

**INSTITUTO DEL MAR DEL PERU**

**SERIE DE INFORMES ESPECIALES N°IM-148**

**AVANCES DEL PROYECTO DE**

**PRODUCTIVIDAD DE LAS AGUAS COSTERAS FRENTE AL PERU**

**(Instituto del Mar y Proyecto Multinacional de Ciencias del Mar - OEA)**

**Período 1971/1972**

**Primera Parte: Medio Ambiente y Producción Primaria**

**Por**

**Oscar Guillén y Raquel I. de Rondán**

**Segunda Parte: Cosecha Estable del Zooplancton**

**Por**

**Haydeé Santander**

**CALLAO - PERU**

**1974**

**AVANCES DEL PROYECTO DE PRODUCTIVIDAD DE LAS AGUAS  
COSTERAS FRENTE AL PERU**

**(Instituto del Mar y Proyecto Multinacional de Ciencias del Mar-OEA)**

**Perfodo 1971/1972**

**Primera Parte : Medio Ambiente y Producción Primaria**

**Por**

**Oscar Guillén G. y Raquel I. de Rondán**

**CONTENIDO**

- 1. Introducción**
- 2. Material y Métodos**
- 3. Resultados y Discusión**
  - 3.1. Meteorología**
  - 3.2. Hidrografía y Química**
  - 3.3. Productividad**
  - 3.4. Variaciones Estacionales**
  - 3.5. El Fenómeno "El Niño 1972"**
- 4. Referencias**
- 5. Tablas**
- 6. Lista de Figuras**
- 7. Gráficos**

-----

## **1.- Introducción**

El estudio de la cadena alimenticia en el mar es uno de los aspectos más complejos y, debido a que se conoce poco de la vida en el océano, es esencial realizar un estudio detallado de la materia orgánica y su ciclo a través de la cadena alimenticia, para una mejor evaluación de los recursos vivos del mar como fuente de alimentos y materia prima.

El intercambio de elementos químicos entre el agua y la biomasa se realiza mediante un proceso cíclico que comprende 2 fases: una de síntesis y otra de regeneración. En la primera se utilizan los elementos necesarios del mar para el crecimiento de los productores primarios, los cuales son predominantemente fitoplancton. En el segundo paso dichos elementos son devueltos al agua en una fase regenerativa como producto de descomposición y excreción de los productores primarios y mediante los otros miembros de la cadena alimenticia.

La influencia de los organismos en la composición del agua del mar depende de su influencia fisiológica y de los procesos orgánicos inherentes. Las distintas características de las masas de agua presentan diferentes ambientes para las diversas faunas, lo cual ha sido tratado por muchos investigadores y con mayor detalle por Johnson y Brinton (1963). Se sabe que el ambiente marino tiene una gran influencia sobre la distribución y movimientos de los peces, por consiguiente es fundamental conocer la oceanografía del área para estudiar mejor los movimientos de los mismos. Blackburn (1963, 1965), Broadhead y Barrett (1964) han estudiado las relaciones de la distribución y concentración de los túnidos con la temperatura, salinidad, vientos, etc.

Los estudios realizados sobre productividad frente a las costas del Perú (Forsbergh y Joseph, 1963; Blackburn, 1966; Guillén e Izaguirre, 1968; Strickland et al, 1969 y 1970; Boerema, 1970; Cushing, 1970; Zuta y

Guillén, 1970; Guillén et al 1969 y 1971; Jordán, 1971; Guillén, 1971 y 1973; Guillén e Izaguirre, 1973; Guillén et al, 1973) nos muestran que las áreas más productivas son las costeras, especialmente las de afloramiento, luego le siguen las áreas de mezcla entre las diferentes masas de agua y las más pobres corresponden a las aguas subtropicales superficiales y a aguas ecuatoriales superficiales. El área de afloramiento más estudiada es la de frente a San Juan (Lorenzen, 1968; Strickland et al, 1969 y 1970; Ryther et al, 1970, Blasco, 1971; Barber et al, 1971; Smith et al, 1971; Walsh y Dugdale, 1971 y Dugdale y Mac Isaac, 1971). Por otro lado, Beer et al (1971) han estudiado el área de afloramiento frente a Supe.

El presente informe tiene por objeto presentar los avances logrados en el Proyecto Multinacional de Productividad de las Aguas Costeras Frente al Perú que el Instituto del Mar está llevando a cabo con OEA. Comprende el período 1971-1972, para el área en estudio situada entre las latitudes 6° y 9°S y desde la costa hasta el meridiano 81°30' Oeste (Fig. 1), la cual ha sido escogida teniendo en cuenta que es una área de afloramiento, que asociado con la circulación de las aguas influye en la productividad. Por otra parte en esta área se halla una de las mayores concentraciones de peces de consumo, así como también de anchoveta.

## 2.- Material y Métodos

Para el presente trabajo se han tomado los datos correspondientes al área de productividad de los cruceros B.A.P. Unanue 7108, 7111, 7202 y 7207 realizados a lo largo de la costa peruana, cuyas posiciones de las estaciones son mostradas en la Fig. 1. Debido a la falta de equipo sólo se pudo cumplir en parte los objetivos señalados en el Proyecto.

La obtención de las muestras fueron hechas usando botellas Nansen provistas de termómetros reversibles protegidos y no protegidos. Las temperatu-

ras fueron medidas usando termómetros de cubo y termómetros reversibles . La salinidad fue determinada usando Salinómetro Inductivo Australiano Modelo III.

El oxígeno disuelto fue analizado de acuerdo al método de Winkler modificado por Carpenter (1965).

Las determinaciones de fosfatos, silicatos y nitratos se realizaron de acuerdo a las técnicas y modificaciones dadas por Strickland y Parson (1968).

Las muestras para clorófila "a" y feopigmentos fueron filtrados a través de filtros de fibra de vidrio Whatman GF/C (4.2 cm. diámetro), adicionándole carbonato de magnesio, luego guardados en una congeladora para su análisis en tierra, de acuerdo a Lorenzen (1967).

La tasa de fijación 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  $NaH_{14}CO_3$ , equivalente a una radioactividad de 4  $\mu$ c, y luego las muestras fueron incubadas a la temperatura de la superficie del mar, por un período 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).

Para los estudios de variaciones, los datos de temperatura han sido promediados por Cuadrados Marden de 1°.

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

<u>Plumas</u>	<u>Velocidad del viento</u>	
	(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 :

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

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

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

$\Theta$  = Latitud

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

### 3.- Resultados y Discusión :

#### 3.1.- Meteorología

Durante el invierno de 1971 (Fig. 2) los vientos predominantes fueron los de SE y SW, con velocidades entre 3 y 16 m/seg. En la primavera de 1971 (Fig. 2) los vientos se debilitaron con respecto al invierno, alcanzando una velocidad máxima de 7 m/seg., con una dirección predominante de SE y SW. Los vientos más débiles ( $< 5$  m/seg.) fueron observados en el verano de 1972 (Fig. 2), con dirección predominante de S y SE, debido al debilitamiento más de lo normal de la circulación atmosférica. En el invierno de 1972 los vientos se intensificaron con respecto al verano (Fig. 2), especialmente en el lado costero, con direcciones predominantes de SE.

Las corrientes superficiales como se sabe 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  $45^\circ$  hacia la izquierda en el hemisferio sur.

La Fig. 3 muestra la distribución de las velocidades de las corrientes de deriva en la superficie, en la cual se observa que las corrientes de deriva más fuertes correspondieron al invierno de 1971, alcanzando velocidades de 50.4 cm/seg. (Fig. 3); mientras que las más débiles fueron halladas en el verano de 1972 (Fig. 3), debido al debilitamiento en la circulación atmosférica, lo cual permitió el avance de las aguas procedentes de la región ecuatorial hacia el sur, creando condiciones desfavorables para la pesquería de la anchoveta.

### 3.2.- Hidrografía y Química

#### 3.2.1.- Crucero 7108

##### 3.2.1.1.- Distribución horizontal

En la superficie del mar (Fig. 4) se halló temperaturas entre 18° y 15°C y salinidades entre 35.4 y 35.0‰.

Las aguas costeras se hallaron con salinidades < 35.1‰ y temperaturas < 16°C, asociadas con contenidos de oxígeno < 5.0 ml/L. Las aguas subtropicales superficiales se hallaron con salinidades > 35.1‰, logrando acercarse más hacia la costa frente a Chimboe.

Al nivel de 20 m. (Fig. 5) la distribución de la temperatura y salinidad fue bastante homogénea, propia de la estación de invierno, guardando un paralelismo en la distribución de las isotermas e isohalinas. A esta profundidad no se observó las aguas salinas mayores de 35.2‰ halladas en la superficie.

Al nivel de 50 m. (Fig. 6) se observó un cambio con respecto a los niveles anteriores en la distribución tanto de la temperatura como de la salinidad, hallándose la mayor parte del área ocupada por aguas con salinidades de 35.1 a 35.0‰ y temperaturas de 16° a 14°C.

En la superficie del mar (Fig. 4) se halló contenidos de oxígeno, fosfatos, silicatos y nitratos entre : 5.40 y 2.17 ml/L, 3.08 y 1.08, 27.74 y 2.98, 20.12 y 6.57 µg-at/L, respectivamente. Los valores menores de oxígeno (< 3 ml/L) se hallaron en el área de mayor afloramiento, asociados con los mayores valores de fosfatos (> 3 µg-at/L), nitratos (> 15 µg-at/L) y silicatos (> 25 µg-at/L).

En general, a lo largo de la costa se hallaron los menores contenidos de oxígeno y las mayores concentraciones de nutrientes, como resultado de los procesos de afloramiento.

Al nivel de 20 m. (Fig. 5) la distribución del oxígeno, fosfato y nitrato fue similar al de la superficie observándose solamente un cambio en la dis



tribución de los silicatos, debido probablemente al gran consumo en los procesos de fotosíntesis, especialmente al norte de Pimentel.

Al nivel de 50 m. (Fig. 6) se observó una modificación en la distribución del oxígeno y nutrientes con respecto a las capas superiores.

Las menores concentraciones de oxígeno y mayores concentraciones de nu -  
trientes se hallaron en la parte costera del área de estudio.

### 3.2.1.2.- Distribución vertical

En las secciones frente a Pimentel y Chimbote (Fig. 7) se observa -  
ron que el afloramiento costero procedía de la profundidad de 50 m., lle -  
vando a la superficie aguas de la corriente subsuperficial peruana, con un  
ancho de 80 y 60 km., respectivamente.

La napa se halló mejor desarrollada solamente lejos de la costa, en las  
áreas ocupadas por las aguas subtropicales superficiales, con salinidades ma  
yores de 35.1‰ y bajo contenido de nutrientes; mientras que las aguas  
de afloramiento cerca de la costa se caracterizaron por sus altas concen -  
traciones de nutrientes y bajo contenido de oxígeno.

La distribución de los micronutrientes estuvieron relacionados con los de  
densidad, debido a que ambos son una función del afloramiento y la den -  
sidad determina la estabilidad, la cual limita el grado de mezcla vertical.  
Los valores bajos de nitratos y silicatos observados en la estación # 33 y  
de nitratos en la estación # 26, situadas en áreas de afloramiento, puede  
interpretarse como el resultado del consumo de estos nutrientes durante la  
fotosíntesis.

La termoclina estuvo conformada por las isotermas de 14° a 17°C. La oxi -  
clina estuvo conformada por las isolíneas de 5.0 y 1.0 ml/L. Los nitratos,  
fosfatos y silicatos debajo de la napa mostraron grandes gradientes asocia -  
das con la termoclina y luego continuaron aumentando su concentración  
con la profundidad.

En general, la distribución del O<sub>2</sub> estuvo casi inversamente relacionada con

la de fosfatos, nitratos y silicatos, ya que los cambios en las concentraciones de estas propiedades están relacionadas con los procesos recíprocos bioquímicos de la fotosíntesis y oxidación (Redfield, 1958).

Los valores menores de 1.0 ml/l. se hallaron entre los 30 y 70 m., con valores menores de 0.25 ml/L frente a Chimbote.

### 3.2.2.- Crucero 7111

#### 3.2.2.1.- Distribución horizontal

En la superficie del mar (Fig. 8) se hallaron temperaturas y salinidades de 19.90 a 15.00°C y 35.21 a 34.94 ‰ respectivamente, hallándose las menores temperaturas cerca de la costa ( $< 17^{\circ}\text{C}$ ) y salinidades  $< 35.0$  ‰. El afloramiento más marcado se encontró entre Salaverry y Chimbote, alcanzando temperaturas  $<$  de  $16^{\circ}\text{C}$ . Las aguas costeras se hallaron con temperaturas  $< 18^{\circ}\text{C}$  y salinidades  $< 35.0$  ‰.

Las aguas subtropicales superficiales con salinidad  $> 35.1$  ‰ se hallaron presentes en el área, logrando acercarse más hacia la costa frente a Salaverry.

Al nivel de 20 m. (Fig. 9) la distribución de las isotermas fue casi paralela a la costa. La distribución de la salinidad fue bastante homogénea, hallándose reducido la influencia de las aguas subtropicales superficiales.

Al nivel de 50 m. (Fig. 10) la distribución de la temperatura fue bastante homogénea, hallándose en la parte costera del área de estudio temperaturas  $< 14^{\circ}\text{C}$ .

La distribución del oxígeno disuelto en la superficie del mar (Fig. 8) presentó varias celdas con altos contenidos. Cerca de la costa se hallaron concentraciones relativamente altas para una área de afloramiento, debido al resultado del proceso de fotosíntesis, lo cual se revela por la disminución de nitratos (Fig. 8) frente a Salaverry-Chimbote con valores  $>$  de 3.0  $\mu\text{g-at/L}$  y contenidos de silicatos  $>$  de 15  $\mu\text{g-at/L}$ . Frente a Pimentel -

Salaverry se halló una área de alto contenido de nutrientes (silicatos  $> 25$   $\mu\text{g-at/L}$ , nitratos  $> 20$   $\mu\text{g-at/L}$  y de fosfatos  $>$  de  $2.0$   $\mu\text{g-at/L}$ ); sin embargo cerca de la costa se hallaron valores  $<$  de  $1.0$   $\mu\text{g-at/L}$  de fosfatos, debido a su consumo durante la fotosíntesis, tal como se puede observar en la Fig. 8, en donde el contenido de  $\text{O}_2$  aparece sobresaturado. La gran concentración de fosfato ( $>3.5$   $\mu\text{g-at/L}$ ) observada al sur de Punta Aguja parece ser el resultado de procesos de regeneración in situ.

A nivel de los 20 m. (Fig. 9) se observó un cambio en la distribución del oxígeno y de los nutrientes, mostrando una marcada homogeneidad en la parte costera del área de estudio, a excepción del oxígeno el cual presentó una bolsa de alto contenido, asociado con bajos valores de nitratos ( $< 10$   $\mu\text{g-at/L}$ ) y de silicatos ( $< 20$   $\mu\text{g-at/L}$ ), como resultado de la fotosíntesis.

Al nivel de 50 m. (Fig. 10) la distribución del oxígeno fue diferente, mientras que la de los nutrientes fue algo similar a la de los 20 m.

### 3.2.2.2.- Distribución vertical

En las secciones de Pimentel y Chimbote, (Fig. 11) se observa que el afloramiento fue bastante costero y superficial, debido al calentamiento estacional y al debilitamiento de los vientos alisios. La profundidad del afloramiento fue de 35 m. y llevó a la superficie aguas de la Corriente Peruana Subsuperficial ricas en nutrientes.

La napa se halló arriba de los 20 m., asociada con los valores más bajos de nutrientes.

Los valores de nitratos  $< 4$   $\mu\text{g-at/L}$  y  $> 10$   $\mu\text{g-at/L}$  de silicatos observados frente a Chimbote son el resultado del consumo de estos durante la fotosíntesis, asociado de altos valores de oxígeno, alcanzando concentraciones de  $6.23$   $\text{ml/L}$  (Est. # 26).

La termoclina estuvo conformada mayormente por las isoterms de  $19^\circ$  a  $15^\circ\text{C}$ ,

asociada con la oxiclina conformada por las isolíneas de 5.0 a 1.0 ml/L. Los nutrientes debajo de la capa de mezcla presentaron una gran gradiente y luego aumentaron su concentración con la profundidad.

La isolínea de 1.0 ml/L fue hallada entre los 20 y 80 m. de profundidad, correspondiendo las mayores profundidades a las áreas lejos de la costa. Los valores menores de 0.25 ml/L, fueron hallados debajo de los 50 m, formando celdas.

### 3.2.3.- Crucero 7202

#### 3.2.3.1.- Distribución horizontal

En la superficie del mar (Fig. 12) se hallaron temperaturas entre 27.70 y 21.10°C y salinidades entre 35.2 y 33.22 ‰ .

La mayor parte del área estuvo ocupada por aguas con bajísimas salinidades ( $< 34.8$  ‰) y altas temperaturas ( $> 22$  °C) alcanzando salinidades  $< 33.5$  ‰ y temperaturas  $> 27$  °C, correspondientes a las aguas traídas por el fenómeno El Niño, es decir, aguas superficiales de la zona ecuatorial que dominaron casi toda el área de estudio y constituyeron malas condiciones ambientales para la pesquería de la anchoveta.

Las aguas del fenómeno El Niño avanzaron hasta frente a Chimbote. Dicho avance fue frenado cerca de la costa por las aguas de la corriente costera y más lejos de la costa por las aguas subtropicales superficiales ( $> 35.1$  ‰).

Al nivel de 20 m. (Fig. 12) al igual que en la superficie casi toda el área estuvo ocupada por las aguas superficiales de la zona ecuatorial de altas temperaturas que fueron arrastradas por el fenómeno de El Niño.

Al nivel de 50 m. (Fig. 13) se halló un cambio en la distribución de la temperatura y salinidad, hallándose reflejos de las aguas superficiales de la zona ecuatorial. También se observó una celda anticiclónica, con temperaturas  $>$  de 20°C, como resultado de la circulación en el área. Las

salinidades observadas a este nivel son bajas con respecto al promedio y sus respectivas temperaturas fueron más altas que el promedio, debido a la gran influencia de las aguas traídas por el fenómeno El Niño.

La distribución del oxígeno disuelto en la superficie del mar (Fig. 12) presentó valores relativamente altos en la parte costera del área de estudio, posiblemente debido al intercambio con la atmósfera y a la gran solubilidad del oxígeno disuelto, probablemente por las bajísimas salinidades encontradas en el área.

Al nivel de los 20 m. (Fig. 12) se redujo la cantidad de oxígeno con respecto a la superficie.

Al nivel de los 50 m. (Fig. 13) se observó una concentración de oxígeno mayor que el promedio, debido a la presencia de las aguas subsuperficiales procedentes del norte.

También se observó una celda con contenidos  $> 3.0$  ml/L de oxígeno, la cual estuvo asociada al movimiento anticiclónico observado en la distribución de la temperatura (Fig. 13).

### 3.2.3.2.- Distribución vertical

En las secciones Pimentel y Chimbote (Fig. 14) se observó la ausencia del afloramiento, debido al debilitamiento de los vientos alisios. La profundidad de la napa en las aguas subtropicales superficiales fue de 25 m. frente a Chimbote, (Fig. 29) asociada con valores de oxígeno  $> 4.0$  ml/L. Frente a Pimentel las aguas ecuatoriales superficiales se hallaron por encima de las aguas subtropicales superficiales, con una capa de mezcla de 30 m. de espesor. En la columna de 0-100 m. frente a Pimentel se observó temperaturas mayores y salinidades menores que el promedio, debido al predominio de las aguas procedentes del norte. La termoclina frente a Pimentel estuvo conformada por las isotermas de  $26^{\circ}$  a  $17^{\circ}\text{C}$ , con una gradiente vertical de  $2.0^{\circ}\text{C}/10$  m., la cual se de

bilitó frente a Chimbote. La oxiclina frente a Pimentel estuvo conformada por las isolíneas de 5.0 a 3.0 ml/L, mientras que frente a Chimbote estuvo constituida por las isolíneas de 4.0 a 1.0 ml/L.

Debajo de la termoclina la temperatura y la concentración del oxígeno disminuyeron, no obstante esto, frente a Pimentel debajo de los 50 m. se encontraron temperaturas y concentraciones de oxígeno mayores que lo normalmente hallado en el área, debido a la presencia de las aguas de la extensión de la corriente de Cromwell.

### 3.2.4.- Crucero 7207

#### 3.2.4.1.- Distribución horizontal

En la superficie del mar (Fig. 15) se hallaron temperaturas entre 22.60 y 20.20°C y salinidades entre 35.15 y 34.94 ‰. Las temperaturas en el área fueron superiores al promedio del mes, debido al predominio de las aguas subtropicales superficiales con salinidades mayores de 35.1 ‰ las cuales mantuvieron el calentamiento anormal en el área causado por el debilitamiento de los vientos y al retroceso de las aguas de la zona ecuatorial, creando condiciones desfavorables para el desarrollo de la pesquería peruana.

Los afloramientos más marcados se encontraron frente a Pimentel, Salaverry y Chimbote. Respecto al verano precedente se observó en el área una disminución en la temperatura y un aumento en la salinidad. Frente a Pimentel-Chimbote se encontraron rezagos de aguas de mezcla con salinidades entre 34.9 y 35.0 ‰.

Al nivel de 20 m. (Fig. 16) la distribución de la temperatura fue bastante homogénea, con rangos similares a los hallados en la superficie. Salinidades de 35.0 a 35.1‰ se encontraron en la parte costera del área de estudio.

Al nivel de los 50 m. (Fig. 17) se notó un cambio en la distribución de

la salinidad y temperatura, debido a cambios en la circulación.

Se observaron aguas con salinidades mayores de  $35.1\text{‰}$  y temperaturas menores de  $20^{\circ}\text{C}$ , procedentes del norte, las cuales frente a Pimentel se alejaron de la costa debido a la presencia de las aguas procedentes del sur.

La distribución de los nutrientes en la superficie del mar (Fig. 15) estuvo asociada con los procesos relacionados con la circulación en el área, hallándose bajas concentraciones de fosfatos, nitratos y silicatos en comparación con los promedios para el mismo mes, a excepción de las áreas de afloramiento frente a Pimentel y Chimbote. En esta última se hallaron concentraciones  $> 1.5 \mu\text{g-at/L}$  de fosfato,  $> 15 \mu\text{g-at/L}$  de silicatos y nitratos.

Los valores bajos de fosfatos, silicatos y nitratos encontrados frente a Salaverry son probablemente debido al consumo de nutrientes en los procesos de fotosíntesis.

Las menores concentraciones de oxígeno fueron halladas en las áreas de afloramiento, alcanzando valores  $< 3.0 \text{ ml/L}$  al norte de Salaverry.

Al nivel de 20 m. (Fig. 16) la concentración de los nutrientes fue baja con respecto a las condiciones promedio para el mismo mes y guardaron una buena correlación la distribución de los nitratos, fosfatos y silicatos, correspondiendo las mayores concentraciones al área frente a Pimentel-Chimbote. La distribución del oxígeno disuelto mostró valores mayores de  $4.0 \text{ ml/L}$  en la parte costera del área de estudio, hallándose la menor concentración frente a Chimbote ( $< 3.0 \text{ ml/L}$ ).

Al nivel de 50 m. (Fig. 17) la distribución de los nutrientes fue algo diferente que a 20 m., manteniéndose las mayores concentraciones de fosfato, nitrato, silicato frente a Pimentel, asociadas con contenidos de oxígeno  $< 2.0 \text{ ml/L}$ .

#### 3.2.4.2.- Distribución vertical

En las secciones frente a Pimentel y Chimbote (Fig. 18) se observa

que el afloramiento en este último fue más intenso, hallándose la profundidad de afloramiento entre los 40 y 80 m.

La napa se presentó con un espesor de 30 y 50 m. y estuvo mejor desarrollada lejos de la costa, asociada con los valores más bajos de nutrientes. La termoclina estuvo mejor desarrollada frente a Chimbote que en Pimentel, con una gradiente de  $1.3\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ m}$ . Debajo de ella la temperatura disminuyó con la profundidad. En la columna de 0-100 m. se observó un calentamiento en comparación con los años normales.

Frente a Chimbote las salinidades de 35.0 a 35.1 ‰ abarcaron casi toda la columna de 0-100 m., llevando a la superficie aguas procedentes del norte, asociadas con valores altos de oxígeno. La distribución de nutrientes mostró una gran gradiente debajo de la capa de mezcla y luego aumentó su concentración con la profundidad. En las figuras 28 y 29 se observa que por debajo de los 50 m., tanto en Pimentel como en Chimbote se hallan valores de oxígeno mayores que lo normalmente encontrado en el área, debido a la presencia de las aguas procedentes del norte.

Frente a Pimentel (Fig. 18) por debajo de los 40 m. y cerca de la costa se observaron valores de oxígeno entre 2.0 y 1.0 ml/L, mientras que en la mayor parte de la sección predominaron las concentraciones de 3.0 a 2.0 ml/L.

### 3.3.- Productividad

#### 3.3.1.- Clorófila "a"

##### 3.3.1.1.- Crucero 7202

##### 3.3.1.1.1.- Distribución horizontal

En la superficie del mar (Fig. 19) se hallaron concentraciones de clorófila "a" entre 0.00 y  $3.36\text{ }\mu\text{g/L}$ . Su distribución fue bastante irregular, hallándose bajísimos contenidos ( $< 0.5\text{ }\mu\text{g/L}$ ) en toda el área, a excepción de frente a Chimbote ( $> 3.0\text{ }\mu\text{g/L}$ ). La baja biomasa encon



trada, se debió al predominio de las aguas de la zona ecuatorial traídas por el fenómeno El Niño, caracterizadas por una pobre biomasa (Zuta y Guillén 1970 y Guillén 1971).

Al nivel de 20 m. (Fig. 19) la concentración de la clorófila "a" fue muy pobre ( $\leq 0.25 \mu\text{g/L}$ ) en toda el área, a excepción de frente a Pimentel ( $> 1.0 \mu\text{g/L}$ ).

Al nivel de 50 m. (Fig. 19) los valores de clorófila "a" fueron mucho más pobres que en los niveles superiores.

#### 3.3.1.1.2.- Distribución vertical

La distribución vertical (Fig. 20) de la clorófila "a", más allá de las 60 millas de la costa fue bastante homogénea con la profundidad y con valores bajísimos; valores mayores de  $3.0 \mu\text{g/L}$  se presentaron cerca de la costa en la capa de 0-10 m. frente a Chimbote (Est. # 41) y al nivel de 10 m. frente a Pimentel (Est. # 80). Normalmente la distribución de la clorófila "a" cerca de la costa es muy irregular y presenta más de una máxima concentración, muy diferente a lo observado en el crucero de estudio.

El contenido de la clorófila "a" en la zona eufótica se halló entre 0.0 y  $47.60 \text{ mg/m}^2$ , con un promedio de  $7.40 \text{ mg/m}^2$ . Sin considerar el valor máximo de clorófila "a" de la Est. 41 se tiene un promedio  $1.65 \text{ mg/m}^2$ , muy por debajo del promedio para el área.

#### 3.3.1.2.- Crucero 7207

##### 3.3.1.2.1.- Distribución horizontal

La clorófila "a" en la superficie (Fig. 19) presentó valores muy bajos ( $< 1.0 \mu\text{g/L}$ ) en casi toda el área, muy inferiores al promedio para la estación de invierno, asociados con bajísimos contenidos de nutrientes a excepción de frente a Punta Aguja en donde se halló concentraciones  $> 3.0 \mu\text{g/L}$ . Frente a Salaverry se observó una celda con

contenido  $> 1.0 \mu\text{g/L}$  asociada a las celdas de contenidos  $> 1.0 \mu\text{g-at/L}$  de fosfato y  $> 6.0 \mu\text{g-at/L}$  de silicato.

Al nivel de 20 m. (Fig. 19) la distribución de la clorófila "a" fue más homogénea y más pobre que en superficie.

Al nivel de 50 m. (Fig. 19) la concentración de clorófila "a" fue mucho más pobre que en las capas superiores.

### 3.3.1.2.2.- Distribución vertical

La distribución vertical de la clorófila "a" fue baja y homogénea lejos de la costa (Figs. 21 y 32 : Est. 27 y 10), mientras que cerca de ella fue bastante irregular, presentando hasta 4 máximos de contenidos de clorofila (Figs. 21 y 32 : Est. 49, Crucero 7207).

En la columna de 0-100 (Fig. 21) los valores máximos fueron de  $3.20 \mu\text{g/L}$  al nivel de 26 m. (Est. # 8) y de  $3.60 \mu\text{g/L}$  a 0 m. (Est. # 49) frente a Punta Aguja (Fig. 32). Las máximas concentraciones fueron halladas en la mayoría de los casos a profundidades diferentes de cero metros (Fig. 32).

### 3.3.2.- Feopigmentos

#### 3.3.2.1.- Crucero 7202

##### 3.3.2.1.1.- Distribución horizontal

En la superficie del mar (Fig. 22) la concentración de los feopigmentos fue muy baja, más allá de las 30 millas, observándose los valores mayores cerca de la costa, con concentraciones hasta de  $4 \mu\text{g/L}$  entre Pimentel y Salaverry.

Frente a Chimbote se halló una fuerte gradiente, coincidiendo con el límite del avance de las aguas del fenómeno El Niño.

A los niveles de 20 y 50 m. (Fig. 22) los valores de feopigmentos fueron muy bajos, hallándose concentraciones  $> 2.0 \mu\text{g/L}$  solamente frente a Pimentel.

### 3.3.2.1.2.- Distribución vertical

La distribución vertical de los feopigmentos fue irregular cerca de la costa (Fig. # 33), siendo más homogénea y con concentraciones más bajas lejos de ella. Su distribución vertical presentó hasta 3 máximos de concentraciones (Est. # 79). En las secciones frente a Pimentel y Chimbote (Fig. 20) se observó que las más altas concentraciones se hallaron cerca de la costa, logrando la máxima concentración ( $4.27 \mu\text{g/L}$ ) al nivel de 5 m. (Est. # 80) ; mientras que en el resto de la columna de 0-100 m. predominaron las concentraciones bajísimas de feopigmento, y con una distribución bastante irregular.

### 3.3.2.2.- Crucero 7207

#### 3.3.2.2.1.- Distribución horizontal

La distribución horizontal de feopigmentos en la superficie del mar (Fig. 22) fue bastante irregular, hallándose valores entre  $0.0$  y  $8.29 \mu\text{g/L}$  , con un promedio de  $2.34 \mu\text{g/L}$ .

La mayor concentración se halló frente a Chimbote ( $8.29 \mu\text{g/L}$ ) . Como resultado de la circulación del área se observó una celda con contenido  $> 4.0 \mu\text{g/L}$ .

Al nivel de 20 m. (Fig. 22) la distribución fue más homogénea, hallándose valores de  $0.0$  a  $3.29 \mu\text{g/L}$ .

Al nivel de 50 m. (Fig. 22) se hallaron valores bajos en la mayor parte del área, entre  $0.0$  y  $1.60 \mu\text{g/L}$ .

#### 3.3.2.2.2.- Distribución vertical

La distribución vertical de los feopigmentos (Figs. 21 y 33) fue irregular, presentando generalmente 2 máximas de concentración; y en algunas estaciones (Ests. 8 y 29) 3 máximas. La concentración máxima hallada fue de  $7.13 \mu\text{g/L}$  al nivel de 79 m. (Est. 29).

Frente a Pimentel (Fig. 21) se halló una distribución irregular de los feopig

mentos, observándose celdas con contenido  $>$  de  $2.0 \mu\text{g/L}$ . En cambio frente a Chimbote (Fig. 21) solamente cerca de la costa se encontraron concentraciones mayores de  $2.0 \mu\text{g/L}$  asociadas a los procesos de afloramiento.

### 3.3.3.- Producción Primaria

#### 3.3.3.1.- Crucero 7202

##### 3.3.3.1.1.- Distribución horizontal

En la superficie del mar (Fig. 23) los valores fueron muy bajos con respecto al promedio de la estación de verano. El promedio para el área fue de  $29.0 \text{ mgC/m}^3/\text{día}$  ( $2.04 - 115.69 \text{ mgC/m}^3/\text{día}$ ), hallándose los mayores valores cerca de la costa. Estas bajísimas concentraciones se debieron al fenómeno El Niño, cuyas aguas dominaron casi toda el área de estudio, las cuales estuvieron asociadas con bajísimas concentraciones de nutrientes.

##### 3.3.3.1.2.- Distribución vertical

La distribución vertical (Fig. 13) fue irregular, alcanzando las máximas concentraciones a los niveles de 1.5 m. (Est. # 80) y 2.5 m. (Est. # 110), con valores de  $125.04$  y  $158.88 \text{ mgC/m}^3/\text{día}$ , respectivamente, frente a Pimentel-Chimbote.

La producción total en la zona eufótica presentó los mayores valores frente a Pimentel y Chimbote. La concentración promedio para el área fue de  $0.39 \text{ gC/m}^2/\text{día}$ , 3 veces menor que el promedio del área. Estas bajísimas concentraciones se debieron a las aguas de origen ecuatorial que dominaron el área, las cuales se caracterizan por sus bajísimas concentraciones de nutrientes y de una pobre productividad.

#### 3.3.3.2.- Crucero 7207

##### 3.3.3.2.1.- Distribución horizontal

En la superficie del mar (Fig. 23) se hallaron valores entre 1.0

y  $10.92 \text{ mgC/m}^3/\text{día}$ , con un promedio de  $6.6 \text{ mgC/m}^3/\text{día}$  para la franja costera de 60 millas.

### 3.3.3.2.2.- Distribución vertical

La distribución vertical de la producción primaria (Fig. 13) fue baja y bastante homogénea, muy diferente a la distribución normalmente hallada en el área.

La concentración promedio en la zona eufótica para el área fue de  $0.13 \text{ gC/m}^2/\text{día}$ . La más alta concentración se halló a 8 m., con un valor de  $16.8 \text{ mgC/m}^3/\text{día}$  (Est. # 29) frente a Pimentel. La baja productividad del área, probablemente se deba a la baja cantidad de nutrientes y a la baja eficiencia fotosintética de las células fitoplanctónicas dominantes en el área.

### 3.4.- Variaciones

Las variaciones mensuales de la temperatura de la superficie del mar para el período de estudio Agosto 1971-Julio 1972, así como sus respectivas desviaciones térmicas con respecto al promedio de 40 años son mostradas en las figuras del 24 al 27, en las cuales se observa el inicio del fenómeno El Niño (Febrero), su desarrollo (Marzo) y finalización de la primera fase seguida del avance anormal de las aguas subtropicales superficiales hacia la costa, dominando el área de estudio, debido al debilitamiento de los vientos y al retroceso de las aguas superficiales de la zona ecuatorial, manteniendo así el calentamiento en el área.

Para mostrar las variaciones estacionales se ha seleccionado estaciones situadas en áreas de afloramiento y en áreas lejos de la costa, es decir, dos ambientes totalmente diferentes. La circulación en el área de estudio esta influenciada por las aguas subtropicales superficiales ( $S = > 35.1 \text{ ‰}$ ), aguas ecuatoriales superficiales ( $S = < 34.8 \text{ ‰}$ ) y por las aguas costeras frías ( $S = 35.1-34.8 \text{ ‰}$ ); así como también por los vientos su-

perficiales.

Para determinar si las condiciones oceanográficas son normales o anormales se comparó las temperaturas halladas en la superficie del mar con las temperaturas promedios de 40 años (Zuta y Urquiza, 1970), las cuales son mostradas en la Fig. 23. Durante el verano y el invierno de 1972 se observaron desviaciones térmicas positivas en todo el área de estudio, alcanzando valores hasta de  $4.8^{\circ}\text{C}$ , debido al fenómeno El Niño en el primer caso (verano) y en el segundo (invierno) a la presencia de las aguas subtropicales superficiales, los cuales mantuvieron el calentamiento en el área, lo cual esta de acuerdo a lo encontrado por Zuta (1972, 1973).

La figura 26 muestra las variaciones de la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, fosfatos, nitratos y silicatos en 2 áreas que normalmente se presenta el afloramiento ubicadas frente a Pimentel y Chimbote. En ellas se observa la gran variación estacional de primavera (Est. # 58) a verano (Est. # 81), observándose en éste último un gran incremento de la temperatura y salinidades bajísimas en ambas áreas, asociadas con contenidos bajos de nutrientes, debido al fenómeno El Niño, cuyas aguas tienen una productividad pobre. Comparando el invierno de 1972 con el de 1971 se observa un incremento de  $5^{\circ}$  a  $6^{\circ}$  en la columna de agua; sin embargo la salinidad frente a Pimentel no mostró grandes cambios y en Chimbote solamente se observó cambios más notorios en salinidad arriba de los 50 m. El verano de 1972 mostró bajos valores de nutrientes en comparación con lo normalmente hallado en el área, debido al fenómeno El Niño. Comparando el invierno de 1972 con el 1971 se halló en el primero bajas concentraciones de silicatos y nitratos, generalmente debajo de los 15 m. y menos contenidos de fosfatos en la columna de agua, que lo normalmente hallado para el área de estudio.

El oxígeno disuelto mostró una distribución algo irregular debido a los procesos fotosintéticos y también a los de mezcla y circulación, presentando

en la capa de 10 m. valores de oxígeno mayores de 7.0 ml/L frente a Pimentel, (Fig. 28) como resultado de la fotosíntesis. Debajo de los 20 m. (Fig. 28) generalmente, se observó un máximo de oxígeno, relacionado con las aguas provenientes de la extensión de la Corriente de Cromwell, (Cochrane y Zuta, 1968).

La figura 29 muestra las variaciones de temperatura, salinidad, oxígeno, fosfatos, nitratos, y silicatos frente a Pimentel y Chimbote, cuyas áreas están normalmente ocupadas por aguas subtropicales superficiales con salinidades  $> 35.1 \text{ ‰}$ . En ella se observa un incremento desde el invierno de 1971 al verano 1972 de  $8^{\circ}$  a  $9^{\circ}\text{C}$  en la capa superficial, debido a la presencia frente a Pimentel de las aguas procedentes de la zona ecuatorial con salinidades  $< 33.5 \text{ ‰}$ ; mientras que frente a Chimbote se debió a las aguas subtropicales superficiales, con un espesor de 25 m, aproximadamente.

Comparando el invierno de 1972 con el 1971 se notó un calentamiento en la columna de agua de 0-100 m. de  $4^{\circ}$ - $5^{\circ}\text{C}$  aproximadamente.

A pesar de tener pocos datos de nutrientes para el verano de 1972 podemos decir que la cantidad de nutrientes hallados fue inferior a lo normalmente encontrado en el área para la misma estación. La concentración de los nutrientes hallados en el invierno de 1972 fueron inferiores al invierno de 1971, especialmente en lo que respecta a los fosfatos.

La distribución del oxígeno disuelto fue algo irregular, correspondiendo los valores menores al verano de 1972, arriba de los 30 m. Frente a Pimentel se observó entre los 15 y 45 m. una capa de oxígeno con contenidos  $> 4.0 \text{ ml/L}$ , no observado frente a Chimbote. En la subsuperficie, en la primavera se observó un máximo de oxígeno debajo de los 70 m. relacionado con las aguas procedentes de la extensión de la Corriente de Cromwell. También se halló una capa con un espesor de 75 m, con valores de oxígeno  $> 4.0 \text{ ml/L}$  (Est. 30) correspondiente a las aguas subtro-

picales superficiales, las cuales afectaron grandemente el área.

Los cambios en el espesor de la capa de mezcla se deben a la acción no uniforme de la acción del viento, mediante procesos verticales y laterales, asociados con las corrientes superficiales o casi superficiales y especialmente a los efectos del calentamiento in situ. La termoclina es de gran importancia biológica debido a que afecta el grado de reabastecimiento de los micro-nutrientes a la capa superficial y por lo tanto controla la mezcla vertical con aguas más profundas, ricas en nutrientes.

La variación de la temperatura, salinidad, oxígeno, fosfato y silicato promedio en la columna de agua de 0-50 m., en función de la distancia de la costa es mostrada frente a Pimentel (Fig. 30) donde sobresale el verano de 1972 por su contenido bajísimo de salinidad y alta temperatura, debido al fenómeno El Niño. Al hacer la comparación de los dos inviernos se observa que el de 1972 fue 5°C, aproximadamente, más caliente. A pesar de no haber grandes diferencias en la salinidad, se observa además que el contenido de nutrientes de 1972 fue inferior al de 1971, especialmente en lo que respecta a los fosfatos.

Como las masas de agua se caracterizan por su temperatura y salinidad, la comparación de los diagramas temperatura-salinidad (Fig. 31) pueden darnos una información acerca del grado de interacción y mezcla de 2 ó más masas de agua.

En ellas se observa que las aguas tropicales y ecuatoriales superficiales con salinidades menores de 33.8 ‰ y < 34.8 ‰, respectivamente, y altas temperaturas, ambas, afectaron grandemente al nivel de 0 y 20 m. y en mínima proporción a 50 m. También se observan las aguas subtropicales superficiales con salinidades > 35.1 ‰ y las aguas de la Corriente Fría Peruana con salinidades entre 34.9 y 35.1 ‰.

La figura 32 muestra las variaciones de la clorófila "a" en el verano e invierno de 1972, en los cuales se observa que lejos de la costa, figuras



32 a y 32 c (Est. 10 y 27), las concentraciones son bajas y relativamente uniformes con la profundidad.

Las figuras 32 b y 32 d presentan las variaciones de la clorófila "a" en el verano e invierno en áreas de afloramiento, en las cuales se observa una distribución irregular con la profundidad, presentando hasta 4 máximos de concentración (Est. 49). La Fig. 32c muestra otros ejemplos de la distribución de la clorófila "a" durante el invierno de 1972. El promedio para el área del contenido de clorófila "a" en la capa eufótica fue de  $1.65 \text{ mg/m}^2$  para el verano (sin considerar el valor de la Est. 41 de  $47.0 \text{ mg/m}^2$ ) y de  $10.18 \text{ mg/m}^2$  para el invierno.

De acuerdo a Lorenzen (1967) la cantidad de feopigmentos en la columna de agua es proporcional a la tasa de apacentamiento, excreción y defecación del zooplancton herbívoro .

Las variaciones de los feopigmentos del verano al invierno de 1972 (Fig. 33) presenta una gran diferencia en su concentración, correspondiendo los menores valores al verano (Figs. 33a y 33b). Generalmente, los valores más bajos y con una distribución casi homogénea, se hallaron en las estaciones lejos de la costa (Figs. 33a y 33c , Est. 10), cuyas áreas estuvieron ocupadas por las aguas superficiales de origen ecuatorial. Las mayores concentraciones se hallaron en general cerca de la costa (Figs . 33b y 33c, Ests. 8 y 30), con una distribución vertical muy irregular, debido en gran parte a los procesos de mezcla y circulación.

No se encontró una buena correlación entre la distribución de la clorófila "a" y los feopigmentos, sin embargo en algunas estaciones la distribución fue inversa entre la clorófila y los feopigmentos en la columna de agua (Figs. 32 y 33 : Ests. 30, 8, 13, 110 y 81).

El promedio para el área del contenido de feopigmentos en la zona eufótica fue de  $17.71 \text{ mg/m}^2$  para el verano y de  $73.90 \text{ mg/m}^2$  para el invierno.

La relación  $Cl \text{ "a"/F}$  promedio en la superficie del mar del verano al invierno de 1972, cambio de 0.2 a 0.4.

Las variaciones de la producción primaria es mostrada en la Fig. 13 situada en una área generalmente de afloramiento y otra lejos de la costa.

La primera (Fig. 13 a) presenta una distribución bastante similar y uniforme con la profundidad, diferente a lo normalmente hallado en el área. La más alta producción se observó en las estaciones # 80 y 110 con 0.57 y 0.90  $gC/m^2/día$ , inferior al promedio del área para la misma estación.

La figura 13 muestra la variación de la productividad en aguas lejos de la costa, en la cual se observa valores bajos de producción y una distribución homogénea con la profundidad.

### 3.5.- El Fenómeno "El Niño 1972"

Durante el año 1972, se observó dos avances de aguas superficiales de la zona ecuatorial hacia el SE, uno en Febrero-Marzo y el otro en Noviembre-Diciembre. En el presente estudio sólo nos ocuparemos del primero.

Durante el Crucero 7202 (Zuta et al, 1973), las aguas superficiales de la zona ecuatorial avanzaron en dirección SE, en forma de una lengua con salinidades menores de 34.5 ‰ y temperaturas mayores de 23°C, asociados a concentraciones bajísimas de nutrientes y de una baja productividad, con un espesor promedio de 30 m., favorecida por el debilitamiento de los vientos alisios del SE. Dicha lengua avanzó hasta los 10°S afectando enormemente a la pesquería de la anchoveta, observándose anomalías térmicas de 3 a 6°C sobre el promedio. En los meses siguientes el enfriamiento fue leve hallándose las temperaturas más bajas en Setiembre- Noviembre, en cuyo intervalo las anomalías positivas se encontraron más cerca del promedio.

Durante el Crucero 7207 se observaron desviaciones positivas de 2 a 3°C sobre el promedio. De manera similar a fenómenos anteriores (Zuta, 1973) al retroceso hacia el norte de las aguas ecuatoriales superficiales, le siguió una fuerte penetración de aguas subtropicales superficiales hacia la costa, asociada con concentraciones bajísimas de nutrientes y una pobre productividad, creando un ambiente desfavorable para la anchoveta, dando como resultado que el calentamiento anormal ya existente en el área se mantenga, y en algunas partes se acentue.

El desarrollo del fenómeno El Niño fue favorecido por el gran debilitamiento de los vientos alisios del Sur-Este, los cuales estuvieron asociados con bajas presiones. La Fig. 34 ha sido seleccionada para mostrar las anomalías de la distribución de la presión, temperatura del aire y temperatura superficial del mar, en los cuales se observa una buena correlación entre ellas, es decir, los fenómenos El Niño ocurridos en 1957, 1965, 1969 y 1972 se caracterizaron por sus grandes desviaciones térmicas positivas, asociadas con altas desviaciones térmicas positivas de la temperatura del aire y bajas desviaciones negativas de presiones.

El fenómeno El Niño de 1972-73 ha sido estudiado en detalle por Zuta (1972, 1973 a, b, c y d), Wooster y Guillén (1973) y Guillén y Farfán (1973), de los cuales se desprende :

- a) Que el fenómeno El Niño se presenta con diferentes intensidades con intervalos de 5 a 16 años y su duración es variable.
- b) Que las características que anteceden al fenómeno El Niño también son variables.
- c) Que los datos estadísticos de las estaciones fijas frente a las costas del Perú muestran que períodos extremadamente fríos de 2 a 6 años, preceden al fenómeno El Niño (desviaciones térmicas negativas por debajo de 2°C), así por ejemplo el período extremadamente frío de

1933-38 precedió al Niño de 1941, los de 1950 y 1954-55 al Niño de 1957 y el de 1970-71 al Niño de 1972.

El período moderadamente frío de 1961-64 precedió al Niño de 1965.

El fenómeno El Niño de 1972 fue bastante similar al de 1957 (Bjerknes, 1961 y 1967; Wooster, 1960).

Siguiendo la clasificación de Zuta (1973) se tienen 4 categorías : a) Niño gigante: 1891 ; b) Niño grande: 1925, 1941, 1957 y 1972, con una duración de 13 a 15 meses; c) Niño mediano: 1965, con una duración de 10 meses aproximadamente y d) Niño pequeño: 1953, 1969, con una duración de 4 meses aproximadamente.

Los valores: promedios, máximos y mínimos de la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, fosfatos, nitratos, silicato, clorófila "a" y feopigmentos a los niveles de 0, 20 y 50 m. de los cruceros B.A.P. Unanue 7108, 7111, 7202 y 7207 son mostrados en las tablas 1, 2 y 3.

Los valores promedios (tabla # 1) confirman la gran anomalía del año 1972, debido a la ocurrencia del fenómeno del Niño, el cual afectó hasta la capa de 50 m.

A este nivel se observó en el invierno de 1972 cerca de 4°C superior al hallado en el invierno de 1971 (tabla # 1).

#### 4.- Referencias

Barber, R.T.; Dugdale, R.R.C.; Mac Isaac, J.; Smith, R.L.  
1971.

Variaciones en el crecimiento de fitoplancton asociadas con la procedencia y el condicionamiento del agua aflorada.  
Inv. Pesq. 35(1) pág. 171-193.

Beers, J.; Stevenson, M.; Eppley, R. and Brooks, E.  
1971.

Plankton populations and upwelling of the Coast of Peru,  
June 1969.

Fish. Bull. Vol. 69 N° 4 : 859-876

Bjerknes, J.

1961.

"El Niño" study based on analysis of ocean temperatures  
1935-1937.

1967.

Survey of "El Niño" 1957-1958 in its relation to Tropical  
Pacific Meteorology Inter-Amer. Trop. Tuna Comm. Bull.  
12 (2) 1-42.

Blackburn, M.

1963.

Distribution and abundance of tunas related wind and  
ocean conditions in the Gulf of the Tehuantepec, Mexico  
p. 1557-1582.

In H. Rosa Jr. editor proceedings of the World Scientific  
meeting on the biology of tunas and related species, La  
Jolla, California 1962.

FAO Fish. Rep., 6 (3) Methodological and Experiencie  
papers : 977-1851.

1965.

Oceanography and the ecology of tunas.

Oceanogr. Mar. Biol., Ann. Rev. 3 : 299-322.

1966.

Biological Oceanography of the Eastern Tropical Pacific:  
sumary of existing information.

Spec. Scient. Rep. U.S. Fish. Wildl. Serv. Fish.

N° 540:18 pp.

Blasco, D.

1971.

Composición y distribución del fitoplancton en la región del afloramiento de las costas peruanas.

Inv. Pesq. 35 (1) 61-112.

Boerema, L.K.

1970.

The Fish resources of the ocean.

FAO Fish. Tech. Pap., (97) : 164-175.

Broadhead, G.C. and I. Barrett.

1964.

Some factors affecting the distribution and apparent abundance of yellowfin and skipjack tuna in the Eastern Pacific Ocean (in English and Spanish).

Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull 8 (8) : 417-473.

Carpenter, J.H.

1965.

The Chesapeake bay Institute Technique for the Winkler dissolved oxygen method.

Limnol. Oceanogr. 10 (1) 141-143.

Cochrane, J.D. and Zuta S.

1968.

Equatorial Currents East of the Galapagos Islands in February-March 1967.

Texas A & M. University (In Press).

Cushing, D.H.

1969.

Upwelling and Fish production.

FAO Fish. Tech. Pap (84) : 40p.

Dugdale, R.C. ; Mac Isaac, J.

1971.

Un modelo matemático representativo de la asimilación de nitrato en la región de afloramiento del Perú.

Inv. Pesq. 35 (1) pág. 299-308.

Forsbergh, E.D. and J. Joseph.

1964.

Biological production in the Eastern Pacific ocean (in English and Spanish).

Inter-Amer. Trop. Tuna Comm. Bull : 8 (9) 477-527.

Guillén, O. e Izaguirre de Rondán.

1968.

Producción de las aguas costeras del Perú en el año 1964.

Inst. Mar Perú 1, 7, 394-76.

Guillén, O., Calienes, R. and I. de Rondán, R.

1969.

Contribución al estudio del ambiente de la anchoveta (*Engraulis ringens* J.).

Bol. Inst. Mar Perú, 2 (2) : 49-76.

Guillén, O.

1971.

The "El Niño" phenomenon in 1965 and its relations with the productivity in coastal Peruvian waters.

Fertility of the Sea. Ed. J. Costlow, Gordon and Beach :  
Vol. 1 : 187-196.

Guillén, O., Rojas de Mendiola, B. and Izaguirre de Rondán, R.  
1971.

Primary productivity and phytoplankton in the Coastal  
Peruvian Waters.

Fertility of the Sea. Vol. 1 : 157-185 .

Gordon and Breach Science Publishers, New York.

Guillén, O., Farfán, M.

1973 a.

Anomalías oceanográficas durante el año 1972.

Inst. Mar Perú (En prensa).

Guillén, O.

1973 b.

Carbon chlorophyll relationships in Peruvian Coastal waters.

Oceanography of the South Pacific 1972, comp. R. Fraser.

New Zealand Commission for UNESCO, Wellington: 1973 :  
373-385.

Guillén, O. e Izaguirre, R. de Rondán.

1973 c.

Distribution of chlorophyll "a" in the Peru Coastal Current.

Oceanography of the South Pacific 1972, comp. R. Fraser.

New Zealand Commission for UNESCO, Wellington : 1973 :  
387-395.

Guillén, O. e Izaguirre, R. de Rondán.

1973 d.

Nutrients in the Peru Coastal Current.

Oceanography of the South Pacific 1972, comp. R. Fraser.

New Zealand Commission for UNESCO, Wellington : 1973 :  
397-404.



Guillén, O., Rojas B. de Mendiola, e Izaguirre R. de Rondán.  
1973 e.

Primary productivity and phytoplankton in the coastal  
Peruvian waters.

Oceanography of the South Pacific 1972, comp, R. Fraser.  
New Zealand Commission for UNESCO, Wellington : 1973 :  
405 - 418..

Guillén, O., Rojas de Mendiola, B., e Izaguirre de Rondán, R.  
1973 f.

"Productividad biológica de las aguas costeras del Perú".  
Inst. Mar Perú Bol. (En prensa).

Johnson, M.W., and E. Brinton.  
1963.

Biological species, water-masses and currents.

In : The Sea, M.N. Hill, Edit., Vol. 2, (IV) Biological  
Oceanography, Interscience Publishers, New York and  
London, 381-414.

Jordán, R.  
1971.

Distribución de la anchoveta (*Engraulis ringens*) en relación  
con el ambiente.

Inv. Pesq. 35 (1) pág. 113-126.

Lorenzen, Carl J.  
1967.

Determination of chlorophyll and phaeo-pigments:  
Spectrophotometric Equations.

Limnol. Oceanogr. 12 (2) : 343-346.

1968.

**Carbon/chlorophyll relationships in an upwelling area.**

**Limnol. Oceanogr., Vol. 13, N° 1: 202-204.**

**Poole, H.H., and Atkins, W.R.G.**

1929.

**Photo-electric measurements of submarine illumination throughout the year.**

**J. Mar. Biol. Assoc. U.K. 20 : 1-27.**

**Redfield, A.C.**

1958.

**The biological control of chemical factors in the environment.**

**Amer. Sci., 46 (3) 205-221.**

**Ryther, J.H., Menzel, D.W., Hulbert, E.M., Lorenzen, C.J.**

**and Corwin N.**

1970.

**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.**

**Smith, R., Enfield, D., Hopkins, T., Pillsbury, R.D.**

1971.

**La circulación en un sistema de afloramiento: la campaña Pisco.**

**Inv. Pesq. 35 (1) pág. 9-24.**

**Steedmann Nielsen, E.**

1952.

**The use of radio-active carbon (14C) for measuring organic production in the sea.**

**J. Cons. Explor. Mer. 18, 117-40.**

Strickland, J.D.H.

1967.

Part. III Data record and Comments Cruise FGG 66/1.  
Institute of Marine Resources : IMR 67-9, University of  
California.

Strickland, J.D.H., and Parsons, T.R.

1968.

A practical handbook of seawater analysis.  
Bull. 167. Fish. Res. Bd. Can., Queen's  
Printer, Ottawa 311 p.

Strickland, J.D.H., Eppley, R.W., y Rojas de Mendiola, B.

1969.

Poblaciones de fitoplancton, nutrientes y fotosíntesis en  
aguas costeras peruanas.  
Inst. Mar Perú 2, 1, 4-12.

Walsh, J.J., Dugdale, R.C.

1971.

Un modelo de simulación de flujo de nitrógeno en el sistema  
de afloramiento del Perú.  
Inv. Pesq. 35 (1) pág. 309-330.

Wooster, W.S.

1960.

"El Niño"  
Calif. Coop. Ocean. Fish.  
Invest. Rept. 7:43-45.

Wooster, W.S. y Guillén, O.

1972.

Characteristics of El Niño in 1972.  
Inst. Mar Perú-Callao, Bol. (En prensa).

Zuta, S. y Guillán, O.

1970.

Oceanografía de las aguas costeras del Perú.

Bol. Inst. Mar Perú 2 (5) 157-324.

Zuta, S. y Urquiza, W.

1972 a.

Temperatura promedio de la superficie del mar frente a la costa peruana. Período 1928-1969.

Bol. Inst. Mar Perú-Callao Vol. 2 N° 8.

Zuta, S.

1972 b.

El Fenómeno "El Niño".

Revista Estudios del Pacífico : Valparaíso, Chile, N° 5,  
27-42 pp.

Zuta, S.

1973 a.

El Fenómeno "El Niño 1972-73".

Revista Asociación Oficiales Generales (ADOGEN) : N° 35  
Lima, Perú : 29-44 pp.

1973 b.

Condiciones Oceanográficas durante el Crucero 7305 del  
BEC "Professor Mesyatsev".

Inst. Mar Perú-Callao, Inf. Esp. IM-134.

1973 c.

Condiciones Oceanográficas anormales frente al Perú en la  
Primavera de 1972.

Inst. Mar Perú-Callao, Inf. Esp. IM-(En prensa).

Zuta, S., Urquiza, W. y Liendo, V.

1973 d.

Condiciones Oceanográficas anormales frente al Perú en el  
Verano de 1972.

Inst. Mar Perú-Callao, Inf. Esp. IM- (En prensa).

TABLA N° 1

Promedios de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, fosfatos, nitratos, silicatos, clorófila "a" y feopigmentos en el agua de mar a los niveles de 0, 20 y 50 m.

Crucero	Temperatura ( °C )			Salinidad ( ‰ )			Oxígeno (ml/L)			Fosfatos (µg-at/L)		
	0 m.	20 m.	50m.	0 m.	20 m.	50 m.	0 m.	20m.	50m.	0 m.	20m.	50m.
7108	16.53	16.15	15.10	35.163	35.080	35.051	4.15	3.43	1.30	2.24	2.30	2.78
7111	18.00	16.72	14.33	35.026	35.016	35.004	5.64	3.81	0.80	1.46	2.80	2.79
7202	25.35	23.76	19.33	34.410	34.534	34.779	5.14	4.01	2.37	0.89	1.00	1.68
7207	21.55	21.24	19.52	35.035	35.022	35.078	4.40	4.28	2.70	0.91	1.19	1.30

Crucero	Nitratos (µg-at/L)			Silicatos (µg-at/L)			Clorófila "a" (µg/L)			Feopigmentos (µg/L)		
	0 m.	20 m.	50m.	0 m.	20m.	50m.	0m.	20m.	50m.	0 m.	20m.	50m.
7108	11.26	12.33	12.11	14.83	14.27	16.03						
7111	3.18	10.62	15.00	15.89	19.37	23.67						
7202							0.20	0.17	0.06	0.53	0.33	0.40
7207	10.29	9.32	13.65	7.74	9.09	17.42	0.59	0.53	0.22	2.34	0.95	0.72

TABLA N° 2

Mínimos valores de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, fosfatos, nitratos, silicatos, clorófila "a" y feopigmentos en el agua de mar a los niveles de 0, 20 y 50 m

Crucero	Temperatura ( °C )			Salinidad ( ‰ )			Oxígeno ( ml/L )			Fosfatos ( µg-at/L )		
	0 m.	20m.	50m.	0 m.	20m.	50 m.	0 m.	20m.	50m.	0 m.	20m.	50m.
7108	15.10 (33)	15.04 (26)	14.05 (26)	35.058 (37)	35.030 (26)	34.999 (27)	2.17 (33)	1.69 (33)	0.22 (26)	1.08 (28)	2.16 (36)	2.27 (34)
7111	15.00 (62)	14.05 (58)	13.37 (26)	34.940 (84)	34.976 (28)	34.963 (26)	4.05 (83)	0.50 (26)	0.19 (34)	0.18 (72)	2.22 (53)	1.82 (28)
7202	21.10 (30)	17.71 (41)	16.07 (41)	33.220 (96)	34.221 (51)	34.560 (81)	4.03 (83-100)	1.55 (41)	1.07 (81)		0.60 (85)	
7207	20.20 (7)	19.31 (7)	18.81 (7)	34.941 (27)	34.949 (20)	34.953 (20)	3.57 (7)	2.51 (7)	1.50 (30)	0.18 (27)	0.19 (27)	0.62 (27)
Crucero	Nitratos ( µg-at/L )			Silicatos ( µg-at/L )			Clorófila "a" ( µg/L )			Feopigmentos ( µg/L )		
Unanue	0 m.	20m.	50m.	0 m.	20m.	50m.	0m.	20m.	50m.	0m.	20m.	50m.
7108	6.57 (28)	8.98 (26)	9.51 (38)	2.98 (32)	6.54 (38)	4.36 (38)						
7111	0.31 (73)	5.45 (26)	8.68 (57)	7.31 (30)	16.88 (58)	17.46 (57)						
7202							0.00 (v)	0.00 (v)	0.00 (v)	0.00 (v)	0.00 (76)	0.00 (76)
7207	2.63 (27)	4.06 (27)	6.73 (28)	1.67 (27)	1.78 (27)	6.55 (50)	0.00 (v)	0.00 (20-27)	0.80 (7-27)	0.00 (11-20)	0.00 (28)	0.00 (28-49)

( ) Los números dentro de los paréntesis indican el número de la estación

(v) Indica varias estaciones con la misma concentración.

## LISTA DE FIGURAS

- Fig. 1.- Carta 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. 4.- Distribución de la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, fosfato, nitratos y silicatos en la superficie del mar.
- Fig. 5.- Distribución de la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, fosfato, nitratos y silicatos a 20 m.
- Fig. 6.- Distribución de la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, fosfato, nitratos y silicatos a 50 m.
- Fig. 7.- Sección de : a) temperatura ( °C ), b) salinidad ( ‰ ), c) densidad ( gr/L ), d) oxígeno disuelto ( ml/L ), e) fosfato (  $\mu\text{g-at/L}$  ), f) nitrato (  $\mu\text{g-at/L}$  ) y g) silicatos (  $\mu\text{g-at/L}$  ) frente a Pimentel y Chimbote durante el invierno de 1971 ( C. U. 7108 ).
- Fig. 8.- Distribución de la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, fosfatos, nitratos y silicatos en la superficie del mar.
- Fig. 9.- Distribución de la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, fosfatos, nitratos y silicatos a 20 m.
- Fig. 10.- Distribución de la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, fosfatos, nitratos y silicatos a 50 m.
- Fig. 11.- Sección de a) temperatura ( °C ), b) salinidad ( ‰ ), c) densidad ( gr/L ), d) oxígeno disuelto ( ml/L ), e) fosfatos (  $\mu\text{g-at/L}$  ), f) nitratos (  $\mu\text{g-at/L}$  ), g) silicatos (  $\mu\text{g-at/L}$  ) frente a Pimentel y Chimbote durante la Primavera de 1971 ( C. U. 7111 ).
- Fig. 12.- Distribución de la temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en la superficie del mar y a 20 m.
- Fig. 13.- Distribución de la temperatura, salinidad y oxígeno a 50 m.



- Fig. 14.- Sección de a) temperatura ( °C ), b) salinidad ( ‰ ), c) densidad ( gr/L ) y oxígeno disuelto ( ml/L ) frente a Pimentel y Chimbote durante el verano de 1972 ( C. U. 7202 ).
- Fig. 15.- Distribución de la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, fosfato, nitratos y silicatos en la superficie del mar.
- Fig. 16.- Distribución de la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, fosfato, nitratos y silicatos a 20 m.
- Fig. 17.- Distribución de la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, fosfato, nitratos y silicatos a 50 m.
- Fig. 18.- Sección de a) temperatura ( °C ), b) salinidad ( ‰ ), c) densidad ( gr/L ), d) oxígeno disuelto ( ml/L ), e) fosfatos (  $\mu\text{g-at/L}$  ), f) nitratos (  $\mu\text{g-at/L}$  ), g) silicatos (  $\mu\text{g-at/L}$  ) frente a Pimentel y Chimbote durante el invierno de 1972 ( C. U. 7207 ).
- Fig. 19.- Distribución de la clorófila "a" en la superficie del mar, 20 y 50 m. durante el verano e invierno de 1972.
- Fig. 20.- Sección de clorófila "a" (  $\mu\text{g/L}$  ) y feopigmentos (  $\mu\text{g/L}$  ) frente: a) Pimentel y b) Chimbote durante el verano de 1972 ( C. U. 7202 ).
- Fig. 21.- Sección de clorófila "a" (  $\mu\text{g/L}$  ) y feopigmentos (  $\mu\text{g/L}$  ) frente: a) Pimentel y b) Chimbote durante el invierno de 1972 ( C. U. 7207 ).
- Fig. 22.- Distribución de feopigmentos (  $\mu\text{g/L}$  ) en la superficie del mar a 20 y 50 m.
- Fig. 23.- Distribución de Producción Primaria durante el verano e invierno de 1972.
- Fig. 24.- Desviaciones térmicas en la superficie del mar respecto al promedio ( 1928-69 ).
- Fig. 25.- Desviaciones térmicas en la superficie del mar respecto al promedio ( 1928-69 ).

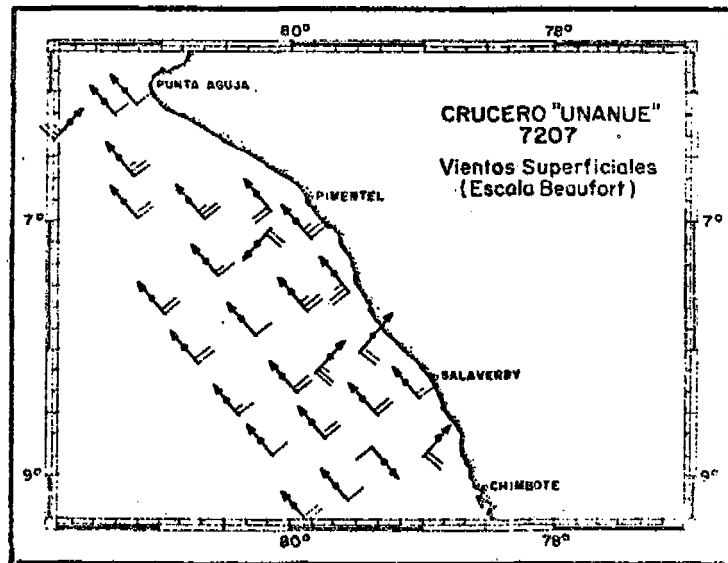
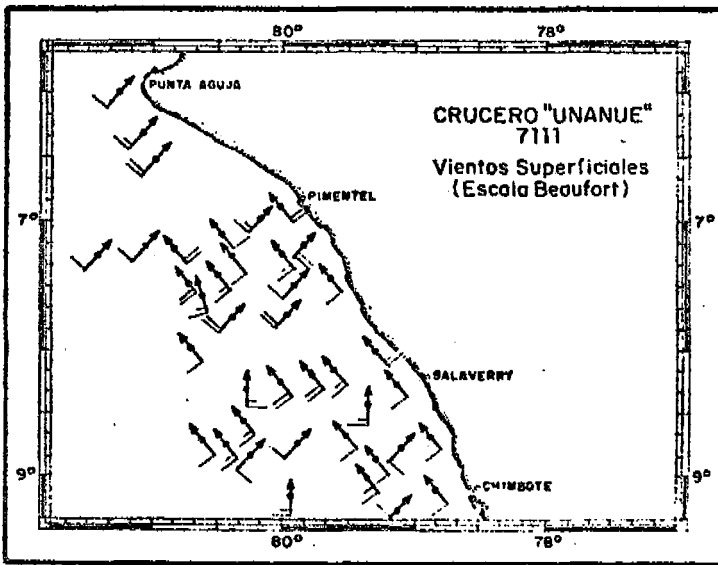
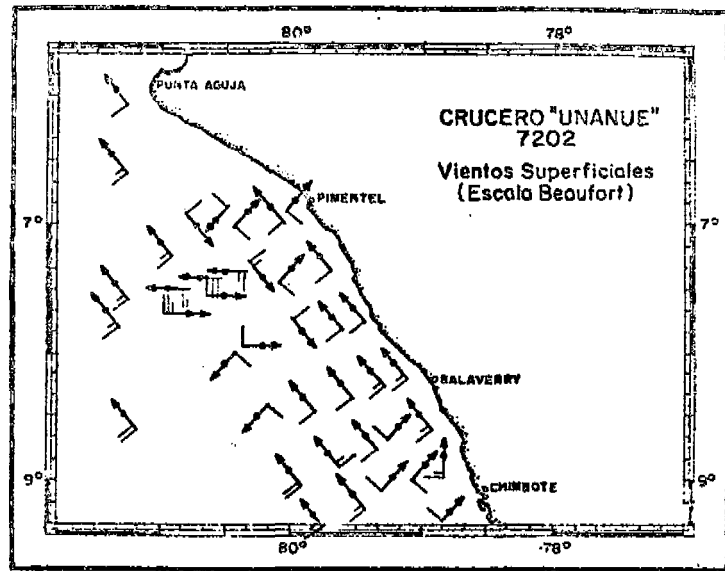
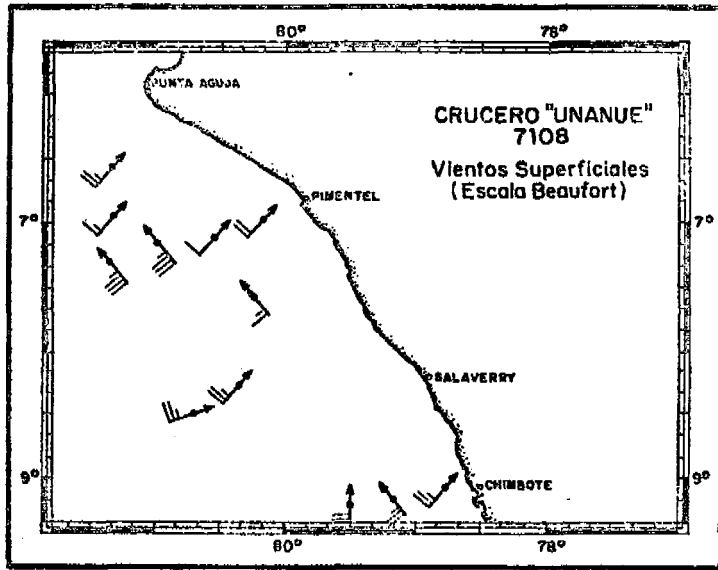


Fig. 2 Distribución del viento en la superficie del mar

## LISTA DE FIGURAS

- Fig. 1.- Carta 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. 4.- Distribución de la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, fosfato, nitratos y silicatos en la superficie del mar.
- Fig. 5.- Distribución de la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, fosfato, nitratos y silicatos a 20 m.
- Fig. 6.- Distribución de la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, fosfato, nitratos y silicatos a 50 m.
- Fig. 7.- Sección de : a) temperatura ( °C ), b) salinidad ( ‰ ), c) densidad ( gr/L ), d) oxígeno disuelto ( ml/L ), e) fosfato (  $\mu\text{g-at/L}$  ), f) nitrato (  $\mu\text{g-at/L}$  ) y g) silicatos (  $\mu\text{g-at/L}$  ) frente a Pimentel y Chimbote durante el invierno de 1971 ( C. U. 7108 ).
- Fig. 8.- Distribución de la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, fosfatos, nitratos y silicatos en la superficie del mar.
- Fig. 9.- Distribución de la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, fosfatos, nitratos y silicatos a 20 m.
- Fig. 10.- Distribución de la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, fosfatos, nitratos y silicatos a 50 m.
- Fig. 11.- Sección de a) temperatura ( °C ), b) salinidad ( ‰ ), c) densidad ( gr/L ), d) oxígeno disuelto ( ml/L ), e) fosfatos (  $\mu\text{g-at/L}$  ), f) nitratos (  $\mu\text{g-at/L}$  ), g) silicatos (  $\mu\text{g-at/L}$  ) frente a Pimentel y Chimbote durante la Primavera de 1971 ( C. U. 7111 ).
- Fig. 12.- Distribución de la temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en la superficie del mar y a 20 m.
- Fig. 13.- Distribución de la temperatura, salinidad y oxígeno a 50 m.

- Fig. 14.- Sección de a) temperatura ( °C ), b) salinidad ( ‰ ), c) densidad ( gr/L ) y oxígeno disuelto ( ml/L ) frente a Pimentel y Chimbote durante el verano de 1972 ( C. U. 7202 ).
- Fig. 15.- Distribución de la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, fosfato, nitratos y silicatos en la superficie del mar.
- Fig. 16.- Distribución de la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, fosfato, nitratos y silicatos a 20 m.
- Fig. 17.- Distribución de la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, fosfato, nitratos y silicatos a 50 m.
- Fig. 18.- Sección de a) temperatura ( °C ), b) salinidad ( ‰ ), c) densidad ( gr/L ), d) oxígeno disuelto ( ml/L ), e) fosfatos (  $\mu\text{g-at/L}$  ), f) nitratos (  $\mu\text{g-at/L}$  ), g) silicatos (  $\mu\text{g-at/L}$  ) frente a Pimentel y Chimbote durante el invierno de 1972 ( C. U. 7207 ).
- Fig. 19.- Distribución de la clorófila "a" en la superficie del mar, 20 y 50 m. durante el verano e invierno de 1972.
- Fig. 20.- Sección de clorófila "a" (  $\mu\text{g/L}$  ) y feopigmentos (  $\mu\text{g/L}$  ) frente: a) Pimentel y b) Chimbote durante el verano de 1972 ( C. U. 7202 ).
- Fig. 21.- Sección de clorófila "a" (  $\mu\text{g/L}$  ) y feopigmentos (  $\mu\text{g/L}$  ) frente: a) Pimentel y b) Chimbote durante el invierno de 1972 ( C. U. 7207 ).
- Fig. 22.- Distribución de feopigmentos (  $\mu\text{g/L}$  ) en la superficie del mar a 20 y 50 m.
- Fig. 23.- Distribución de Producción Primaria durante el verano e invierno de 1972.
- Fig. 24.- Desviaciones térmicas en la superficie del mar respecto al promedio ( 1928-69 ).
- Fig. 25.- Desviaciones térmicas en la superficie del mar respecto al promedio ( 1928-69 ).

- Fig. 26.-** Desviaciones térmicas en la superficie del mar respecto al promedio ( 1928-69 ).
- Fig. 27.-** Desviaciones térmicas en la superficie del mar respecto al promedio ( 1928-69 ).
- Fig. 28.-** Perfiles de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, fosfato, nitratos y silicatos frente a Pimentel y Chimbote.
- Fig. 29.-** Perfiles de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, fosfato, nitratos y silicatos frente a Pimentel y Chimbote.
- Fig. 30.-** Variaciones de la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, fosfato y silicatos promedios en la columna de agua de 0-50 m. con la distancia de la costa.
- Fig. 31.-** Diagrama de temperatura - salinidad a 0, 20, 50 y 100 m.
- Fig. 32.-** Perfiles de clorófila "a" durante el verano e invierno de 1972.
- Fig. 33.-** Perfiles de feopigmentos durante el verano e invierno de 1972.
- Fig. 34.-** Desviaciones mensuales de : a) temperatura ( °C ) superficial del mar, b) presión ( mb ) y c) temperatura ( °C ) de aire para el período 1957-1972.

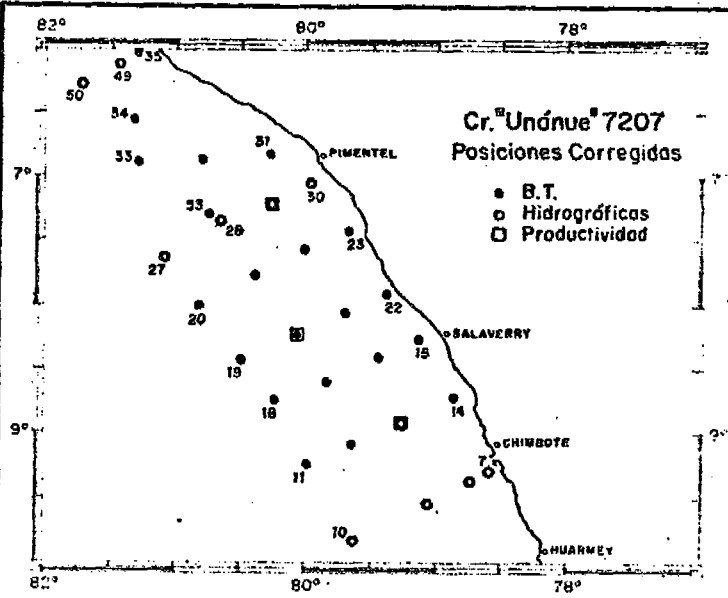
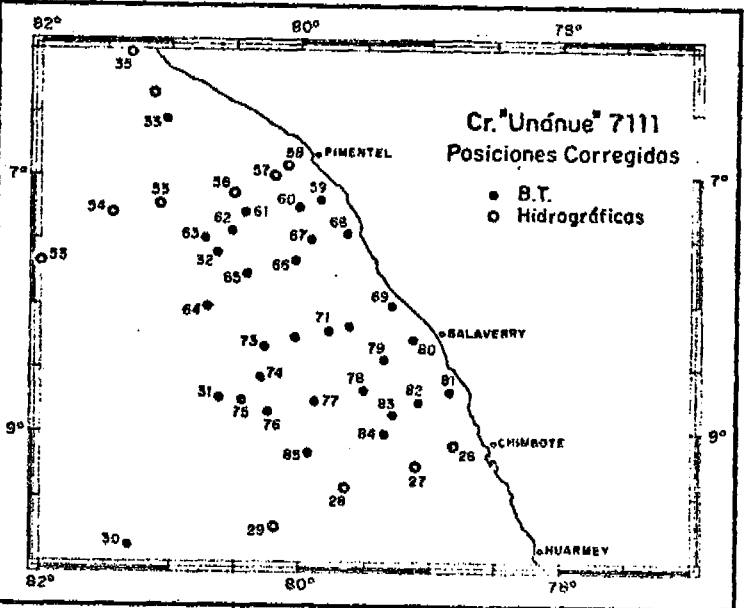
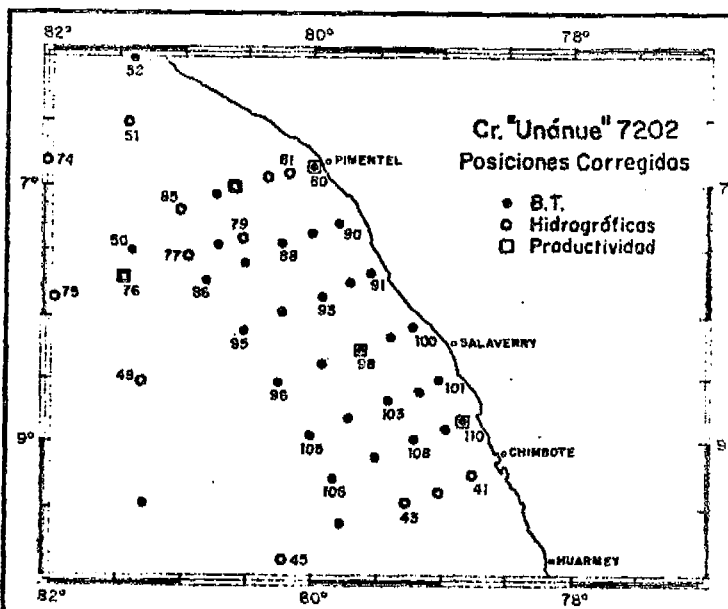
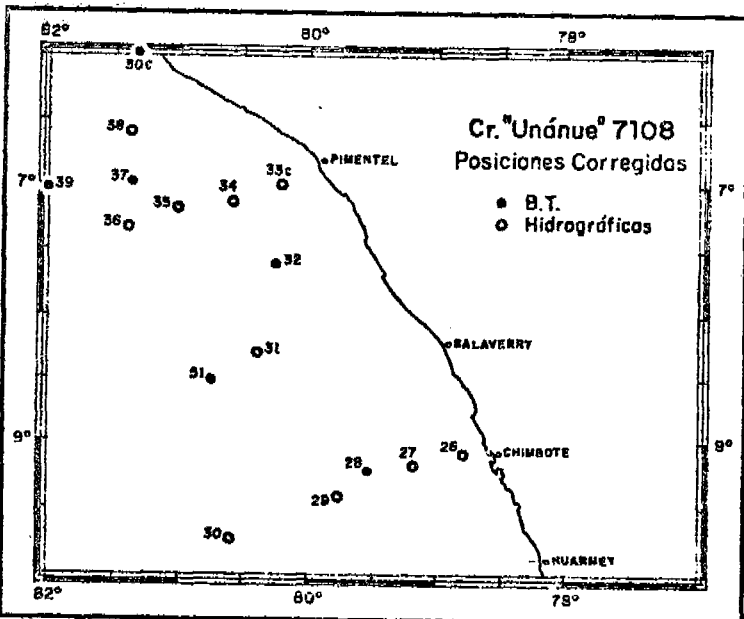


Fig. 1 Carta de posiciones de las estaciones

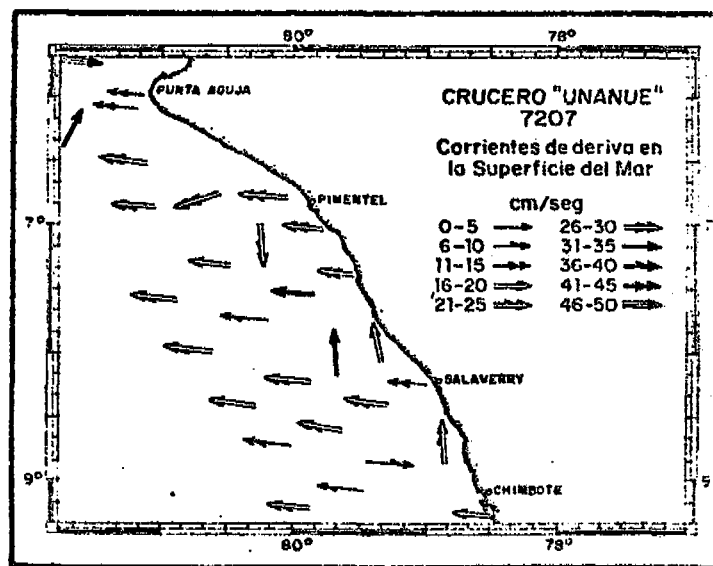
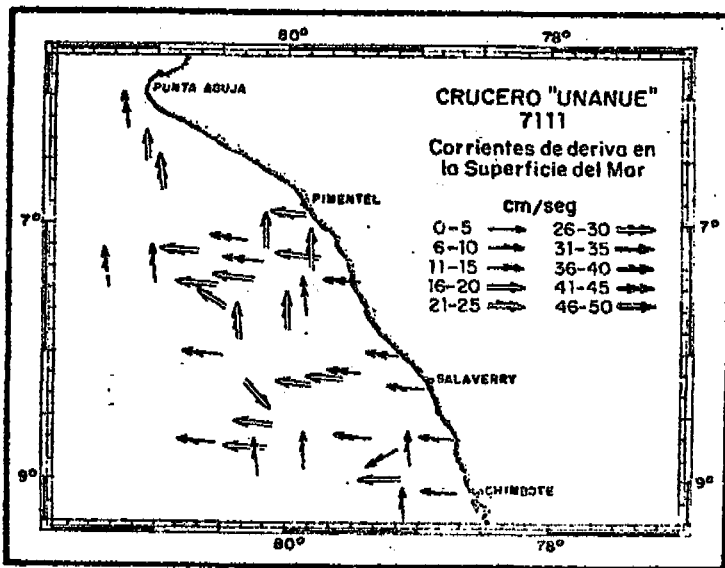
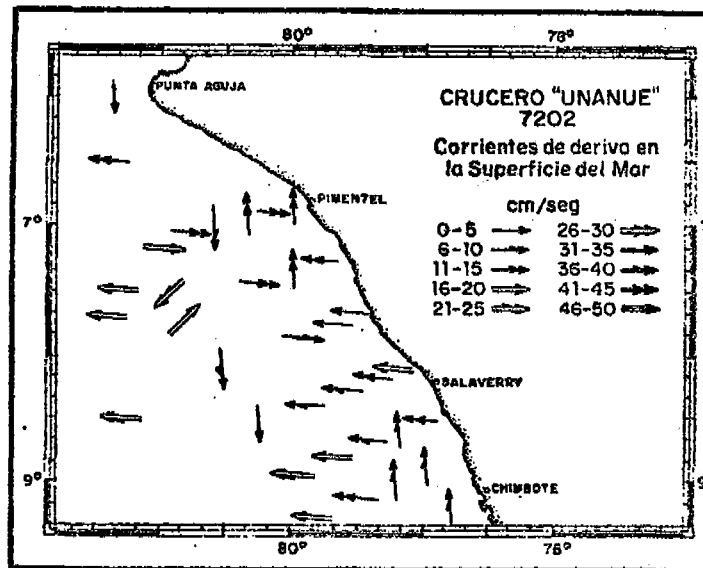
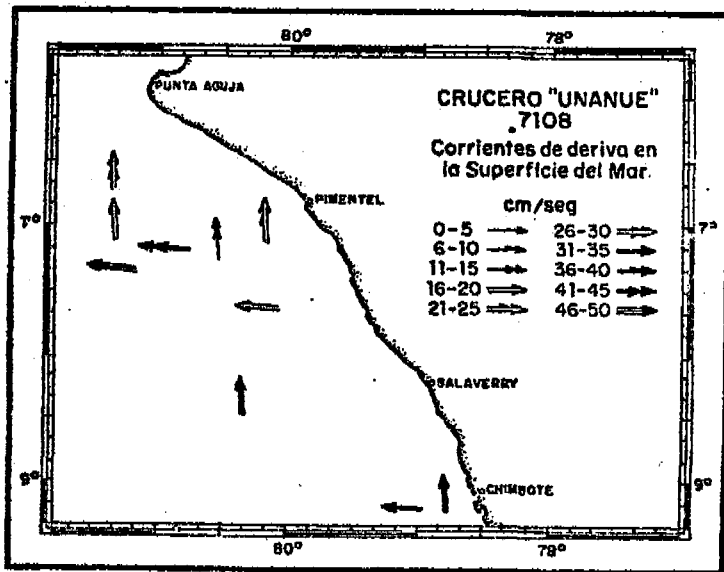


Fig. 3 Distribución de la deriva del viento en la superficie del mar

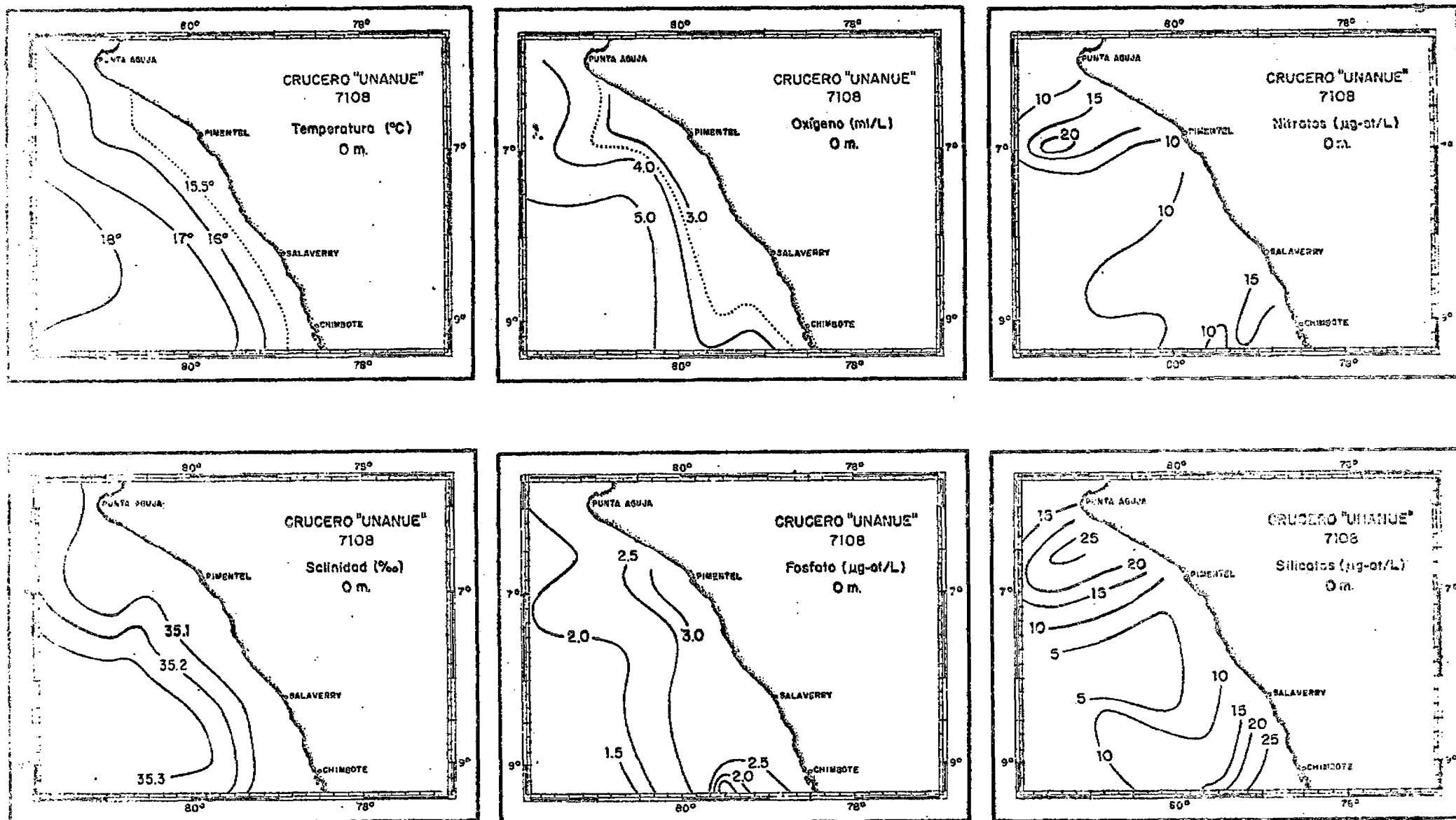


Fig. 4 Distribución de la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, fosfato, nitratos y silicatos en la superficie del mar



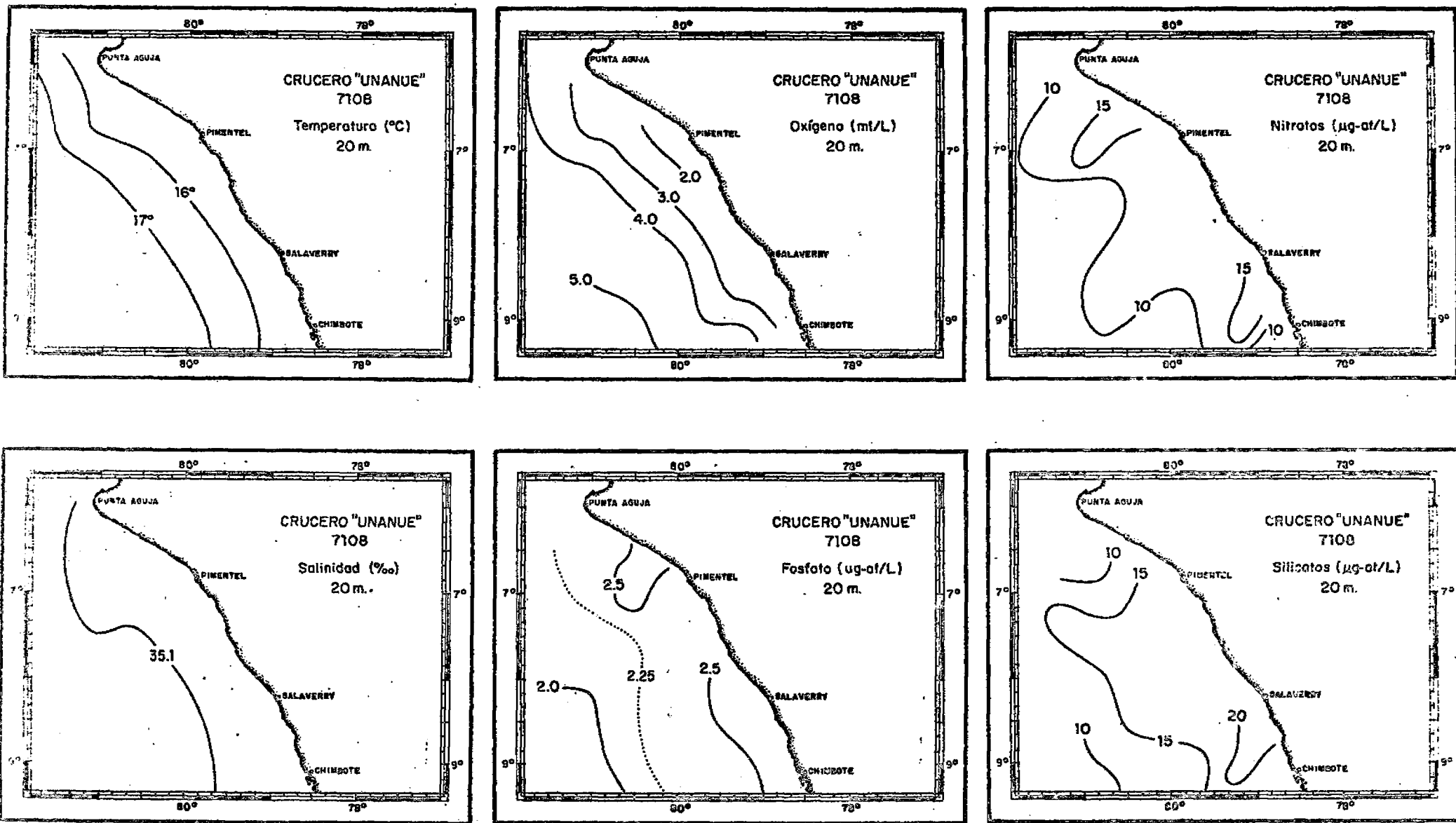


Fig. 5 Distribución de la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, fosfato, nitros y silicatos a 20 m.

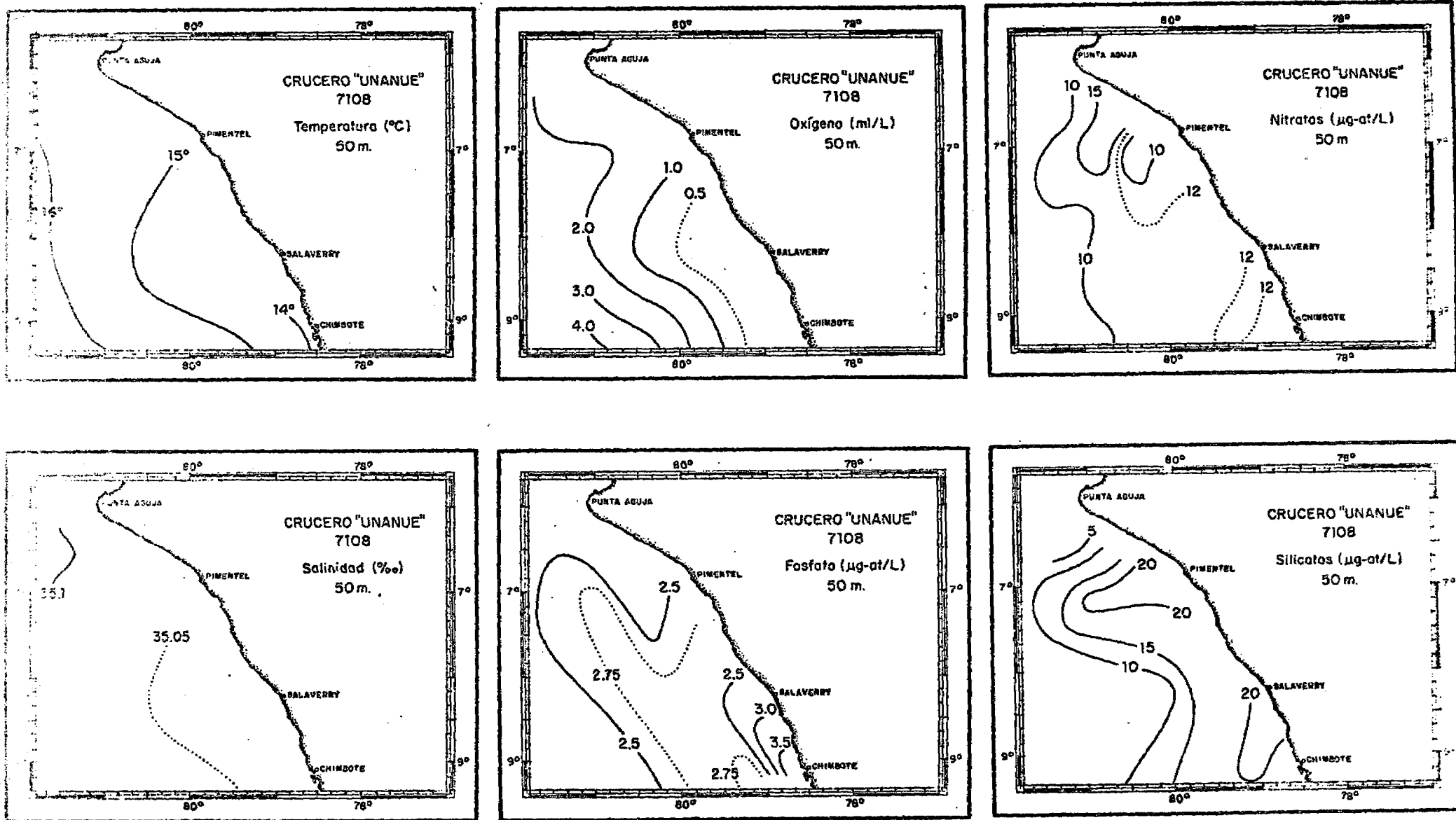
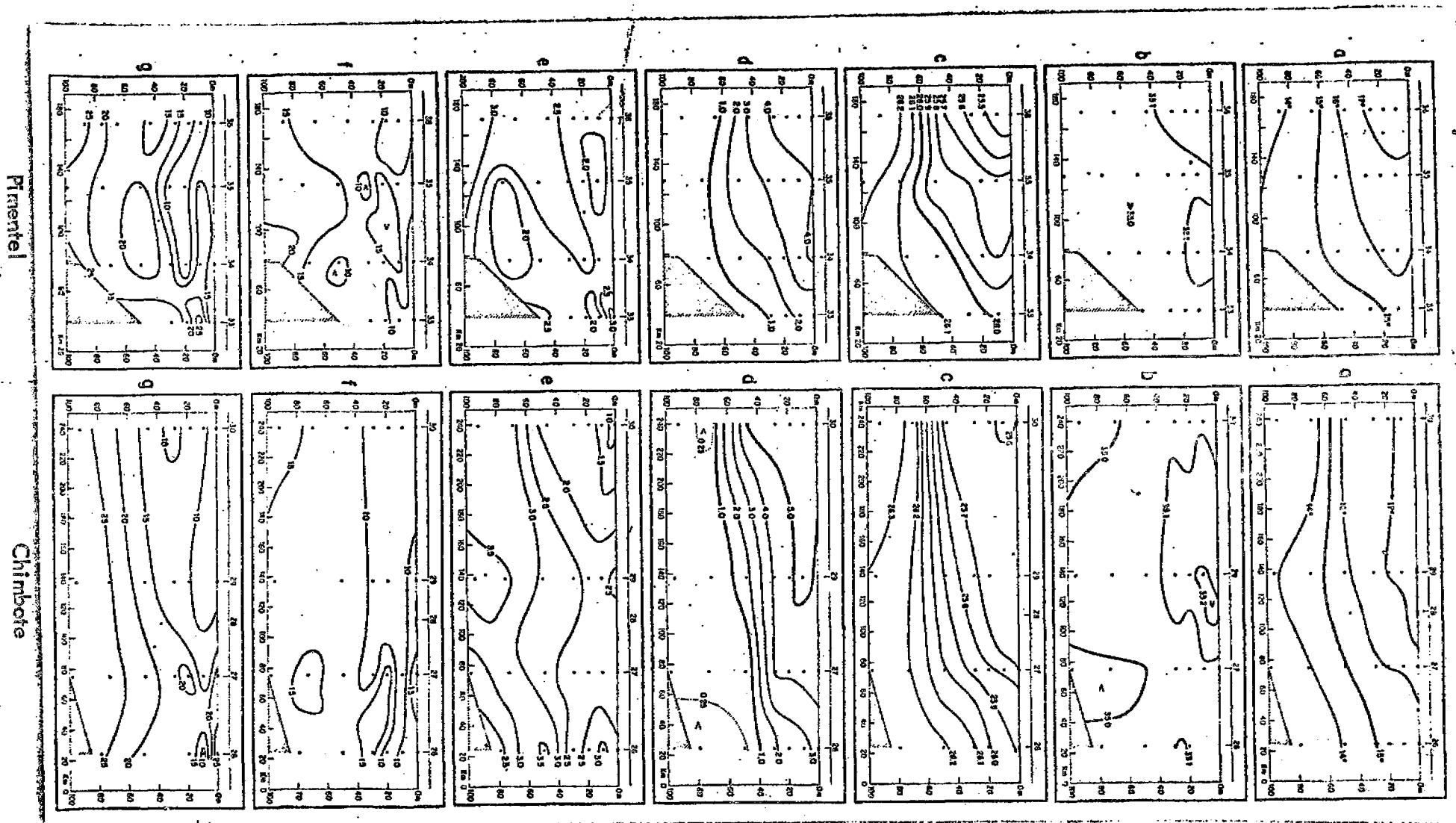


Fig. 6 Distribución de la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, fosfato, nitratos y silicatos a 50 m.

Fig. 7 Sección de : a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), b) salinidad ( $\text{‰}$ ), c) densidad ( $\text{gr/L}$ ), d) oxígeno disuelto ( $\text{ml/L}$ ), e) fosfato ( $\mu\text{g-at/L}$ ), f) nitrato ( $\mu\text{g-at/L}$ ) y g) silicatos ( $\mu\text{g-at/L}$ ) frente a Pimentel y Chimbote durante el invierno de 1971 (C. U. 7108).



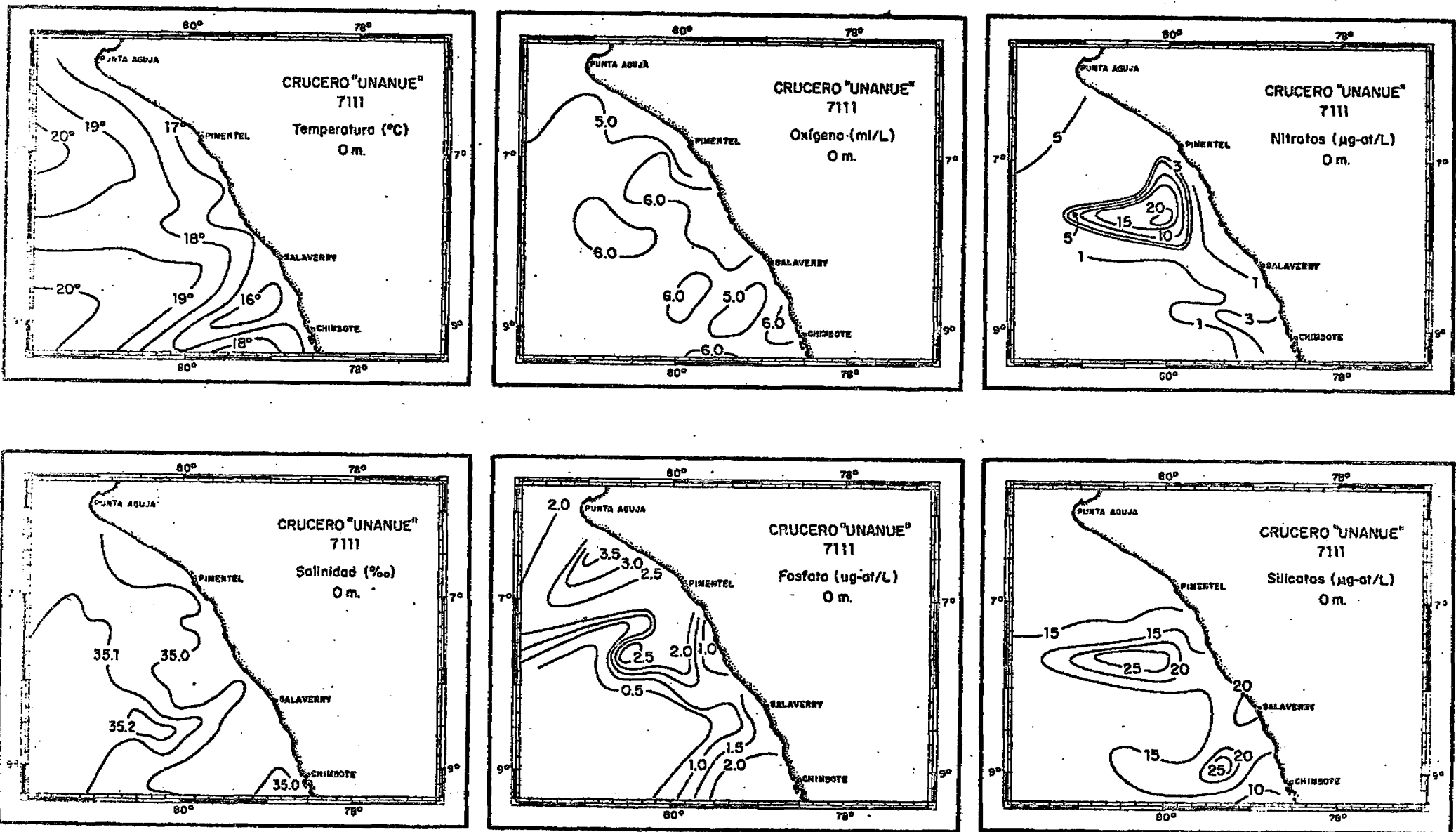


Fig. 8 Distribución de la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, fosfatos, nitratos y silicatos en la superficie del mar

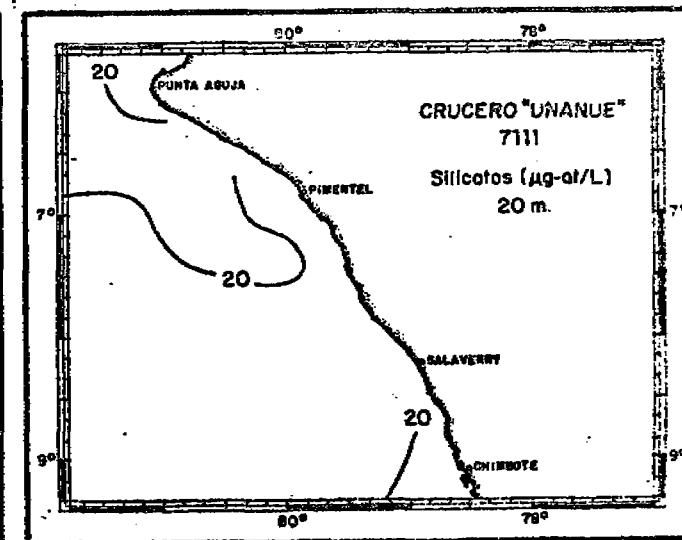
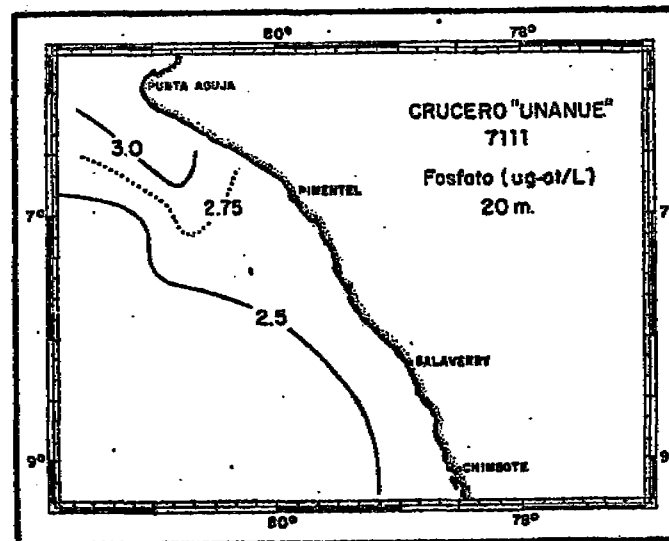
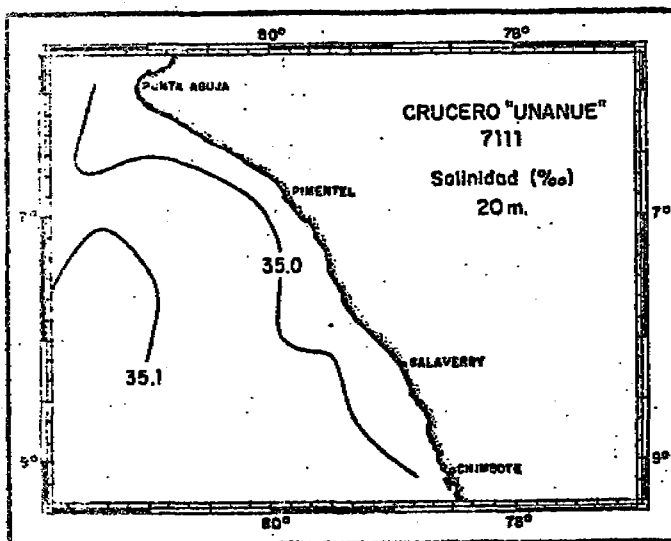
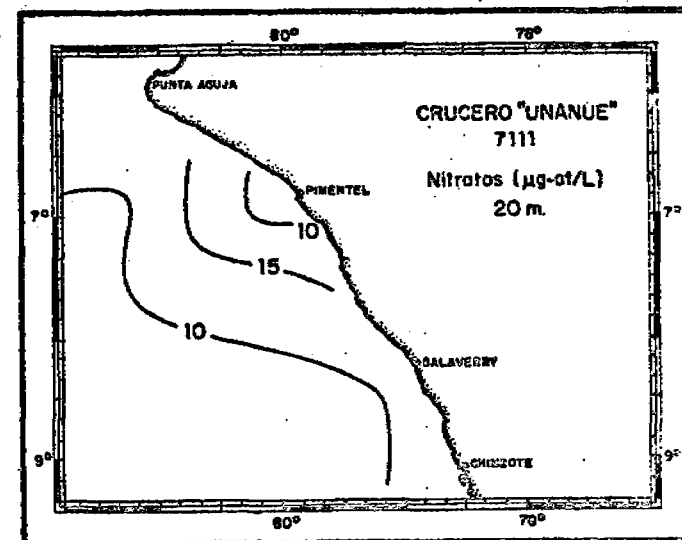
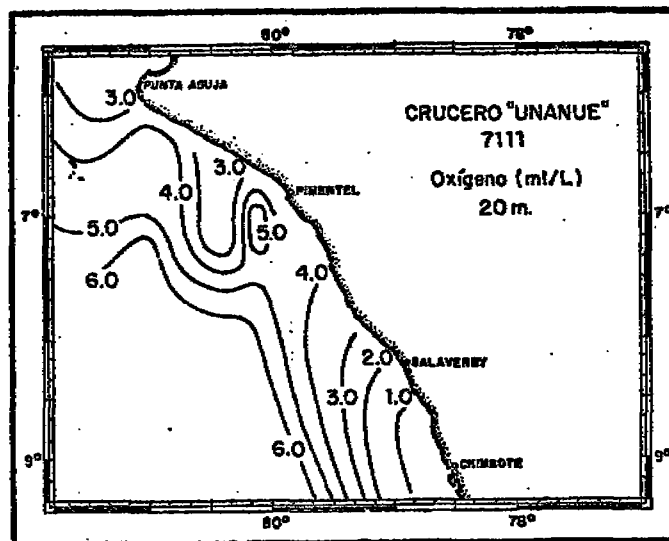
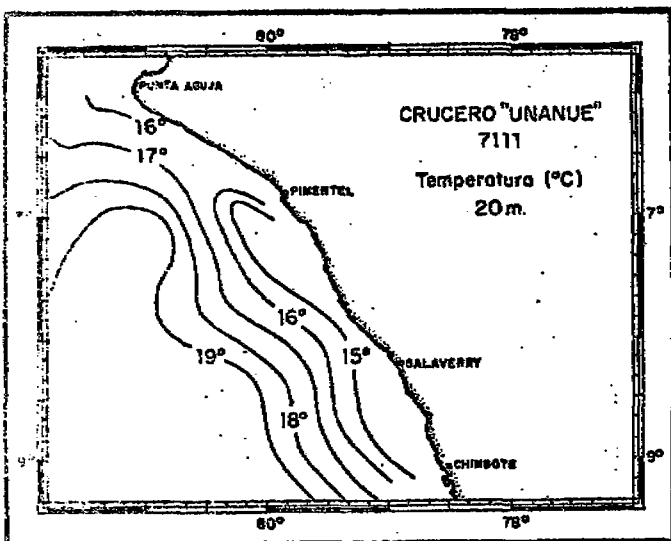


Fig. 9 Distribución de la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, fosfatos, nitratos y silicatos a 20 m.

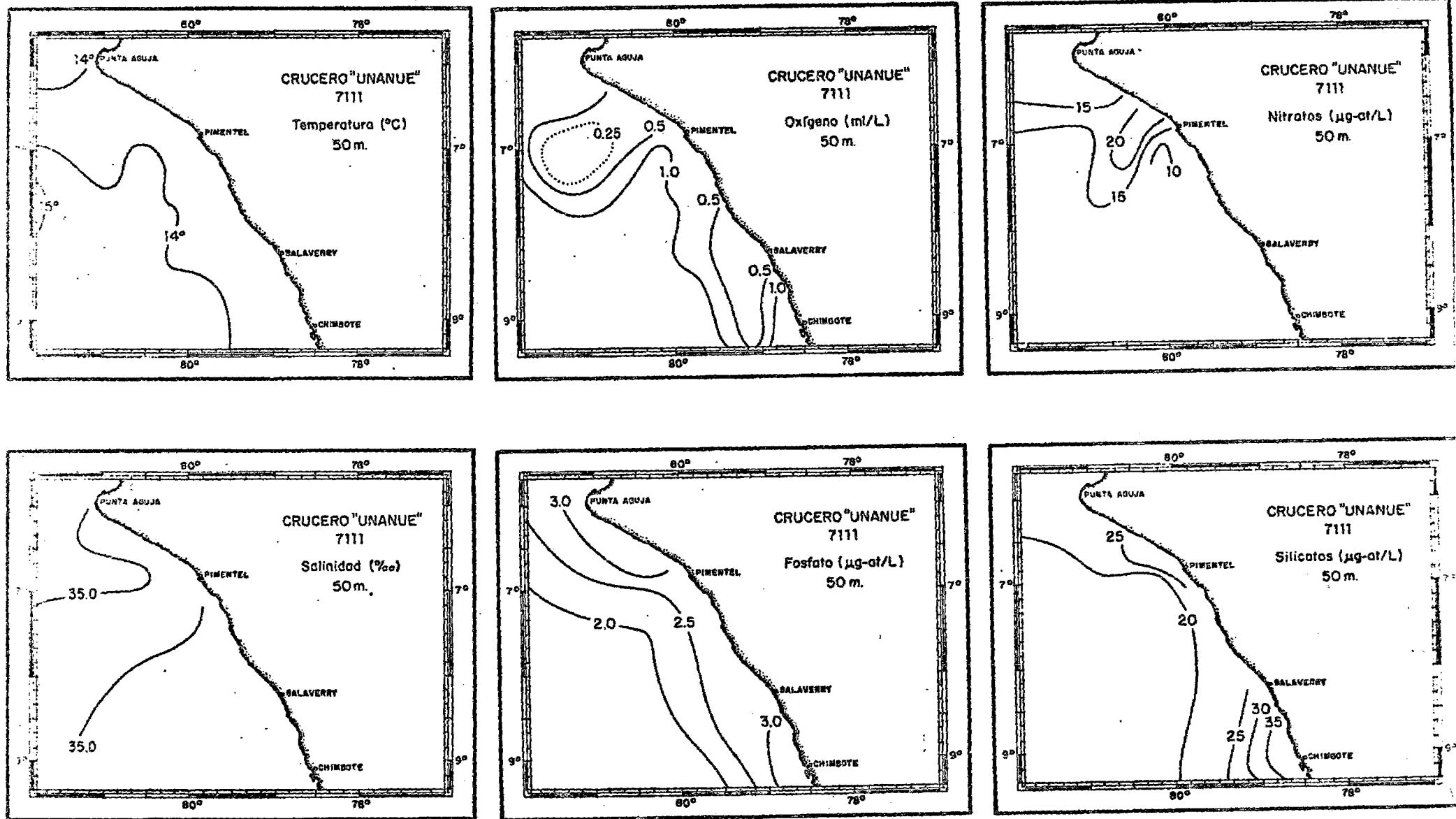
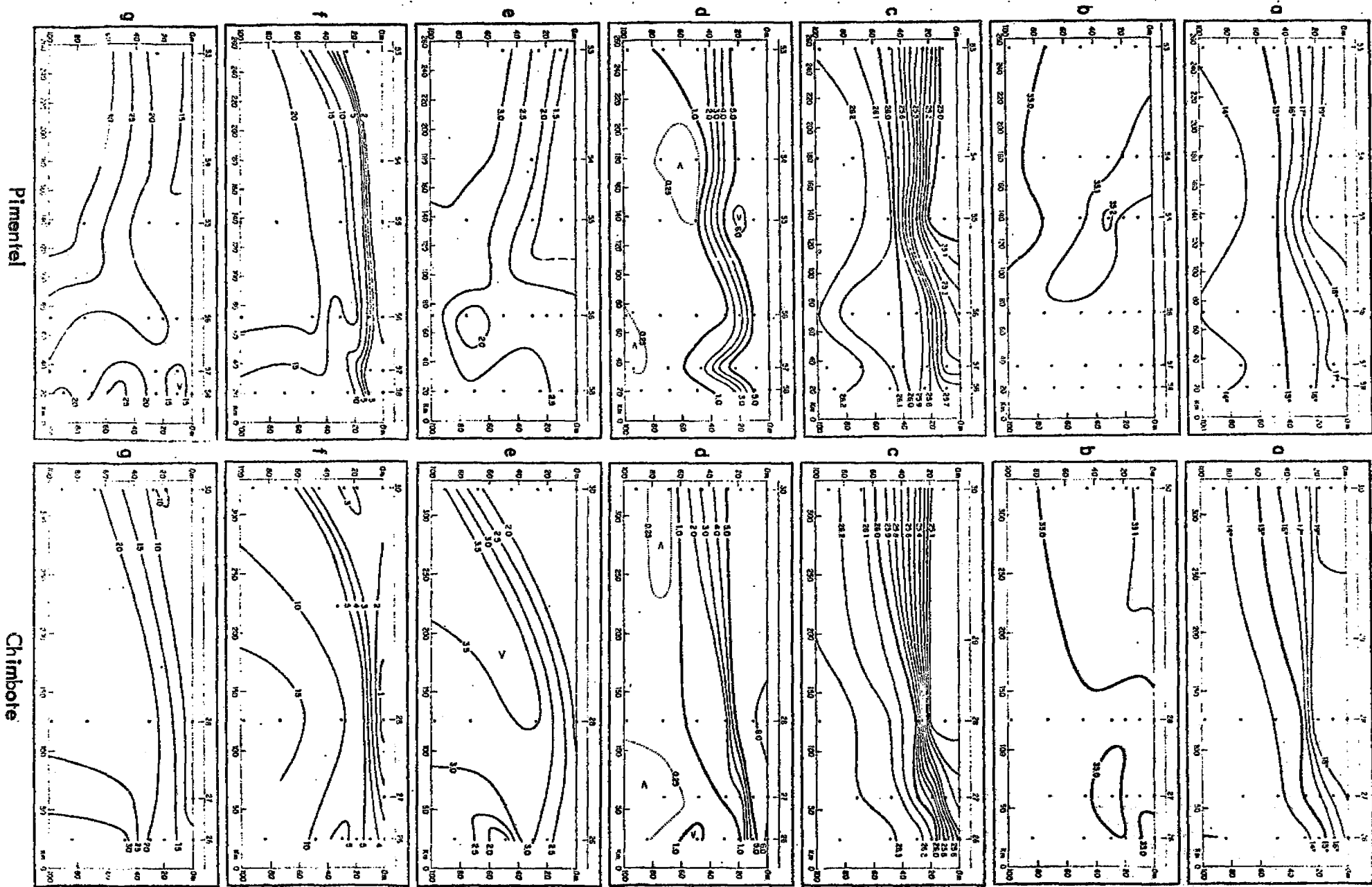


Fig. 10 Distribución de la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, fosfatos, nitratos y silicatos a 50 m.

Fig. 11 Sección de : a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), b) salinidad ( $\text{‰}$ ), c) densidad ( $\text{gr/L}$ ), d) oxígeno disuelto ( $\text{ml/L}$ ), e) fosfatos ( $\mu\text{g-at/L}$ ), f) nitratos ( $\mu\text{g-at/L}$ ), g) silicatos ( $\mu\text{g-at/L}$ ) frente a Pimentel y Chimbote durante la primavera de 1971 (C. U. 711)



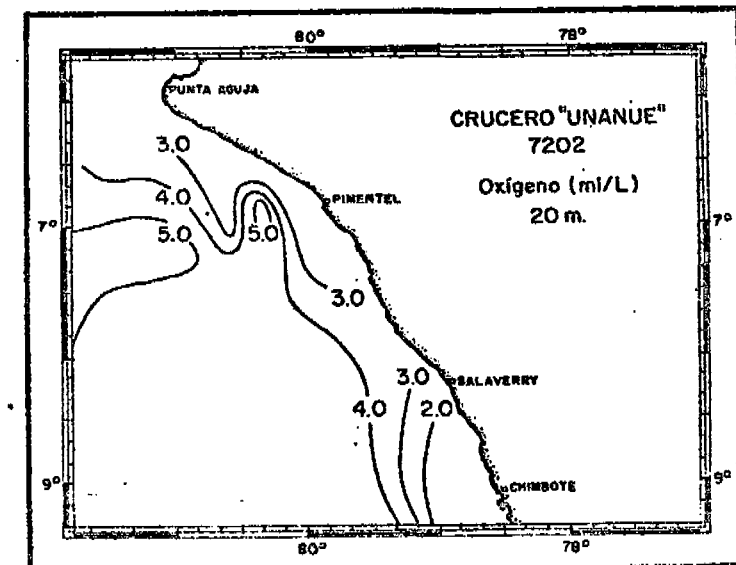
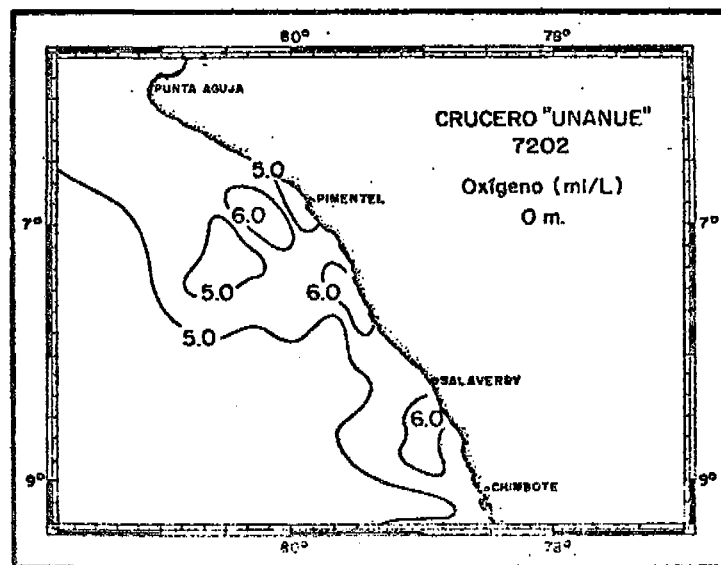
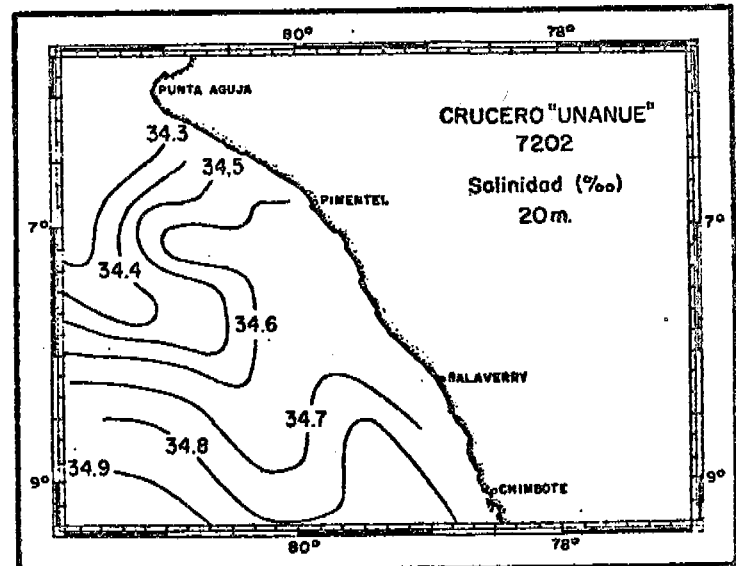
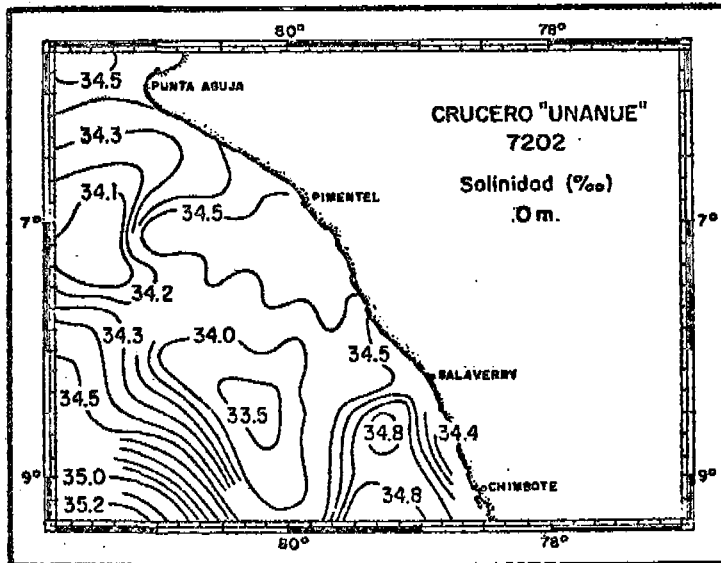
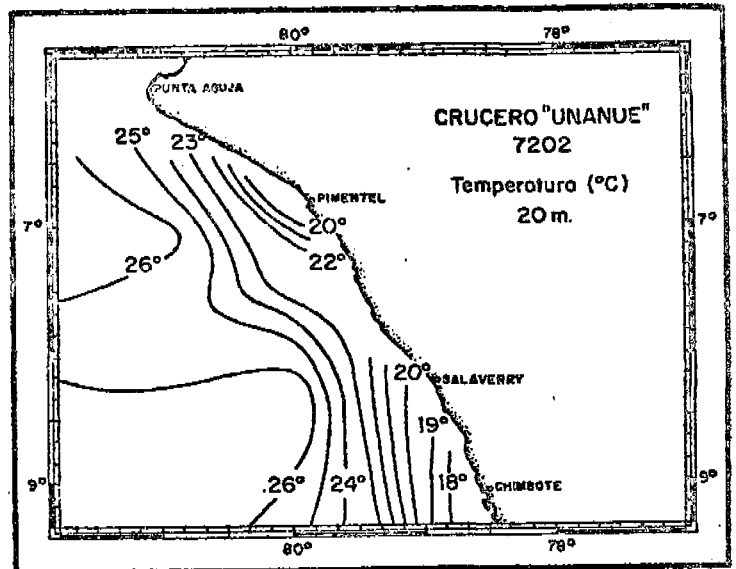
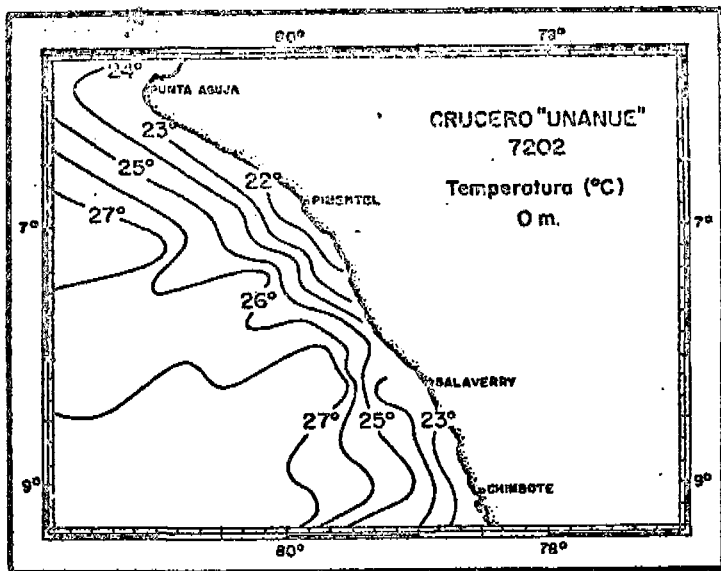


Fig. 12 Distribución de la temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en la superficie del mar y a 20 m.



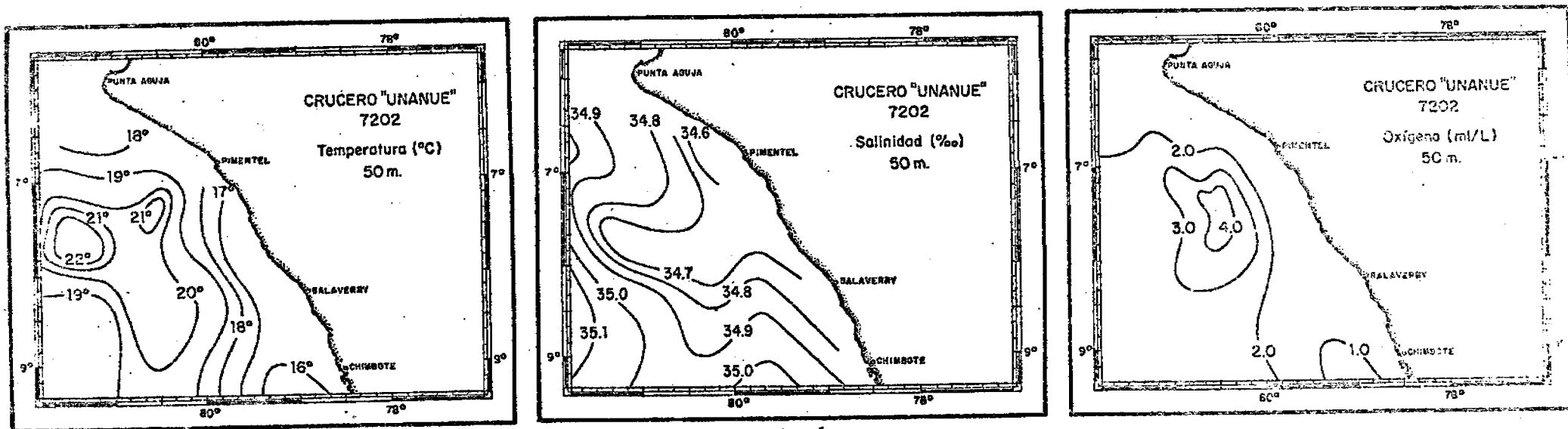


Fig. 13 a) Distribución de la temperatura, salinidad y oxígeno a 50 m.

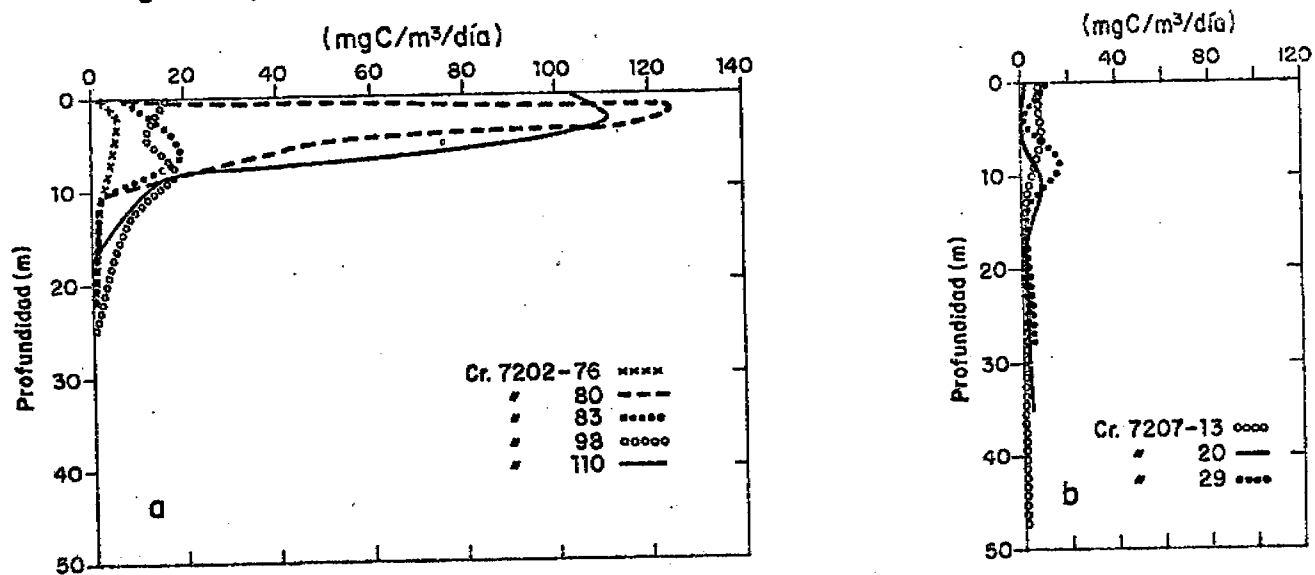


Fig. 13 b) Distribución de la Producción Primaria durante el invierno y verano de 1972

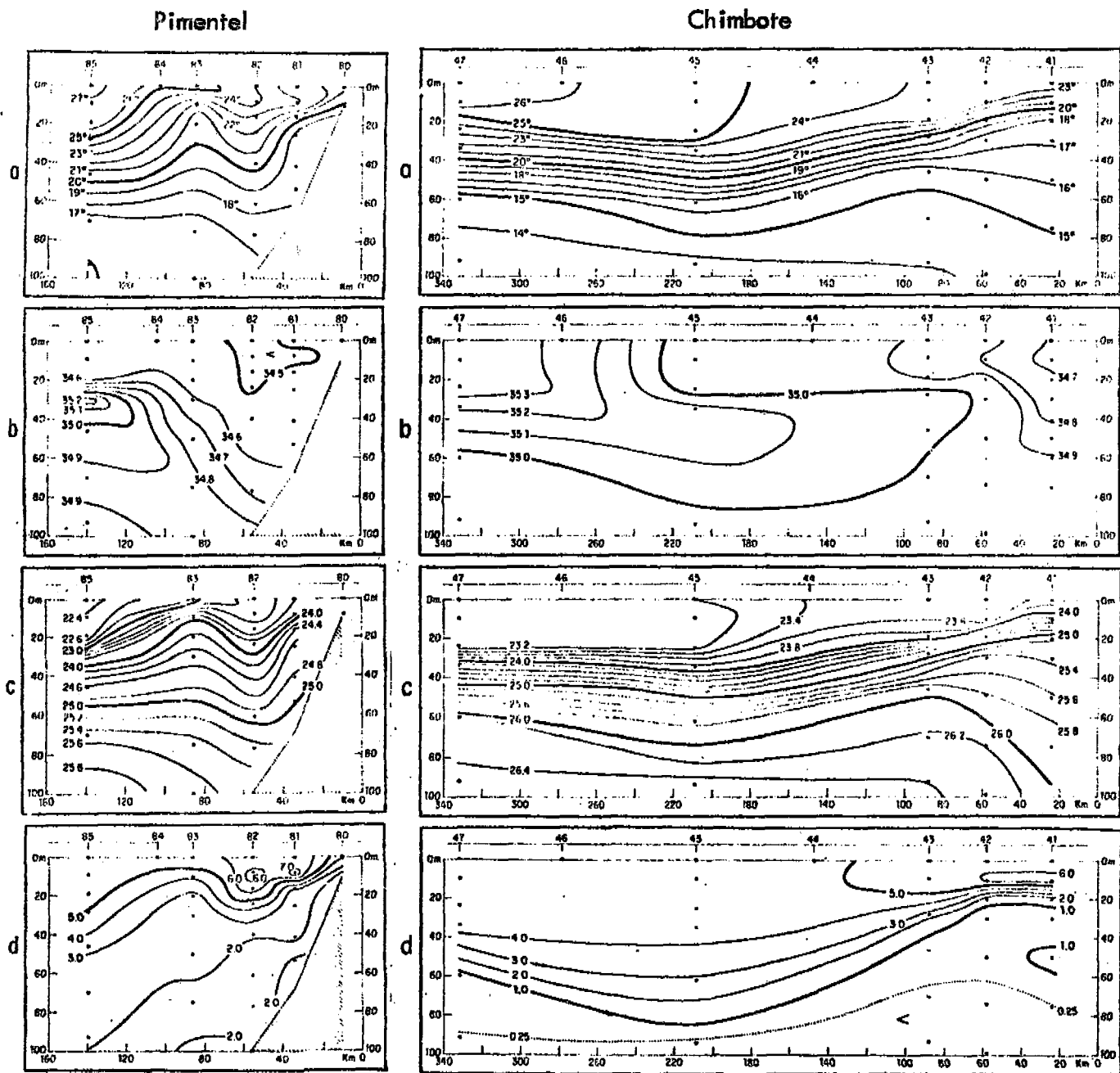


Fig. 14 Sección de : a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), b) salinidad ( $\text{‰}$ ), c) densidad ( $\text{gr/L}$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml/L}$ ) frente a Pimentel y Chimbote durante el verano de 1972 (C. U. 7202)

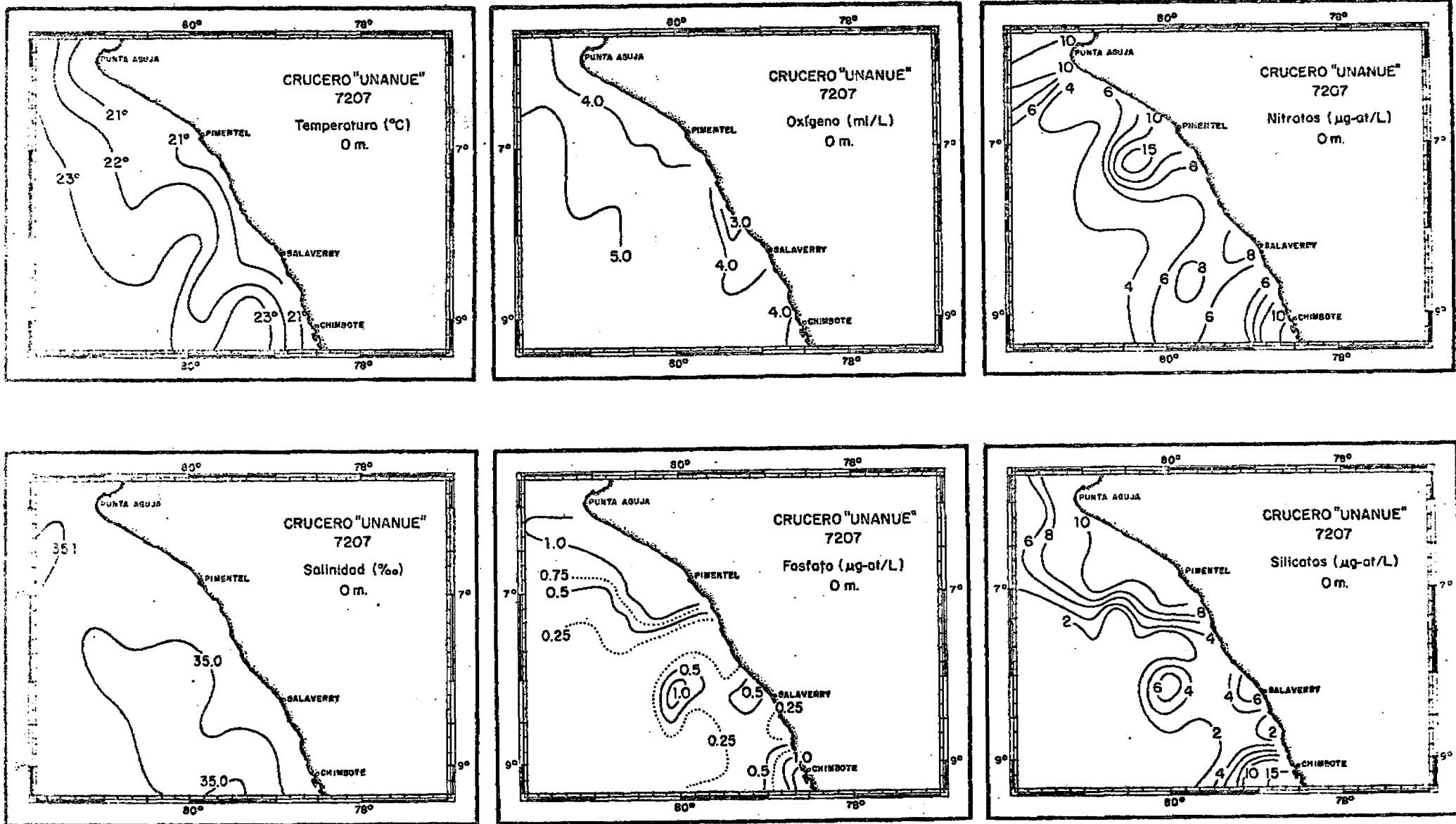


Fig. 15 Distribución de la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, fosfato, nitratos y silicatos en la superficie del mar

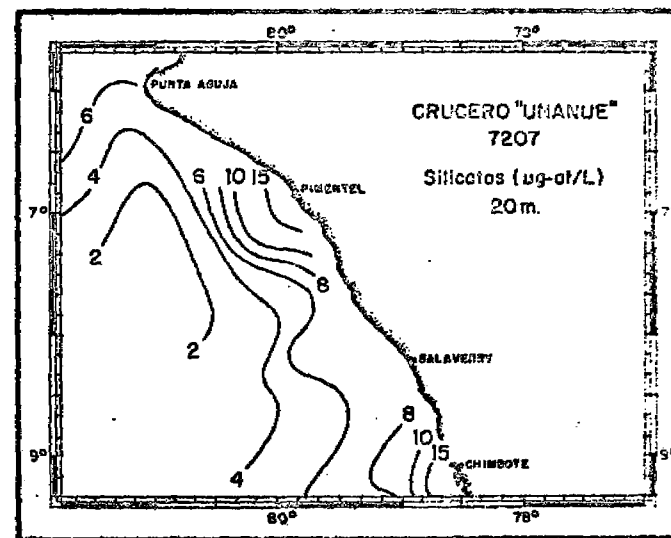
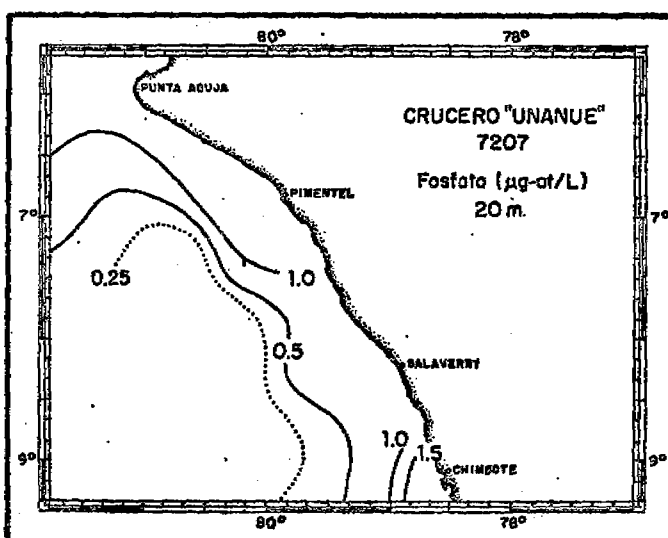
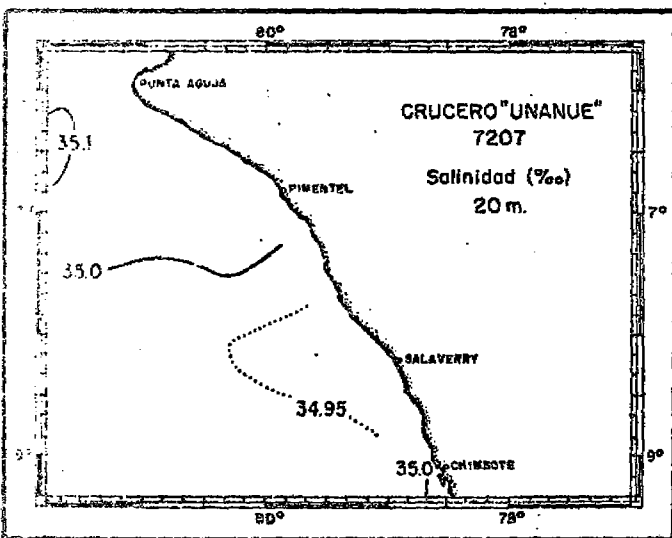
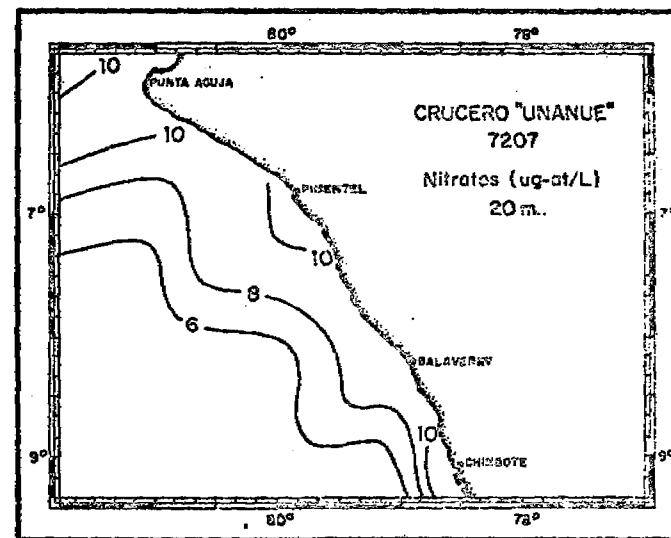
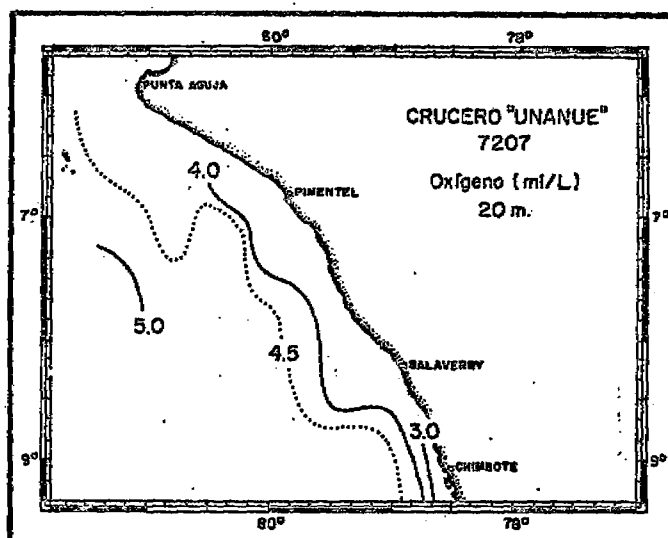
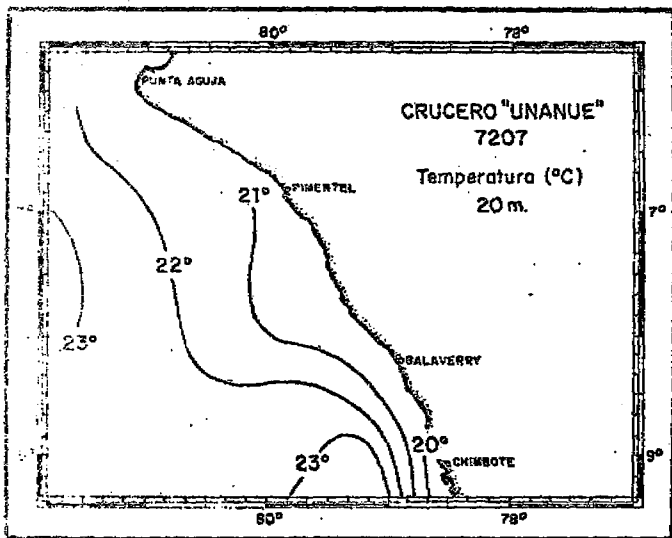


Fig. 16 Distribución de la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, fosfato, nitratos y silicatos a 20 m.

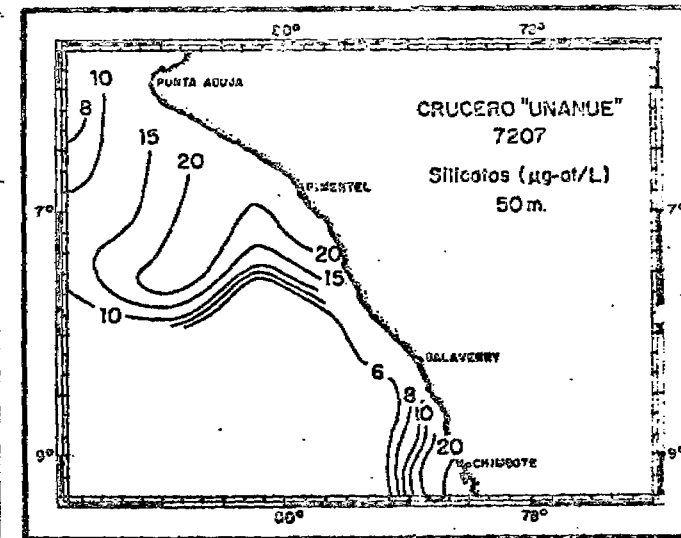
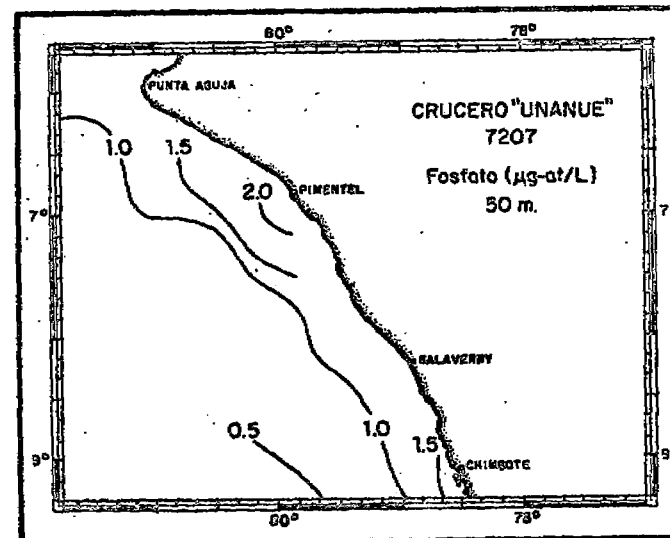
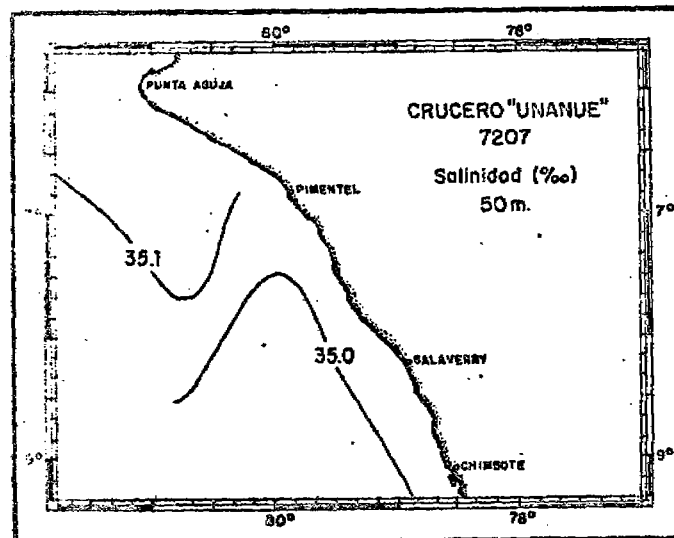
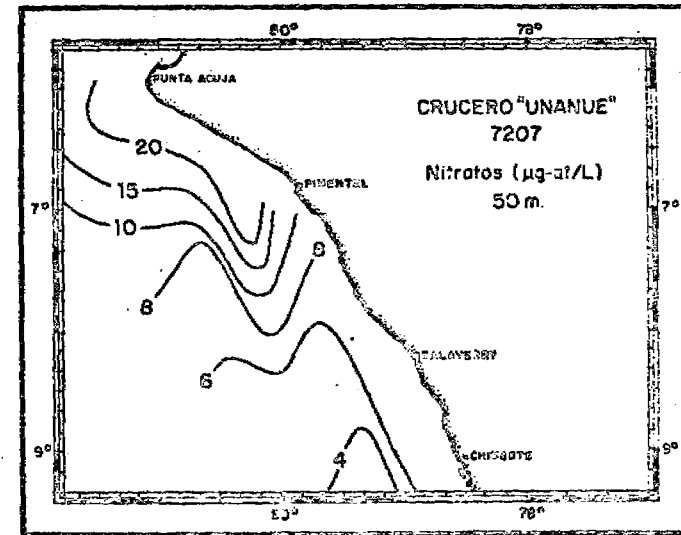
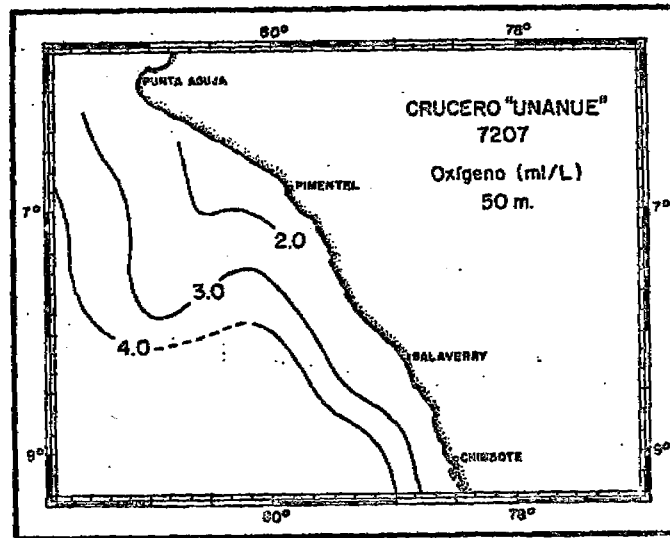
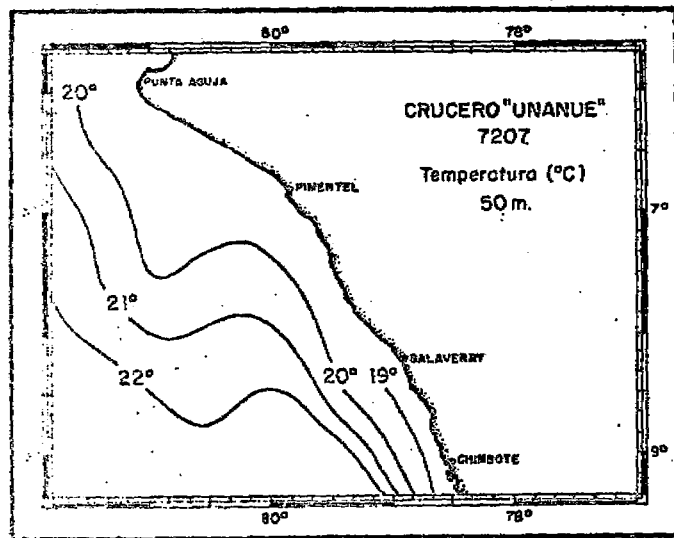
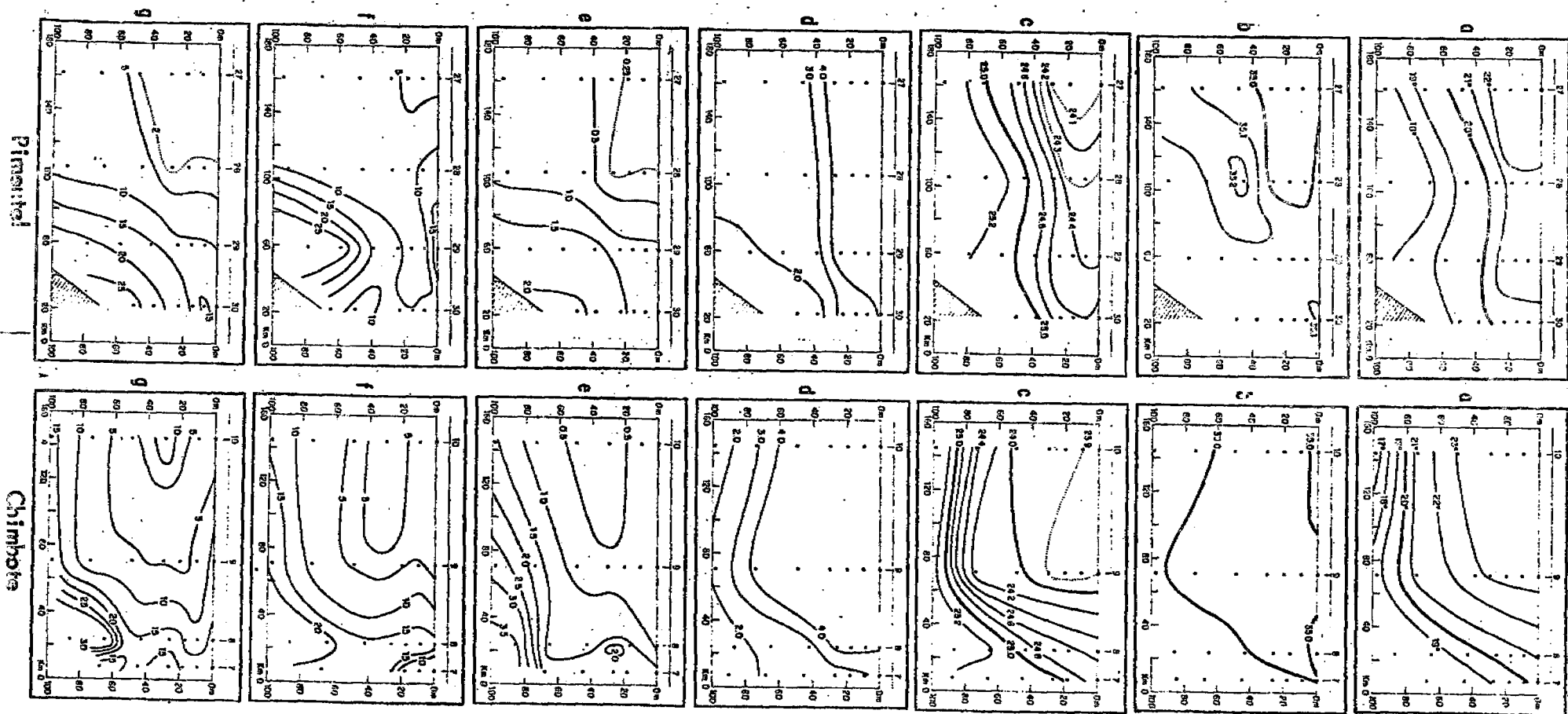


Fig. 17 Distribución de la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, fosfato, nitratos y silicatos a 50 m.

Fig. 18 Sección de : a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), b) salinidad ( $\text{‰}$ ), c) densidad ( $\text{gr/L}$ ), d) oxígeno disuelto ( $\text{ml/L}$ ), e) fosfatos ( $\mu\text{g-at/L}$ ), f) nitratos ( $\mu\text{g-at/L}$ ), g) silicatos ( $\mu\text{g-at/L}$ ) frente a Pimentel y Chimbote durante el invierno de 1972 (C. U. 7207)



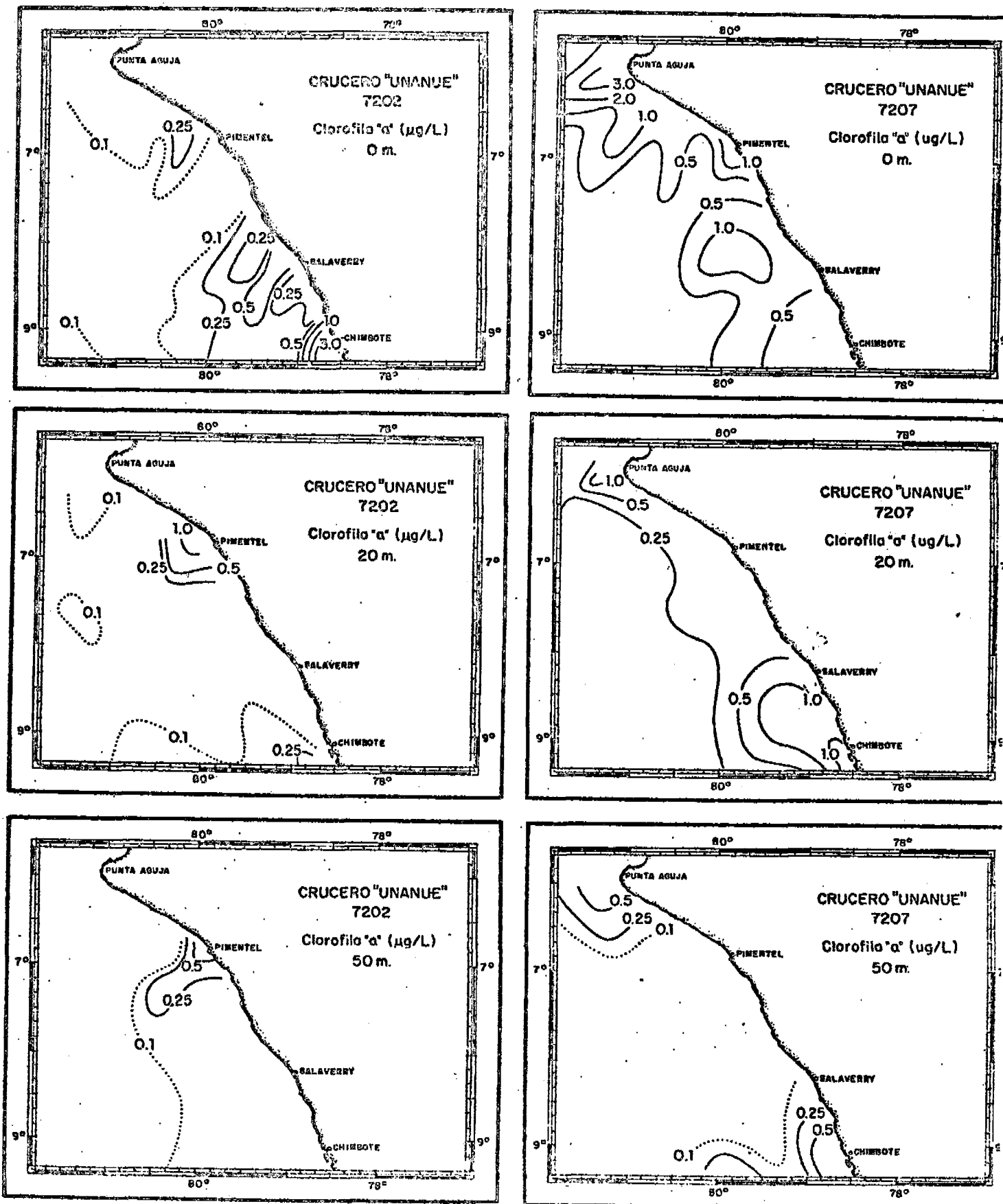


Fig. 19 Distribución de la clorófila "a" en la superficie del mar, 20 y 50 m. durante el verano e invierno de 1972

Fig. 20 Sección de clorófila "a" ( $\mu\text{g/L}$ ) y Feopigmentos ( $\mu\text{g/L}$ ) frente a Pimentel y Chimbote durante el verano de 1972 (C. U. 7202)

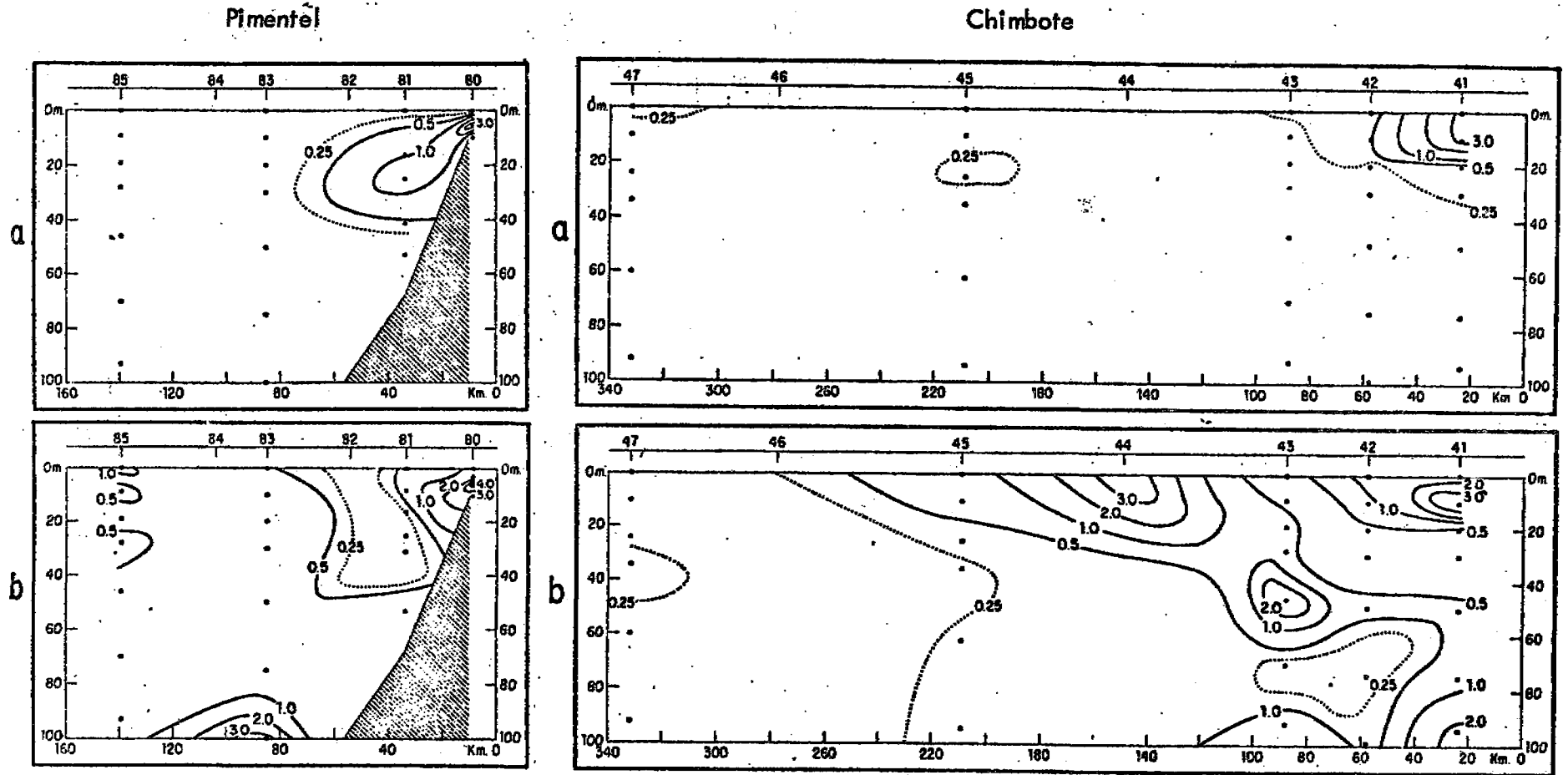
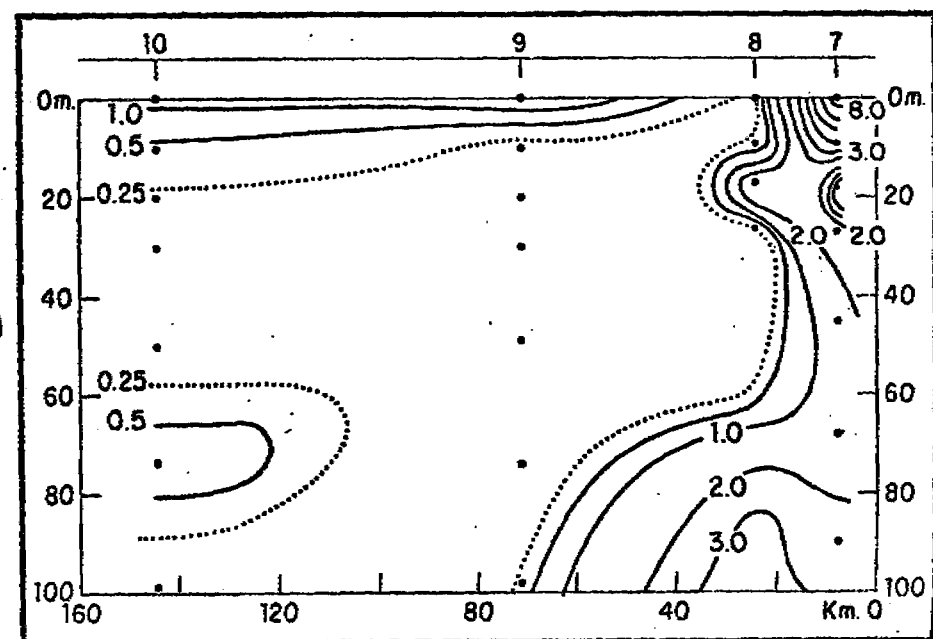
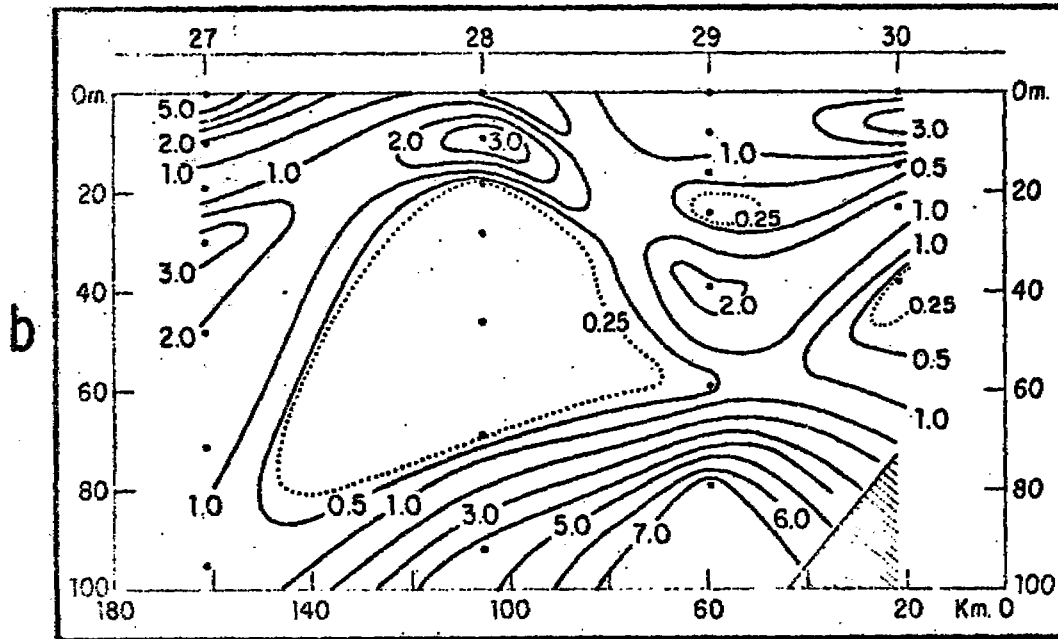
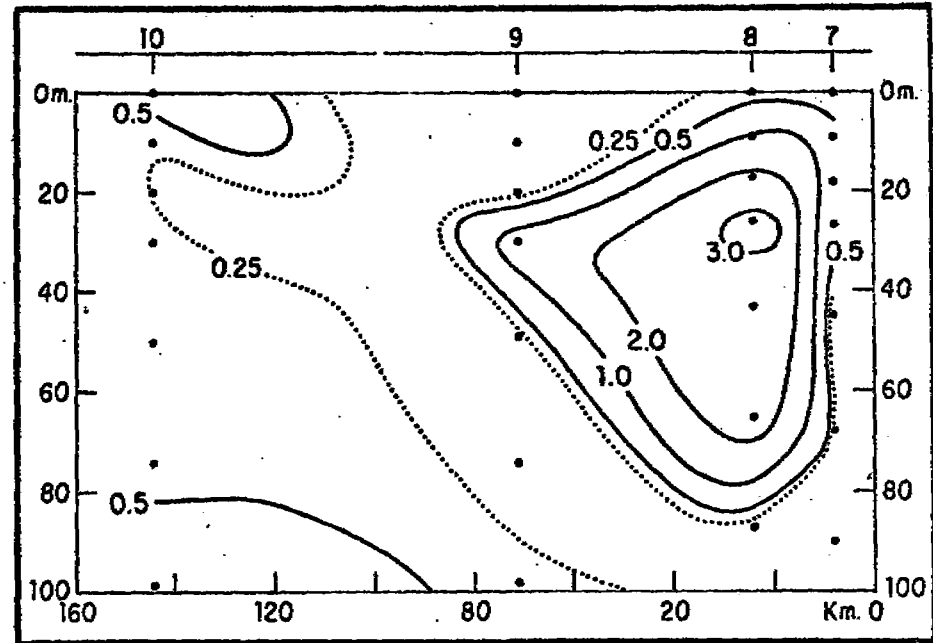
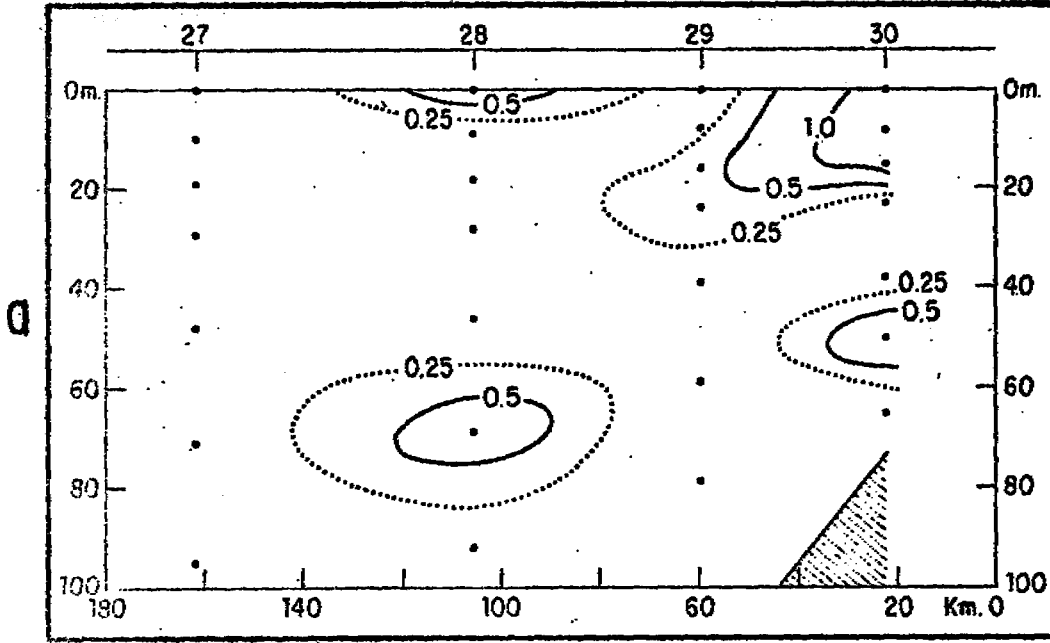




Fig. 21 Sección de clorófila "a" ( $\mu\text{g/L}$ ) y feopigmentos ( $\mu\text{g/L}$ ) frente : a) Pimentel  
 b) Chimbote durante el invierno de 1972 (C. U. 7207)

Pimentel

Chimbote



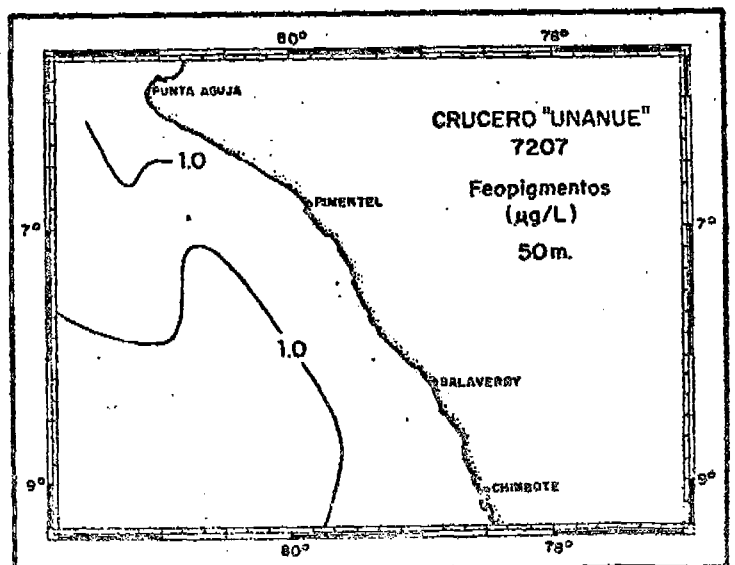
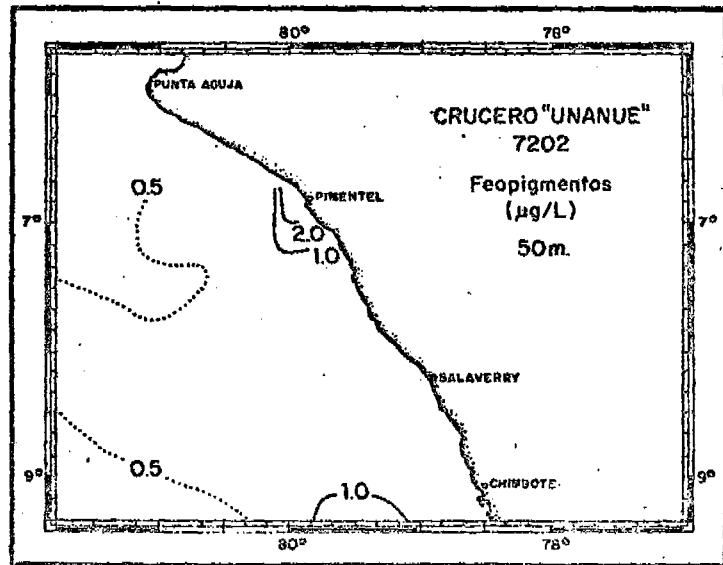
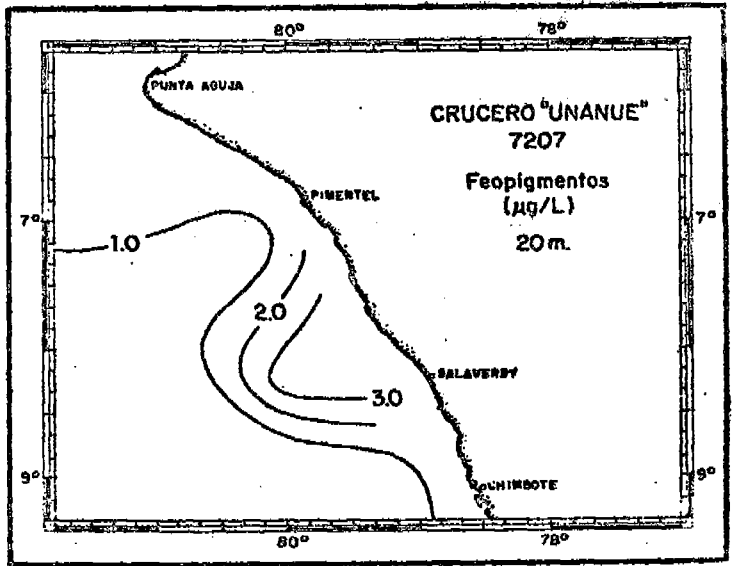
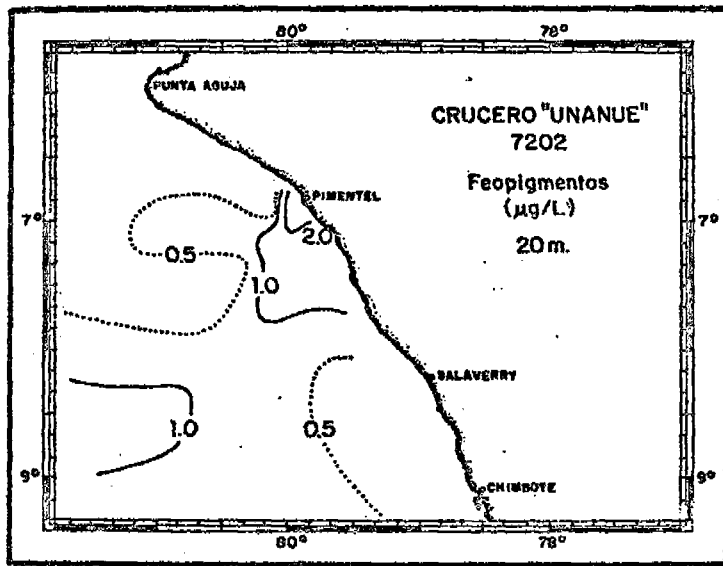
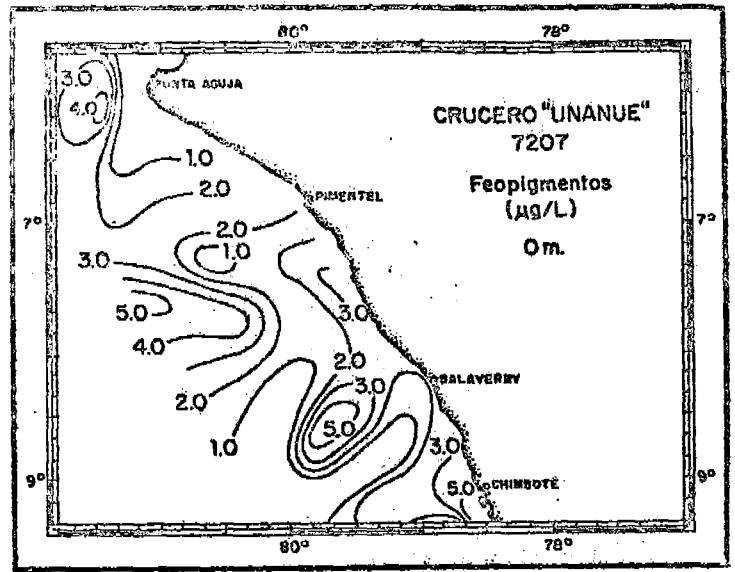
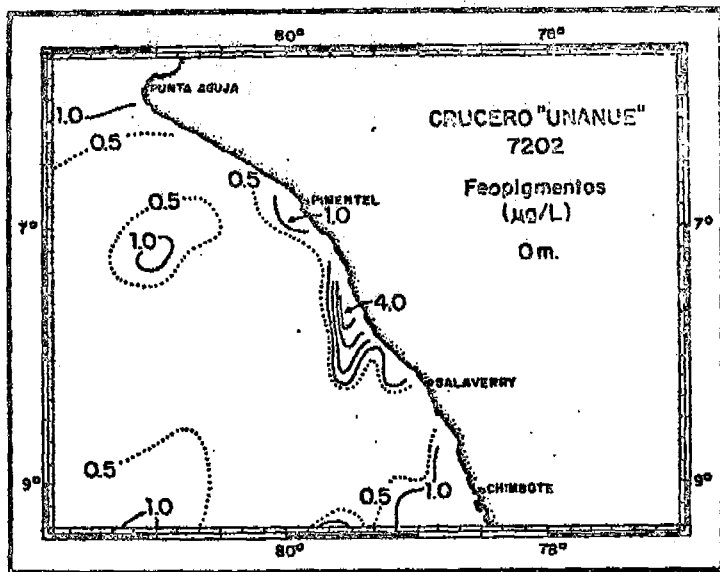
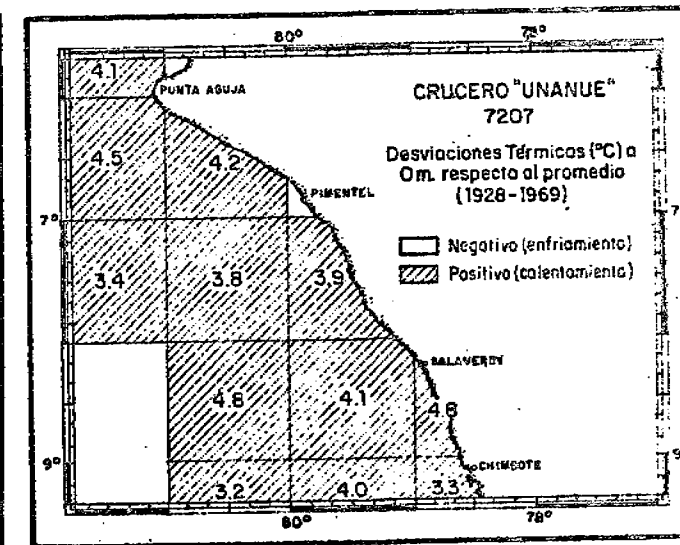
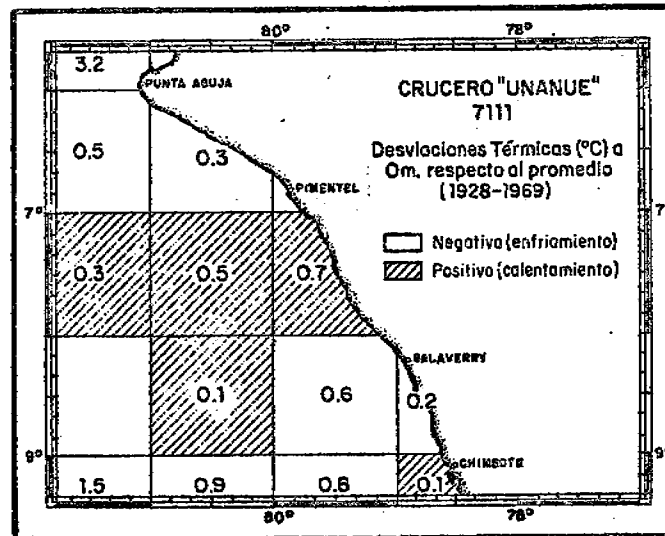
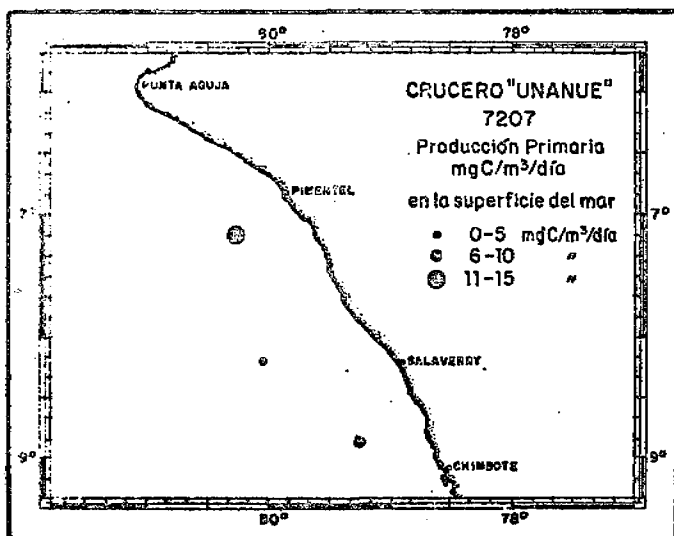
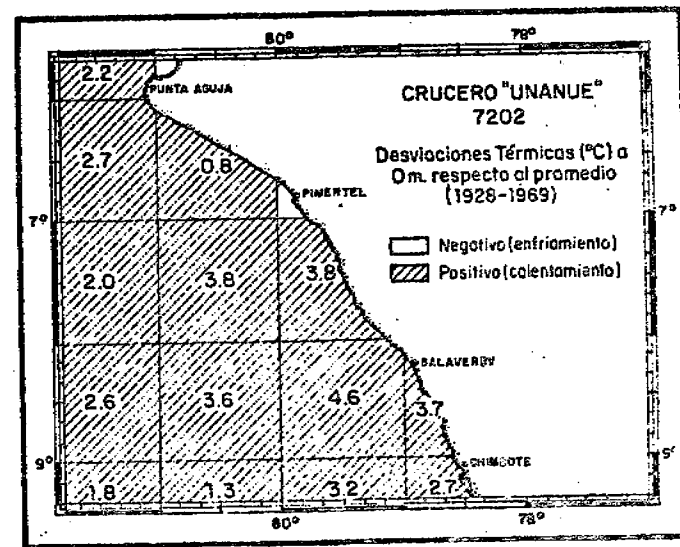
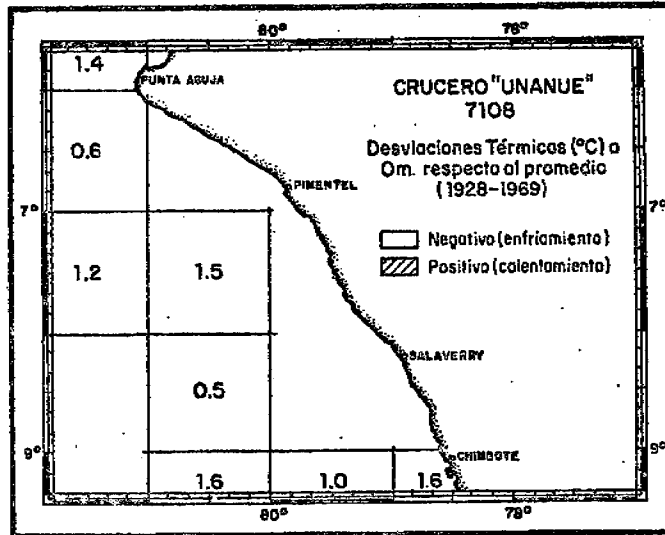
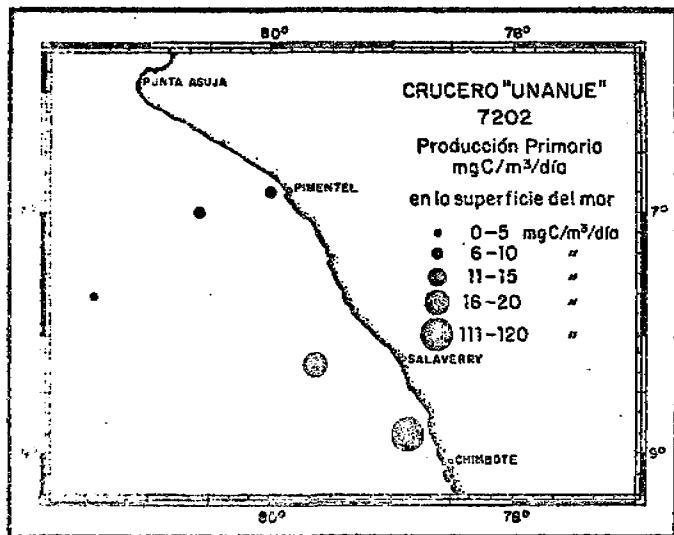
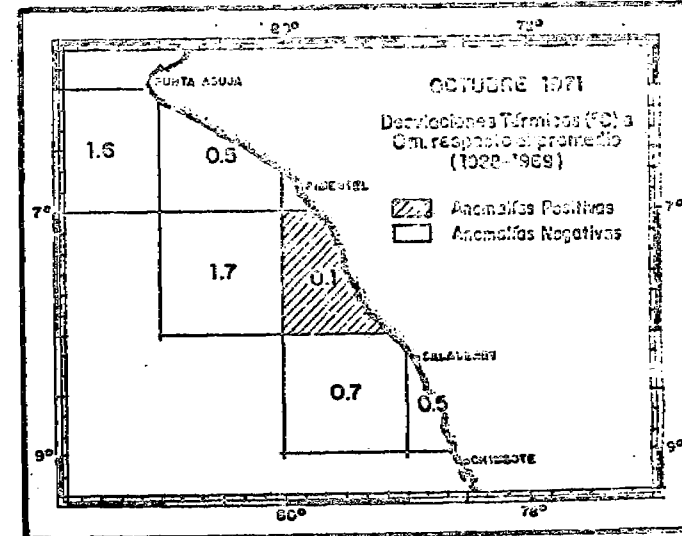
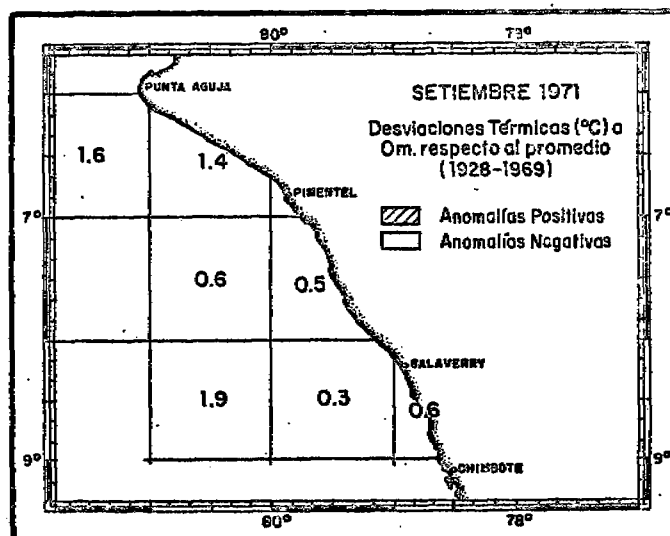
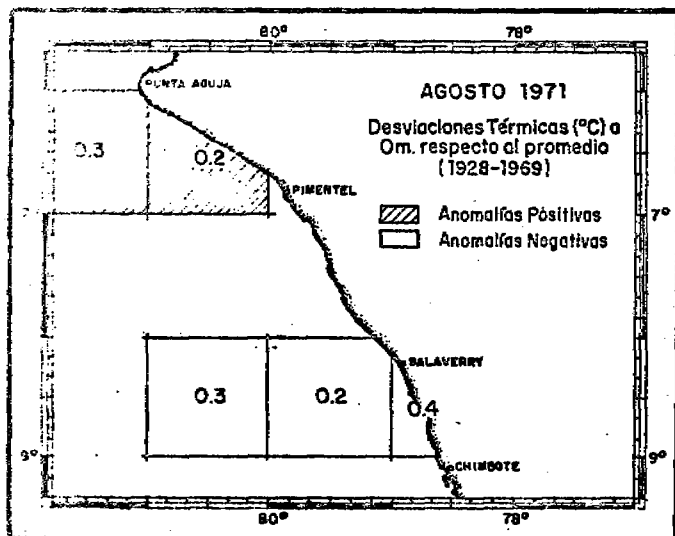
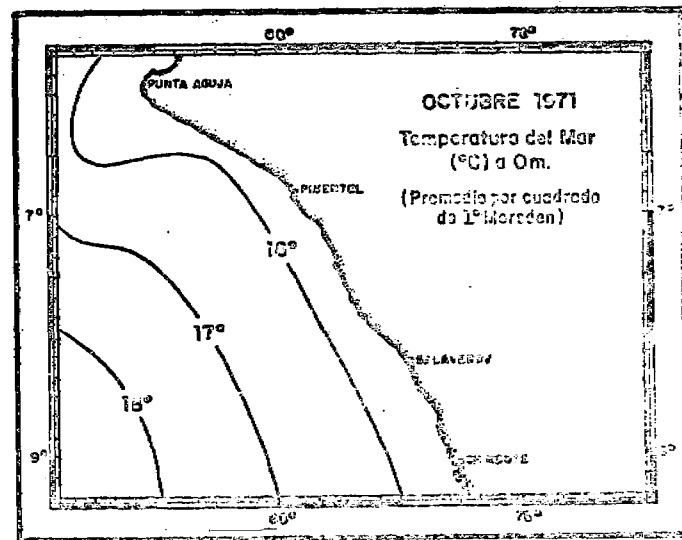
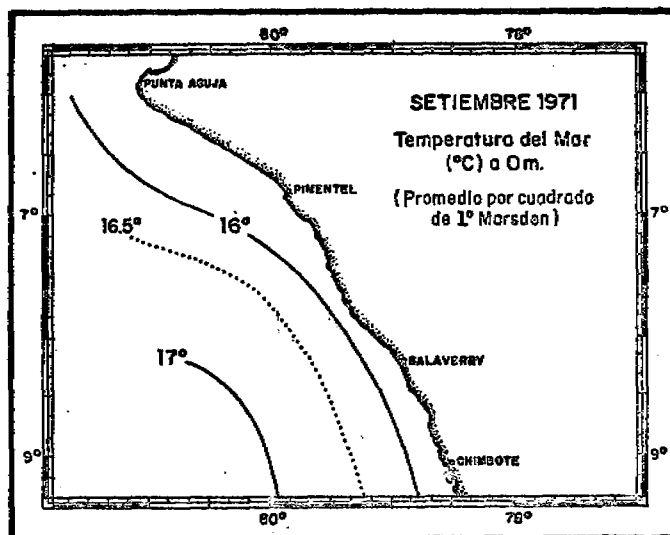
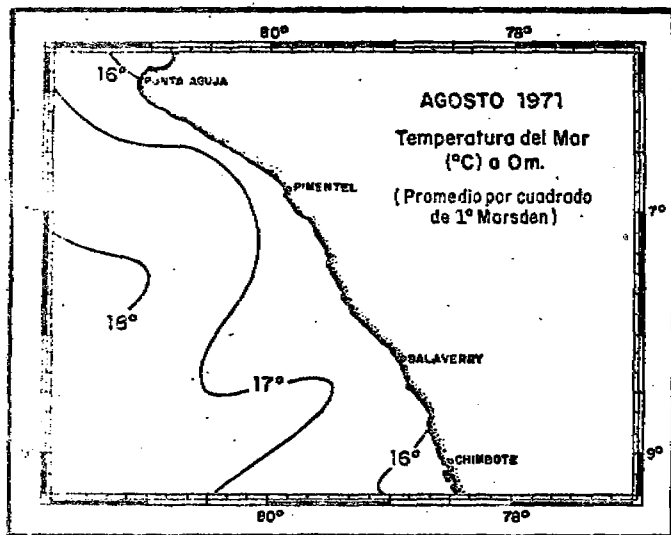


Fig. 22 Distribución de feopigmentos ( $\mu\text{g/L}$ ) en la superficie del mar, a 20 y 50 m.



23 a) Distribución de Producción Primaria durante el verano e invierno de 1972

23 b) Desviaciones térmicas en la superficie del mar respecto al promedio (1928-29)



Fia. 24 Desviaciones térmicas en la superficie del mar respecto al promedio (1928-69)

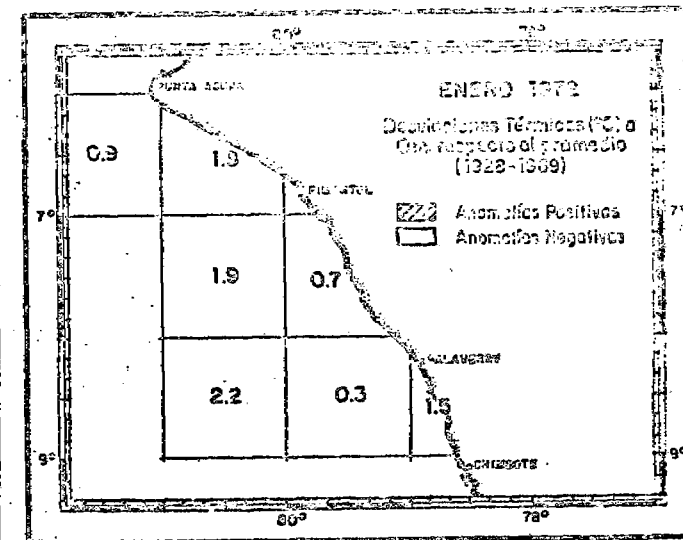
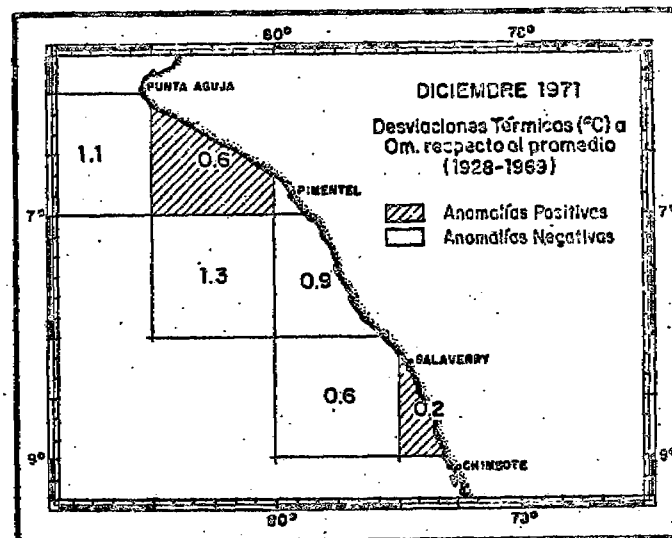
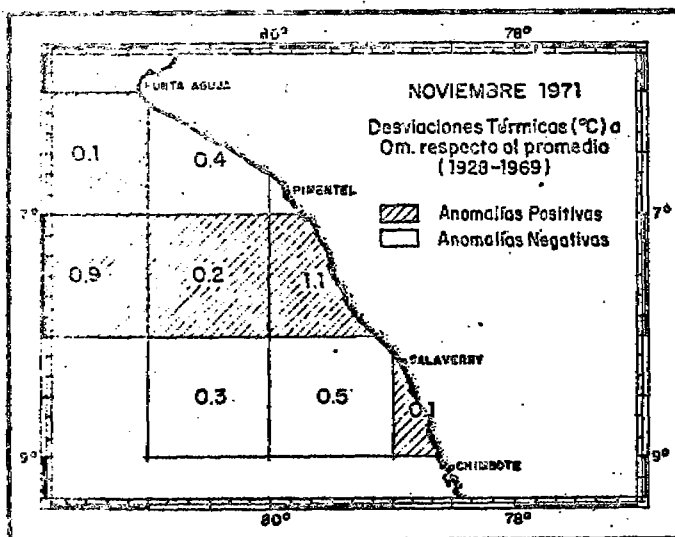
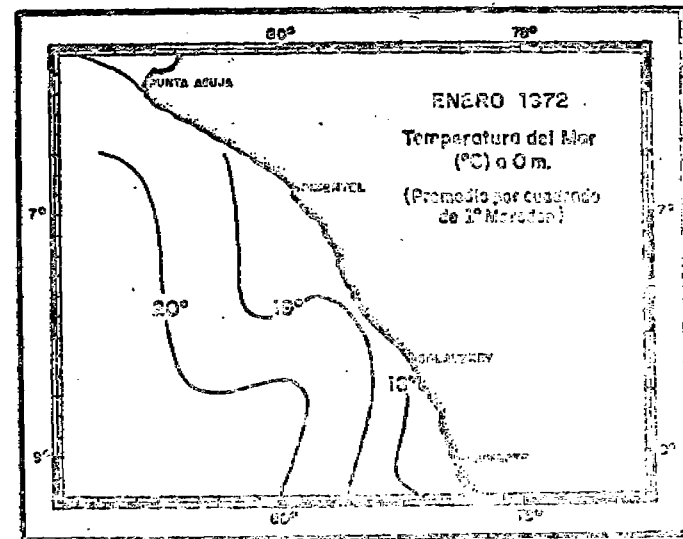
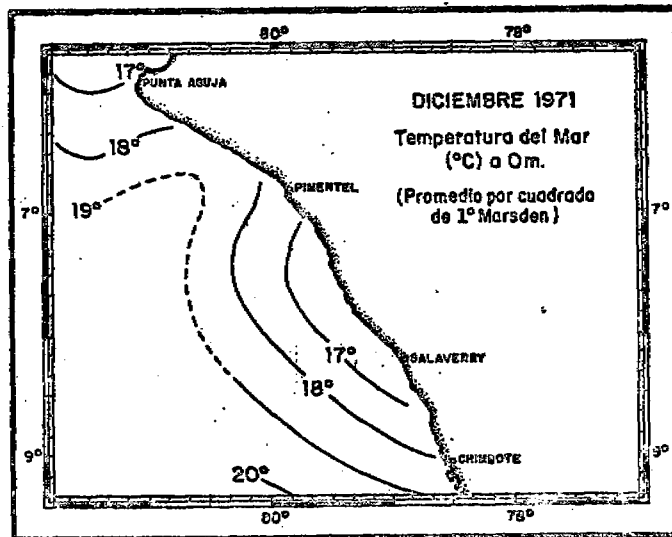
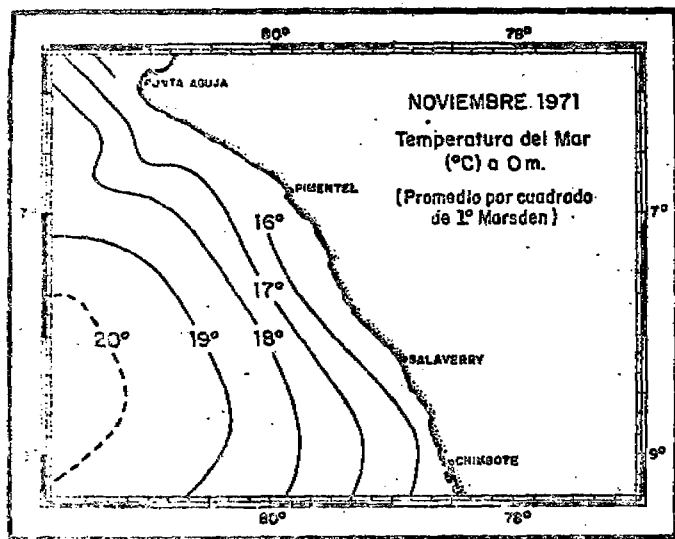


Fig. 25 Desviaciones térmicas en la superficie del mar respecto al promedio (1928-69)

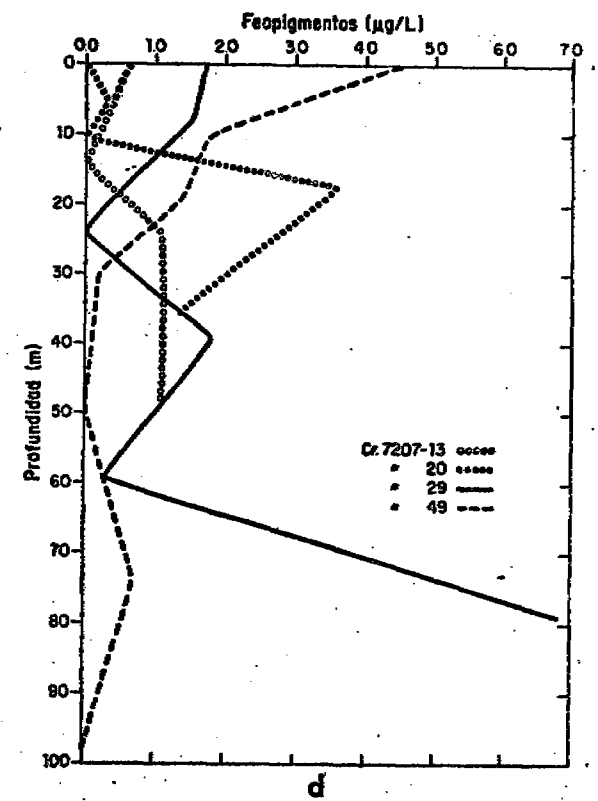
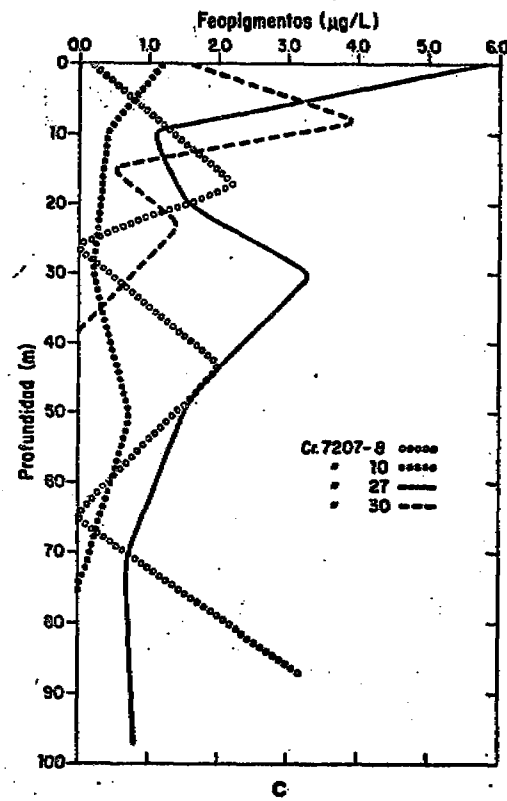
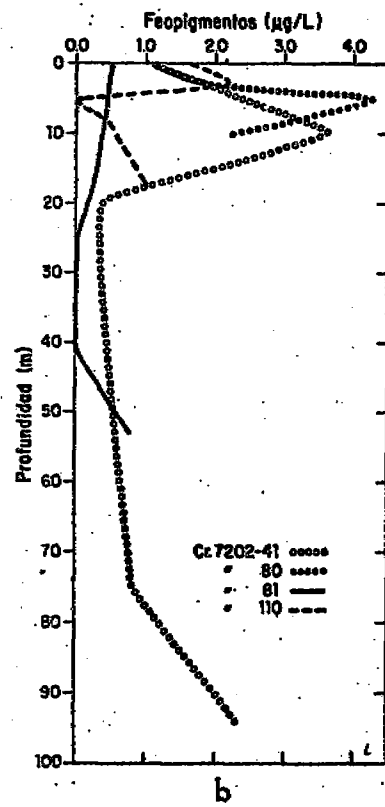
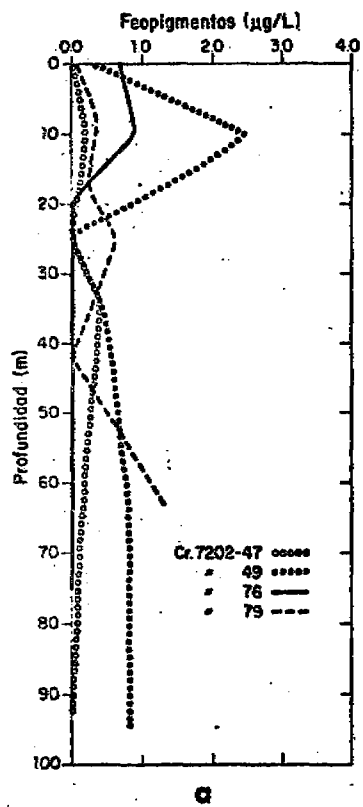


Fig. 33 Perfiles de feopigmentos durante el verano e invierno de 1972

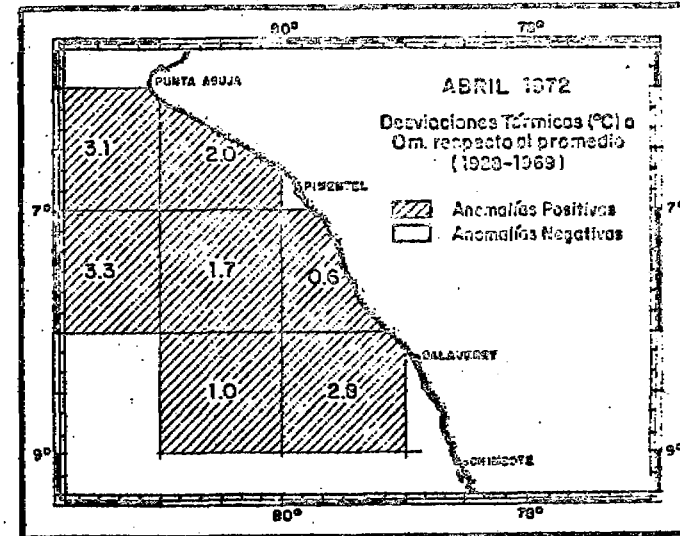
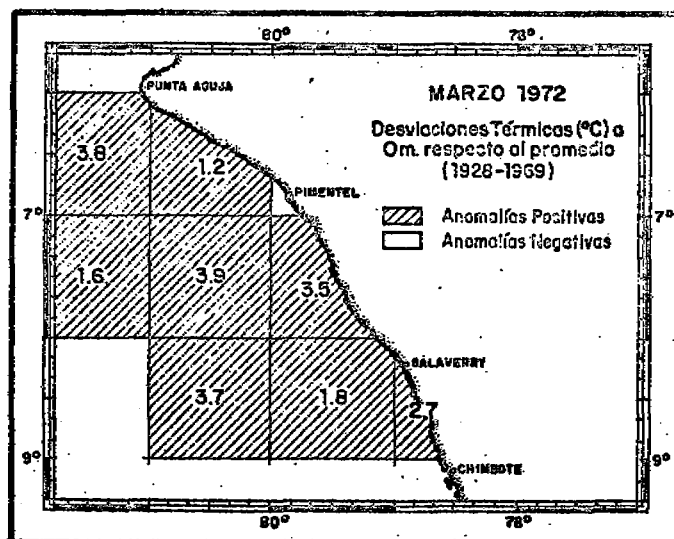
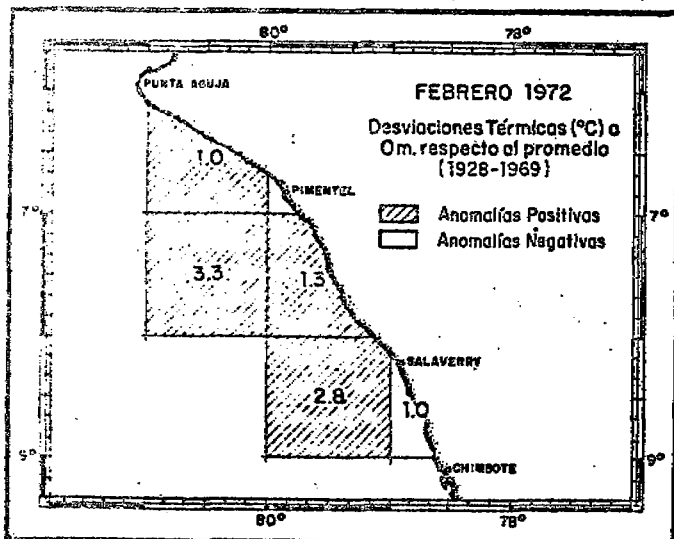
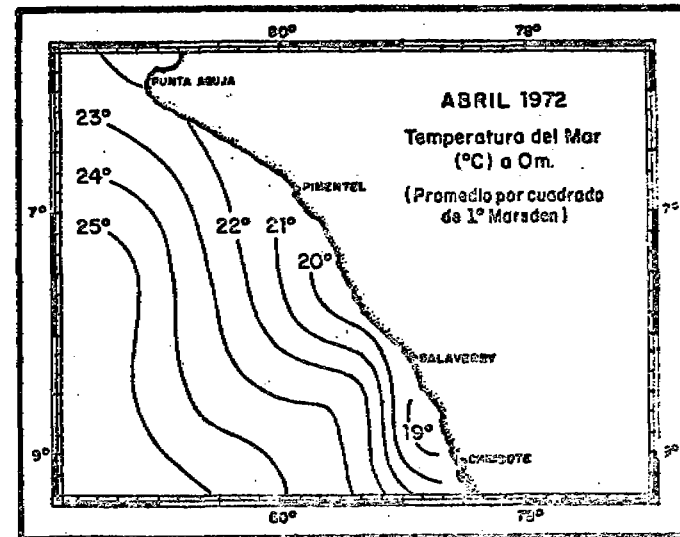
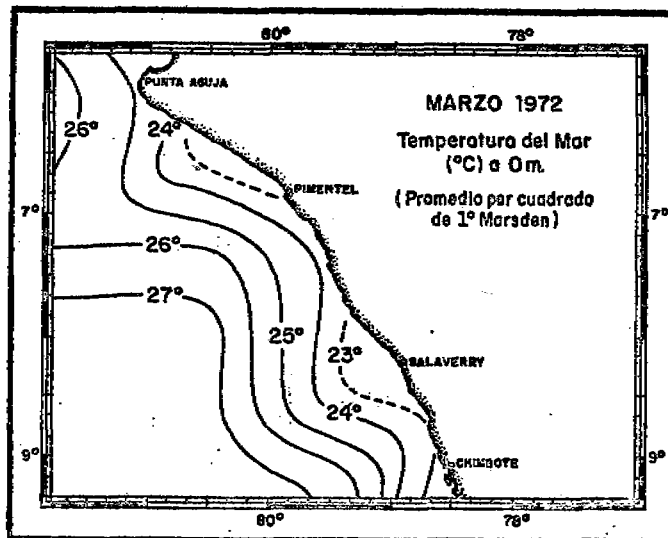
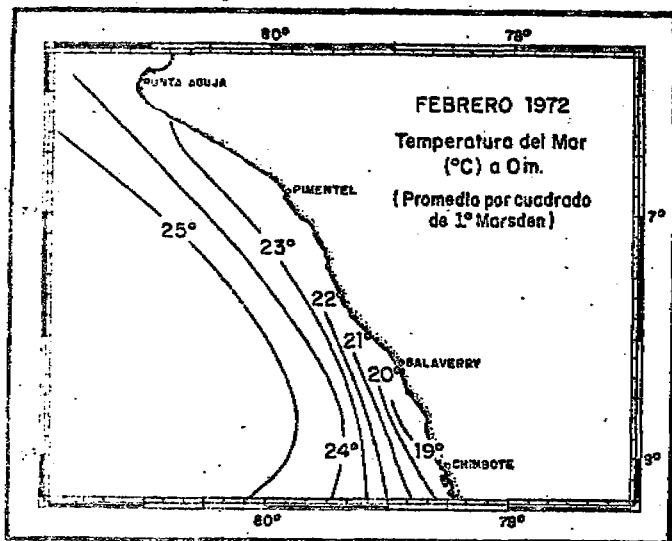


Fig. 26 Desviaciones térmicas en la superficie del mar respecto al promedio (1928-69)

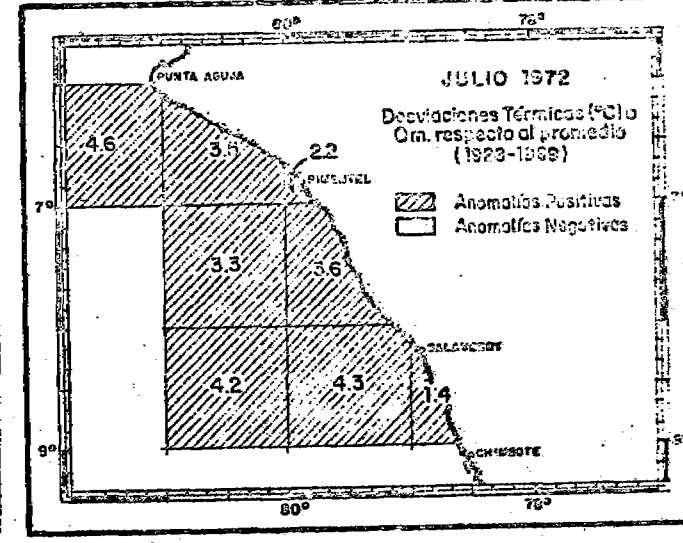
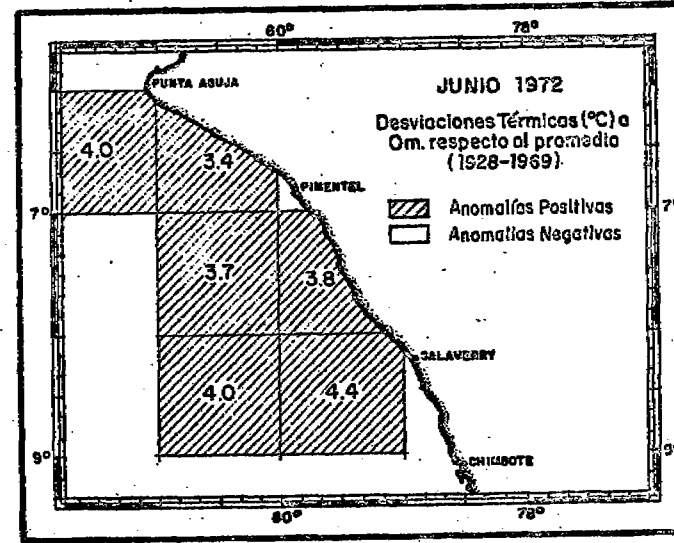
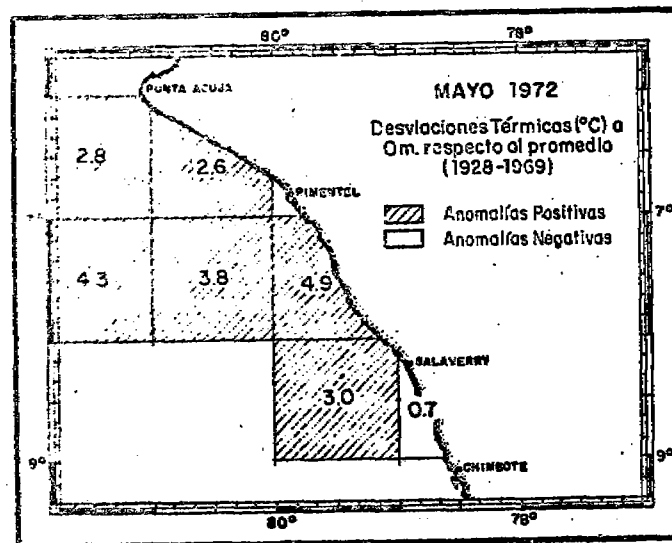
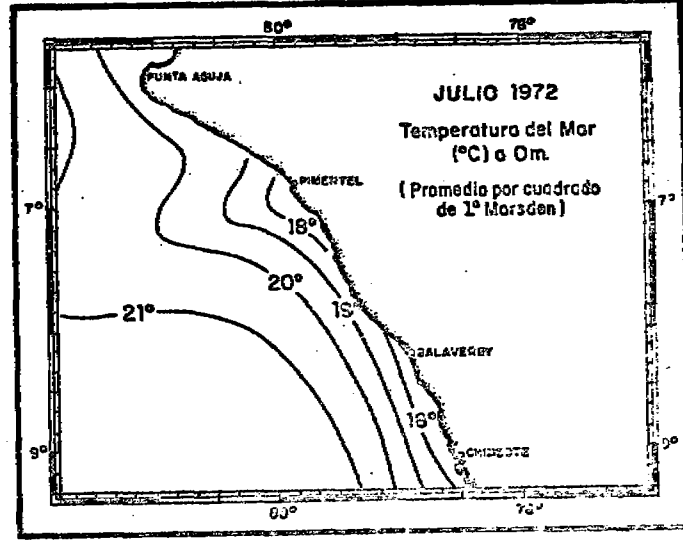
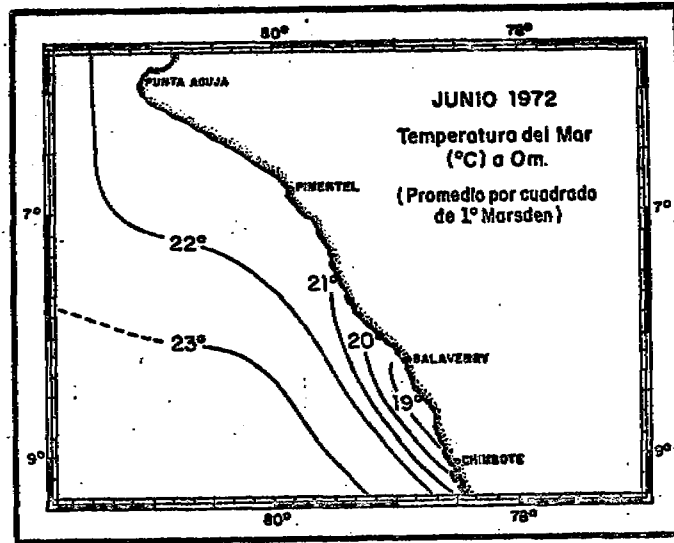
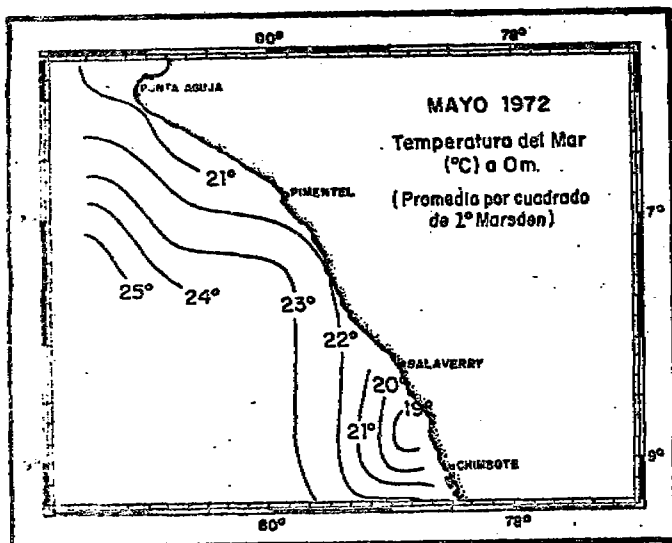


Fig. 27 Desviaciones térmicas en la superficie del mar respecto al promedio (1928-69)



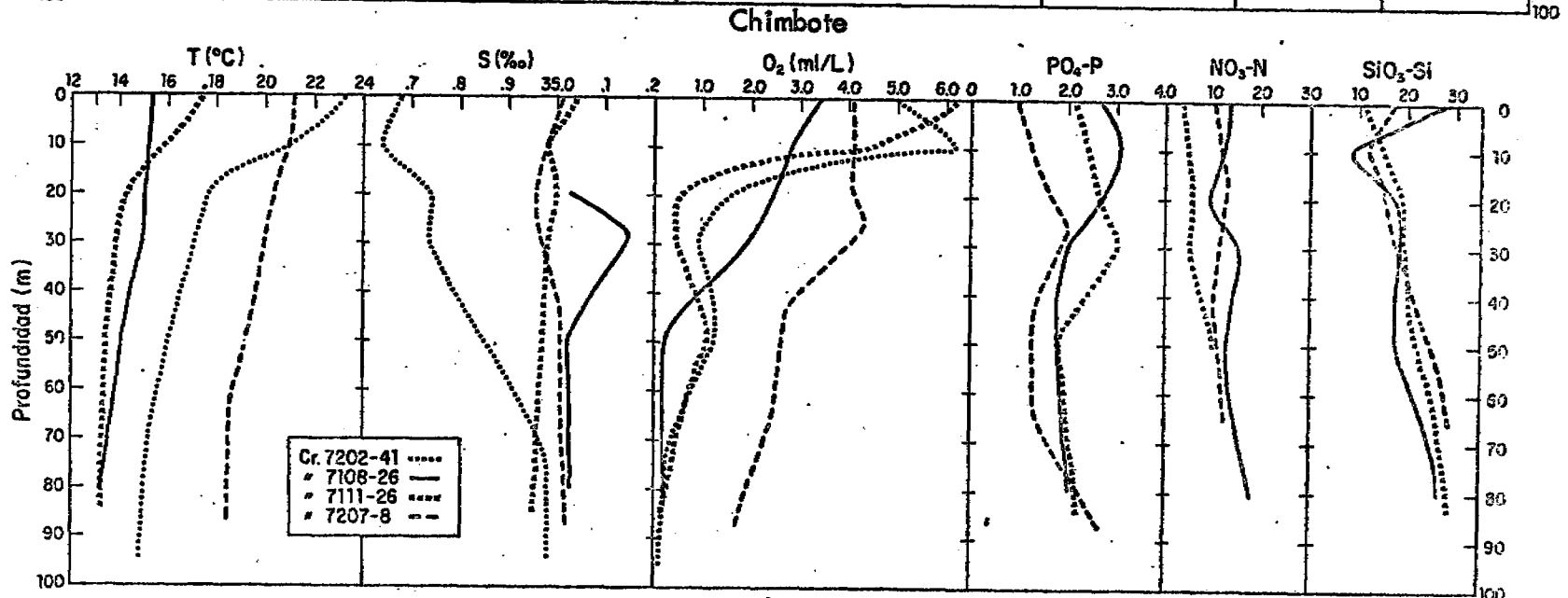
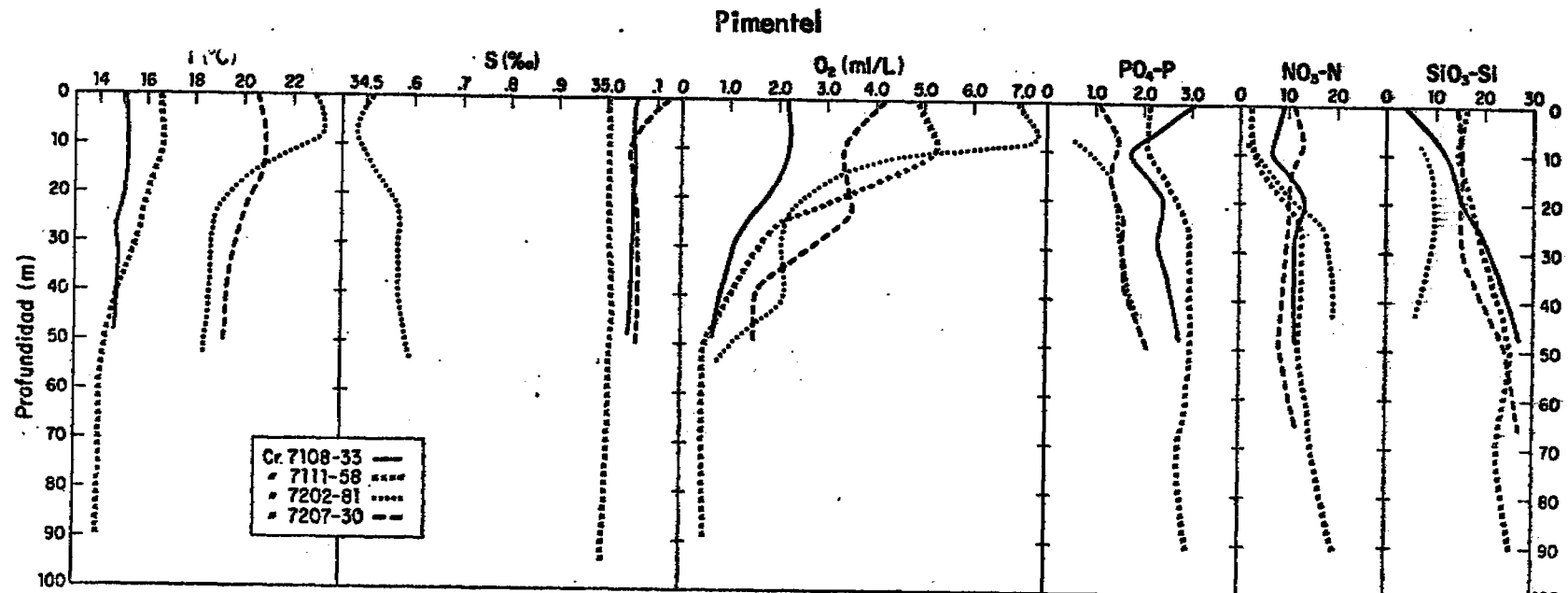


Fig. 28 Perfiles de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, fosfato, nitratos y silicatos frente a Pimentel y Chimbote

Fig. 29 Perfiles de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, fosfato, nitratos y silicatos frente a Pimentel y Chimbote

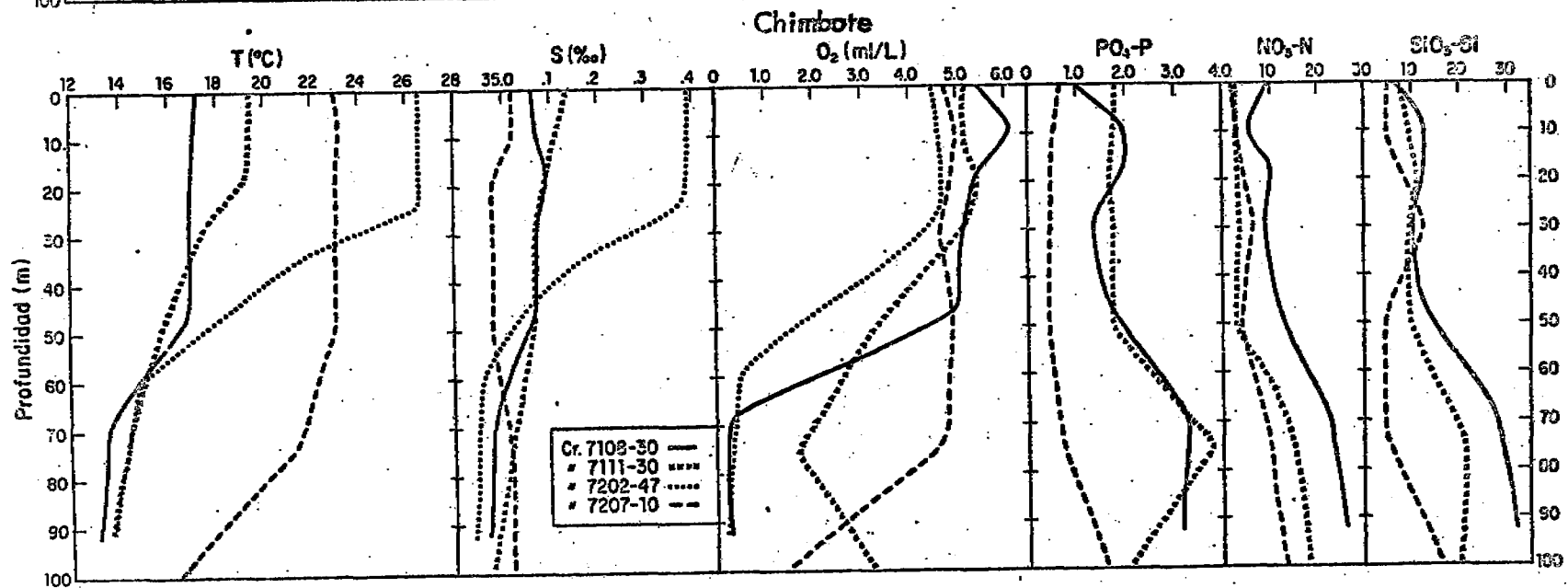
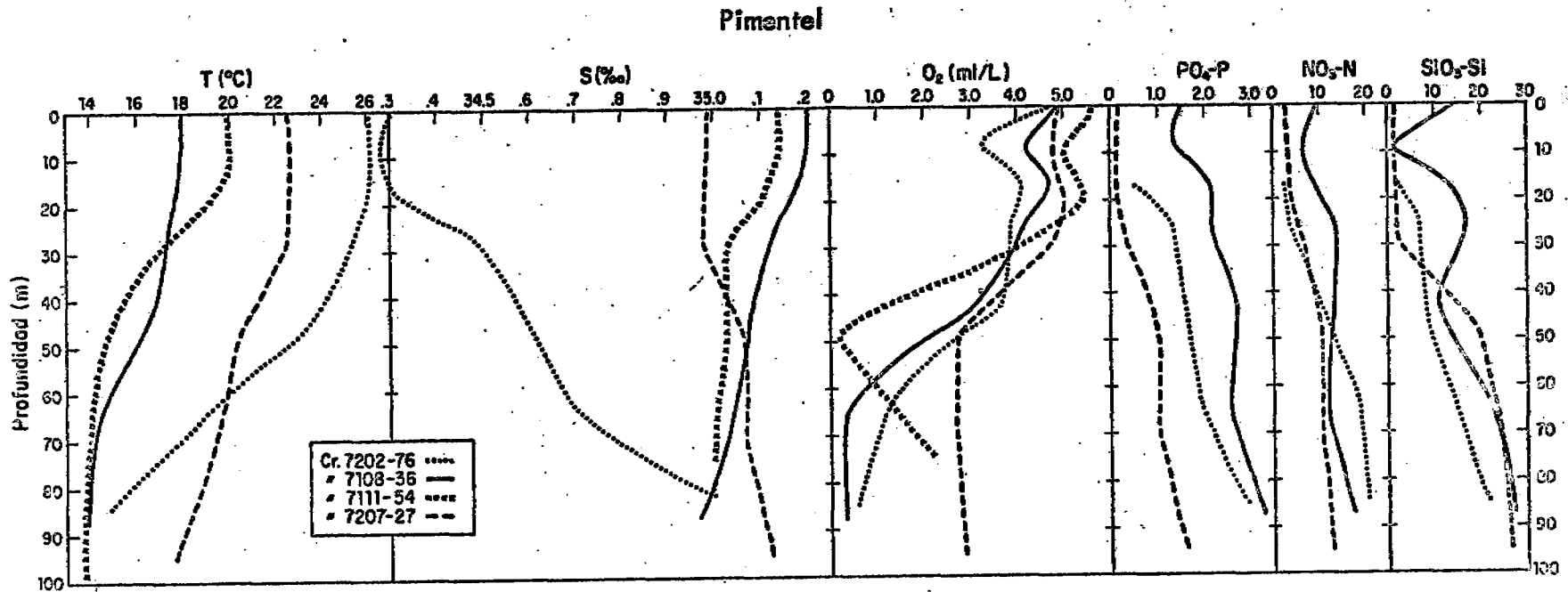
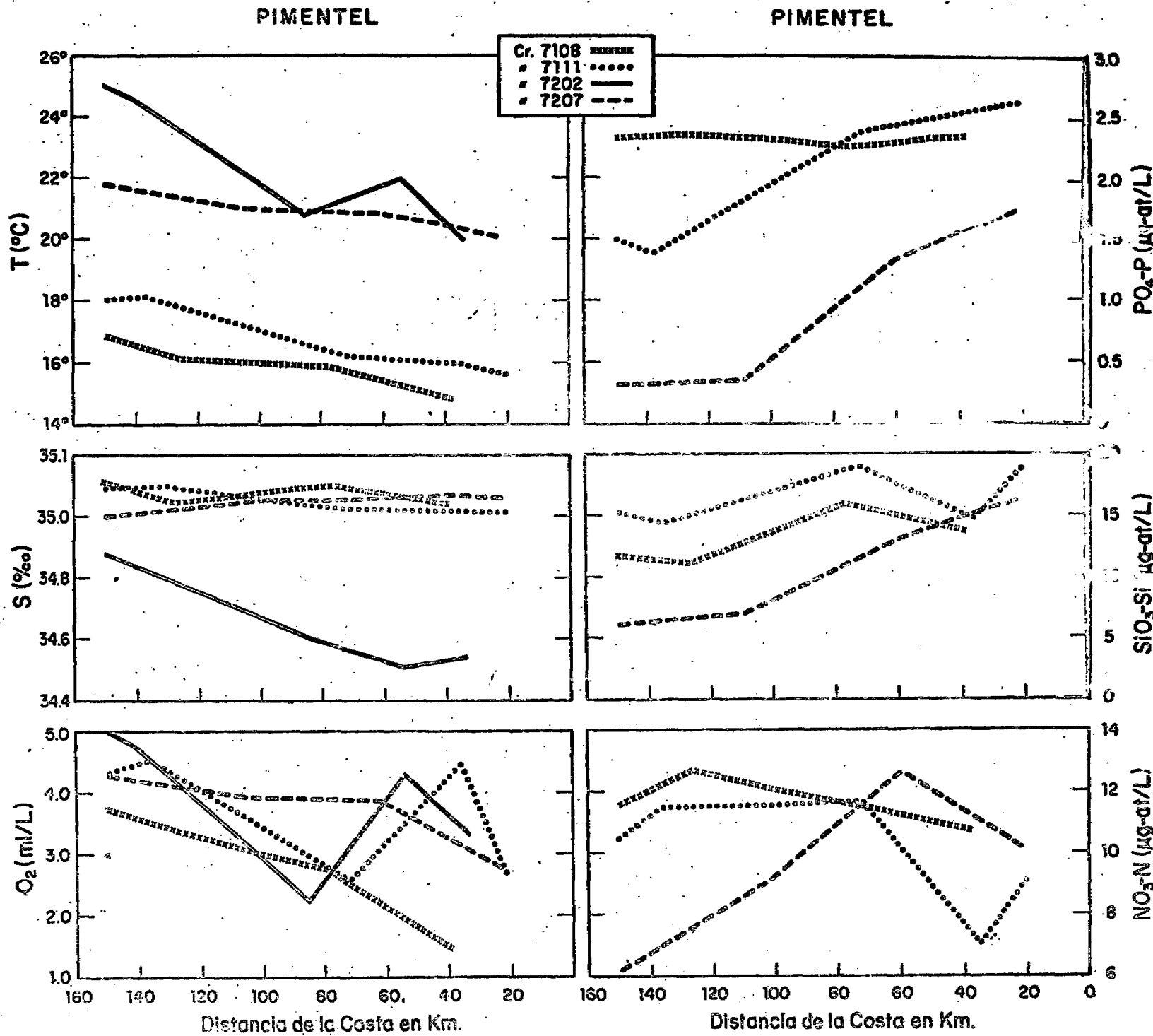


Fig. 30 Variaciones de la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, fosfato y silicatos promedios en la columna de agua de 0-50 m. con la distancia de la costa



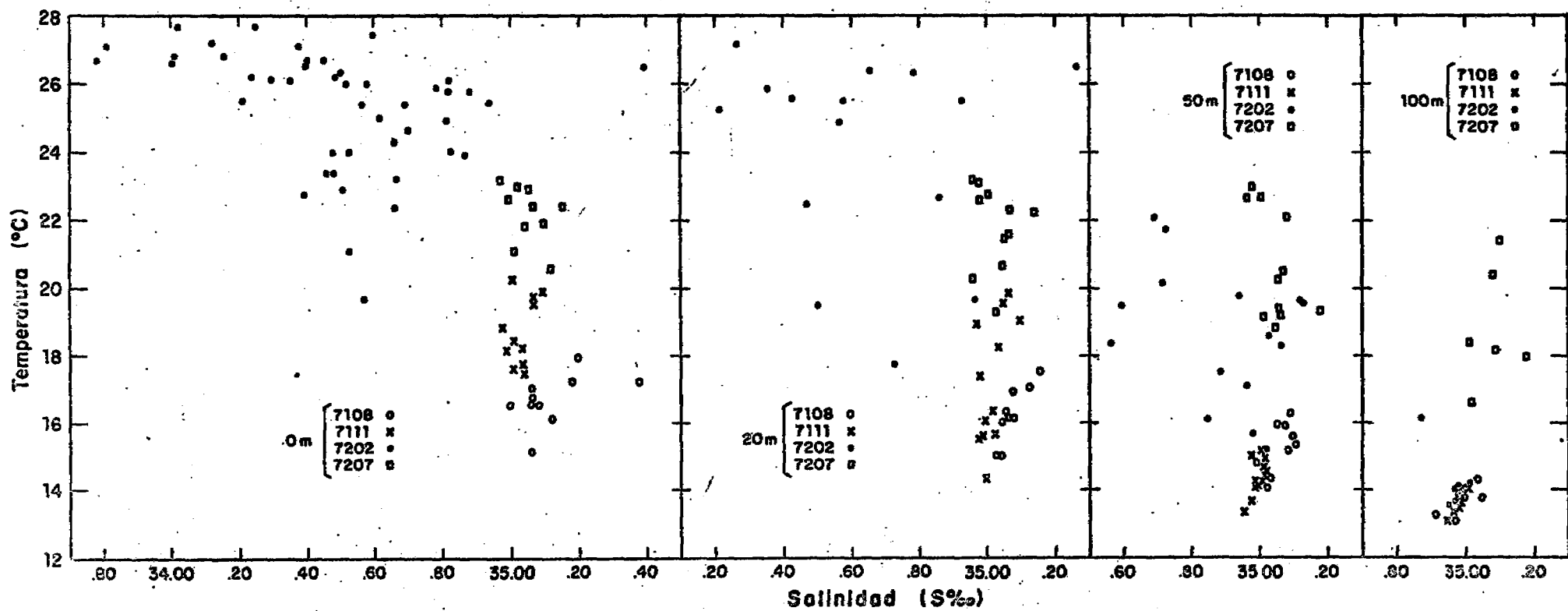


Fig. 31 Diagrama de temperatura-salinidad a 0, 20, 50 y 100 m.

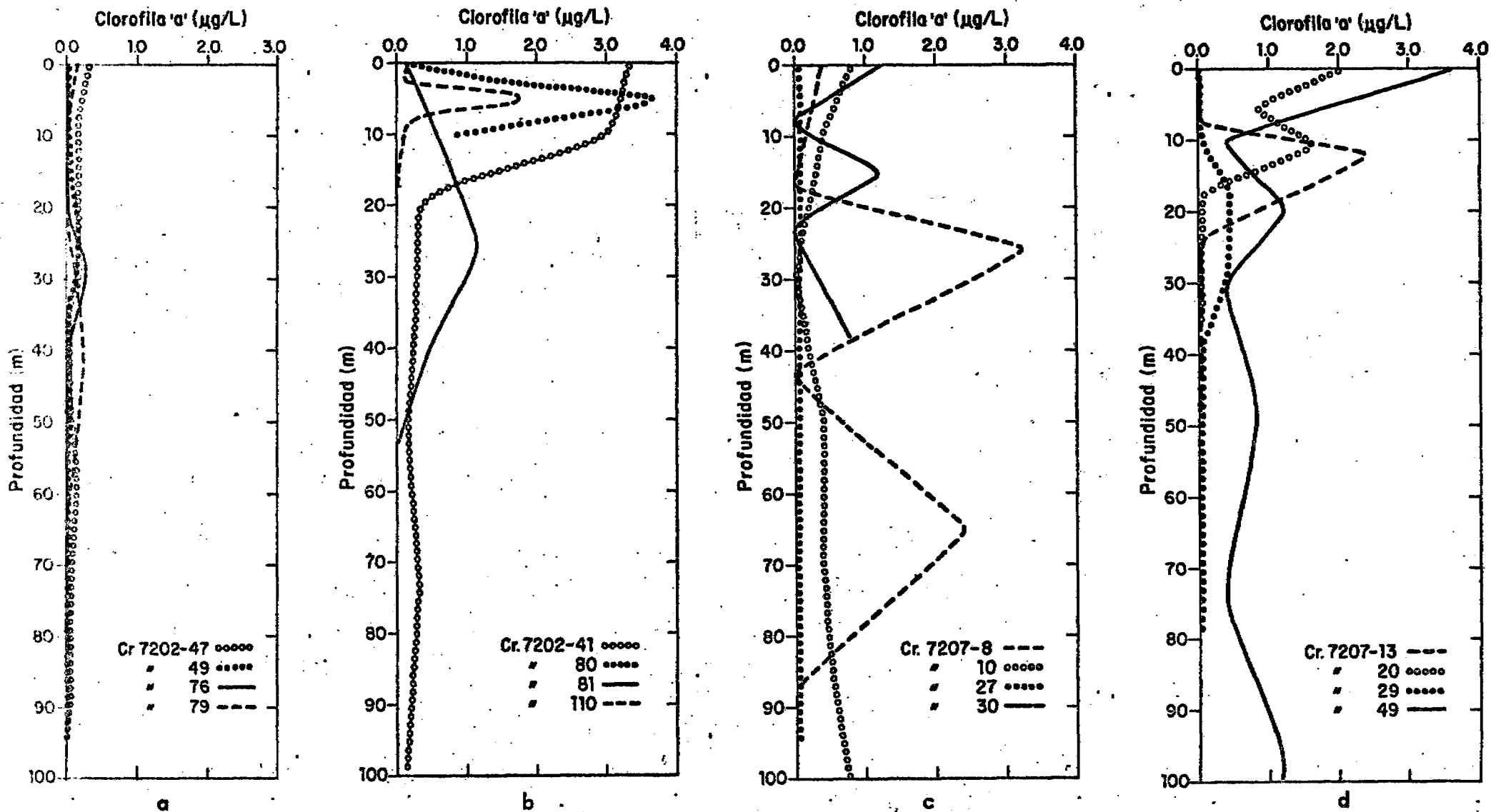


Fig. 32 Perfiles de clorófila "a" durante el verano e invierno de 1972

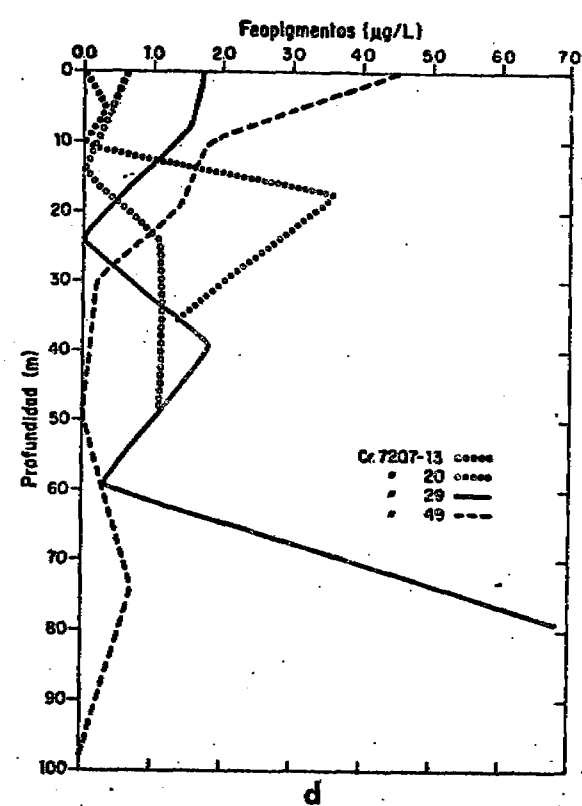
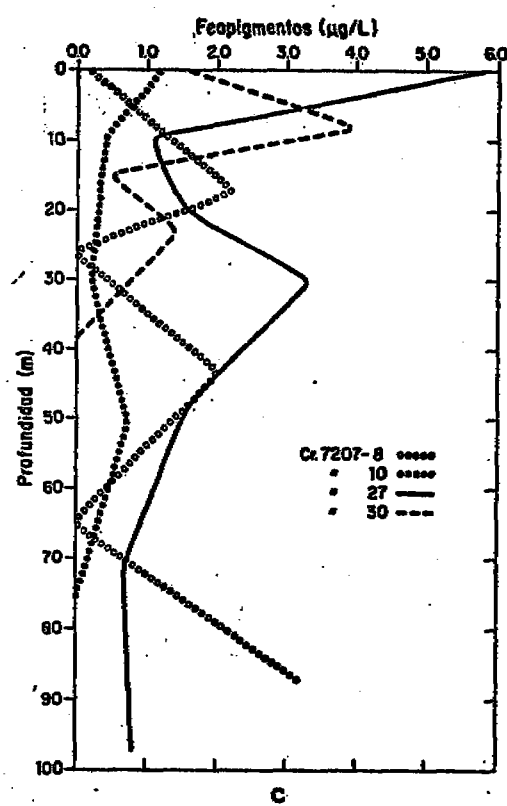
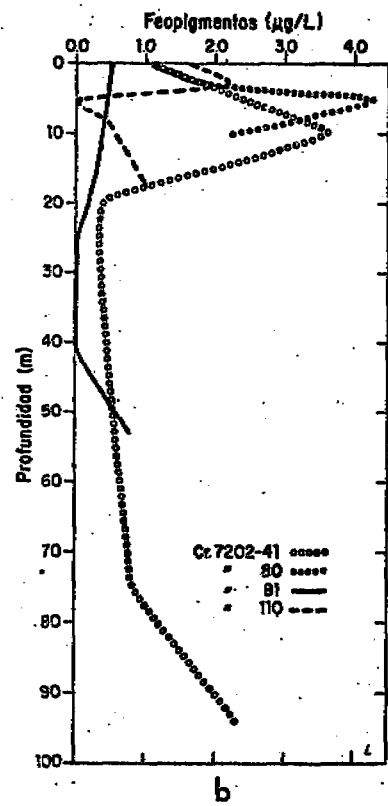
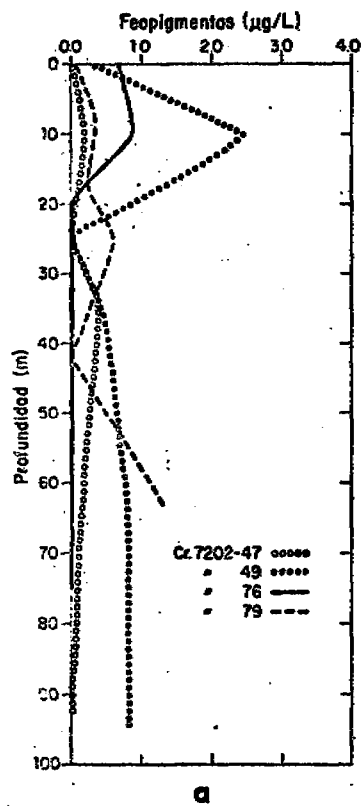
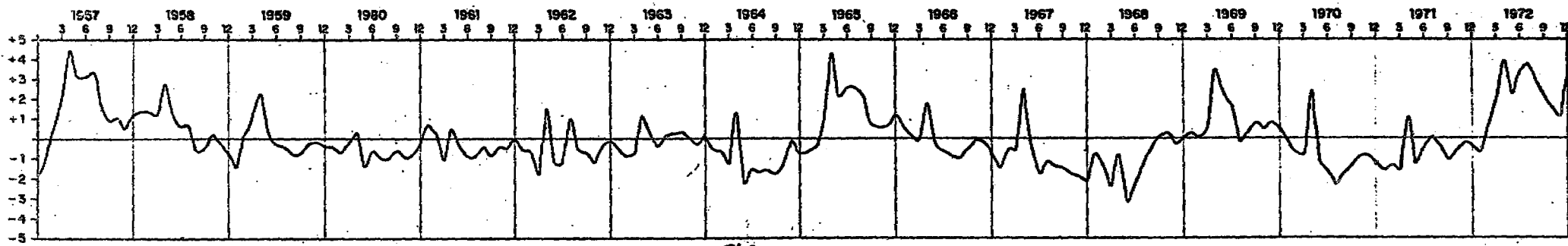
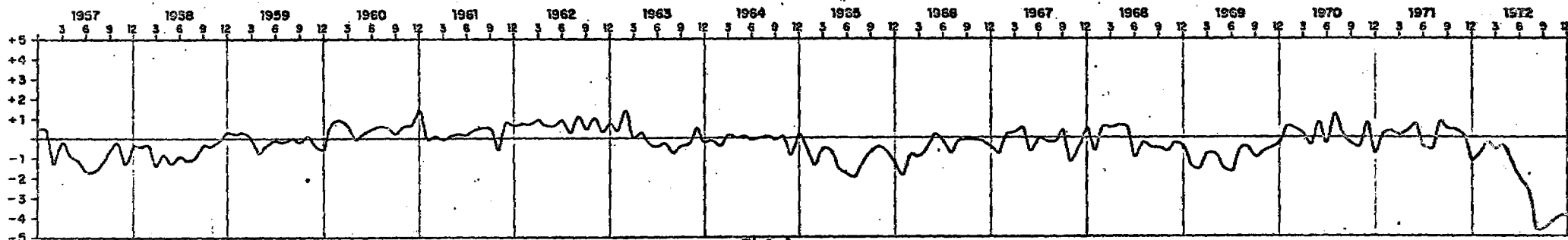


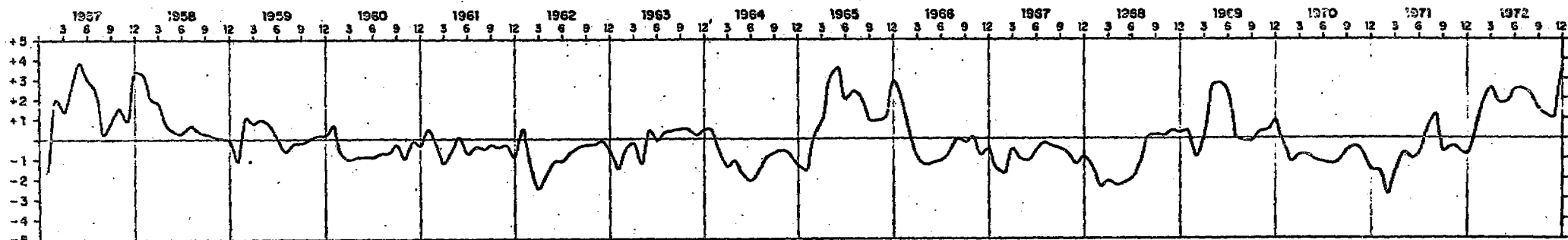
Fig. 33 Perfiles de feopigmentos durante el verano e invierno de 1972



Chicama



Chiclayo



Chiclayo

Fig. 34 Desviaciones mensuales de : a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) superficie del mar, b) presión (mb) y c) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) de aire para el período 1957-1972

**AVANCES DEL PROYECTO DE PRODUCTIVIDAD DE LAS AGUAS  
COSTERAS FRENTE AL PERU**

**(Instituto del Mar y Proyecto Multinacional de Ciencias del Mar-CEA)**

**Periodo 1971/1972**

**Segunda Parte : Cosecha Estable del Zooplancton**

**Por**

**Haydeé Santander  
(Figuras 1-18)**

**CONTENIDO**

- 1. INTRODUCCION**
- 2. ANTECEDENTES**
- 3. MATERIAL Y METODOS**
- 4. DISTRIBUCION HORIZONTAL DEL ZOOPLANCTON**
  - 4.1. AGOSTO 1971**
  - 4.2. NOVIEMBRE 1971**
  - 4.3. MARZO 1971**
  - 4.4. JULIO 1972**
- 5. VARIACION DE PLANCTONTES DOMINANTES EN DOS SUB-AREAS**
  - 5.1. PIMENTEL**
  - 5.2. CHIMBOTE**
- 6. VARIACION ESTACIONAL DEL ZOOPLANCTON**
- 7. REFERENCIAS**



## 1. Introducción

En el Proyecto de Productividad del Mar Peruano, auspiciado por OEA, se programó para el primer año de trabajo, en lo concerniente a Zooplancton, enfocarse en forma general sus variaciones, de Agosto de 1971 a Julio de 1972, en el área de  $06^{\circ} 00'$  a  $09^{\circ} 20'$  de Latitud Sur.

La Productividad Secundaria dada por el zooplancton, constituye un elemento fundamental en el ciclo de productividad del mar, por el rol que desempeñan sus componentes como fuente alimenticia para un gran número de animales invertebrados y vertebrados, al ser intermediarios entre los organismos inferiores, sintetizadores de alimentos y los organismos superiores. Es indispensable conocer el rol que desempeñan los componentes del zooplancton, como elementos que utilizan la energía producida por los generadores de la producción primaria.

## 2. Antecedentes

En nuestro medio la producción secundaria es la menos conocida actualmente, por la dificultad en el muestreo de todos los zooplanctones, debido a la heterogeneidad en el tamaño y comportamiento de sus componentes, así como por la complejidad derivada de sus variaciones.

Desde que se iniciaron los trabajos de zooplancton en el IMARPE (1961) las colecciones que se hicieron se usaron fundamentalmente en el estudio del ictio-plancton.

Algunos otros organismos del zooplancton, como Euphausidos, Chaetognatha, Copepodos y Apendicularias, también han sido estudiados aunque en forma aislada, Fenaux (1967), Santander (1967), Santander y S. de Castillo (1969), Gomez (1971), Vásquez (1967) y Alvarado (1972), con material colectado por IMARPE.

Desde 1961, se vienen obteniendo los volúmenes de zooplancton de todas las muestras colectadas en los cruceros realizados, con los que preparamos la dis-

tribución del volumen, esto nos proporciona una información general de las variaciones que ocurren en el plancton. Es necesario anotar que, el volumen planctónico como parámetro comparativo se ve disminuido debido al carácter heterogéneo de las muestras, integradas por grupos de organismos de tamaño, composición y valor nutritivo muy diferente.

Por esta razón en el presente estudio, se analiza el mesozooplancton en forma integral y descomponiéndolo en los elementos que lo constituyen, incidiendo especialmente en los zooplanctontes dominantes y/o los que determinan o influyen en las grandes fluctuaciones del plancton total.

### 3. Material y métodos

El material de estudio incluye las colecciones efectuadas en cuatro cruceros.

Crucero 7108, con 14 muestras, del 22 de Agosto al 2 de Setiembre.

Crucero 7111, con 15 muestras, del 20 al 30 de Noviembre.

Crucero 7202, con 13 muestras, del 26 de Febrero al 12 de Marzo.

Crucero 7207, con 16 muestras del 9 de Julio al 18 de Julio.

Que hacen un total de 58 muestras. Todas fueron colectadas en el área de  $06^{\circ} 00'$  a  $09^{\circ} 20'$  de Latitud Sur. Las colecciones se hicieron con Red Hensen, en la columna de 50 a 0 metros.

Para los análisis cuantitativos de los diferentes grupos zooplanctónicos, se trabajó una sub-muestra de 10cc., tomada con una pipeta Stemphel, de un vaso de precipitación de 500cc. en el que se encontraba la muestra total, bien homogenizada.

Los recuentos luego se referían al volumen total en que se había homogenizado la muestra.

Los huevos y larvas de peces se separaron con anterioridad y se consideran en forma separada.

#### 4. Distribución horizontal del zooplancton

##### 4.1 Agosto 1971

Las dos mayores concentraciones numéricas del zooplancton se localizaron cerca a la costa, a 15 millas de ésta, a la altura de Punta Aguja y entre Pimentel y Salaverry, a 40 millas de la costa, áreas típicas de afloramiento (Fig. 2).

Ambas concentraciones estuvieron conformadas básicamente de Copépodos. Las menores densidades tanto en número de organismos como en volumen, estuvieron frente a Chimbote (Fig. 15).

A esta altura pero a distancia mayor de 80 millas de la costa se presentaron en forma notable, aguas subtropicales superficiales (Zuta y Urquiza, 1971).

Después de los Copépodos (Fig. 1) los zooplanctones más frecuentes fueron los Euphausidos, la mayor concentración de ellos se localizó a 15 millas de Pimentel.

Los Siphonophoros de menor densidad que los anteriores estuvieron presentes en el 64% de las muestras.

La máxima densidad del desove de anchoveta se produjo a 30 millas de Chimbote (Fig. 6). Mezcla de aguas afloradas y subtropicales superficiales parecen condicionar al ambiente favorablemente para el desove de la anchoveta (Santander y S. de Castillo, 1973).

Otras especies del ictioplancton se encontraron en mayor número concentradas a 15 millas de Punta Aguja y a 60 millas de Pimentel principalmente, correspondían a ejemplares de las Familias Merluccidae, Myctophidae y Bathylagidae.

##### 4.2 Noviembre 1971

La mayor concentración numérica de zooplanctones, estuvo a 12 millas de Punta Aguja (Figs. 3 y 16). Fundamentalmente originada por

los Copepodos , 96% (Fig. 9) y el 4% restante constituido por Myscidáceos, Siphonophoros, Chaetognetha, Zoeas, Polychaetos y Euphausidos.

Los Polychaetos se presentaron frecuentemente en el área, llegando en un caso a ser el 53% del total de organismos, a 35 millas al sur de Punta Aguja.

Los Euphausidos, luego de los Polychaetos alcanzaron los mayores valores numéricos, para toda el área de estudio (Fig. 1). La máxima concentración coincidió con la de Polychaetos al sur de Punta Aguja.

Las Apendicularias, Siphonophoros, Salpas, Doliolos, larvas de Crustáceos Decápodos y otros organismos, estuvieron presentes en esta época en regulares concentraciones.

Nuevamente las áreas de desove de anchoveta no coocurren con las grandes concentraciones zooplanctónicas y por el contrario el foco del desove, correspondió al más bajo valor zooplanctónico (Fig. 7).

#### 4.3. Marzo 1972

Grandes concentraciones de organismos estuvieron regularmente distribuidos en toda el área explorada. De ellos la mayor densidad numérica, se presentó fuera de la costa, de 50 a 150 millas como máximo en forma continua, desde los 08° 00' hasta 09° 20' de Lat. S. (Figs. 4 y 17). Estas altas concentraciones se debieron principalmente a los Doliolos, que sumados a los altos valores de Copepodos se presentaron en toda el área explorada, pero con mayor incidencia de Salaverry a Chimbote. (Fig. 10).

Las Apendicularias, Pteropodos y Siphonophoros también fueron organismos bastante frecuentes, en el área, en esta época (Fig. 1).

Estadios larvarios de Euphausidos, estuvieron principalmente concentrados a 40 millas de Pimentel.

Los valores volumétricos muestran que en esta época, se observaron los mayores volúmenes del ciclo 1971 - 72 y homogéneamente distribuidos en el área de estudio. ( Fig. 17.)

El desove de anchoveta en esta fecha fue casi nulo. Sin embargo hubo gran variedad de larvas de otros peces, siendo las larvas de sardina y diferentes especies de la Familia Scombridae: "caballa" Scomber japonicus y "melva" Auxis sp., las más abundantes, 49% para sardina y 33% Scombridae, del total de larvas para el área.

#### 4.4. Julio 1972

La distribución general del zooplancton muestra las mayores densidades entre Salaverry y Chimbote con la mayor concentración a 10 millas de la costa ( Figs. 5 y 18 ).

Lo cual, se relaciona con el máximo de Copépodos, estos organismos como en los tres anteriores cruceros fueron los dominantes en el área.

Siguieron en orden de abundancia las apendicularias, Chaetognatha, larvas de Crustáceos Decápodos y Euphausids ( Fig. 1 ).

Regulares concentraciones de zooplancton se localizaron en una extensa área desde el sur de Punta Aguja a Chimbote, alrededor de la mayor concentración. Las menores densidades fueron detectadas fuera de la costa, en Punta Aguja, frente a Salaverry, a 70 millas de la costa y a 65 millas de Chimbote.

El desove de anchoveta, por presencia de huevos, en esta área y época fue nulo. Larvas de esta especie, estuvieron presentes pero en número muy reducido frente a Punta Aguja.

Otras larvas de peces, frecuentes fueron Scombridae, Clupeidae, ade-

más de Vicinguerria, Myctophidae y Merluccidae.

La sardina estuvo presente en casi todas las estaciones cercanas a la costa, desde Punta Aguja hasta el norte de Chimbote.

## 5. Variación de Plancton'es dominantes en dos sub-áreas

### 5.1 Pimentel

Se ha tomado dos estaciones en cada uno de los 4 cruceros considerados, una cerca de la costa, alrededor de 10 millas y la otra a más o menos 90 millas de distancia de la costa ( Figs. 12 a y 12 b)

Los valores porcentuales se refieren a la concentración de cada uno de los organismos en la muestra.

En estas dos figuras se aprecia que los organismos numéricamente dominantes son los Copépodos, tanto lejos como cerca de la costa, durante todo el año. Las fluctuaciones de estos organismos también son iguales, cerca y lejos de la costa, es decir el máximo en Noviembre de 1971, el mínimo en Verano de 1972 y valores intermedios en Julio de 1972 y Agosto de 1971.

En la Fig. 12 a, a 10 millas de Pimentel, se muestra una mayor heterogeneidad de los organismos en Febrero de 1972, donde el 23% del número de organismos estuvo constituido por Pterópodos y el 7% por Siphonophoros. El grupo Chaetognatha estuvo ausente solamente en Agosto de 1971. Mientras que los Euphausiids se presentaron en Agosto de 1971 y Julio de 1972.

En la Fig. 12 b, a 90 millas de Pimentel, se observa también que en verano 1972, el valor porcentual de Copépodos disminuye en favor de los Pterópodos y Apendicularias. Organismos frecuentes en todo el año fueron los Siphonophoros.

## 5.2. Chimbote

Se ha procedido igual que para Pimentel, con el mismo número de estaciones. En esta localidad la máxima distancia considerada fue a 60 millas de la costa.

En esta sub-área no se encontró el paralelismo en las fluctuaciones, cerca y lejos de la costa, hallados para Pimentel.

En la Fig. 13 a 10 millas de Chimbote, el máximo valor porcentual para Copépodos se encontró en Julio de 1972 y el mínimo en Febrero 1972.

En Verano 1972, como en Pimentel la composición de organismos fue más diversificada, en favor de Euphausiidos, larvas principalmente, Apendicularias, Siphonophoros y Doliolos.

A 60 millas de Chimbote (Fig. 13 b), la mayor densidad de Copépodos se encontró en Noviembre de 1971 (98%) y la mínima en Febrero de 1972 (47%), donde una gran abundancia de Doliolos (46%) se presentó.

## 6. Variación estacional de Zooplancton

En el año de estudios de Agosto de 1971 a Julio de 1972, las variaciones encontradas en toda el área investigada, indicaron que la menor cosecha estable del zooplancton, dada por el número promedio de zooplanctontes por metro cúbico, se presentó en Invierno 1971 ( $838/m^3$ ); en Primavera del mismo año se incrementó dicha producción ( $1,420/m^3$ ), dándose en Verano de 1972 el máximo ( $1,584/m^3$ ) y para disminuir nuevamente en Invierno de 1972 ( $1,193/m^3$ ) a niveles ligeramente superiores a los encontrados en Invierno del año anterior (Fig. 14)

Si analizamos los valores promedio del grupo Copépodos (Fig. 14) grupo dominante del zooplancton notaremos que los menores valores se presentaron en

Invierno de 1971, el máximo se produjo en Primavera, disminuyendo posteriormente en Verano de 1972 y aún más en Invierno del mismo año, sin llegar al valor mínimo del año anterior.

La falta de una relación directa entre los máximos de total de zooplancton (verano 1972) y de Copépodos (Primavera 1971) se debió posiblemente al incremento en número de Doliolos, juntamente con Pterópodos, Apendicularias y Siphonophoros, que se presentaron en un mayor número en Verano 1972, que en las otras exploraciones.

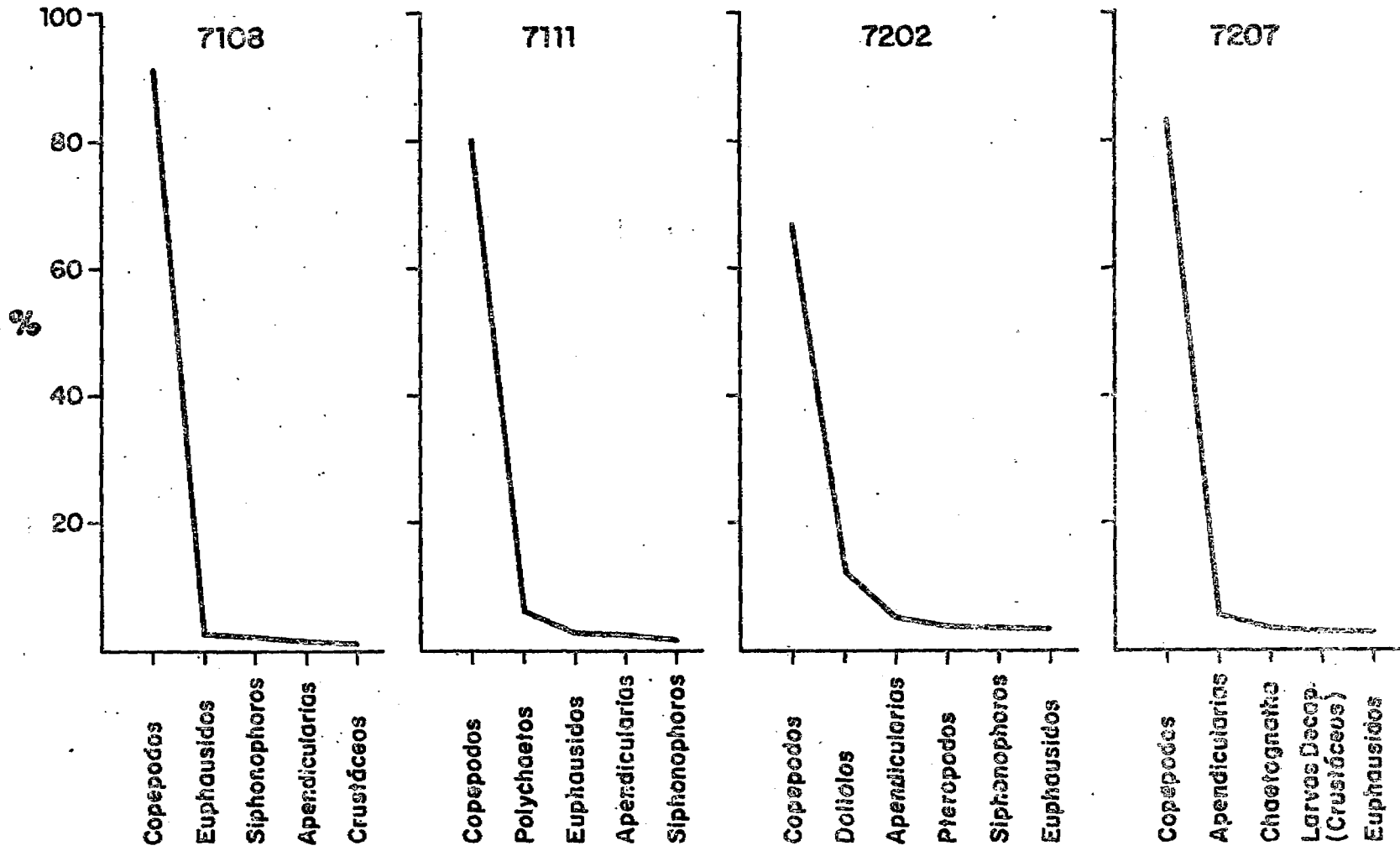
Las razones para una mayor o menor abundancia de los diferentes grupos zooplanctónicos, debemos hallarlas estudiando los procesos reproductivos, de crecimiento y mortalidad de sus poblaciones, y los factores ambientales que influyen directa o indirectamente en estas fluctuaciones.



## 7. Referencias

- Alvarado, A. 1972. Variación cuantitativa de Copépodos, Eufausidos y Quetognatos de la Zona Norte Peruana (07°01' y 08°56' Latitud Sur ) Verano - Invierno, 1967. Trujillo. Tesis.
- Fenaux, R. 1968. Algunas Apendicularias de la Costa Peruana. Bol. IMARPE Vol. 1, N° 9.
- Gómez, O. 1971. Contribución al conocimiento de los Copépodos de la Costa Peruana. Lima. Tesis.
- Santander, H. 1967. Los Euphausidos en la zona del Callao-Chimbote y la composición general del zooplancton. Lima. Tesis.
- Santander, H. y O.S. de Castillo. 1969. La importancia de las Euphausidos y Chaetognatha y resultados de su distribución en base al Crucero de Febrero de 1967.
- Santander, H. y O.S. de Castillo. 1973. Estudio sobre las Primeras Etapas de vida de la anchoveta. Inf. IMARPE N°41.
- Vásquez, F. 1967. Ensayo sobre la relación de las factores abióticos con la distribución. Trujillo. Tesis.
- Zuta, S. y W. Urquiza, 1971. Informe Preliminar del Crucero Unánue 7108, Serie Inf. Esp. N° IM-96.

Fig. 1.-Variación de Frecuencia de los Grupos Planctónicos dominantes en todo el área de estudio.



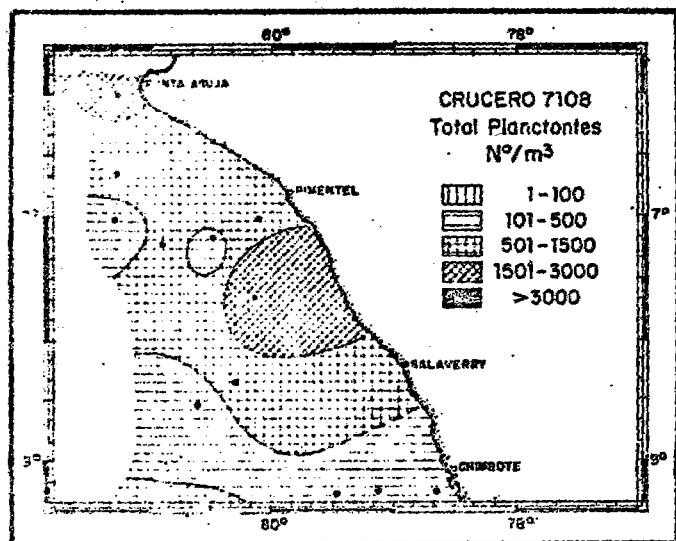


Fig. 2

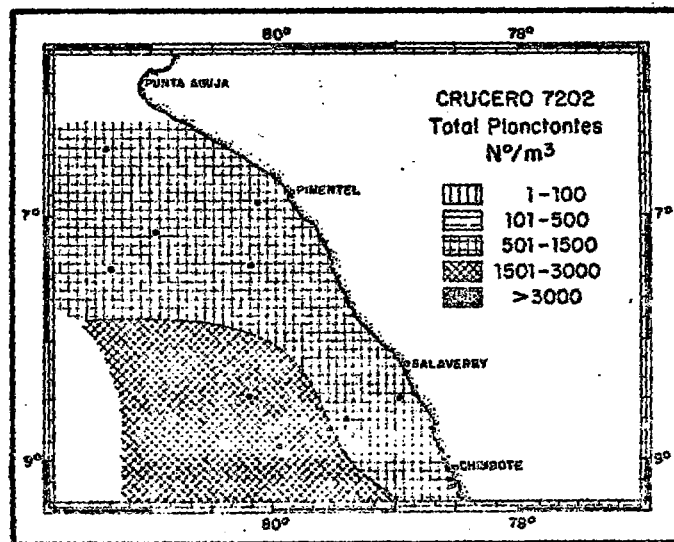


Fig. 4

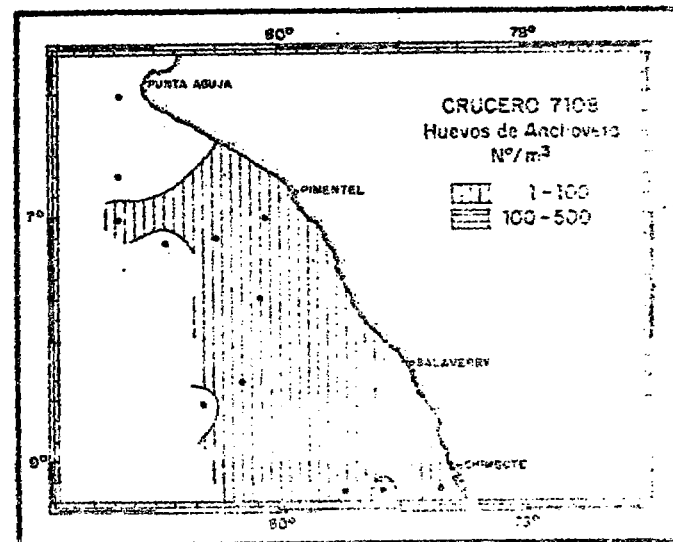


Fig. 6

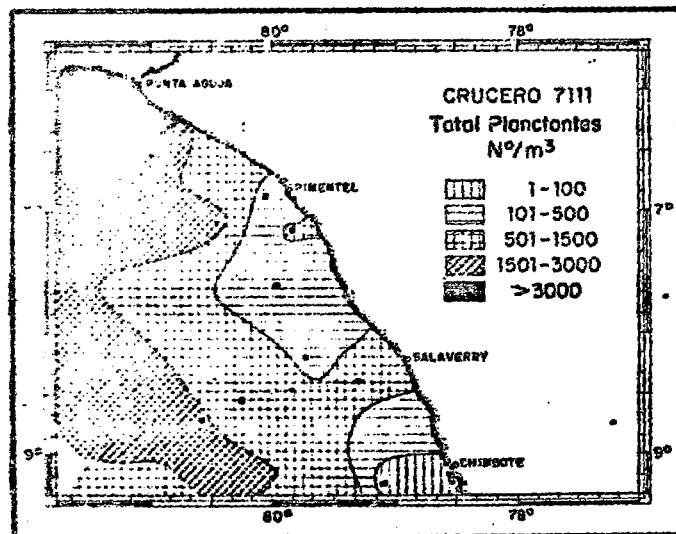


Fig. 3

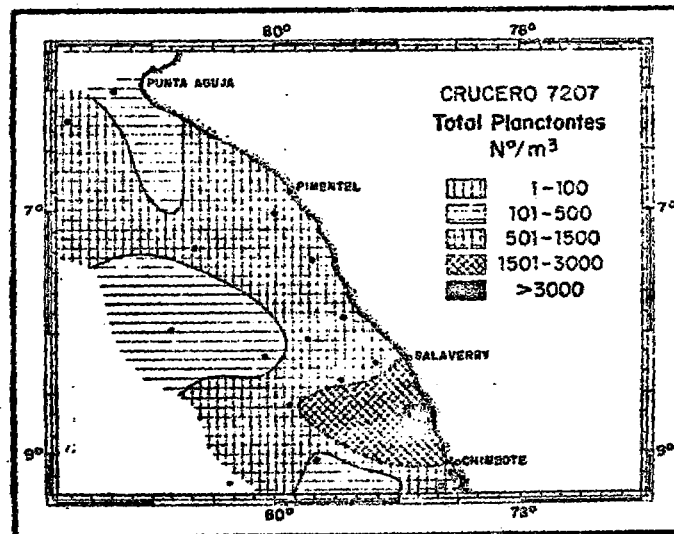


Fig. 5

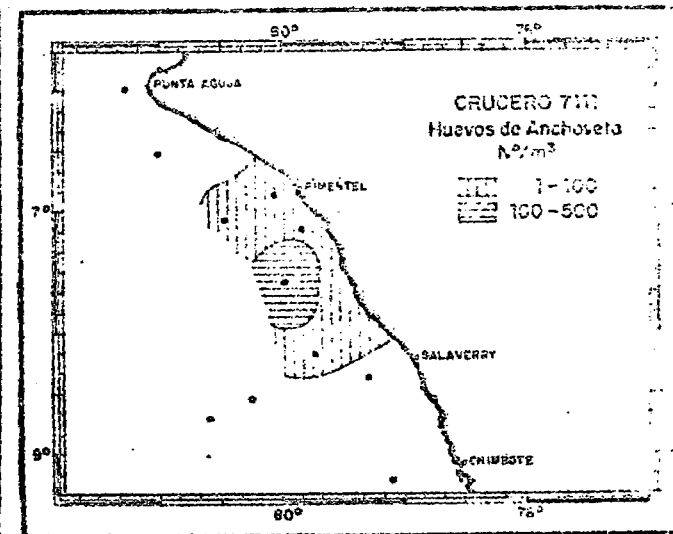


Fig. 7

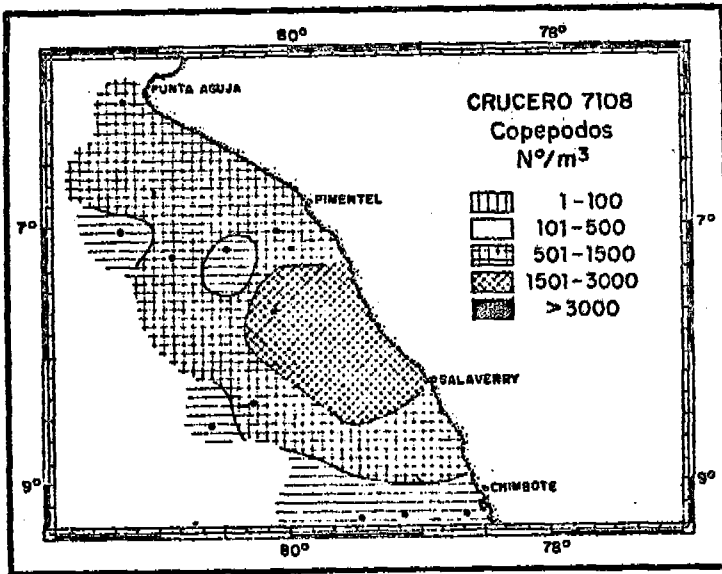


Fig. 8

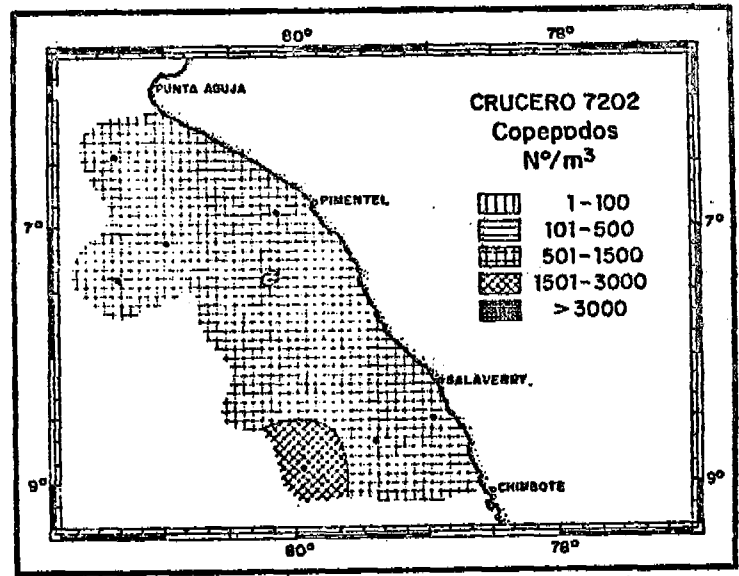


Fig. 10

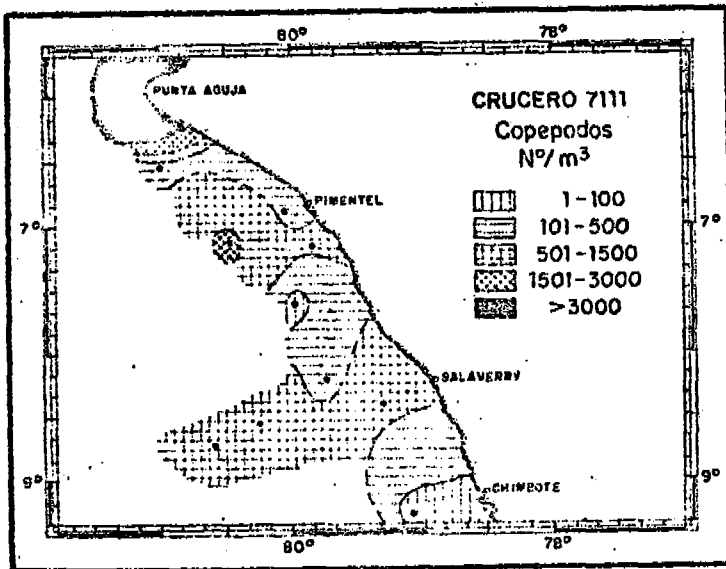


Fig. 9

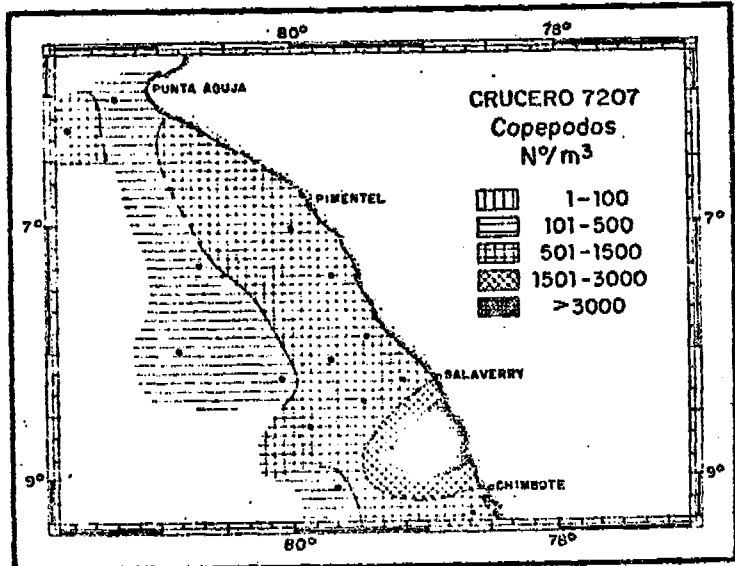


Fig. 11

Fig. 12a PIMENTEL (a 10 millas)

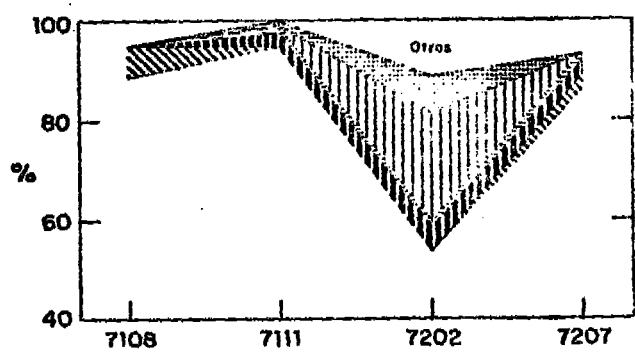


Fig. 13a CHIMBOTE (a 10 millas)

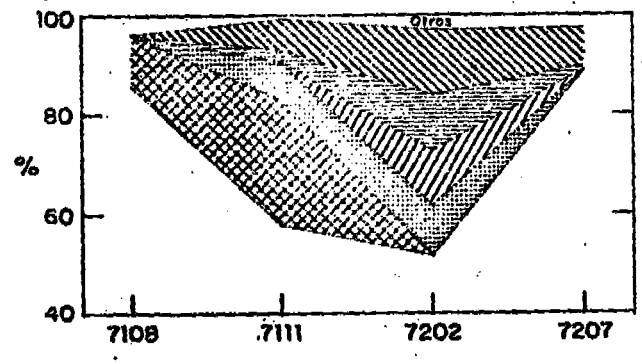


Fig. 12b PIMENTEL (a 90 millas)

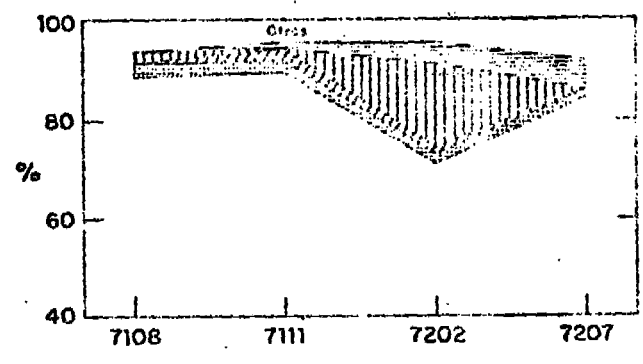
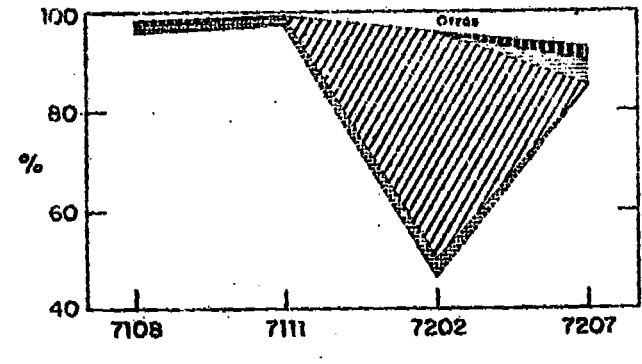


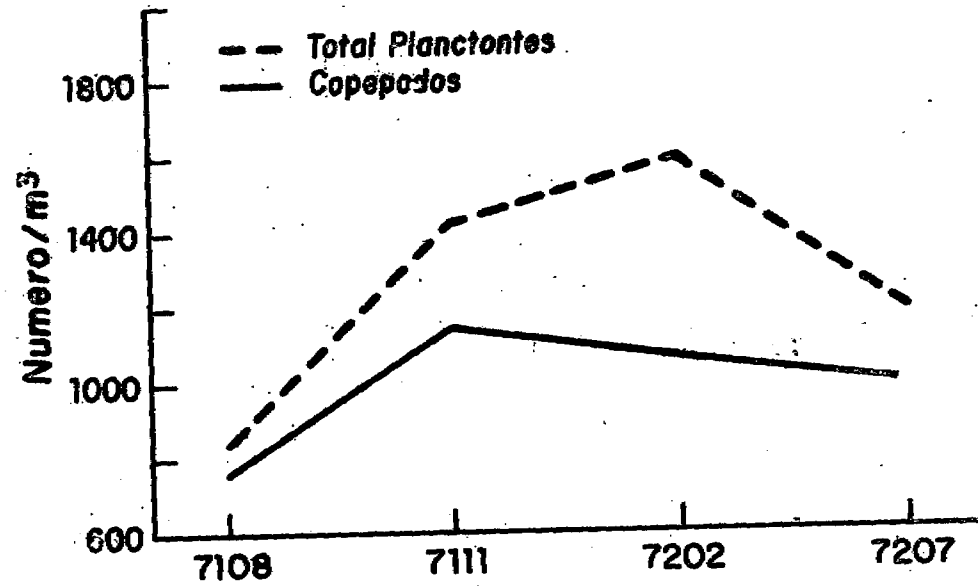
Fig. 13b CHIMBOTE (a 60 millas)



VARIACION ESTACIONAL DE ORGANISMOS

- |                |               |
|----------------|---------------|
| Copepodos      | Pteropodos    |
| Euphausidos    | Siphonophoros |
| Chaetognathu   | Doliolum      |
| Apendicularios | Polychaeta    |

**Fig. 14.- Variación Estacional de Copepodos y Total de Planctones de Agosto 1971 a Julio 1972**



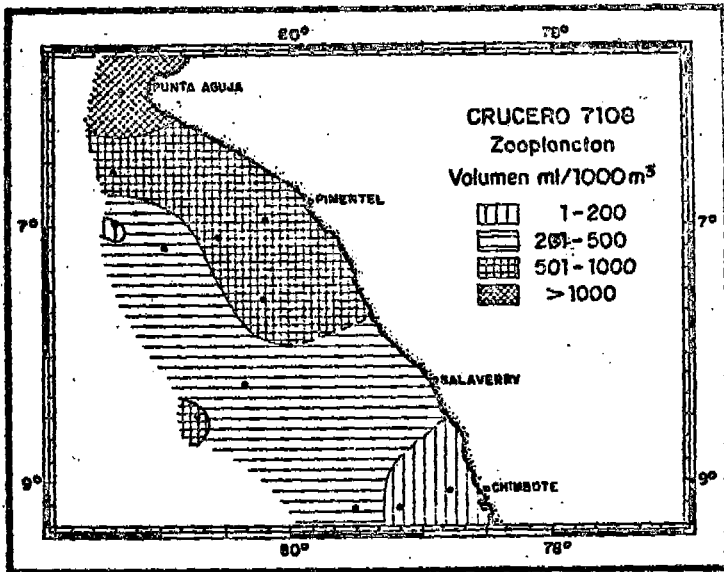


Fig. 15

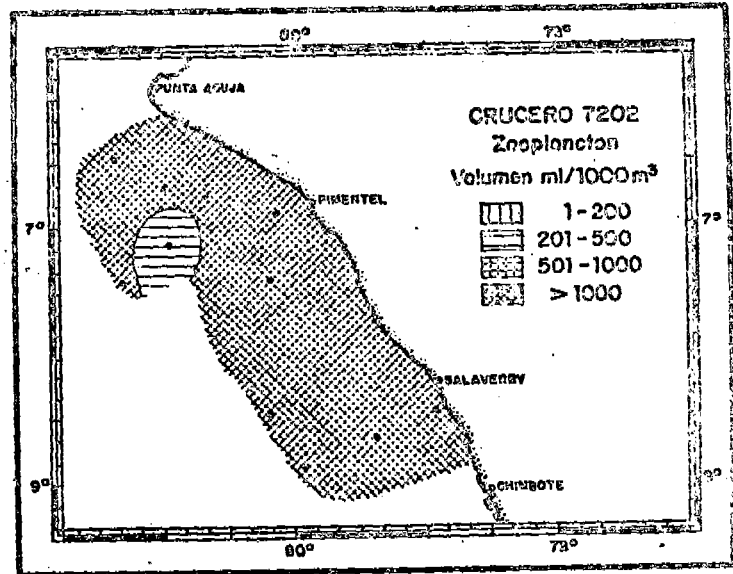


Fig. 17

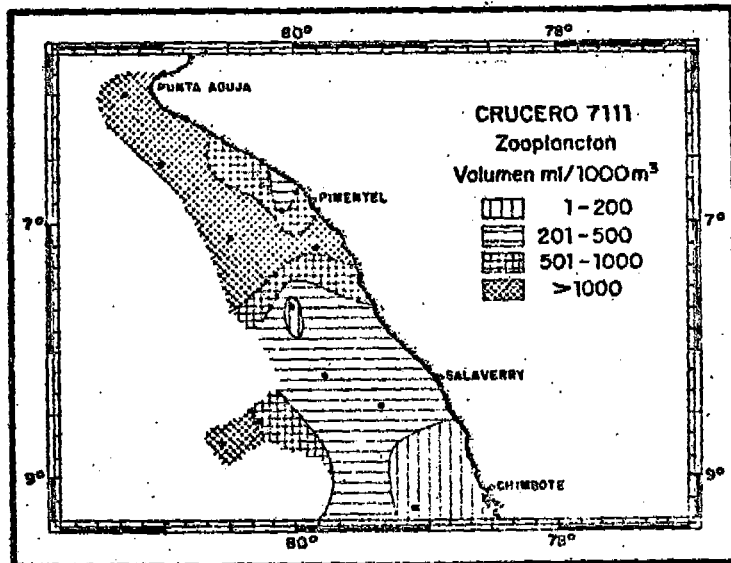


Fig. 16

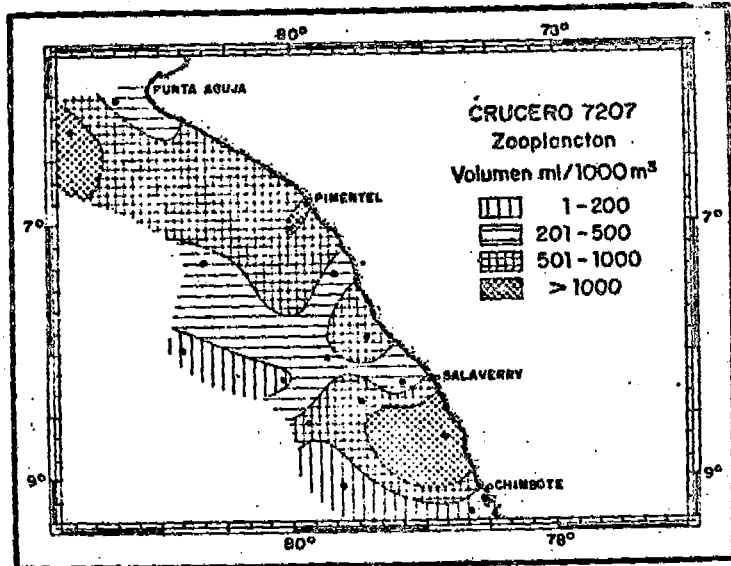


Fig. 18