chimbote  
 Sección de: a) temperatura (°C), b) salinidad (‰), c) oxígeno disuelto (ml/L), d) fosfatos (µg-at/L), e) silicatos (µg-at/L) frente a Chimbote durante la primavera de 1972 (Cr. 7210-11)

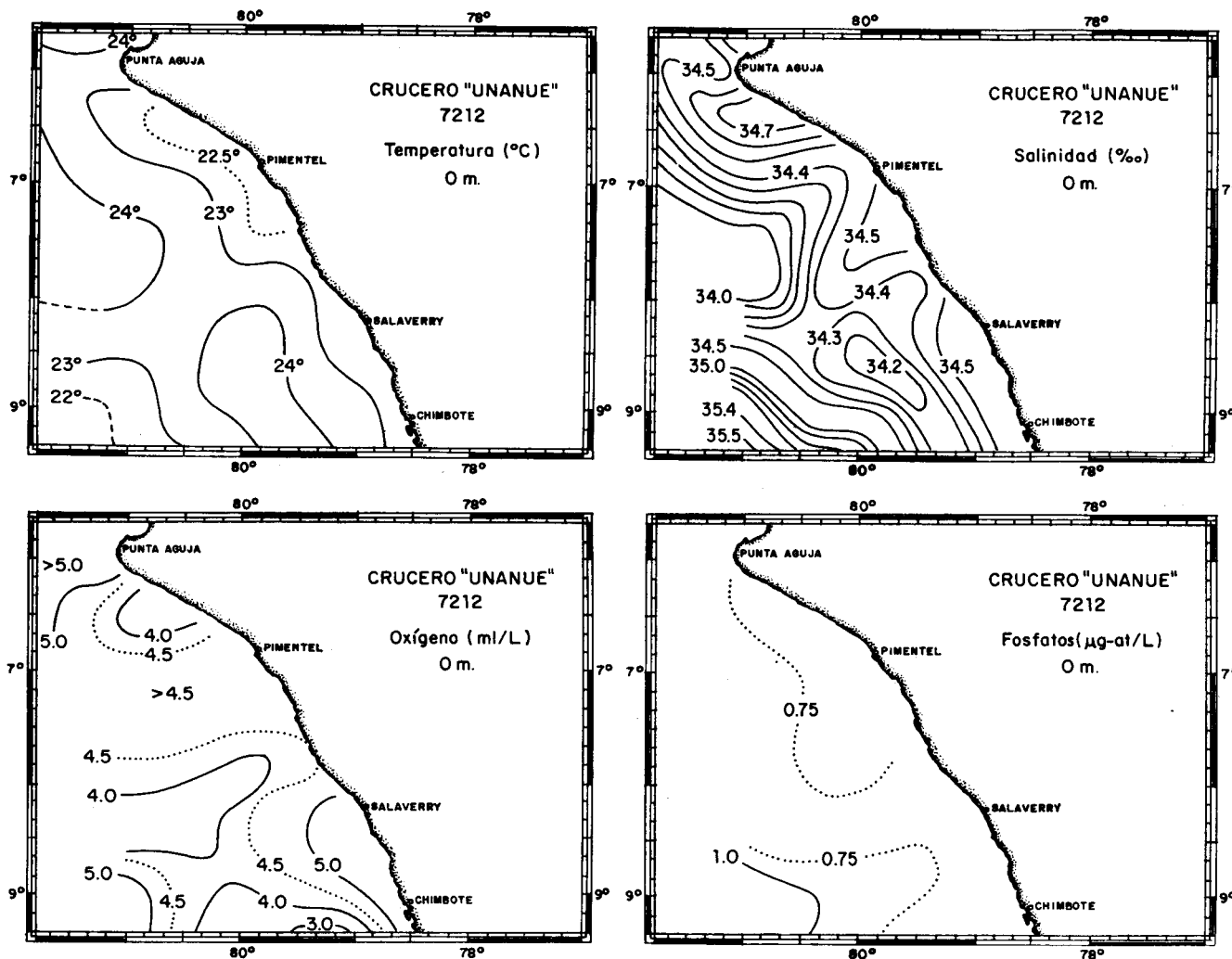
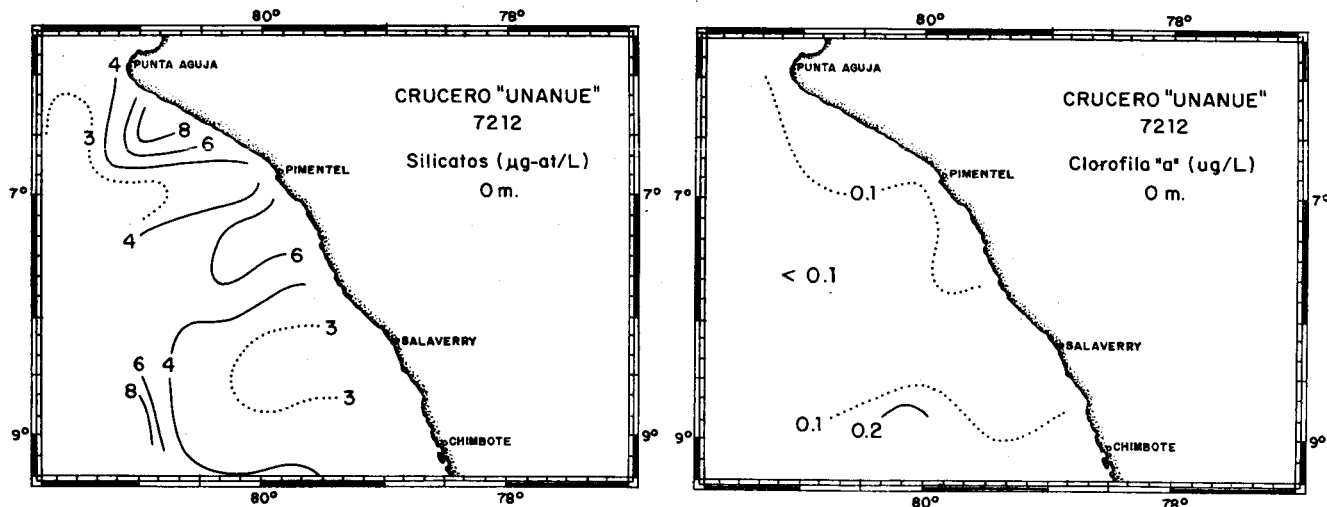


Fig. 12a Distribución de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y fosfatos en la superficie del mar



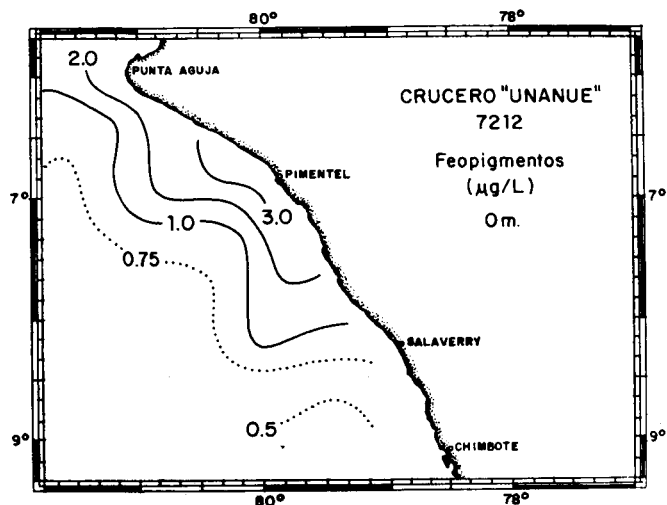
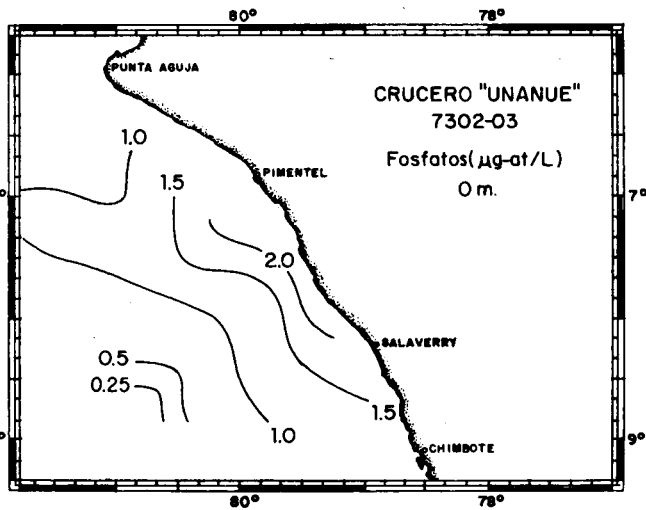
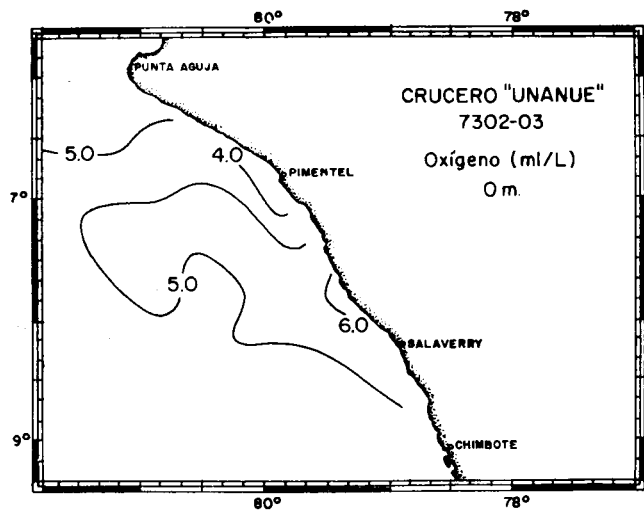
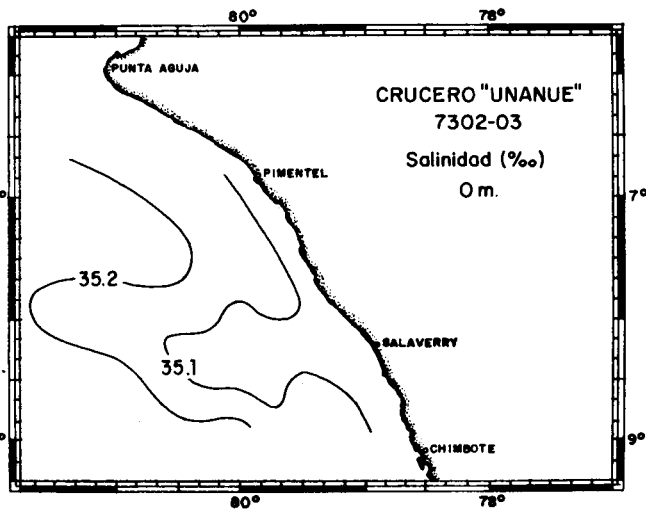
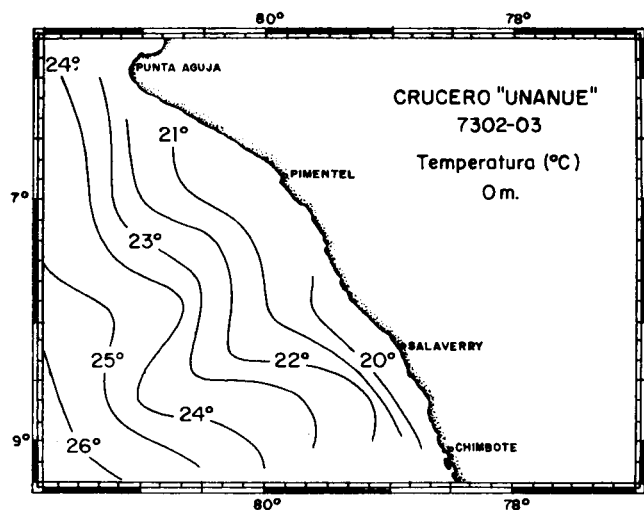


Fig. 12b Distribución de silicatos, clorofila "a" y feopigmentos en la superficie del mar

Fig. 13a Distribución de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y fosfatos en la superficie del mar



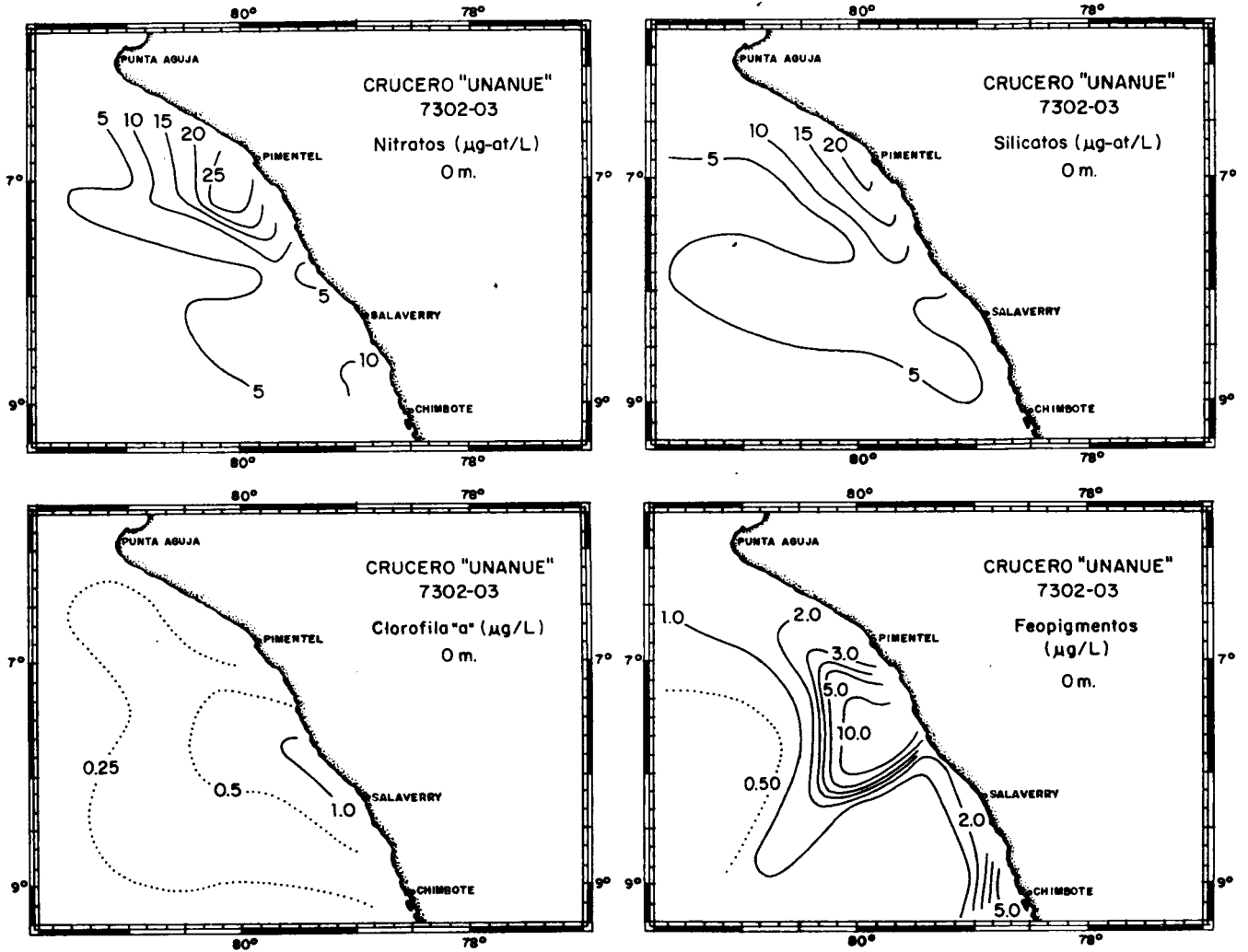
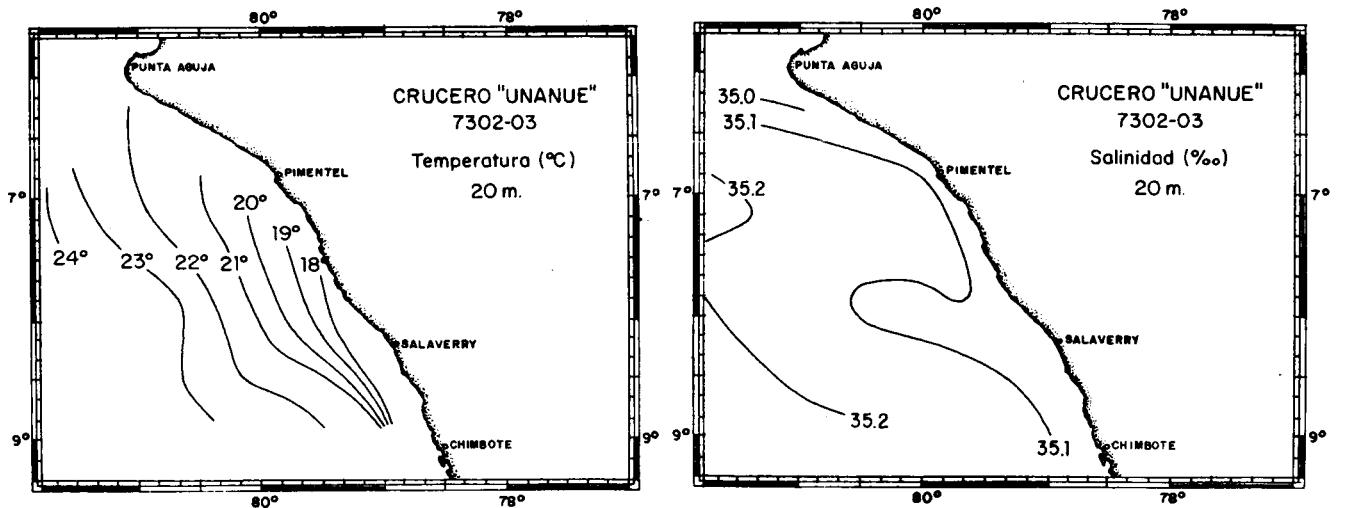


Fig. 13b Distribución de nitratos, silicatos, clorofila "a" y Feopigmentos en la superficie del mar



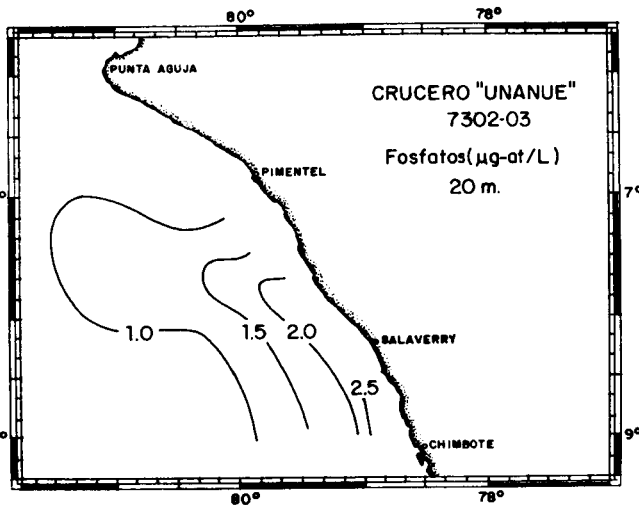
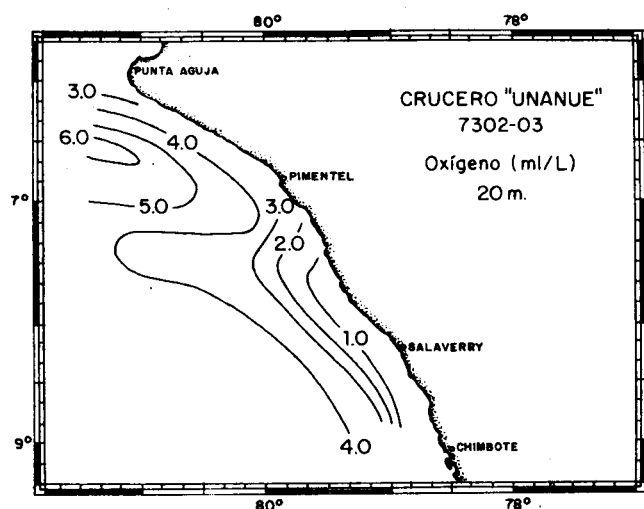
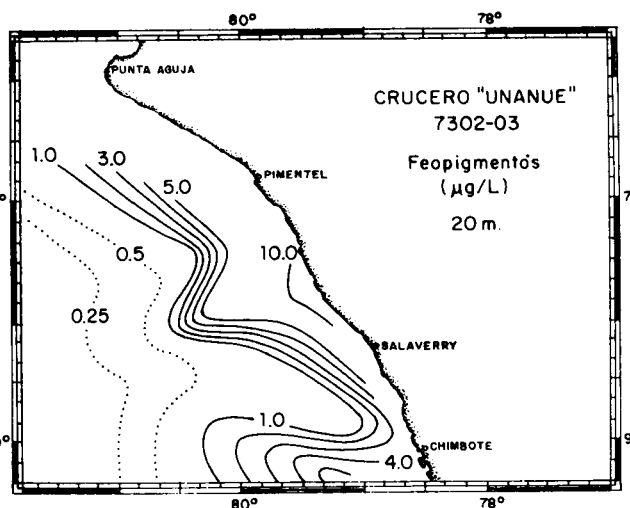
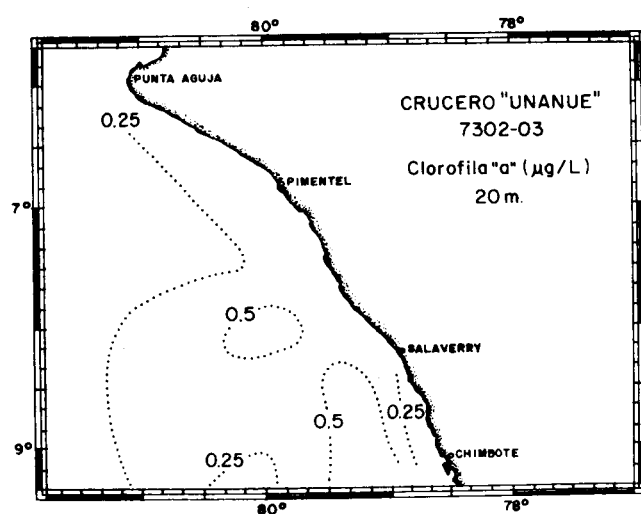
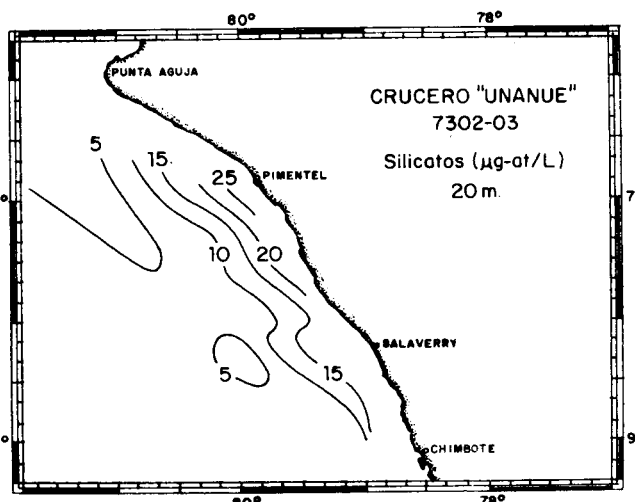
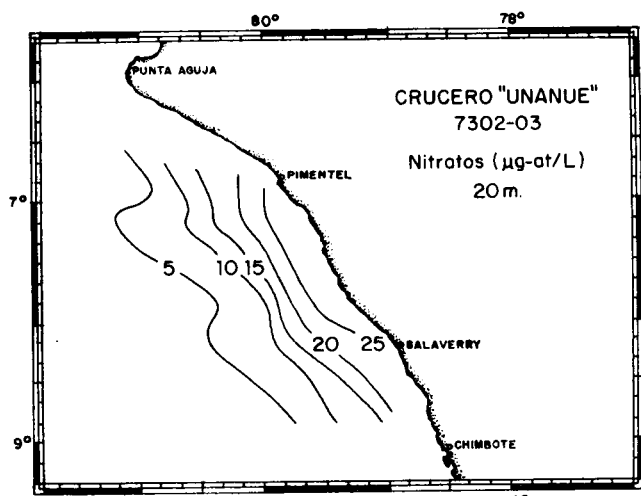


Fig. 14a Distribución de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y fosfatos a 20 m

Fig. 14b Distribución de nitratos, silicatos, clorofila "a" y feopigmentos a 20 m



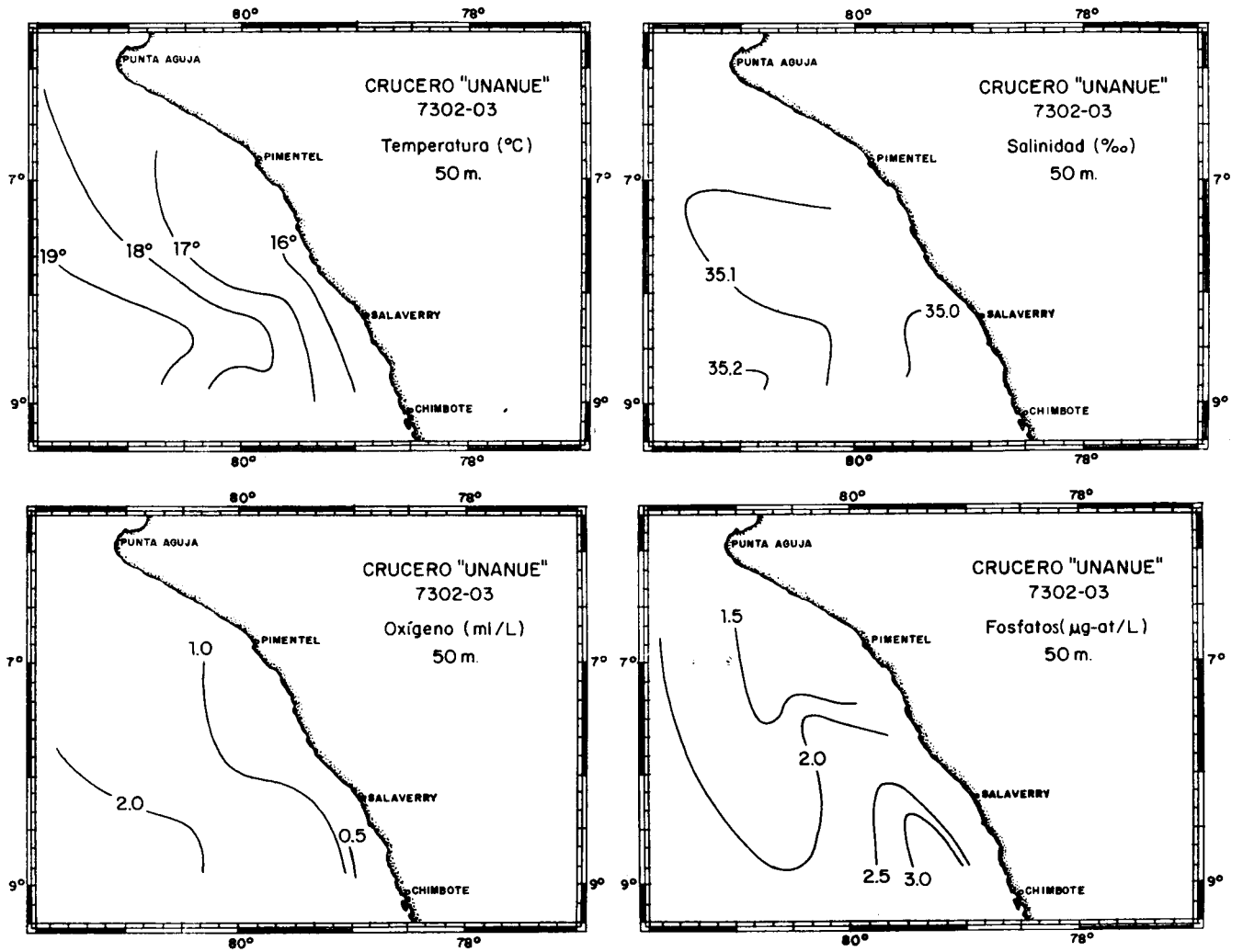


Fig. 15a Distribución de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y fosfatos a 50 m



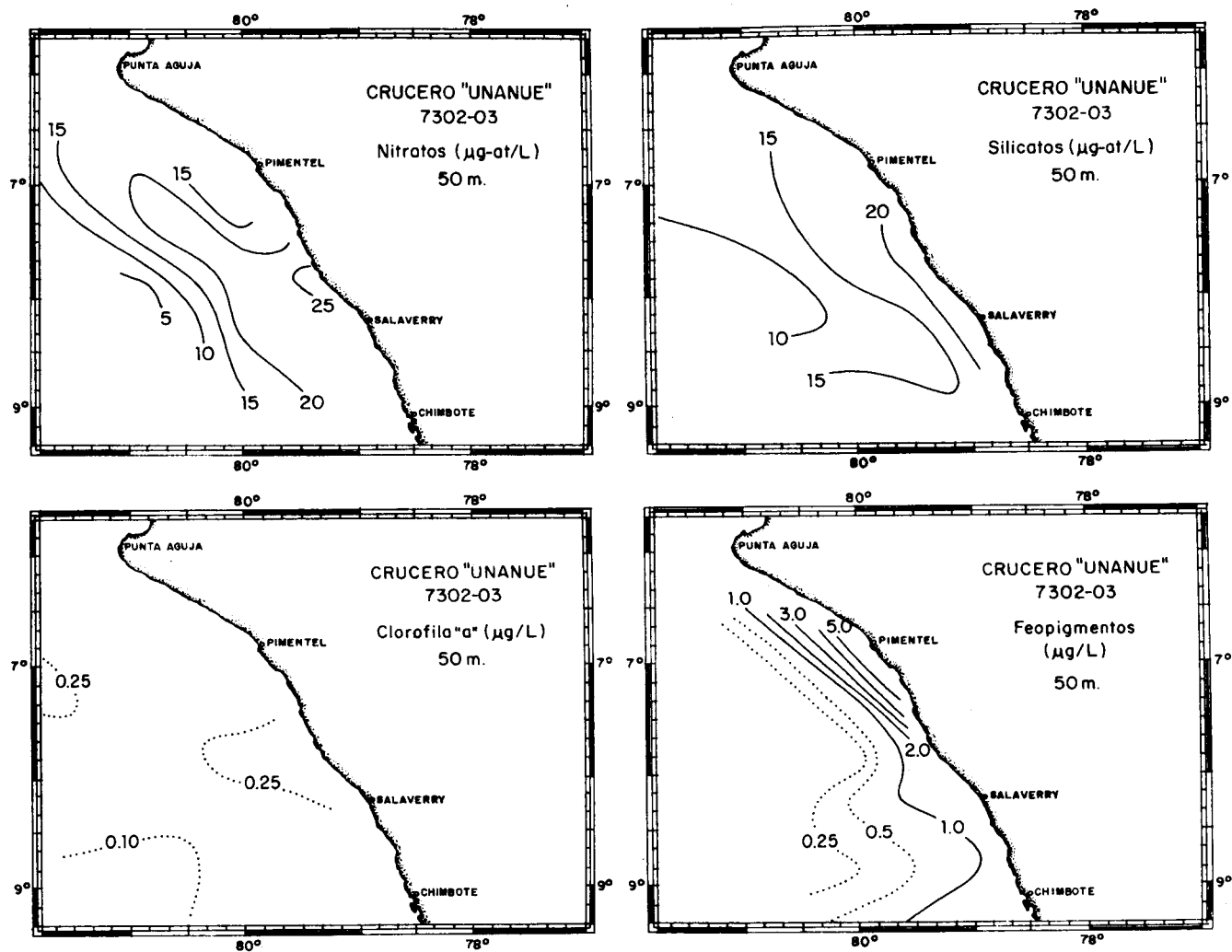


Fig. 15b Distribución de nitratos, silicatos, clorofila "a" y feopigmentos a 50 m

CHIMBOTE

PIMENTEL

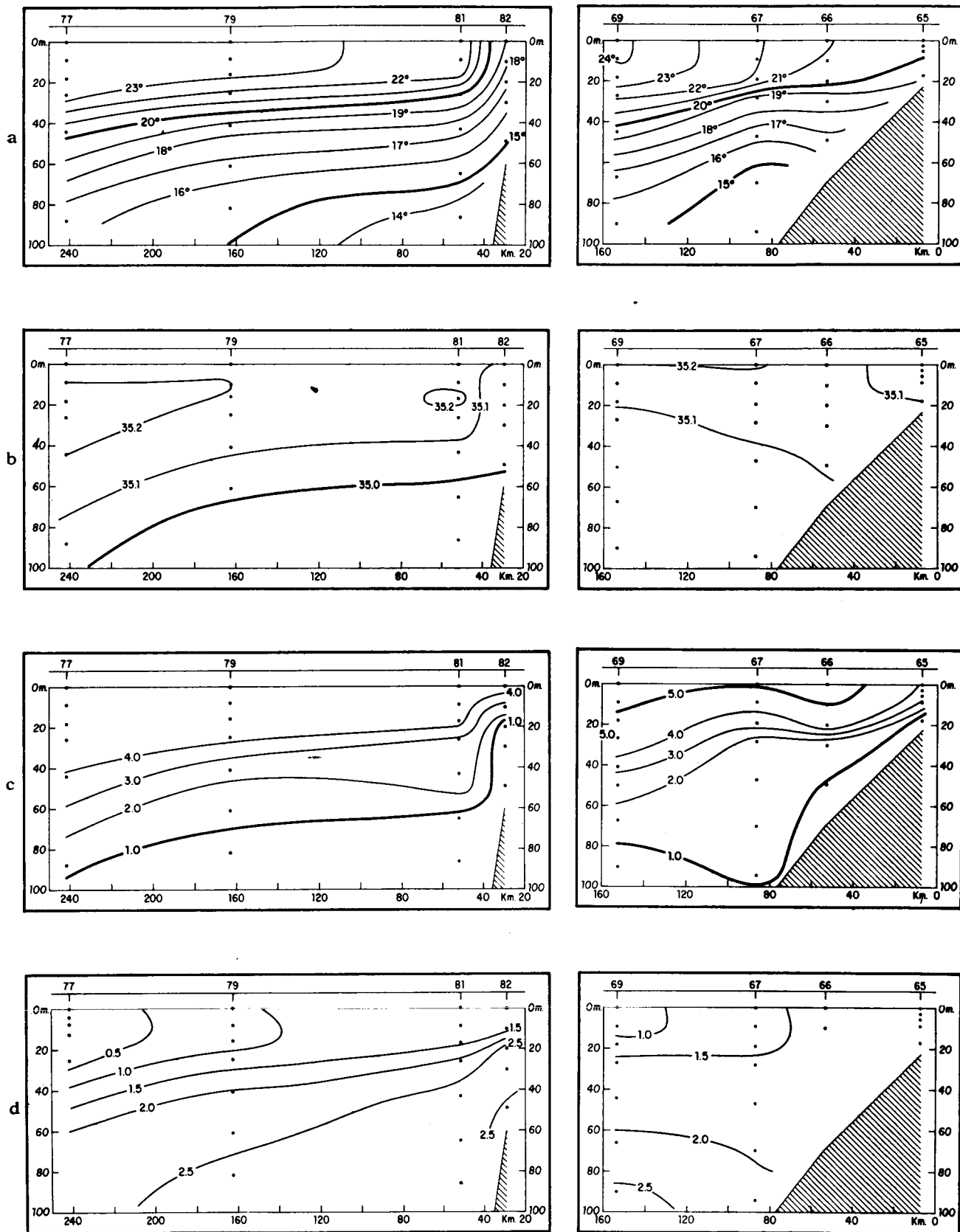


Fig. 16a Chimbote - Pimentel  
 Sección de: a) temperatura (°C), b) salinidad, c) oxígeno disuelto, d) fosfatos, frente a Pimentel y Chimbote durante el verano de 1973 (Cr. 7302)

CHIMBOTE

PIMENTEL

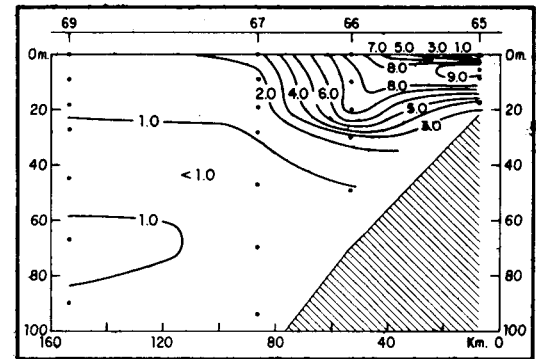
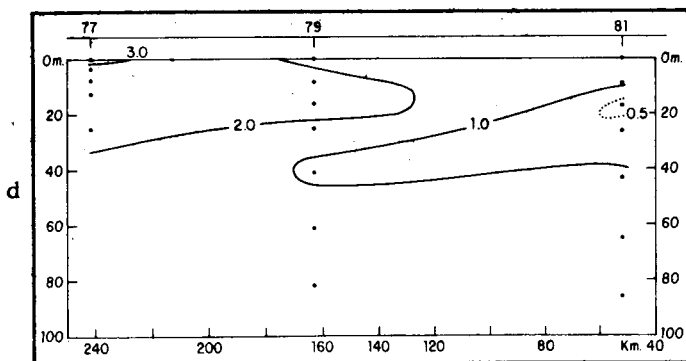
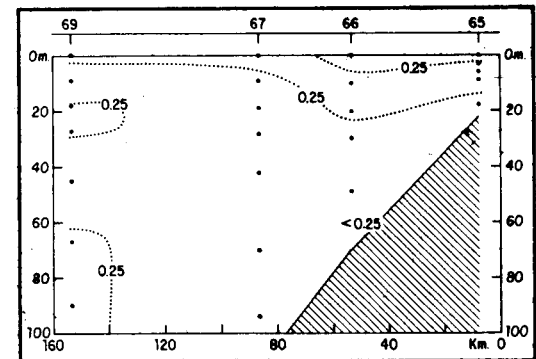
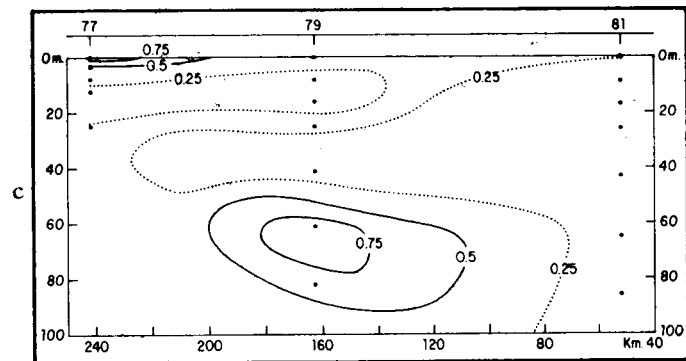
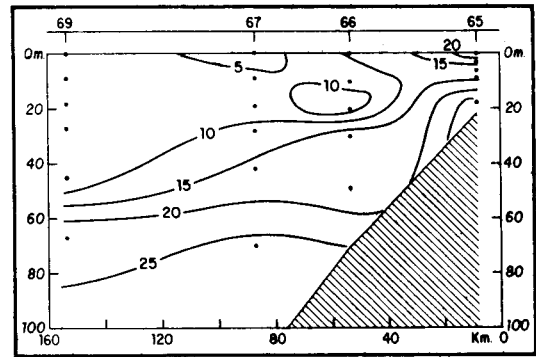
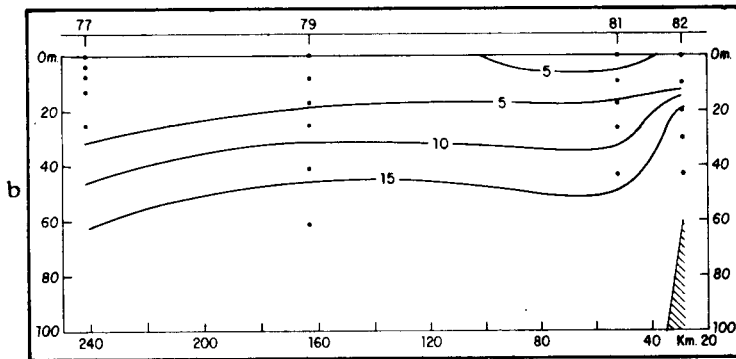
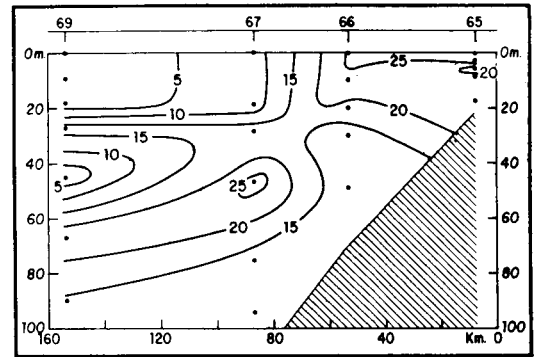
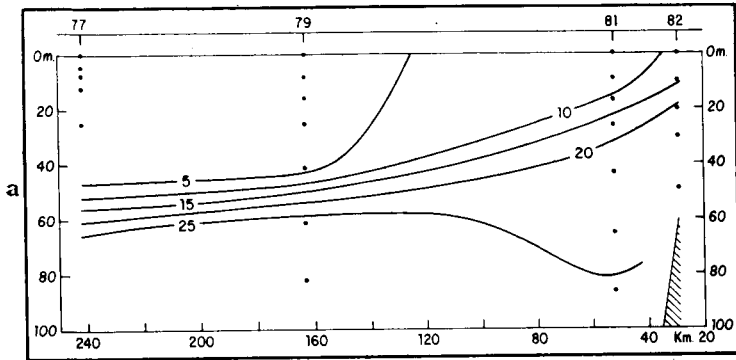


Fig. 16b Chimbote - Pimentel  
Sección de: a) nitratos, b) silicatos, c) clorofila "a", d) feopigmentos, frente a Chimbote y Pimentel durante el verano de 1973 (Cr. 7302)

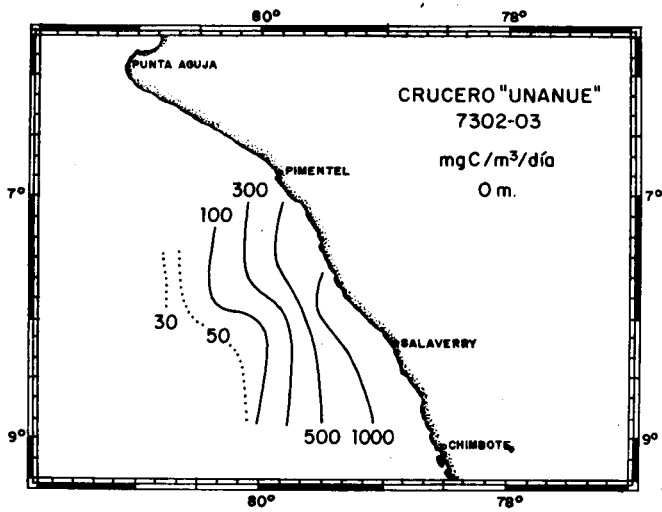


Fig. 17a Distribución de la producción primaria en la superficie del mar

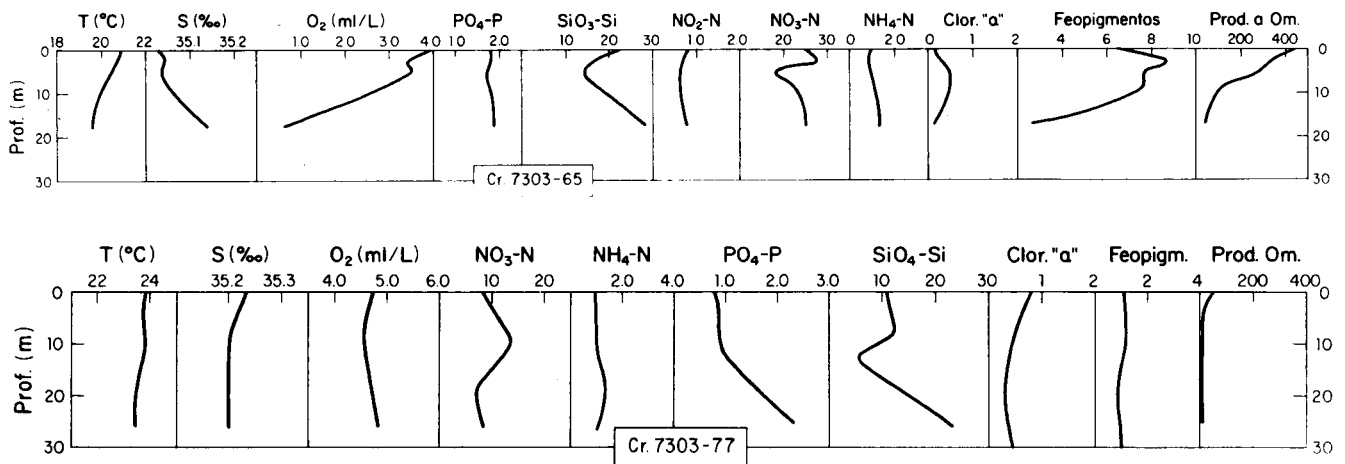
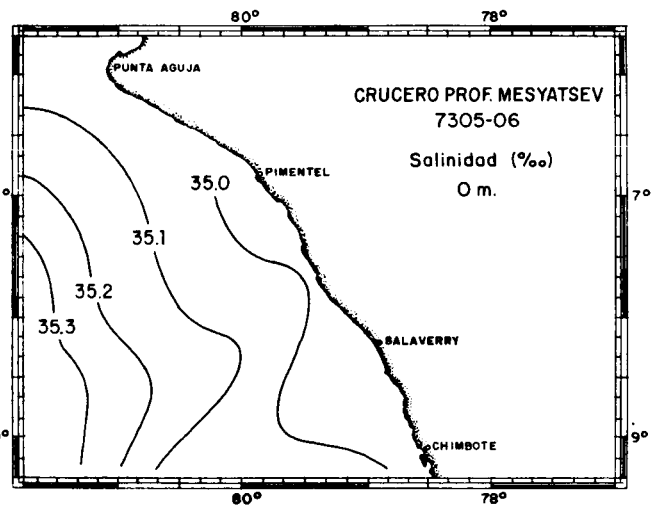
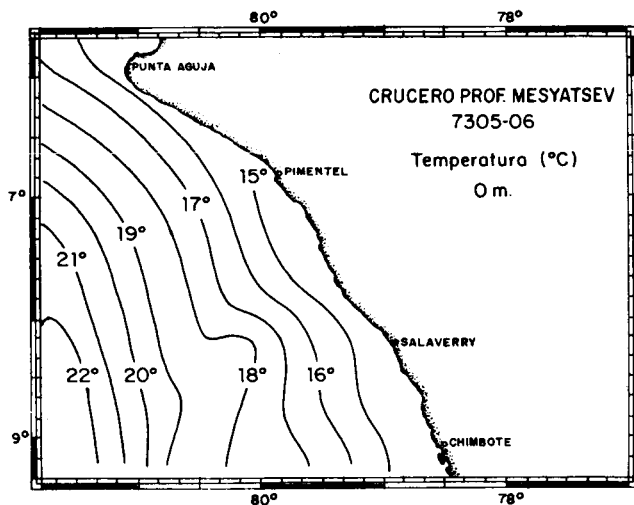


Fig. 17b Distribución de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, fosfatos, silicatos, nitratos, nitritos, amonio, clorofila "a", feopigmentos y productividad en estaciones cerca (Est. 65) y lejos (Est. 77) de la costa



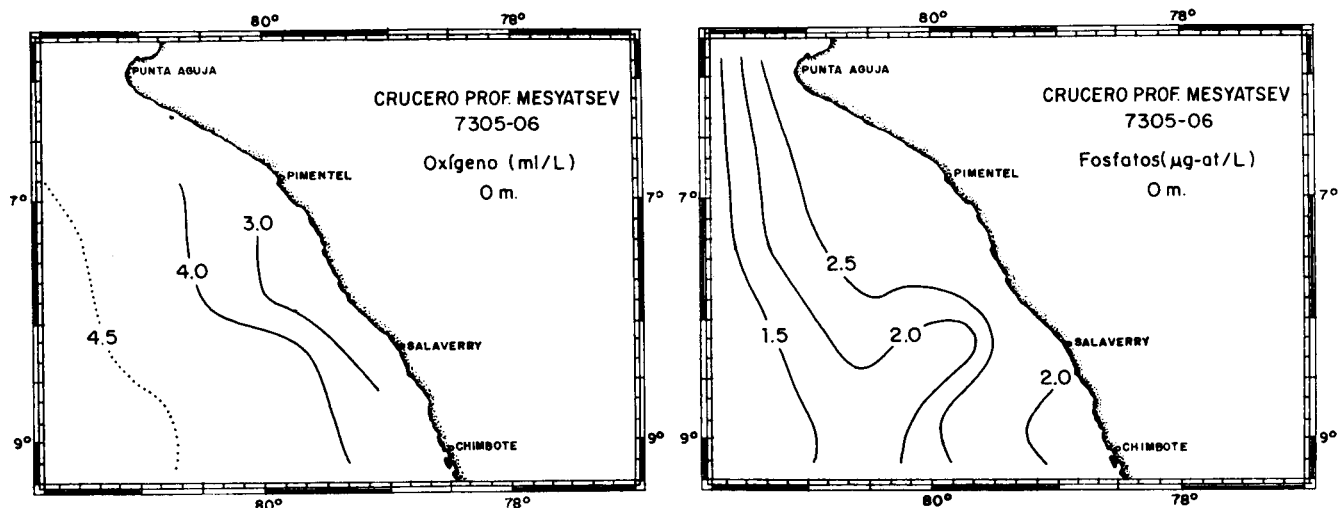
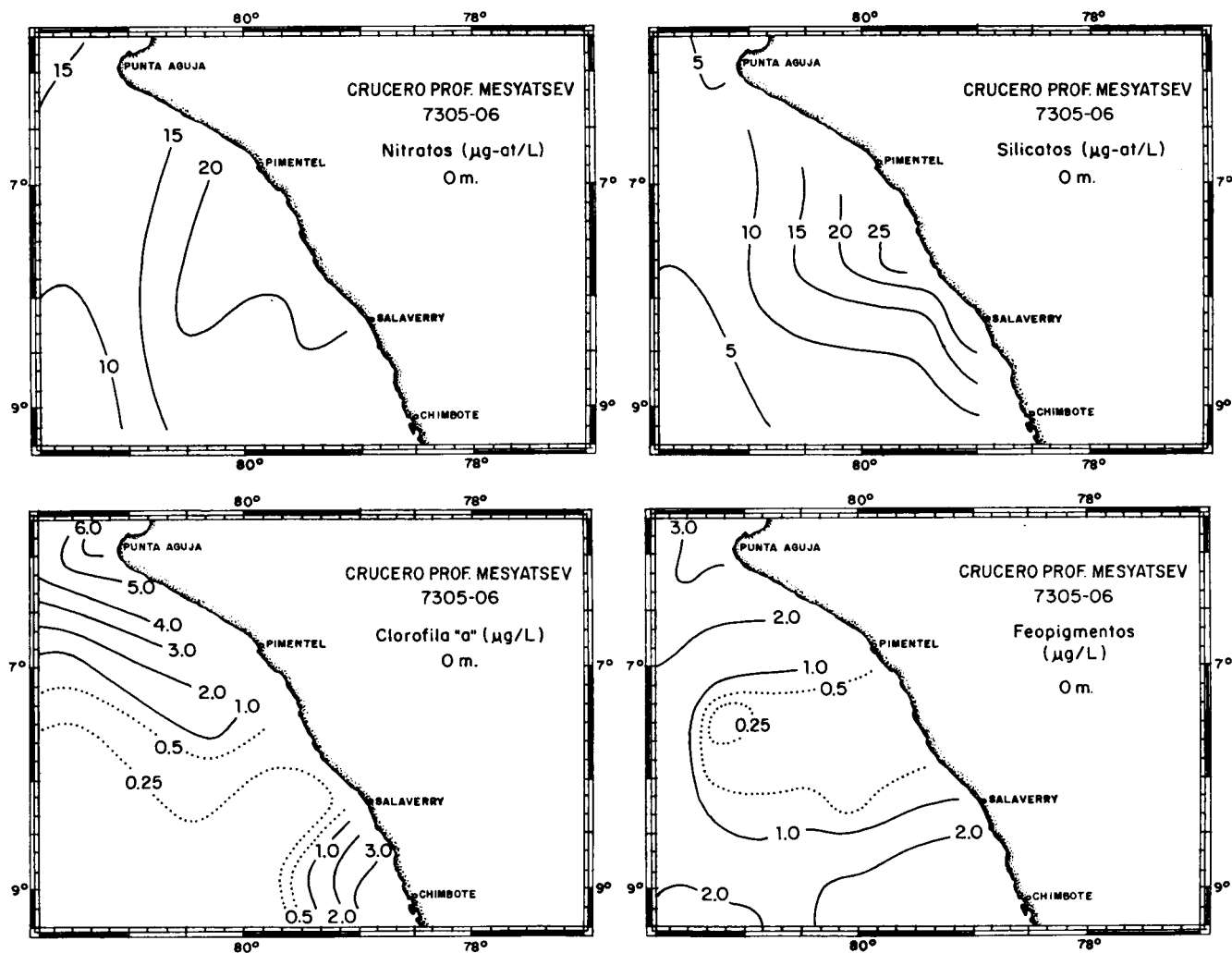


Fig 18a Distribución de la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y fosfatos en la superficie del mar

Fig. 18b Distribución de nitratos, silicatos, clorofila "a" y feopigmentos en la superficie del mar



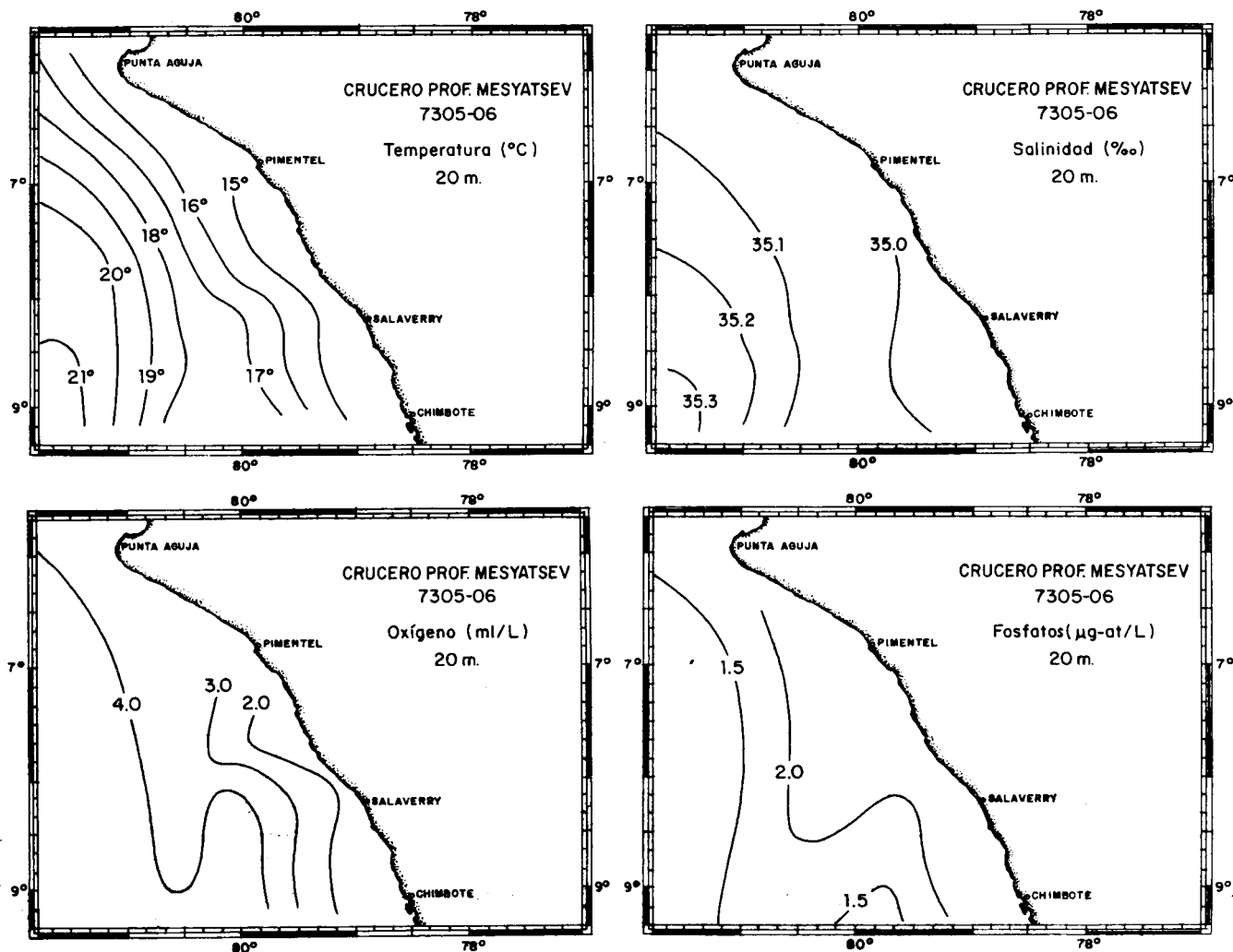


Fig. 19a Distribución de la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y fosfatos a 20 m

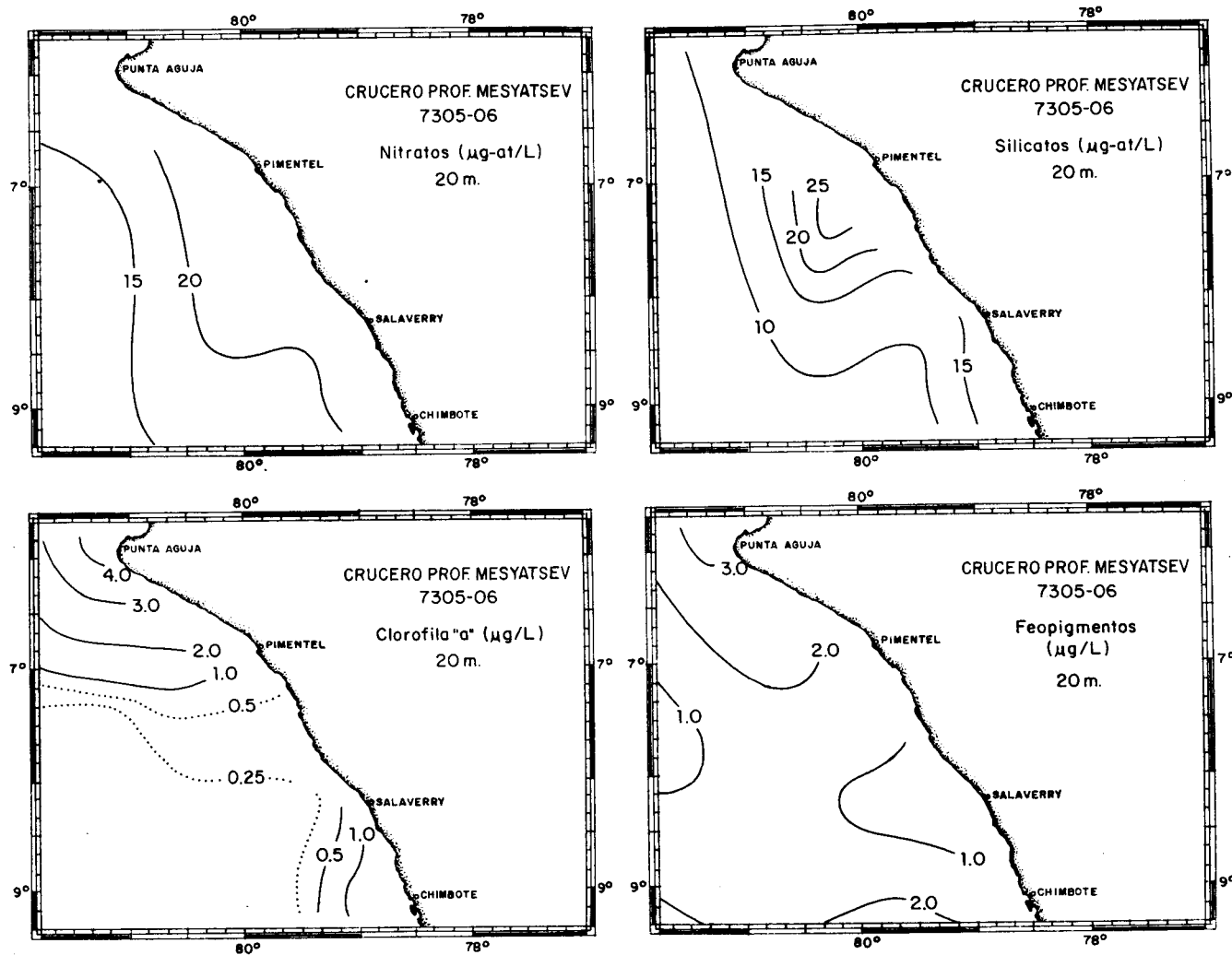


Fig. 19b Distribución de nitratos, silicatos, clorofila "a" y feopigmentos a 20 m

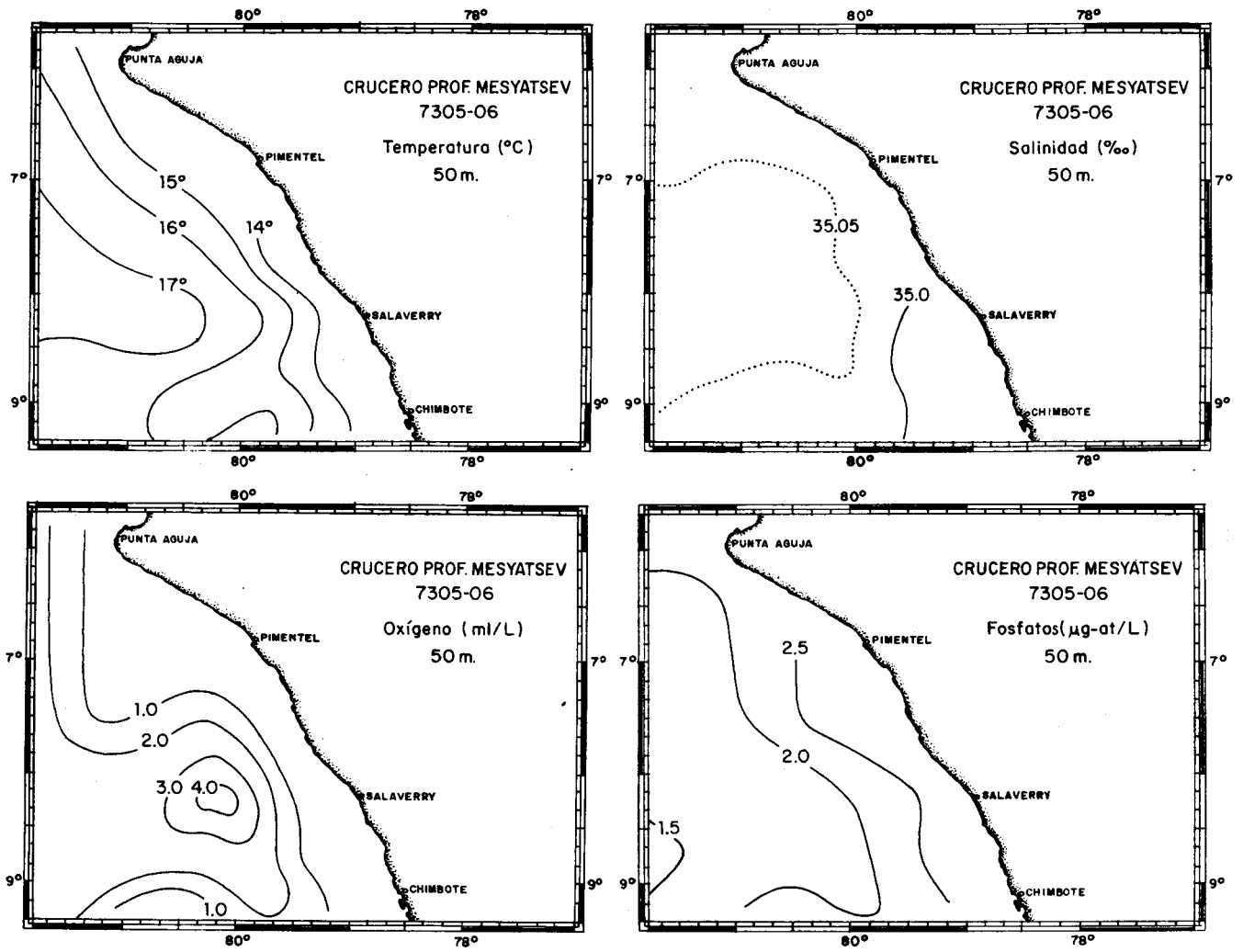


Fig. 20a Distribución de la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y fosfatos a 50 m



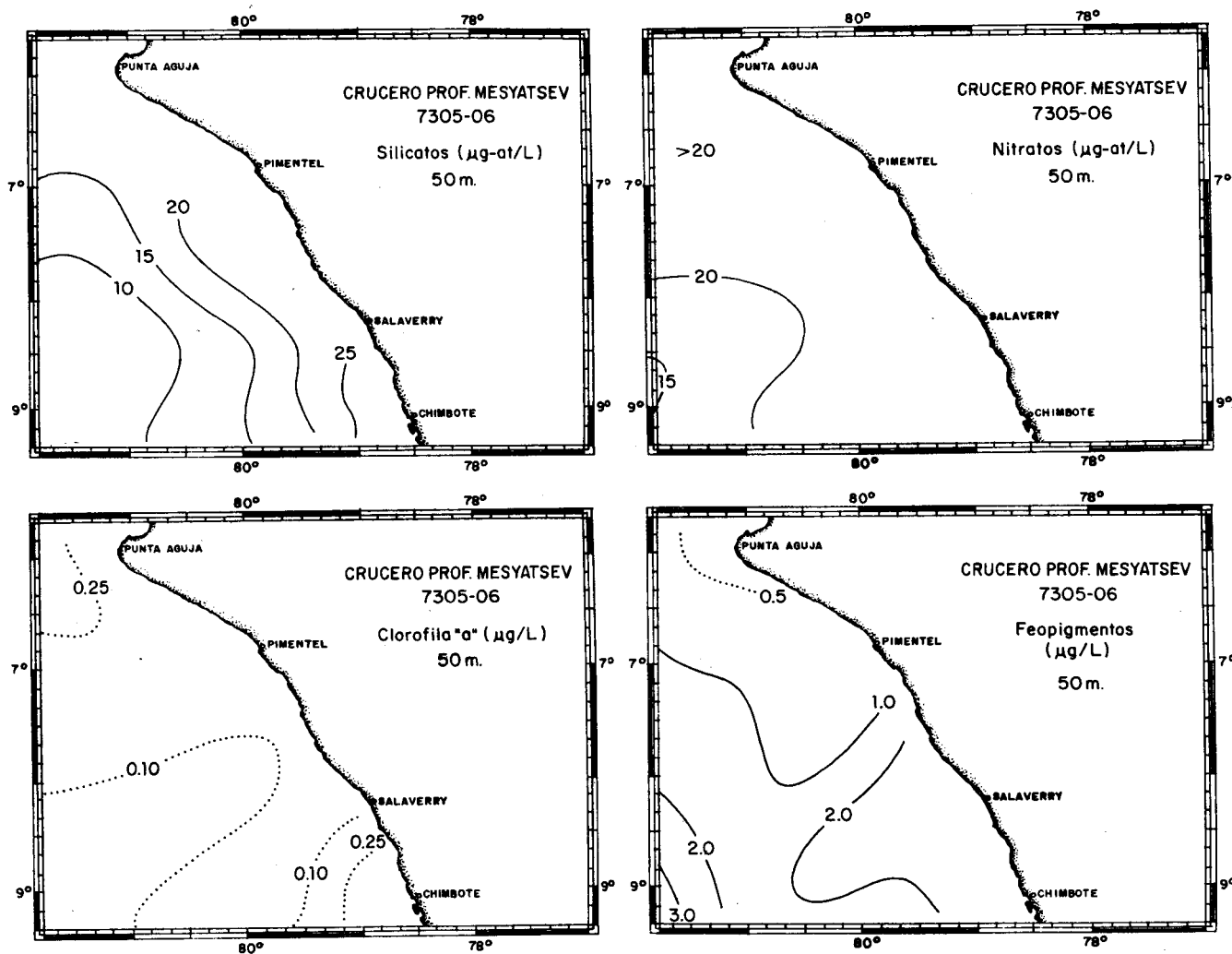


Fig. 20b Distribución de silicatos, nitratos, clorofila "a" y feopigmentos p. 50 m

## CHIMBOTE

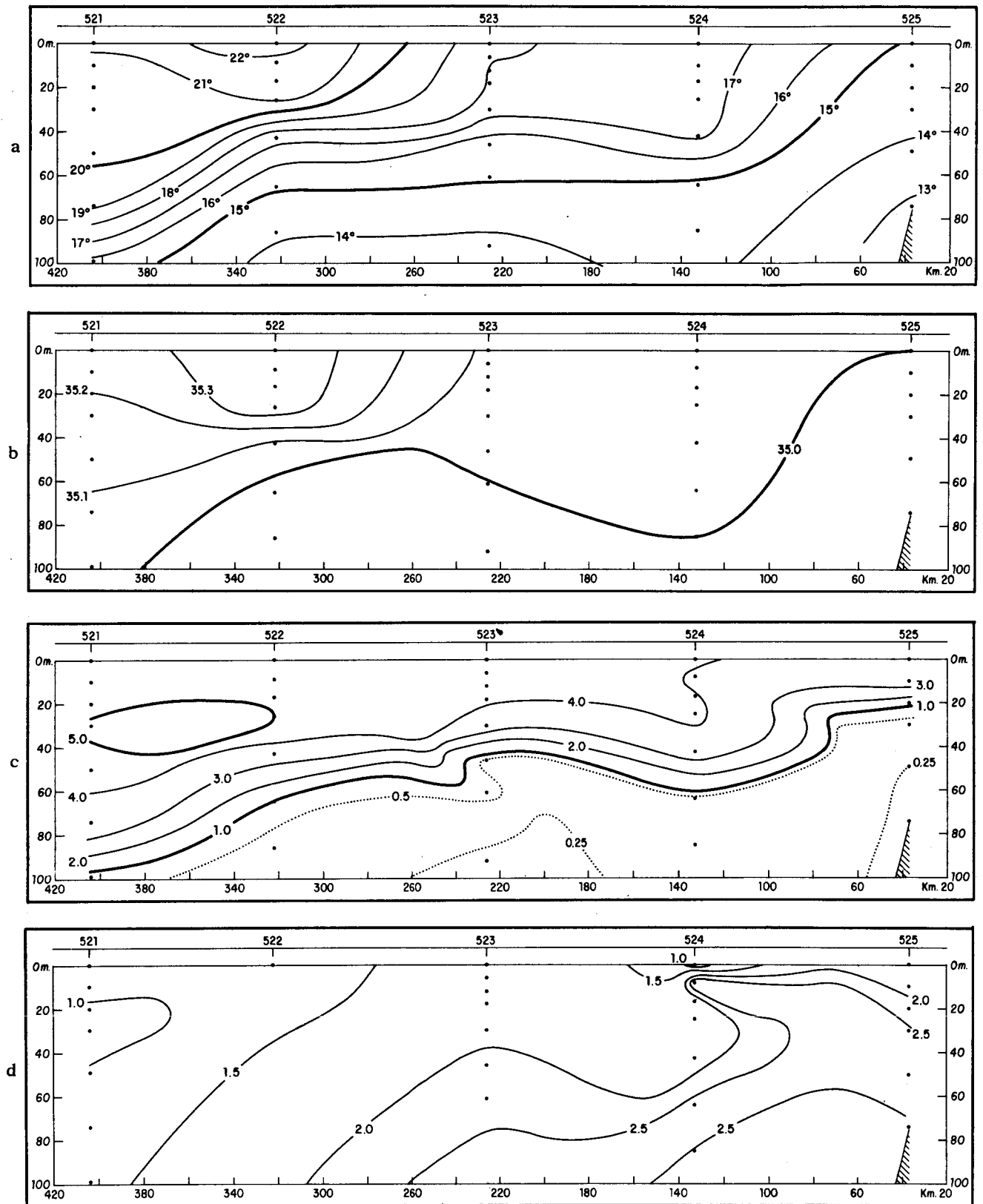
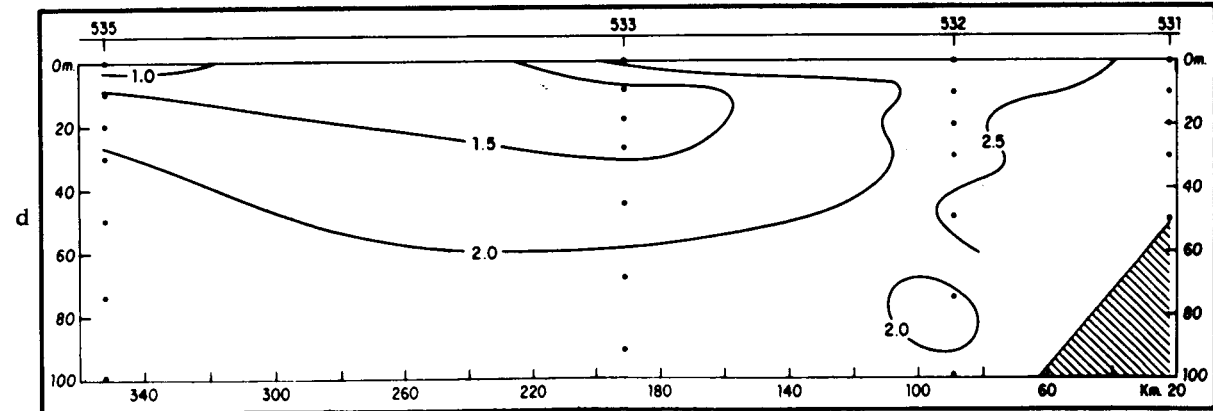
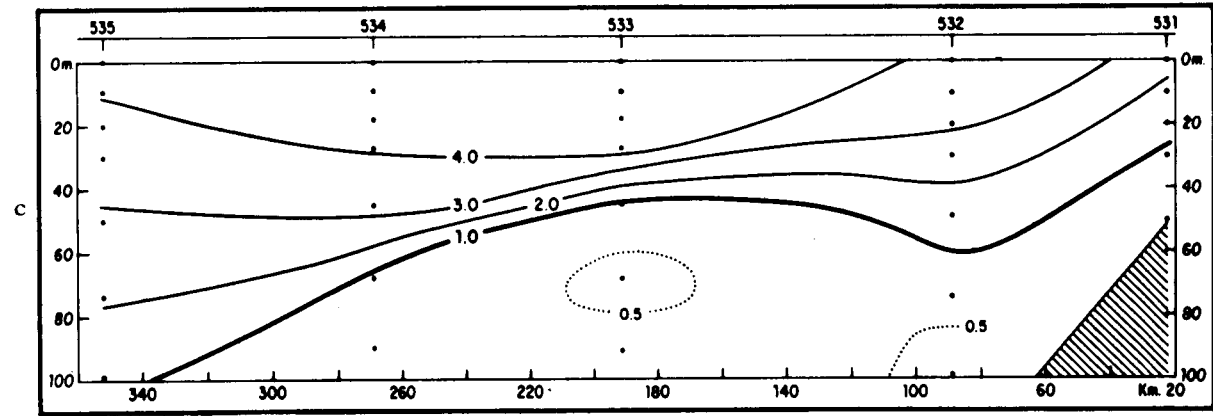
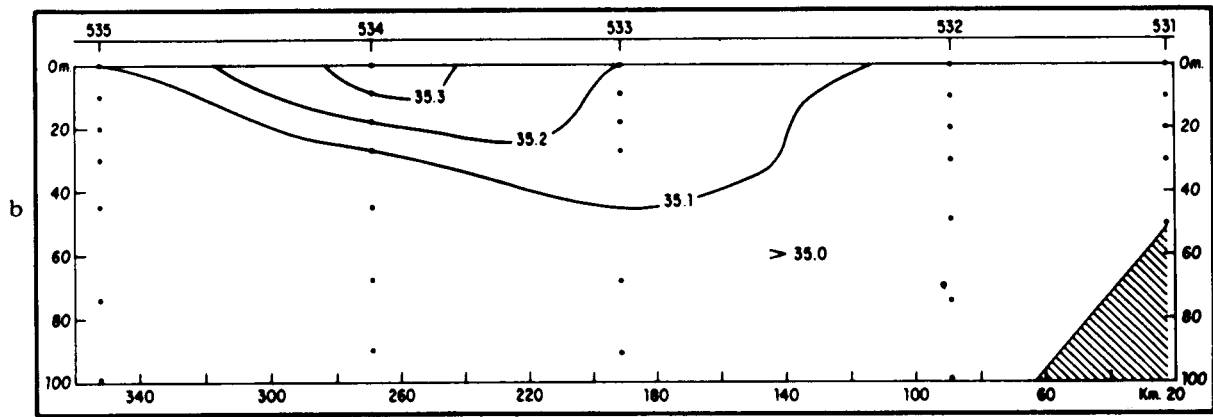
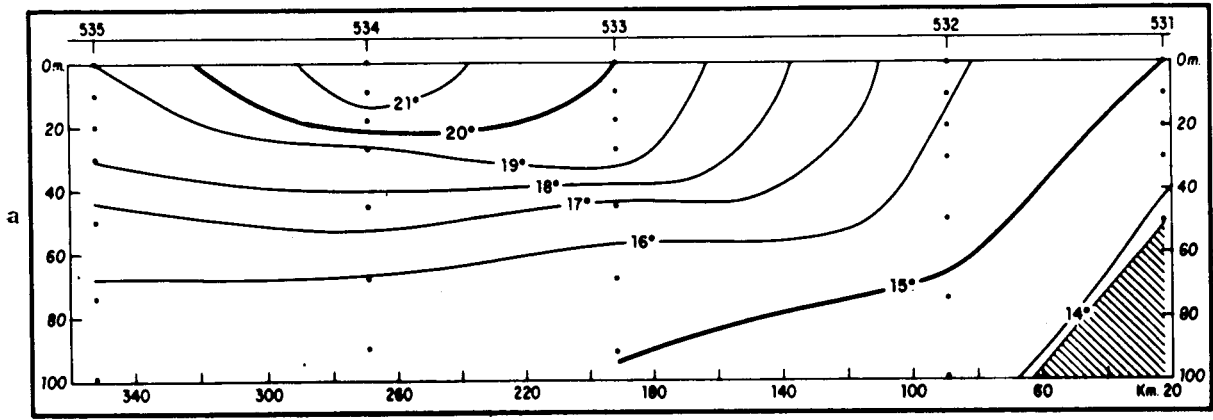


Fig. 21a Chimbote - Pimentel

Sección de: a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), b) salinidad, c) oxígeno disuelto, d) fosfatos, frente a Chimbote y Pimentel durante otoño de 1973 (Cr. 7305)

PIMENTEL



## CHIMBOTE

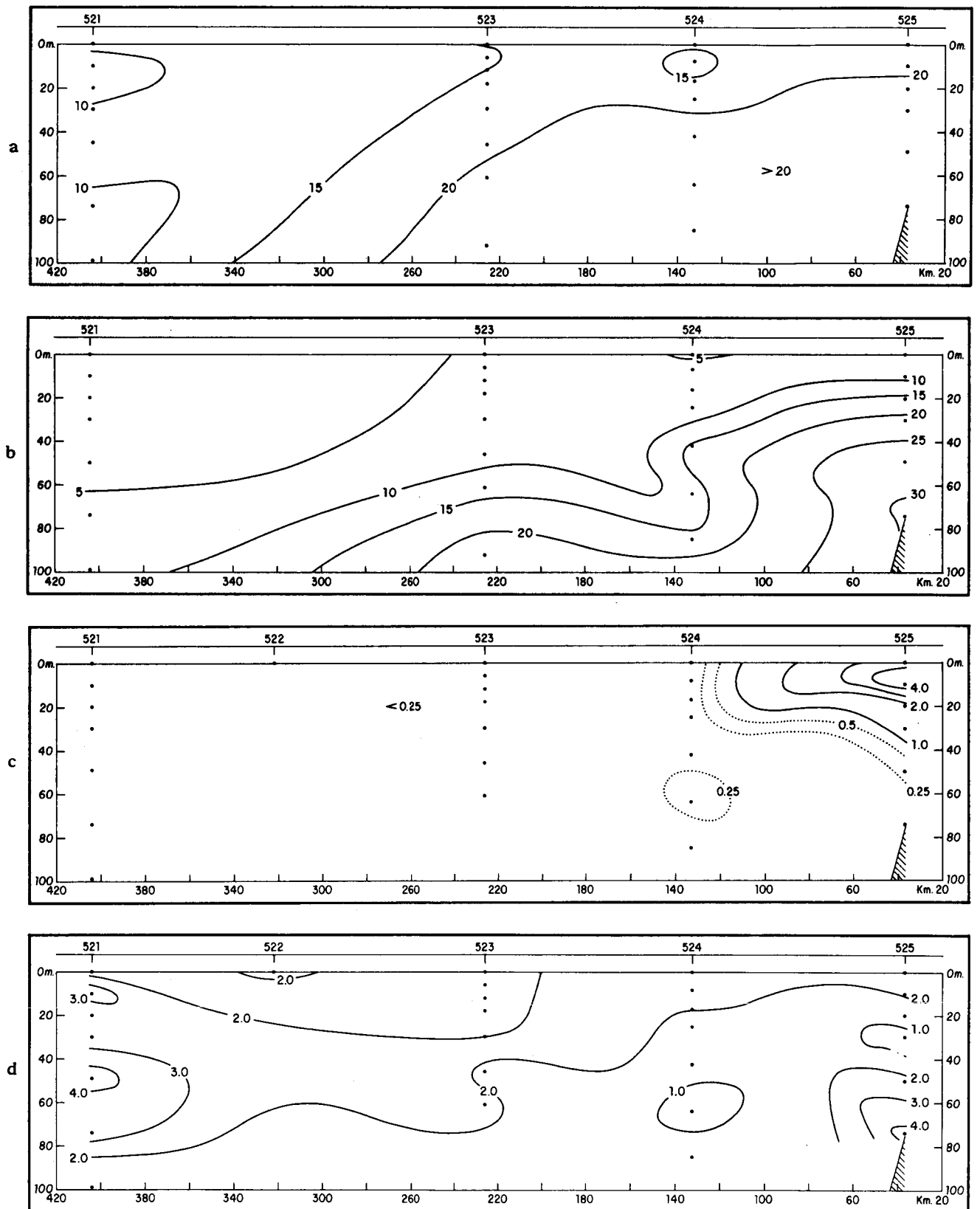
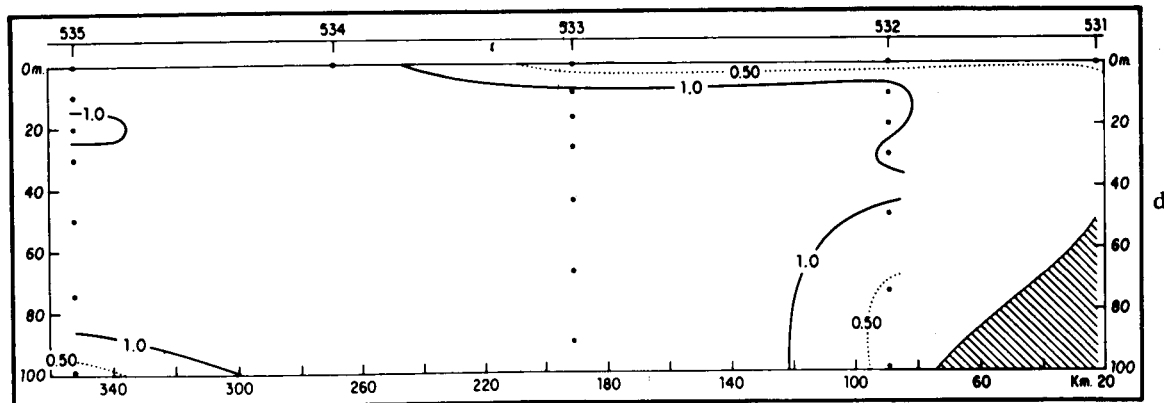
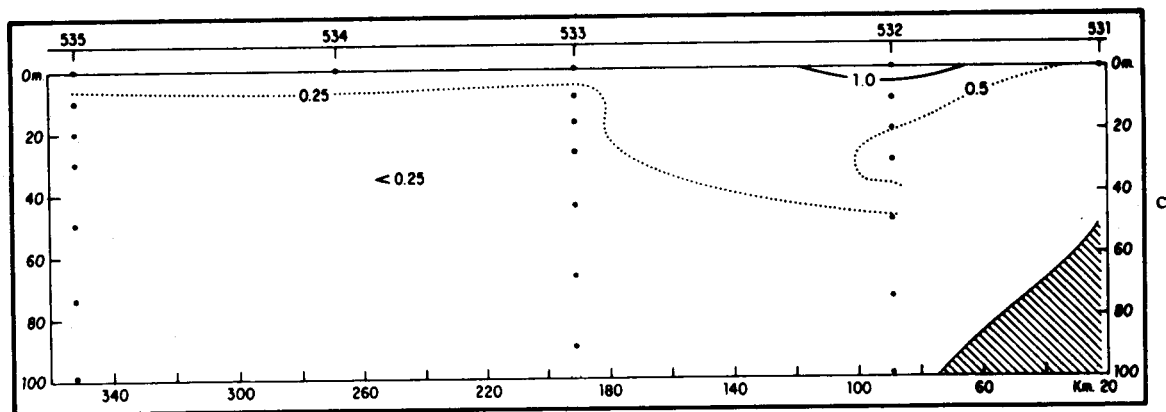
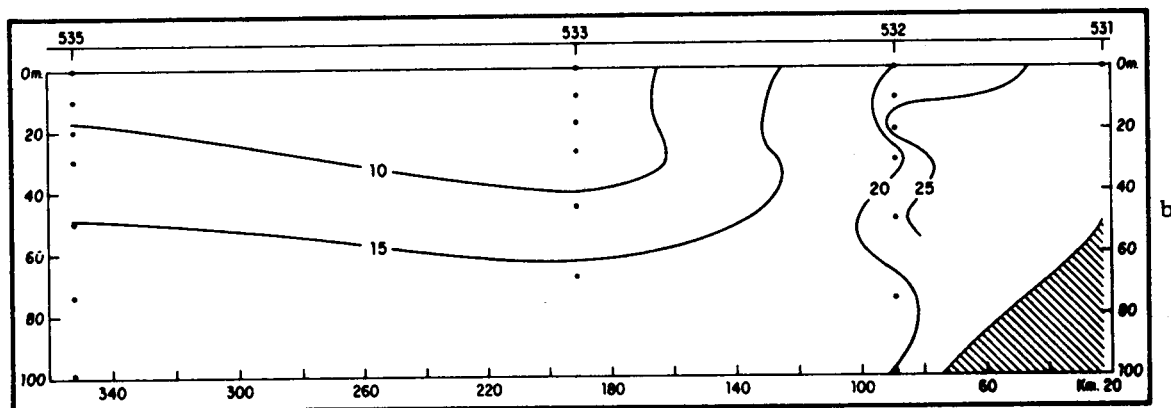
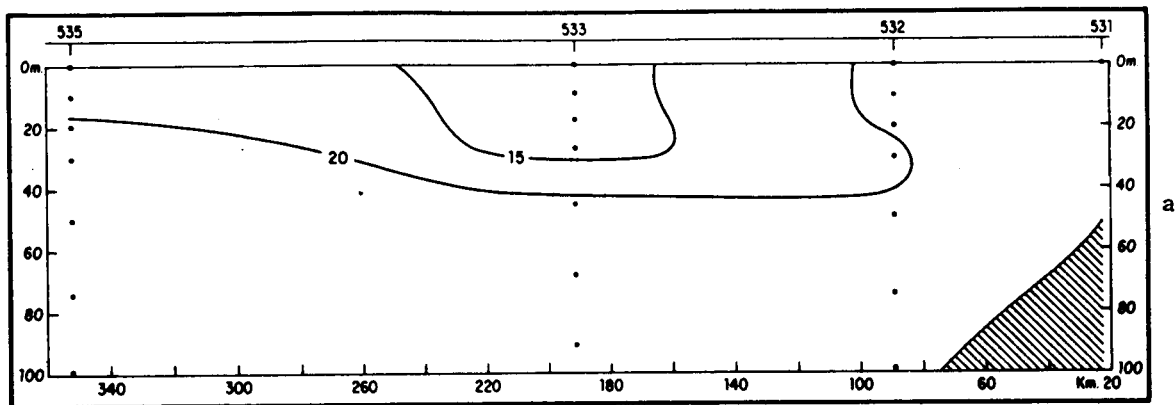


Fig. 21b Chimbote - Pimentel  
 Sección de: a) nitratos, b) silicatos, c) clorofila "a", d) feopigmentos, frente a Chimbote y Pimentel durante otoño de 1973 (Cr. 7305)

PIMENTEL



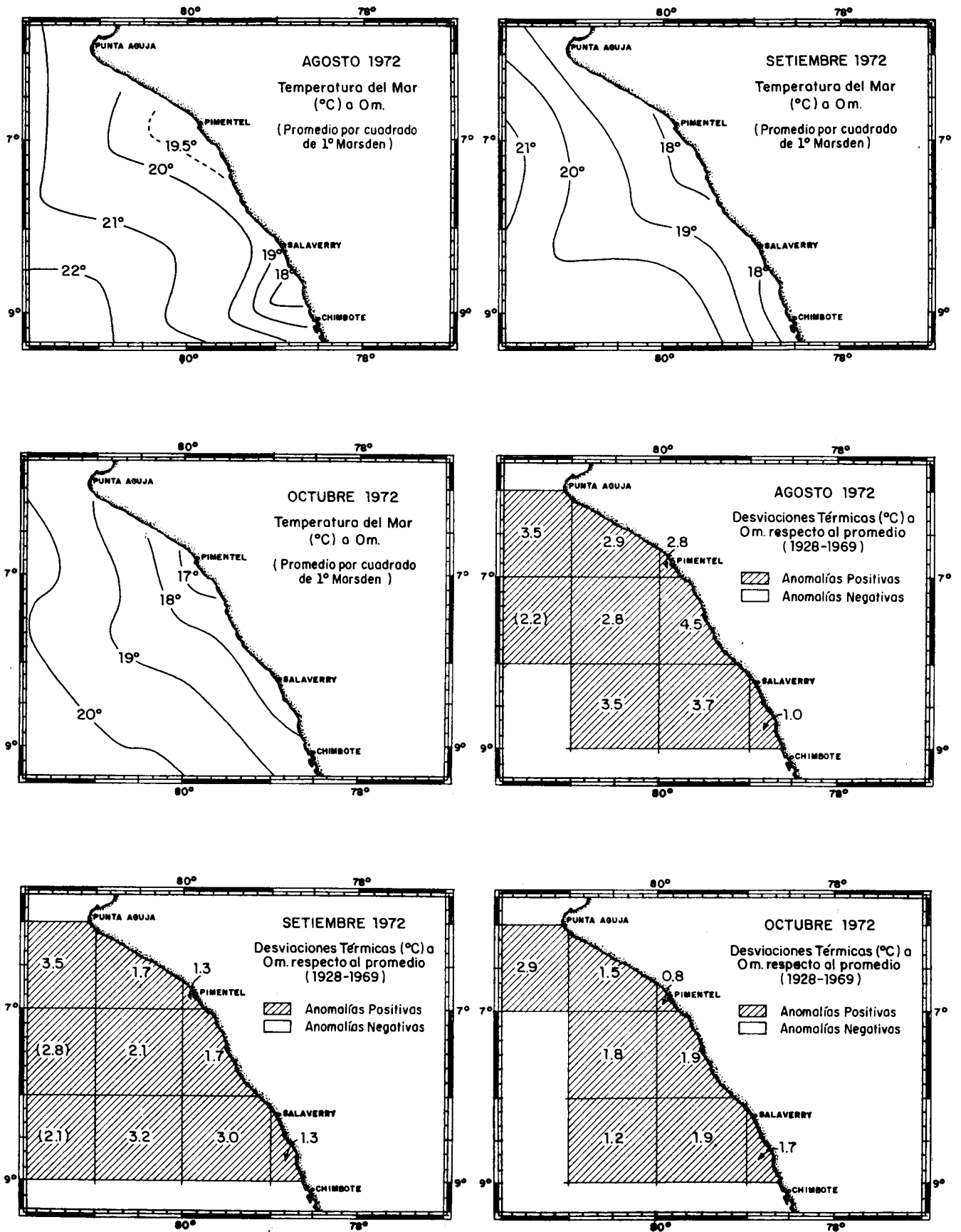


Fig. 22 Desviaciones térmicas en la superficie del mar respecto al promedio (1928-69)

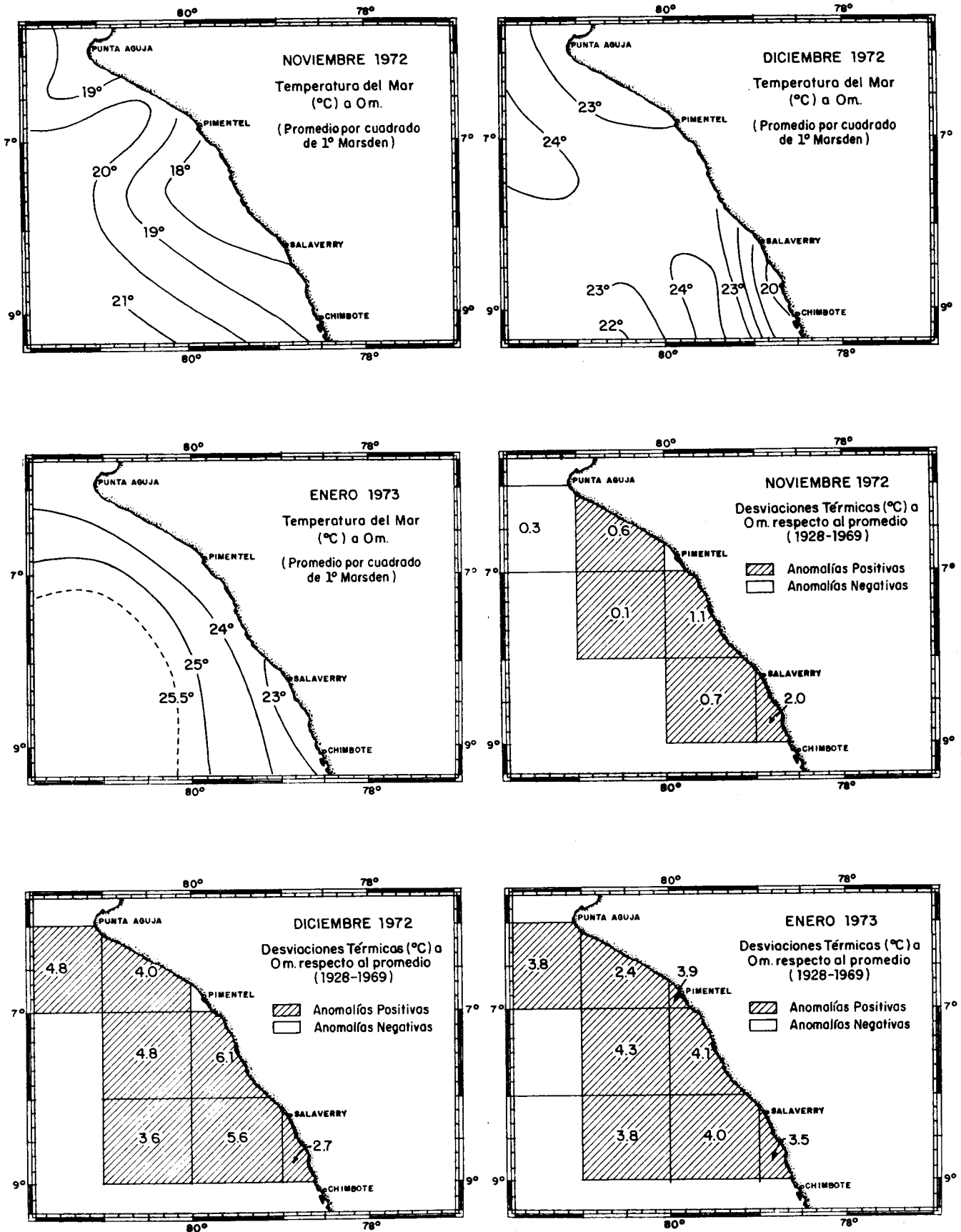


Fig. 23 Desviaciones térmicas en la superficie del mar respecto al promedio (1928-69)

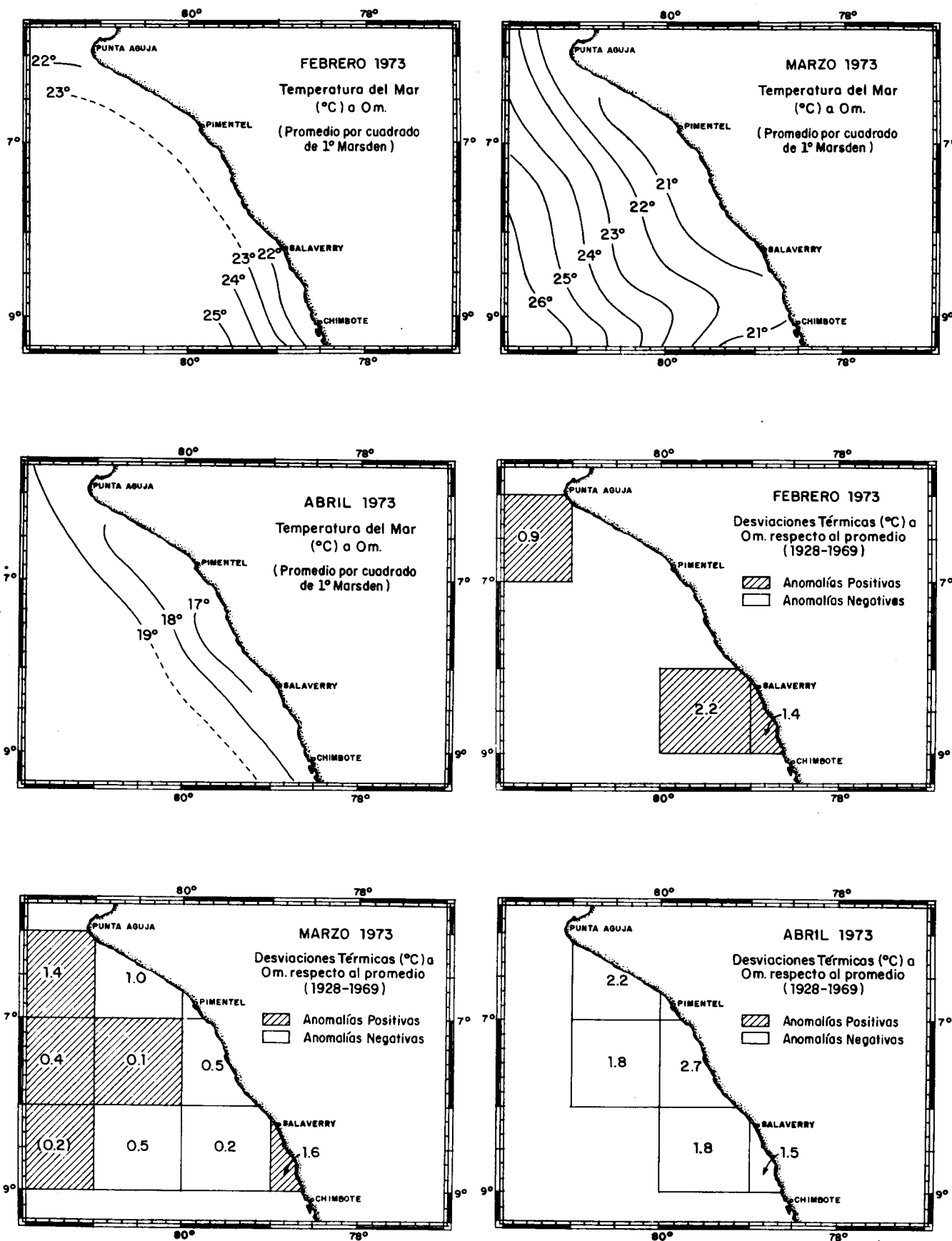


Fig. 24 Desviaciones térmicas en la superficie del mar respecto al promedio (1968-69)



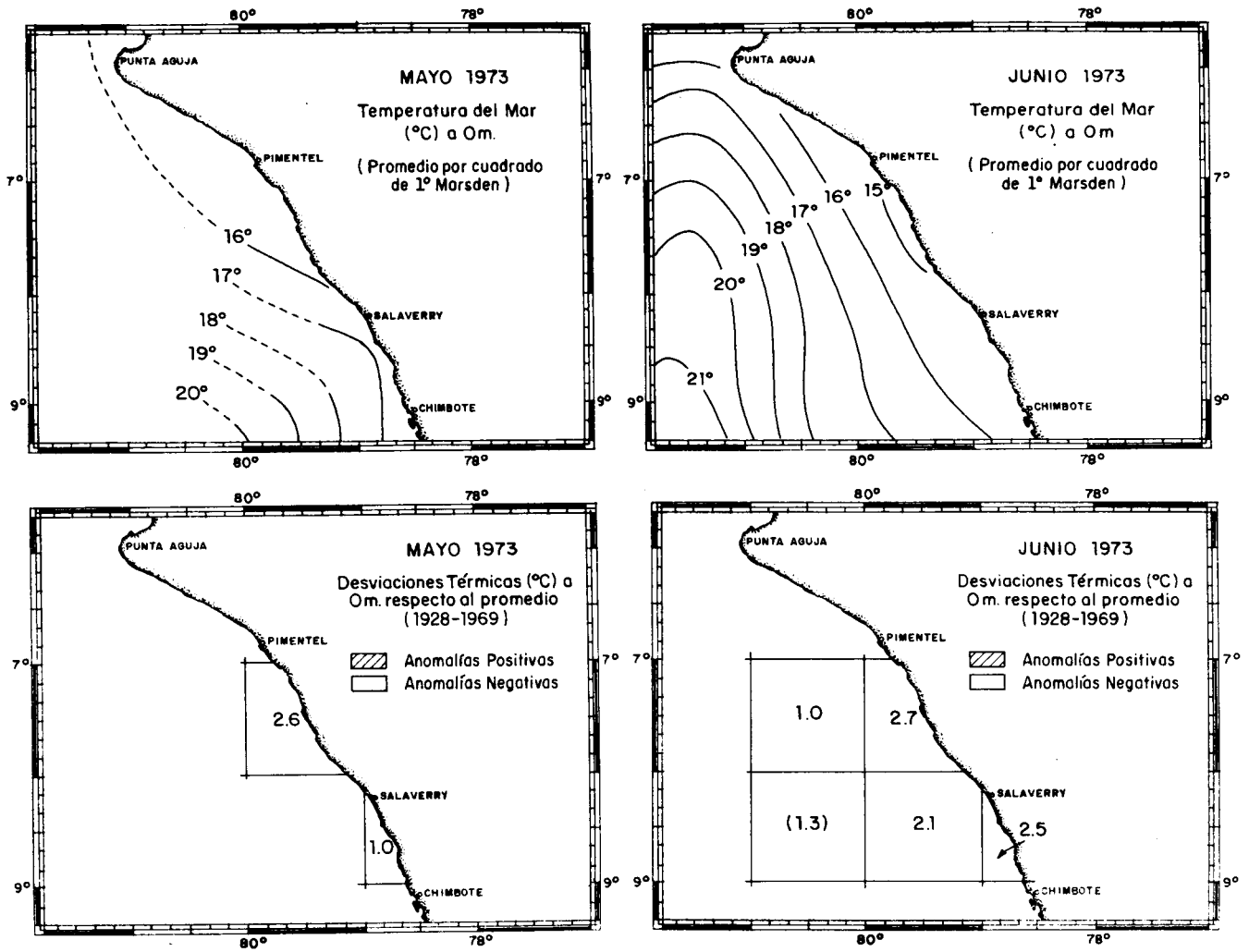


Fig. 25 Desviaciones térmicas en la superficie del mar respecto al promedio (1928-69)

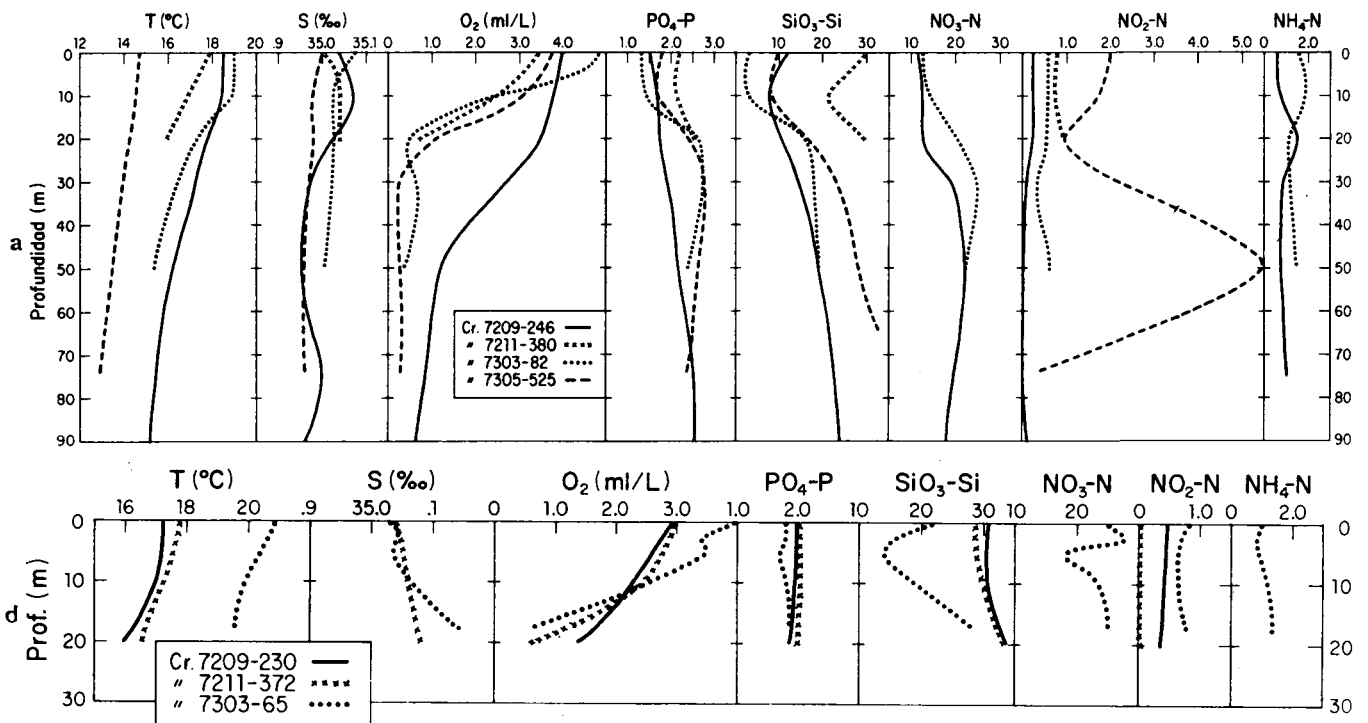
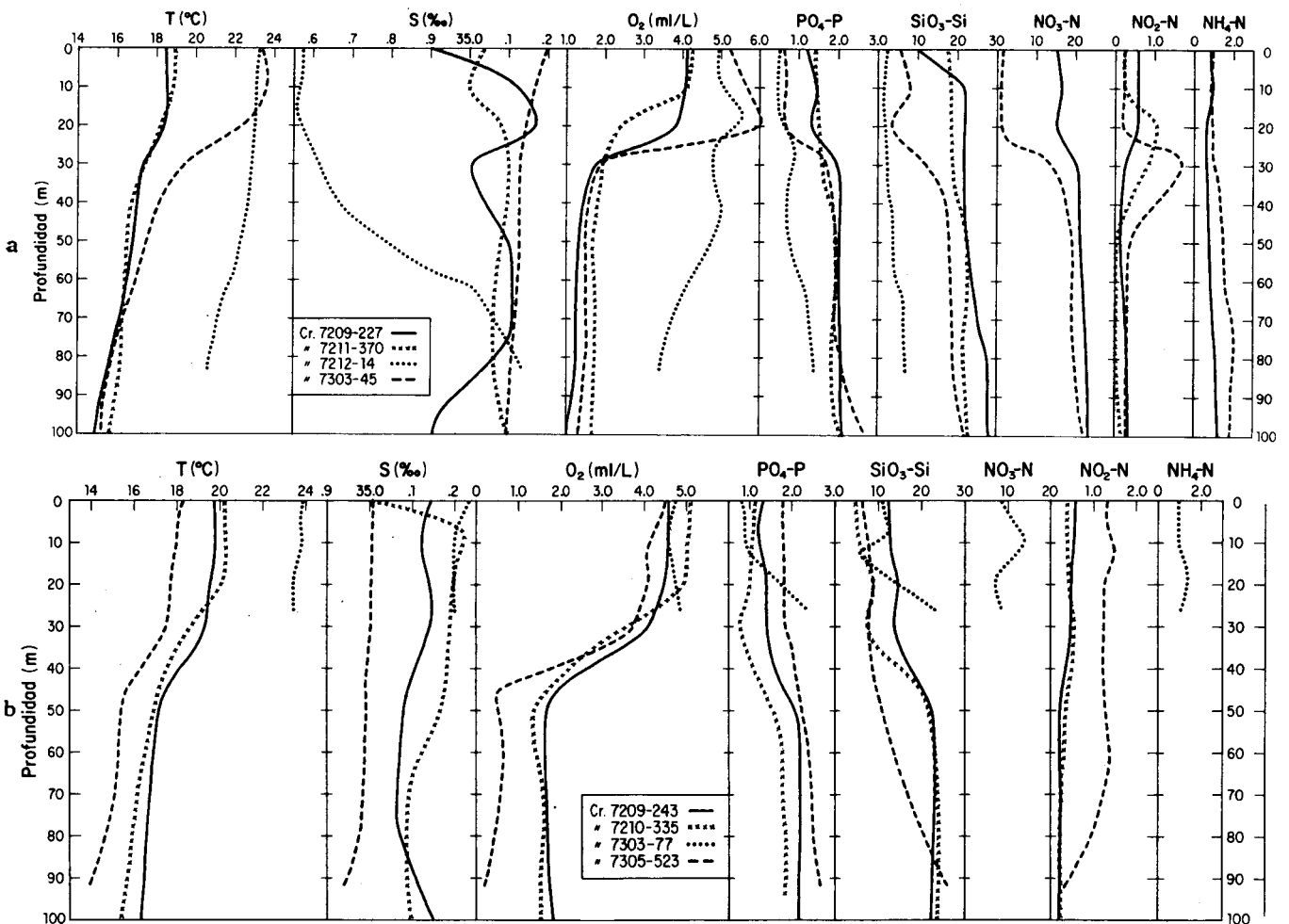


Fig. 26 Perfiles de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, fosfatos, silicatos, nitratos, nitritos y amonio frente a Chimbote (a) y Pimentel (b) en estaciones cerca de la costa. ▲ Fig. 27 Perfiles de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, fosfatos, silicatos, nitratos, nitritos y amonio frente a Pimentel (a) y Chimbote (b) en estaciones lejos de la costa ▼



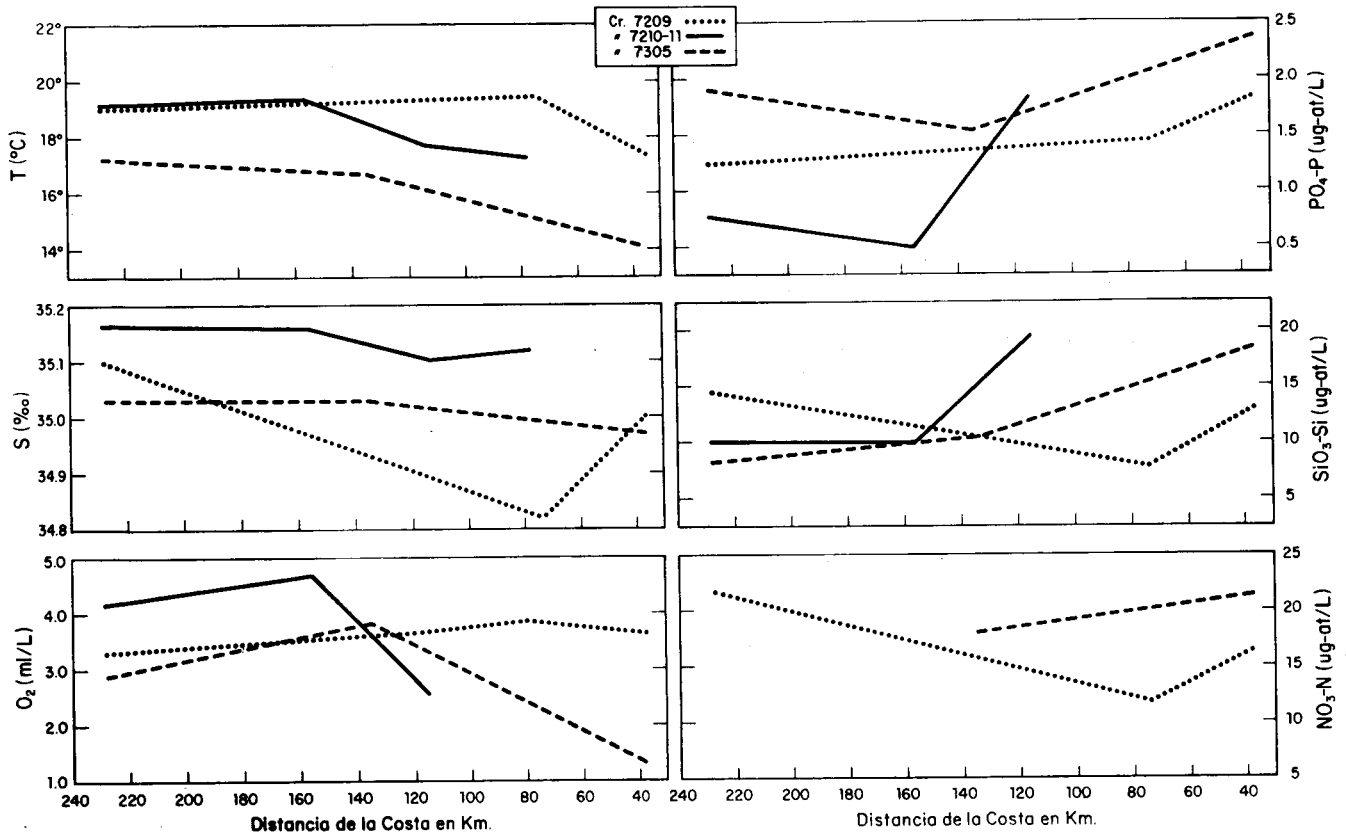


Fig. 28 Variaciones de la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, nitratos, silicatos y fosfatos promedios en la columna de agua de 0 - 50 m con la distancia de la costa

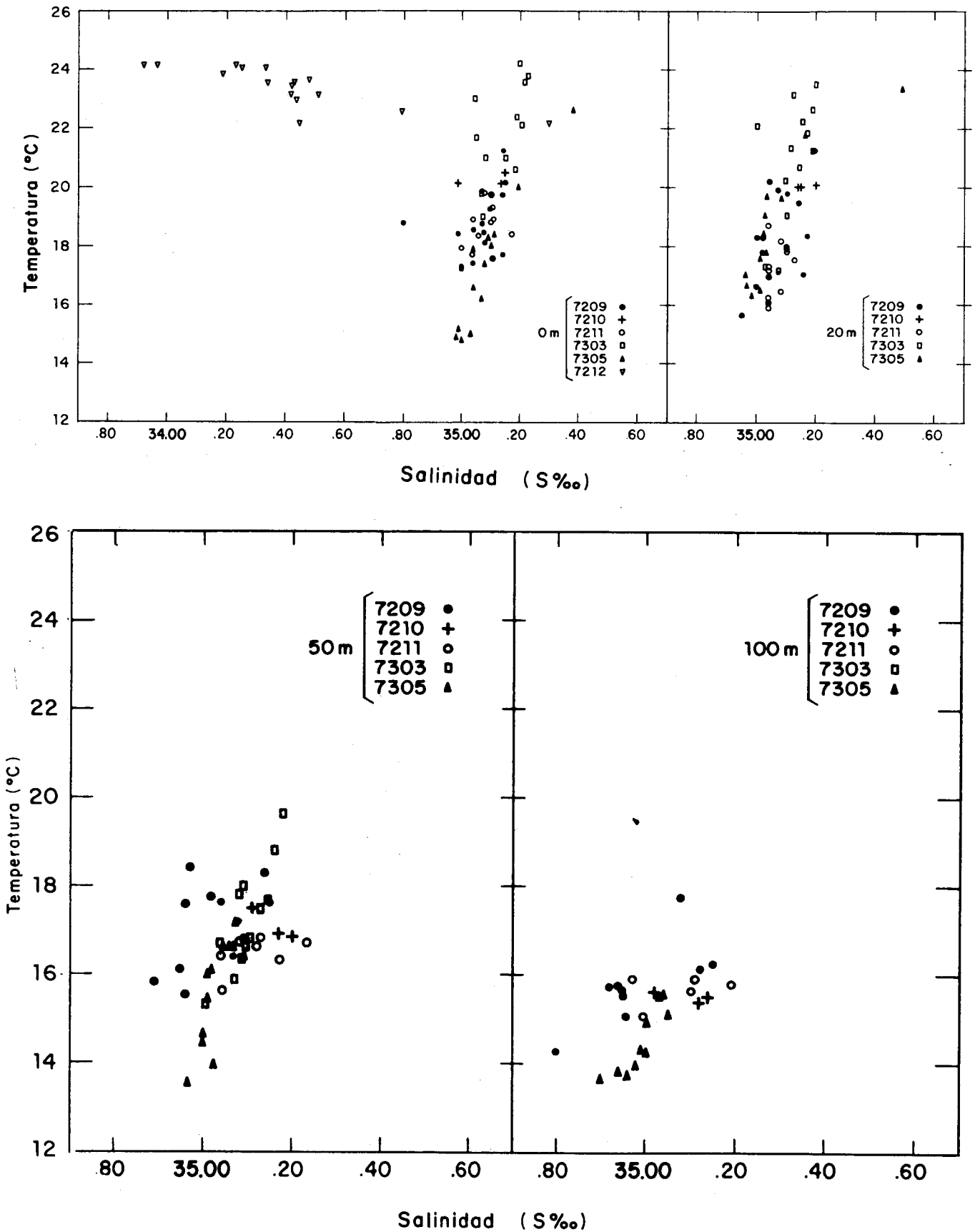


Fig. 20 Diagrama de temperatura - salinidad a 0 - 20 - 50 y 100 m

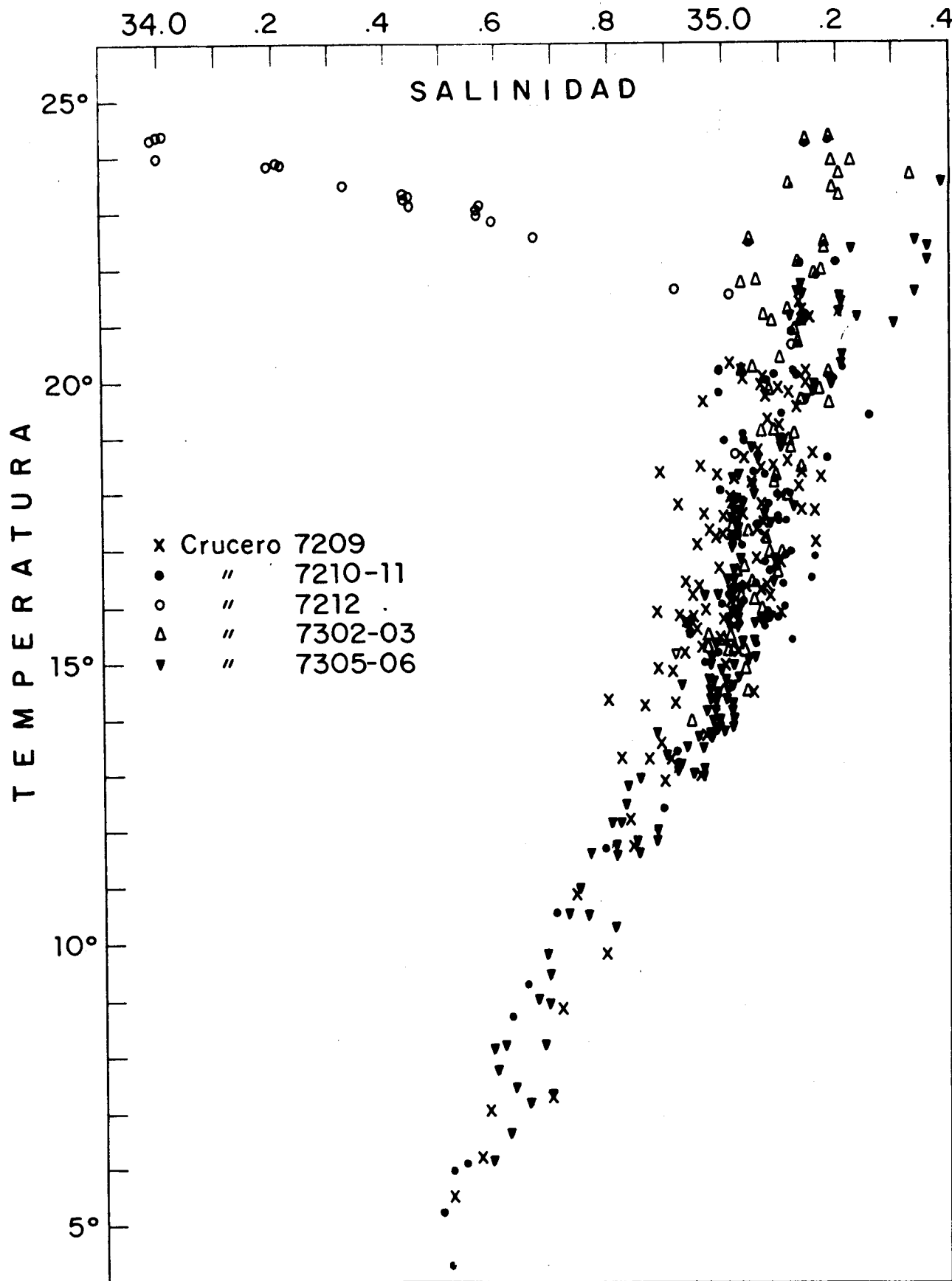


Fig. 30 Diagrama de temperatura - salinidad

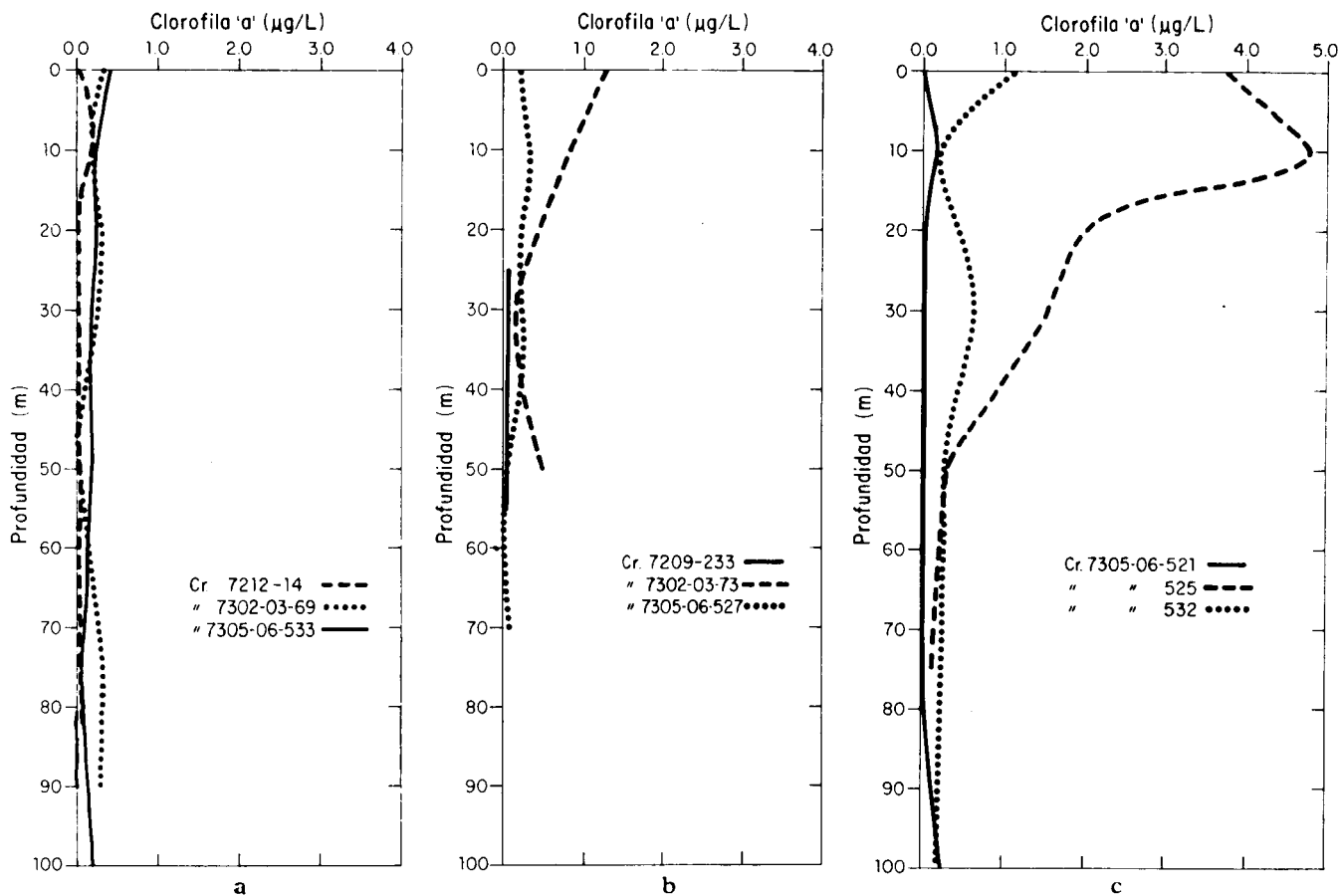


Fig. 31a Perfiles de clorofila "a" en estaciones lejos de la costa

Fig. 31b Perfiles de clorofila "a" en estaciones cerca de la costa

Fig. 31c Perfiles de clorofila "a" en estaciones cerca de la costa (Est. 525) lejos de la costa (Est. 521) y en un área de mezcla (Est. 532)

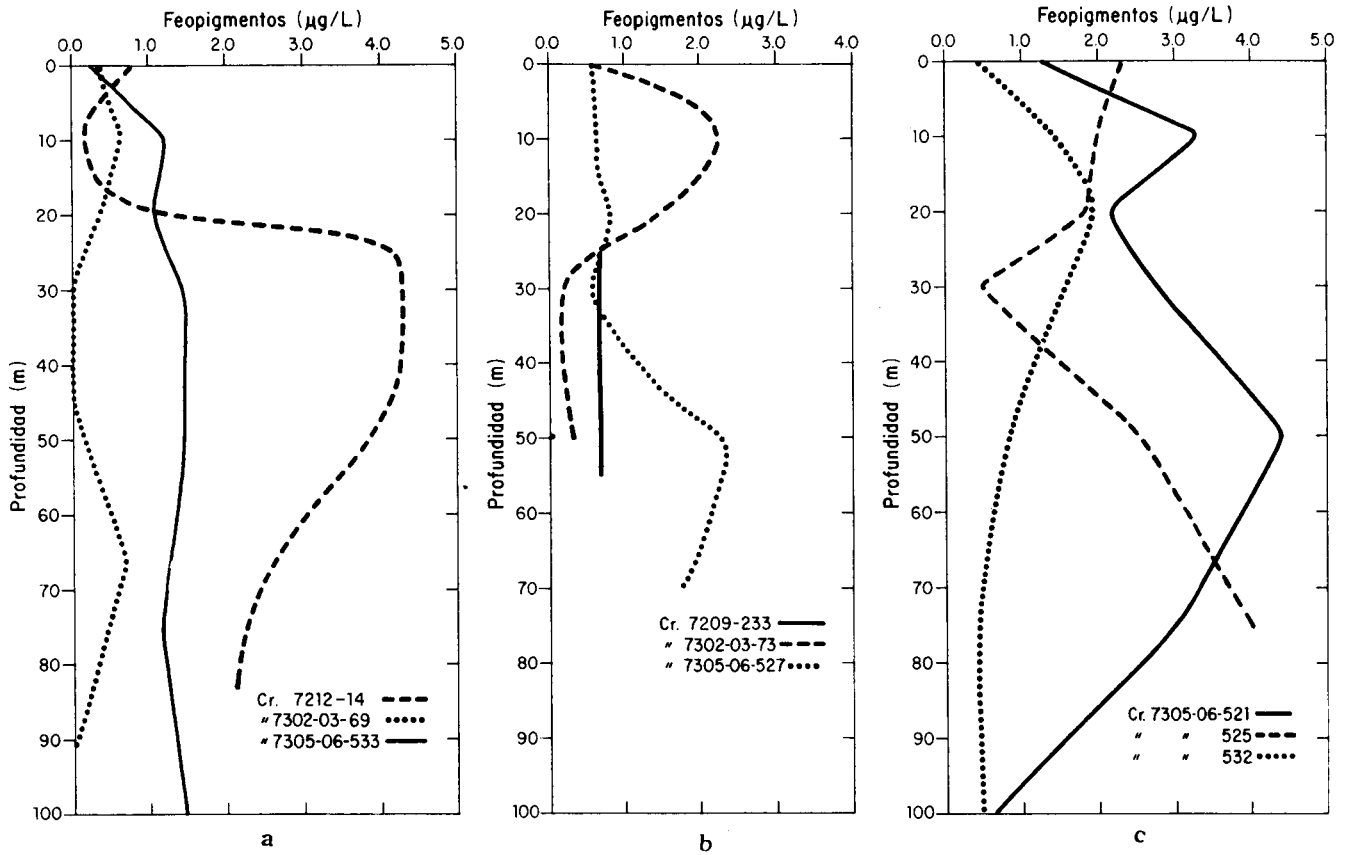


Fig. 32a Perfiles de feopigmentos en estaciones lejos de la costa

Fig. 32b Perfiles de feopigmentos en estaciones cerca de la costa

Fig. 32c Perfiles de feopigmentos en estaciones cerca de la costa (Est. 525), lejos de la costa (Est. 521) y en una área de mezcla (Est. 532)

**Este Boletín se terminó  
de imprimir en los talleres  
gráficos de Editorial  
y Librería Salesiana el  
mes de octubre de 1977.**

\* \* \*