ISSN 0378 - 7702

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU

INFORME

N° 115 AGOSTO 1995

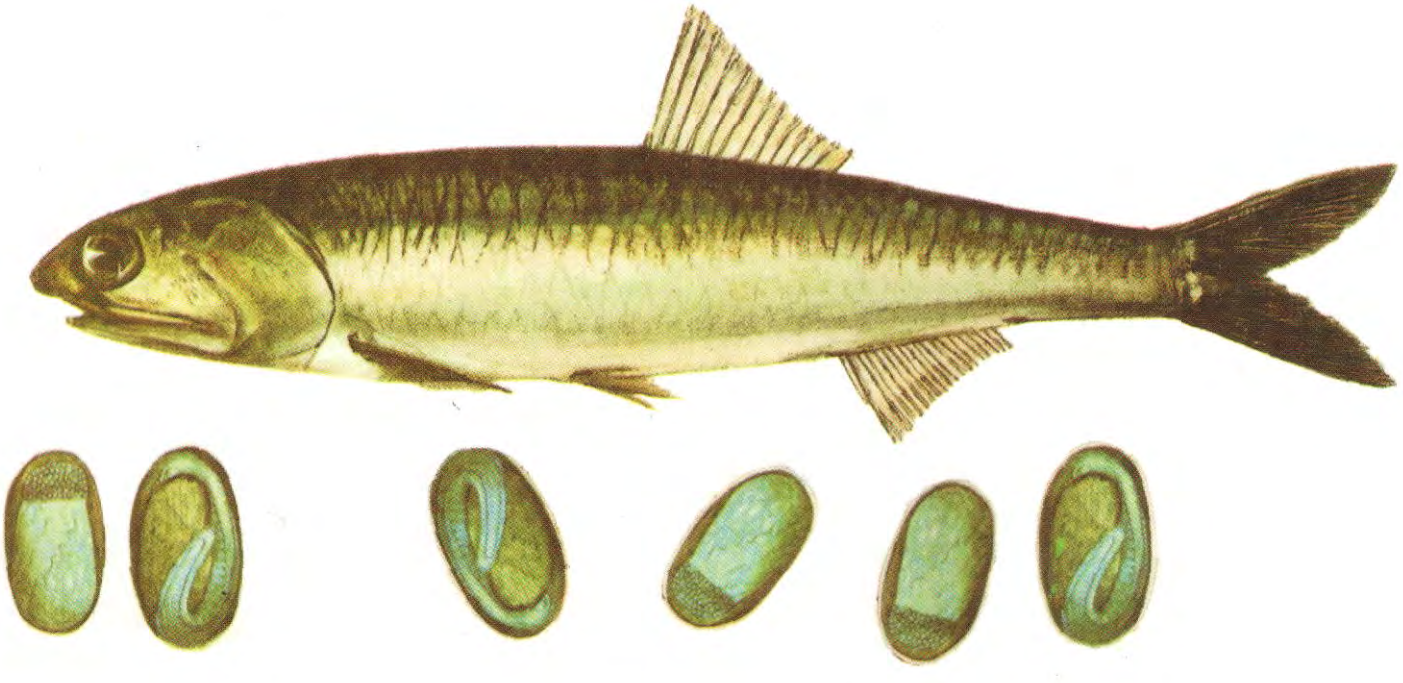
BIOMASA DESOVANTE DE LA ANCHOVETA Y CONDICIONES OCEANOGRAFICAS

Crucero 9408-10 BIC SNP-1 y bolicheras

Soledad Guzmán, Patricia Ayón y Luis Pizarro

Con apoyo del Programa de Cooperación Técnica para la Pesca

CEE-VECEP ALA 92/43



CALLAO - PERU

ISSN 0378 - 7702

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU

INFORME

N° 115

BIOMASA DESOVANTE DE LA ANCHOVETA Y CONDICIONES OCEANOGRAFICAS

Crucero 9408-10 BIC SNP-1 y bolicheras

Soledad Guzmán, Patricia Ayón y Luis Pizarro

Con apoyo del Programa de Cooperación Técnica para la Pesca

CEE-VECEP ALA 92/43

CALLAO - PERU

Comité de Publicaciones 1994-1995

Blga. Aurora Chirinos de Vildoso - CBP 185
Blga. Emira Antonietti Villalobos - CBP 1374
Blgo. Abelardo Vildoso Baca - CBP 296
Blgo. Juan Vélez Dieguez - CBP 1634

Conducción Editorial

Blga. Aurora Chirinos de Vildoso

Diseño de carátula

Diagramación: Angel Bermúdez Jiménez

Diseño Gráfico

Rolando Espinoza C.
Eduardo Otiniano R.

© Instituto del Mar del Perú

Esquina Gamarra y General Valle
Apartado Postal 22
Callao, PERU
Teléfono 429 76 30
Fax (5114) 465 60 23

Hecho el depósito de ley.
Reservados todos los derechos de reproducción total o parcial, la fotomecánica y los de traducción.
ISSN: 0378-7702 (International Center for the Registration of Serials, Paris).

Portada: Tomada de "Investigación de la Anchoveta Modelos y Realidad" IMARPE, 1975

La información estadística, los mapas, figuras, términos y designaciones empleadas en la presentación de este documento son referenciales, no tienen valor oficial y son de completa responsabilidad de cada autor.

CONTENIDO

Pág.

RESUMEN 5

ABSTRACT 5

1. INTRODUCCION 5

2. METODOLOGIA 6

Desarrollo general del Crucero

2.1 Estimación de la biomasa desovante por el Método de Producción de Huevos
- 2.1.1 Modelo de la biomasa desovante
- 2.1.2 Diseño de muestreo
- 2.1.3 Colección de huevos
- 2.1.4 Colección de adultos
- 2.1.5 Estimación del parámetro de producción diaria de huevos (Po)
- 2.1.6 Determinación de parámetros de adultos

2.2 Muestreo y análisis de plancton
- 2.2.1 Ictioplancton
- 2.2.2 Fitoplancton

2.3 Detección acústica y pesca.

2.4 Condiciones biológico-pesqueras

2.5 Condiciones oceanográficas
- 2.5.1 Aspectos físicos
- 2.5.2 Aspectos químicos

3. RESULTADOS Y DISCUSION 12

3.1 Estimación de la biomasa desovante de anchoveta por el Método de Producción de Huevos
- 3.1.1 Producción diaria de huevos (Po)
- 3.1.2 Parámetros de adultos
- 3.1.3 Estimado de la biomasa desovante de anchoveta

3.2 Plancton
- 3.2.1 Distribución y abundancia del ictioplancton
- 3.2.2 Distribución y abundancia del fitoplancton

3.3 Detección acústica y pesca.
- 3.3.1 Distribución de anchoveta
- 3.3.2 Distribución de sardina

3.4. Condiciones biológicas
- 3.4.1 Composición por especies
- 3.4.2 Estructura por tamaños
- 3.4.3 Madurez sexual
- 3.4.4 Frecuencia de desove
- 3.4.5 Fecundidad
- 3.4.6 Alimentación

3.5 Condiciones oceanográficas
- 3.5.1 Aspectos físicos
- 3.5.2 Aspectos químicos

4. CONCLUSIONES 26

5. AGRADECIMIENTOS 27

6. REFERENCIAS 28

ANEXOS 30

Participantes en el Crucero

Tablas y figuras

PARTICIPANTES POR LINEA DE INVESTIGACION

Determinación de los Parámetros para la estimación de la Biomasa desovante de Anchoveta

Producción de huevos

Blga. Patricia Ayón
Blga. Soledad Guzmán
Blga. Margarita Girón

Frecuencia de desove

Blga. Betsy Buitrón

Fecundidad

Blga. Rosa Canal

Estimación de la biomasa desovante

Blga. Patricia Ayón

Distribución y abundancia de Ictioplancton

Blga. Soledad Guzmán
Blga. Patricia Ayón
Blga. Margarita Girón
Tco. Oscar Lozano

Distribución y abundancia de Fitoplancton

Blga. Elcira Delgado
Blga. Patricia Villanueva

Detección Acústica y Pesca

Ing. Francisco Ganoza
Ing. Ramiro Castillo
Ing. Martín Salazar

Condiciones Biológico - Pesqueras de los Recursos Pelágicos

Blgo. Julio Mori

Alimentación

Blgo. Alejandro Alamo

Condiciones Oceanográficas

Aspectos físicos
Ing. Luis Pizarro
Tco. Julio Hurtado

Aspectos químicos
Ing. Georgina Flores
Tco. Carlos Robles

Recopilación de Informes de Líneas participantes y elaboración del Informe final

Blga. Soledad Guzmán

Revisión del Informe

Blga. Sulma Carrasco

BIOMASA DESOVANTE DE LA ANCHOVETA Y CONDICIONES OCEANOGRAFICAS
Crucero 9408-10 BIC SNP-1 y bolicheras

RESUMEN

El Crucero de Evaluación de Biomasa Desovante de Anchoveta y Sardina se realizó del 11 de agosto al 04 de octubre de 1994 y tenía como objetivo principal evaluar las poblaciones desovantes de la anchoveta y sardina en el litoral, para lo cual exploró el área comprendida entre los 05°00'S y 17°30'S, llegando hasta las 102 mn de la costa.

Los registros acústicos mostraron que la distribución de la anchoveta fue muy amplia, desde las 02 hasta las 102 millas de la costa, formando grandes áreas de concentración, principalmente frente a Chimbote, Salaverry, Chicama y Pimentel y en menor densidad entre Huarmey y Pisco. La sardina en cambio se presentó en pequeñas áreas dispersas entre Pimentel y Paita, desde las 15 mn hasta las 102 millas de distancia de la costa. Las concentraciones y distribución de la especie no permitieron realizar el estimado de biomasa desovante.

La biomasa desovante estimada para la anchoveta mediante el Método de Producción de Huevos es de 6,9 millones de toneladas, con una producción de 15,12 E +13 huevos por día.

La temperatura superficial del mar fluctuó entre 15,0 y 20,4°C. En general, en todo el litoral se observó una tendencia homogénea, con algunos incrementos de carácter temporal al inicio de la primavera. La columna de agua se presentó estable, con una termoclina casi superficial, en tanto que los afloramientos costeros se presentaron ligeramente intensos, señalando condiciones normales.

ABSTRACT

The anchovy spawning biomass survey took place from August 11 to October 04, 1994 with the main objective of assessing the spawning biomass of anchovy and sardine, exploring 05°00'S and 17°30'S.

Accoustic records showed that anchovy distribution was very wide, with great areas of concentration mainly off Chimbote, Salaverry, Chicama and Pimentel and small areas between Huarmey and Pisco. Sardine was distributed in small areas, between Paita and Pimentel.

According to the Egg Production Method the anchovy biomass was calculated in 6,9 million tons with a production of 15,12 E+13 egg per day.

The sea surface temperature fluctuated betwwen 15,0 and 20,4°C. Generally, it showed an homogeneous distribution along the coast, with some temporal increments at the beginning of spring. The water column was stable, with a shallow thermocline while the coastal upwellings were rather intense.

1. INTRODUCCION

De acuerdo al Plan Operativo 1994, uno de los objetivos institucionales es obtener las biomasas desovantes de anchoveta y sardina utilizando el Método de Producción de Huevos (MPH), a fin de contar con estimados que permitan realizar validaciones con otros métodos de evaluación utilizados en el IMARPE. Para cumplir con este propósito se planificó y ejecutó el Crucero 9408-10, cuya misión era evaluar las poblaciones desovantes de las dos especies que constituyen los recursos de mayor importancia en la pesquería pelágica peruana.

El MPH es un método que evalúa poblaciones, mediante el estimado conjunto de cinco variables biológicas obtenidas independientemente, a partir de colecciones de huevos y de adultos, según un diseño de muestreo que se aplica al inicio del desove de las especies involucradas.

La rigurosidad de los trabajos en el campo y en el laboratorio, así como en el procesamiento de los datos, es decisiva en la consecución de resultados confiables que den un estimado del tamaño de la población. Con ello se podrá señalar las pautas que convengan al ordenamiento pesquero del recurso.

El informe da a conocer la biomasa desovante de la anchoveta durante agosto-setiembre 1994 en el área Tambo de Mora-Punta Falsa. También presenta los resultados de las condiciones oceanográficas observadas de agosto a octubre de 1994, desde Paita hasta el sur de Matarani. Considera además las principales características biológico-pesqueras de la anchoveta durante el periodo de estudio.

La magnitud de la biomasa de la anchoveta muestra la recuperación que está experimentando el recurso, enmarcada en condiciones ambientales favorables para la sobrevivencia larval de la especie, con una gran extensión e intensidad de desove, esperándose que se traduzca en un óptimo reclutamiento de la especie para 1995.

2. METODOLOGIA

Desarrollo general del crucero

El crucero se realizó a bordo del BIC SNP-1 y de bolicheras que apoyaron en la obtención de ejemplares adultos en la zona costera. Para evaluar todo el litoral, se programó dos etapas:

1° Entre Tambo de Mora (13°30'S) y Paita (05°00'S), del 11 de agosto al 12 de setiembre de 1994. Esta área fue trabajada por el SNP-1, contándose con 3 bolicheras para la pesca en la zona costera.

2° Entre Bahía Independencia (14°30'S) y sur de Matarani (17°30'S), se trabajó a bordo de las Bolicheras INANSA II y SECHIN entre el 28 de setiembre y el 04 de octubre de 1994.

Las actividades ejecutadas a bordo comprendieron la colección de huevos, el rastreo acústico, la colección de adultos y la toma de datos oceanográficos en las estaciones de plancton, en las calas y en los perfiles hidrográficos.

En base a las calas obtenidas por el BIC SNP-1 y las embarcaciones comerciales se realizó el muestreo de adultos, tanto para datos biológico-pesqueros como para la estimación de los parámetros requeridos para aplicar el MPH.

El stock desovante de anchoveta sólo pudo ser estimado para la parte norte centro, debido a que en el sur el recurso no se encontró dentro de las 30 millas de la costa. El stock desovante de la sardina no fue determinado debido a la dispersión del recurso.

2.1 Estimación de la biomasa desovante por el Método de Producción de Huevos

2.1.1 Modelo de la Biomasa Desovante

El Método de Producción de Huevos (MPH) estima la biomasa desovante de una población de peces a partir del promedio total del número de huevos desovados por día por la población y el número promedio de huevos desovados diariamente por unidad de peso de la población (fecundidad específica diaria). Estos estimados se obtienen de colecciones simultáneas de peces adultos y huevos.

La biomasa es calculada de la expresión:

$$B = P_o K \frac{\overline{W}}{\overline{FER}}$$

donde:

B = Biomasa desovante estimada

Po = Promedio de producción diaria de huevos

K = Constante

W = Promedio de peso de individuos hembras

E = Promedio de fecundidad parcial (Huevos por hembra)

R = Proporción sexual

F = Promedio de la fracción de hembras de la población que desovan cada noche

La varianza del estimado de la biomasa será una función de las varianzas y covarianzas de los parámetros involucrados, obtenidos por el método delta (STAUFFER & PICQUELLE, 1980).

$$V_{(\bar{B})}=B^2(CV(Po)^2+CV(W)^2+CV(F)^2+CV(E)^2+2COVS)$$

COVS = COV(PoW)/PoW - COV(PoR)/PoR - COV(PoE)/PoE - COV(PoF)/PoF - COV(WR)/WR - COV(WE)/WE - COV(WF)/WF + COV(RE)/RE + COV(RF)/RF + COV(FE)/FE

COV (Covarianza)

2.1.2 Diseño de muestreo

La aplicación del MPH se lleva a cabo en la época en que ocurre el desove principal de la anchoveta, con el objetivo de estimar la mayor biomasa desovante, minimizando a su vez las varianzas.

El diseño del crucero estuvo basado en un muestreo sistemático elaborado por SANTANDER et al., 1982, consistente en 52 perfiles (cortos de 30 mn y largos de 60 mn), ubicados perpendicularmente a la línea de costa y distantes entre sí 10 millas náuticas. Los perfiles largos fueron recortados cuando no se encontró huevos por más de 3 estaciones consecutivas.

2.1.3 Colección de huevos

Los huevos fueron colectados con Redes CalVET (SMITH et al., 1985) haciendo arrastres desde 70 m de profundidad a la superficie y en el caso de estaciones muy costeras, hasta donde la profundidad lo permitiera (25 m). Se colocó un flow meter en la boca de la red para verificar la filtración de agua.

El número total de estaciones colectadas con este tipo de aparejo fue de 861 en la primera etapa y 375 en la segunda. La distancia entre estaciones en cada perfil fue de 2 a 3 millas.

2.1.4 Colección de adultos

Los peces fueron capturados mediante dos tipos de aparejos: red de media agua, utilizada por el SNP-1 y redes de cerco en las bolicheras, obteniéndose un total de 38 calas positivas para anchoveta.

Por cada cala se colectó un promedio de 70 ejemplares para ser utilizados en los estimados de proporción sexual (R), peso promedio (W), frecuencia de desove (F) y fecundidad parcial (E).

2.1.5 Estimación del parámetro de producción diaria de huevos (Po)

Los huevos de anchoveta colectados con la red CalVET fueron separados de las muestras, contados y clasificados en estadios, para finalmente ser agrupados en categorías de edad según SANTANDER et al., 1984.

Para la obtención del Po se trabajó con la información de 841 muestras de plancton, de las cuales 437 fueron positivas para huevos de anchoveta, correspondiendo al 52% del total.

El Po se calculó según el modelo de STAUFFER and PICQUELLE, 1980:

$$P_i = P_o\ e^{-z t_i}(1-e^{-0.5z})/0.5z$$

donde:

P_i= Número de huevos de edad t_i muestreado durante el tiempo de intervalo

ti= Tiempo transcurrido entre hora de desove e inicio de intervalo de 12 horas

Z= tasa diaria de mortalidad instantánea de huevos

Po= intercepto de modelo de mortalidad exponencial

Los valores del Po y el Z se obtuvieron mediante un proceso iterativo, en un programa BASIC, citado por SANTANDER et al., 1984.

2.1.6 Determinación de parámetros de adultos

En general se siguió los procedimientos descritos en SANTANDER et al., 1984, tanto en la obtención de muestras como en el procesamiento de la información, para obtener los parámetros implicados en el método así como sus coeficientes de variación, varianzas y desviaciones standard.

Peso promedio de hembras maduras (W)

Para la obtención de este parámetro se utilizó las primeras 20 hembras de cada lance. Se sustrajo de cada hembra el 4% de su peso para obtener el peso real (HUNTER, 1985, reportó que existe un incremento en el peso húmedo del cuerpo por efectos de la formalina).

Se detectó que algunas hembras seleccionadas presentaban ovarios hidratados, por lo que se les corrigió el peso, a partir de una regresión lineal obtenida de las primeras 5 hembras de cada cala que no estuvieran hidratadas.

$$W_t = -0.356 + 1.082 W_i$$

Fracción de hembras en la población (R)

En la determinación de este parámetro se tomó el peso equivalente a 20 individuos. En esta oportunidad para la anchoveta se trabajó con 550 g de peces. Se utilizó el peso exacto, considerándose para ello sólo la fracción del peso del último ejemplar que completó el peso (550g).

Fecundidad parcial (E)

Para la determinación de la fecundidad parcial primero se obtuvo una regresión potencial a partir de la lectura de 70 hembras con ovarios hidratados, escogidas de un total 150 hembras por tener una frecuencia relativa entre 350-650 ovocitos hidratados por gramo de peso, originando la siguiente regresión:

$$E = 518.922 W^{1.015}$$

Posteriormente se aplicó esta regresión a las primeras 20 hembras de cada cala.

Frecuencia de desove (F)

La frecuencia de desove se obtuvo de la lectura de 636 ejemplares,

utilizando los folículos post-ovulatorios tanto del día 1 como del día 2, a fin de contar con 2 conjuntos de datos indepen-dientes. Para estimar la frecuencia de desove se empleó la metodología descrita por SANTANDER et al., 1984.

2.2 Muestreo y análisis de plancton

2.2.1 Ictioplancton

Utilizando el muestreador CalVET, diseñado para el presente método de evaluación, se colectó 861 muestras de zooplancton en la primera etapa del crucero y 375 en la segunda etapa. Los jales se hicieron verticalmente desde 70 metros a la superficie. Las muestras fueron preservadas en formalina al 5% y revisadas preliminar-mente a bordo. La detección de huevos determinó la ampliación de algunos perfiles.

Las muestras se analizaron en el laboratorio, procediéndose a la separación, identificación y cuantificación de huevos y larvas. Con estos datos se determinó la densidad de los huevos y larvas. Los huevos fueron clasificados en estadios de desarrollo embrionario para luego asignarles sus edades para el cálculo de la producción diaria de huevos (Po).

2.2.2 Fitoplancton

Se colectó 167 muestras de plancton superficial con red estándar de fitoplancton de 75 micras, en arrastres superficiales durante 5 minutos a velocidad de 3 nudos. Las muestras fueron preservadas con formalina neutralizada al 0,5 %.

Los volúmenes de plancton (V) se obtuvieron por centrifugación a 240 RPM durante 5 minutos y los resultados se expresan en mililitros de plancton por metro cúbico de agua de mar filtrada (ml/m3).

Para la identificación de los diferentes organismos se consultó los trabajos de: CUPP (1943), HENDEY (1964), SOURNIA (1967), HUSTED (1930) y SCHILLER (1937).

Los análisis cualitativos se realizaron con un microscopio estereoscópico Wild M-8 y un microscopio compuesto. Se elaboró una tabla con los organismos más representativos de acuerdo a la siguiente clasificación:

Presente	+
Poco abundante	++
Abundante	+++
Muy abundante	++++

2.3 Detección acústica y pesca

El área de detección acústica comprendió 34 130 mn^2 y se rastreó 3 528 mn entre Bahía Independencia (14°30'L.S) y Paita (05°00'L.S) con 59 transectas (Fig.1).

Para la evaluación hidroacústica a bordo del BIC SNP-1 se utilizó un sistema de detección compuesto por ecosondas SIMRAD EK-S 38 Khz y SIMRAD EK 120 Khz; un sistema de evaluación conformado por el ecointegrador QM-MK II; equipos de calibración (osciloscopio Hewlett Packard y una esfera de cobre) y equipos de pesca pelágica consistente en redes Engel 400/434 y 200/868 y un net sonda Scanmar 400.

Los valores de ecointegración fueron obtenidos mediante unidades básicas de muestreo (UBM), en períodos de 06 minutos. La distancia cubierta fue de 01 mn a 10 nudos de velocidad de crucero. El hecho de que el rastreo no fuera continuo ocasionó inconvenientes en la ecointegración, debido a que se hicieron interrupciones cada 2 y 3 mn para realizar las estaciones programadas de colección de muestras CalVET y oceanográficas.

La distribución, composición y abundancia relativa de los recursos pelágicos con énfasis en la anchoveta (*Engraulis ringens*) y sardina (*Sardinops sagax*) se basó en el análisis e interpretación de ecogramas e integramas y en la composición de los lances de comprobación para la determinación de ecotrazos. Para la colección de muestras biológicas, se realizó un total de 36 operaciones de pesca de las cuales 34 fueron positivas y 02 negativas (Tabla N° 1).

La calibración del equipo acústico fue con referencia a un blanco estándar con una esfera de cobre (Cu) de 60 mm (FOOTE et al., 1987). Se determinó los factores de conversión de la fuerza de blanco para la anchoveta y sardina a través de las relaciones de longitud y peso, según la fórmula para clupéidos:

$$TS = 20LogL - 71.9$$

2.4 Condiciones biológicas

Reproducción

Las colectas de hembras adultas de anchoveta se realizaron a bordo del BIC SNP-1 y de 3 bolicheras, cubriéndose en general las 24 horas del día. Se obtuvo un promedio de 30 hembras adultas por cala a las cuales se hizo un corte en la región abdominal y se las colocó en frascos conteniendo formol bufferado al 10%, lo cual se hizo tomando en cuenta que los individuos presentaran signos de vida. Adicionalmente se hizo una colecta con un promedio de 30 individuos entre hembras y machos por cala. También se trató de colectar un mínimo de 20 hembras hidratadas en cada cala.

En el laboratorio se tomaron los datos biométricos de los individuos preservados: longitud total (medida al milímetro), peso total y peso del ovario (ambos después de ser secados con papel y con aproximación de 0,01 g). Luego, los ovarios fueron procesados histológicamente usando la técnica de infiltración en parafina. Las secciones se hicieron a 7 micras y la tinción usada fue Hematoxilina-Eosina contrastante para finalmente hacer el análisis al microscopio.

En el caso de las hembras con ovarios hidratados, se procesó uno de los ovarios de cada una y se observó si había o no presencia de folículos post-ovulatorios. Todos aquellos ovarios que no presentaron folículos post-ovulatorios fueron destinados para los estudios de fecundidad.

La clasificación histológica de los ovarios fue hecha en base a las 6 clases definidas por HUNTER y GOLDBERG, 1980: ovarios hidratados, ovarios con folículos post-ovulatorios día 0, ovarios con folículos post-ovulatorios día 1, ovarios con folículos post-ovulatorios día 2, ovarios maduros no desovantes y ovarios inmaduros. También se catalogaron los ovarios que presentaban ovocitos atrésicos.

Las muestras de gónadas hidratadas, procedentes del examen histológico y en las que no se detectó señales de desove fueron procesadas, obteniéndose 3 submuestras con sus respectivos pesos. Se hizo la lectura del número de ovocitos hidratados, ponderándose luego el resultado a toda la gónada.

Alimentación

Para los estudios de alimentación se analizó un total de 725 contenidos estomacales pertenecientes a anchovetas adultas, cuyas longitudes variaron entre 11-17.5 cm de longitud total. De cada muestreo se obtuvo datos referidos a longitud total del especimen, peso corporal, sexo y estadío sexual y peso del contenido estomacal. Para el análisis de la información, los datos fueron agrupados en intervalos de talla de 5 cm cada uno.

En cada uno de los estómagos se identificó los principales componentes planctónicos, utilizando la simbología (+++) para organismos muy frecuentes, (++) para items poco frecuentes y (+) para denotar presencia. También se hizo recuento de los huevos de anchoveta presentes en cada estómago.

La periodicidad de alimentación se obtuvo de la variación del peso del contenido estomacal respecto a la hora de captura (ARANCIBIA, 1989). Las curvas respectivas fueron suavizadas empleando la técnica de los promedios móviles.

2.5 Condiciones oceanográficas

2.5.1 Aspectos físicos

A lo largo de todo el crucero se realizó un total de 1 275 estaciones oceanográficas, de las cuales 68 correspondieron a estaciones hidrográficas hasta una profundidad máxima de 500 m (Fig. 13).

Para la obtención de los datos oceanográficos físicos y datos meteorológicos se utilizaron los siguientes equipos: sistema CTD con alcance de hasta 500 metros, termómetro de inversión, salinómetro KAHLSICO RS-10; anemómetro, sicrómetro y barómetro.

En todas las estaciones se tomó datos de temperatura superficial, muestras de agua para los análisis de salinidad y nutrientes. Además datos meteorológicos de temperatura y humedad del aire, presión atmosférica, velocidad y dirección del viento y observaciones del estado del mar, visibilidad, tiempo presente, tipo y cantidad de nubes.

Se realizó un total de 8 secciones verticales de temperatura y salinidad haciendo uso del CTD, frente a Paita, Punta Falsa, Chimbote, Huarmey, Supe, Callao, y Tambo de Mora, hasta un profundidad de 500 m. Frente a San Juan, Atico y Matarani las secciones fueron hasta 30 millas de la costa y hasta 100 m de profundidad, siendo ejecutadas mediante el lanzamiento de botellas Niskin.

El procesamiento de la información de CTD se realizó a bordo haciendo uso de una computadora portátil Notebook Samsung, con la cual también se digitó la tabla de resumen de datos.

2.5.2 Aspectos químicos

Se tomó muestras para determinación de parámetros químicos y clorofila «a» en 5 secciones hidrográficas (0-300 m), obteniéndose 904 muestras para oxígeno, 622 para nutrientes y 521 para clorofila «a» .

Las muestras de agua fueron tomadas con botellas NISKIN y el

oxígeno disuelto fue analizado a bordo por el método de Winkler modificado por CARRIT and CARPENTER, 1966.

Las muestras para clorofila «a» fueron filtradas a bordo con filtros Whatman GF/F, tratados con carbonato de magnesio y preservados en congeladora para su análisis en tierra. Para la determinación de clorófila «a» se aplicó el método fluorométrico de HOLM-HANSEN et al., 1965, usando un equipo Turner Designs- Modelo 10-005.

Los fosfatos, silicatos, nitratos y nitritos se determinaron según los métodos descritos por STRICKLAND and PARSONS, 1968.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 Estimación de la Biomasa desovante de Anchoveta por el MPH

Los resultados obtenidos (con sus respectivos estadísticos) en cada uno de los parámetros involucrados en la estimación de la biomasa desovante por el Método de Producción de Huevos se presentan en la tabla siguiente:

Parámetro	Po	W	R	E	F	B
PROMEDIO	15,12E+13	23,25	0,53	12 723	0,076	6,85E+11
VAR.	1,303E+26	0,18	0,002	57 901	0,0003	3,11E+24
DESV.ST.	1,141E+13	0,424	0,045	240,6	0,017	1,76E+12
C.V.	0,093	0,084	0,084	0,019	0,228	0,256

3.1.1 Producción diaria de huevos (Po)

Para la producción diaria de huevos se trabajó con las categorías de edad de: A1 (con 8-20 horas), A2 (con 20-32 horas), B1 (con 32-44 horas) y B2 (con 44-56 horas). Al compararse los valores de cada edad en un gráfico de abundancia se observó que la edad B2 estaba sobreestimada (Fig. 2), teniendo un valor mayor que la edad B1. La sobreestimación se debió a que la zona costera estuvo sobremuestreada en horas de la noche (entradas y salidas de puerto), correspondientes a 44-56 horas después del desove. Para corregir el efecto del B2 se decidió trabajar con los valores correspondientes a A1, A2, B1 y C1 (con 56-68 horas).

El Po resultante de estas edades fue de 15,12 E+13 huevos por día, con una mortalidad de 1,14.

3.1.2 Parámetros de adultos

Los parámetros de adultos R, W, E y F se obtuvieron de las calas colectadas por el SNP-1 y las bolicheras, totalizando 38 calas positivas para anchoveta. Los valores hallados fueron 0,53 para la proporción sexual; 23,25 para el peso promedio; 12 723 para la fecundidad parcial y 0,076 para la frecuencia de desove.

3.1.3 Estimado de la biomasa desovante de anchoveta

La biomasa desovante de anchoveta para el periodo agosto-setiembre de

1994 en el área Tambo de Mora-Punta Falsa fue estimada en 6,9 millones de toneladas.

La biomasa desovante de anchoveta ha sido más alta a las reportadas en 1981 y 1990 (SANTANDER et al., 1984; CARRASCO y AYON, en prensa), lo que es concordante con la biomasa estimada para el año biológico 1993, que está sobre los 10 millones de toneladas (CARDENAS, *com. pers.*)

La producción diaria de huevos (Po) en relación a otros años se ha incrementado, superando incluso la producción de huevos más alta antes registrada en 1985, con 13,80 E+13 (SANTANDER y MALDONADO, 1985).

Comparando la distribución de huevos de los años 1985 y 1994 (en los mismos periodos y áreas), se encuentra que en el primero el desove se extendió hasta las 133 mn de la costa y a lo largo del área norte centro del litoral peruano, con valores menores a 1000 huevos por m^2. En 1994 la distribución abarcó hasta las 60 mn de la costa, presentando focos de concentración entre Chimbote y Pimentel, con valores mayores a 4000 huevos por m^2. El coeficiente de variación para 1994 se ha reducido ampliamente (75%), con valor de 0,095, lo que se puede atribuir a que hubo un mejor muestreo del área de desove de la anchoveta, cubriéndose la zona muy cercana a la costa.

El peso promedio (W), y la fecundidad parcial (E) disminuyeron en relación a los años anteriores (ver tabla). La fecundidad parcial está en función directa con el peso de las hembras. Por tanto, se espera que al disminuir el peso de las hembras, el número de ovocitos por hembra disminuya. También se debe considerar que según lo planteado por NIKOLSKY, 1969 y BAGENAL, 1973, el esfuerzo reproductivo es una función decreciente del stock de padres. En consecuencia la disminución observada en la tasa de fecundidad podría estar relacionada con el aumento en el tamaño del stock desovante.

En cuanto a la frecuencia de desove (7,6%), se encontró un valor mayor respecto a 1990, pero menor a la de 1981, lo que podría deberse al momento del desove en que se realizó el muestreo.

En la tabla que sigue se puede observar los valores de biomasa y de cada uno de los parámetros del MPH, para los años en que se ha evaluado la anchoveta aplicando este método.

Parámetro	1981	1985	1990	1994
Po	6,4963E + 13	13,806E + 13	3,0E + 13	15,12E + 13
W	25,84	27,23	26,74	23,25
R	0,56	0,50	0,51	0,53
E	15 401	14 614	13,487	12 723
F	0,16	0,06	0,05	0,076
B	1 204 191	8 575 453	2 139 817	6 859 552

3.2 Plancton

3.2.1 Distribución y abundancia del ictioplancton

Distribución de huevos de anchoveta (Fig.3)

El desove de esta especie cubrió prácticamente toda el área comprendida entre Tambo de Mora y Punta Falsa, con diferentes intensidades y distintas coberturas.

La presencia de huevos fue continua desde Chancay hasta Pimentel, alcanzando en muchas zonas las 60 millas e inclusive las 77 millas frente a Salaverry, donde se produjo la mayor extensión longitudinal del desove. Entre Chimbote y Pimentel el desove de la anchoveta fue denso. Los focos con más de 4 000 huevos/m^2 se presentaron por fuera de 30 millas de la costa.

Desde Chancay hasta Casma la distribución se hace costera y alcanza de 10 a 15 millas de la costa, con algunas áreas dispersas alrededor de las 60 millas. Tanto al norte de Pimentel como al sur de Chancay el desove se presentó muy disperso, recuperándose al sur de Pucusana en donde alcanza las 70 millas, pero en densidades intermedias. Entre Cerro Azul y Tambo de Mora los huevos se distribuyen muy cercanos a la costa, dentro de las 10 millas.

En general las áreas con altas concentraciones de huevos se presentaron principalmente dentro de las 30 millas.

Las estaciones positivas para huevos de anchoveta representaron el 53 % del total de estaciones muestreadas. El valor máximo fue detectado frente a Punta Chao con 42 200 huevos/m^2, superior casi tres veces al máximo valor hallado en agosto de 1990 (GUZMÁN y GIRÓN, en prensa), en el que se tuvo una cobertura similar pero menos intensa que en 1994.

El desove de anchoveta se presentó en áreas con salinidades entre 34,6 °/oo y 35,4 °/oo (ésta última característica de Aguas Subtropicales Superficiales) y con temperaturas entre 15,1° y 18,7° C. Las áreas con mayores densidades se asocian a temperaturas entre 16° y 18° C y salinidades menores de 34,7 °/oo y hasta 35,1 °/oo.

Distribución de larvas de anchoveta (Fig. 4)

Las larvas ocuparon de forma continua casi la totalidad del área explorada para evaluación del desove, con las mayores concentraciones al norte de Chimbote, en donde también se observa focos que son de menor extensión que los encontrados para huevos. Sin embargo, el área cubierta por las larvas fue mayor como consecuencia de la dispersión producida por efecto de las corrientes costeras.

Al sur de Huarmey la distribución se restringe en general a las 10 millas, con áreas dispersas que llegan hasta las 60 millas. La distribución más compacta de larvas ocurrió entre el norte de Pimentel y norte de Huarmey.

Las larvas se presentaron en 560 estaciones, entre Punta Falsa y

Tambo de Mora, representando el 65 % del total de estaciones, con su máximo valor (29 680 larvas/m^2) en 6°36' S y 80°44' W.

Distribución de sardina

No se observó huevos de esta especie debido a que su desove de invierno, esperado para agosto, se habría adelantado al mes de julio (BUITRON, com. pers.) y aparentemente se desarrolló en un período corto probablemente debido a que la población se encontraba disminuída.

Distribución y abundancia de larvas de merluza (Fig. 5)

Sólo en una parte del área explorada se encontró larvas de esta especie, observándose una fuerte concentración al norte de Pimentel (área tradicional de desove de la especie según SANTANDER y SANDOVAL DE CASTILLO, 1979), para continuar luego de forma dispersa hasta Salaverry. Se verificó presencia de larvas hasta 70 millas de la costa.

Las larvas de merluza estuvieron presentes en 66 estaciones, correspondiendo al 8 % del total de estaciones muestreadas. Su máxima abundancia (5 580 larvas/m^2) se ubicó a 30 millas de la costa, en los 6°33' S y 80°39' W.

En agosto de 1990 (GUZMÁN y GIRÓN, en prensa) las larvas de merluza mostraron una distribución semejante, pero con estaciones aisladas frente a Huarmey, Huacho y Chancay, que no se presentaron en 1994. El centro de distribución situado en 1990 frente a Chicama, esta vez se situó al norte de Pimentel, entre 10 y 20 millas de la costa.

Larvas de otros peces

La incidencia de larvas de otros peces es muy escasa cuando el material procede de muestreos con red CalVET que, como es sabido, colecta básicamente huevos de anchoveta y larvas pequeñas. Se registró larvas de las familias Bathylagidae y Myctophidae en una decena de estaciones, mientras que los Sciaenidae y las larvas de caballa (Scombridae) se observaron en 4 ó 5 estaciones. Larvas de las familias Atherinidae, Photichthyidae, Gobiidae y Coryphaenidae se presentaron sólo en una ocasión.

3.2.2 Distribución y abundancia del fitoplancton

El plancton en superficie presentó volúmenes que oscilaron entre 0,01 y 9,1 ml/m^3, asociados a temperaturas que fluctuaron entre 15,2° C y 19,3° C. El 80% de las muestras tuvo volúmenes mayores de 0,5 ml/m^3 (Fig. 6).

En el 70 % del total de muestras predominó el fitoplancton, en el 25 % el zooplancton y en el 5% tanto el fitoplancton como el zooplancton. En la Tabla N° 2 puede verse la distribución isoparalitoral de las especies más abundantes.

Algunos organismos propios de aguas cálidas del grupo de las diatomeas y dinoflagelados se distribuyeron en la zona costera predominando *Thalasiothrix delicatula, T. longissima, Thalassiosira partheneia, Rhizosolenia robusta, R. styliformis,*

Proboscia alata f. indica, Goniodoma polyedricum, Dinophysis tripos, Gonyaulax polygramma. Ceratium buceros y dinoflagelados cosmopolitas como *Protoperidinium depressum, Ceratium fusus, C. furca, Dinophysis caudata*, asociados con los organismos del zooplancton, en casi toda el área de estudio.

Entre Tambo de Mora y el Callao predominó el fitoplancton, presentándose los volúmenes más altos conformando tres núcleos: un primer núcleo frente a Pucusana con volúmenes mayores de 5 ml/m^3; un segundo núcleo se ubicó al sur del Callao, con volúmenes de 4 ml/m^3, ambos núcleos fuera de las 30 mn, y el tercer núcleo frente a Cerro Azul con volúmenes de 0,5 ml/m^3, cerca de la costa. La abundancia fitoplanctónica de estos núcleos estuvo dada por una mixtura de diatomeas y dinoflagelados de aguas costeras y cálidas, como también de dinoflagelados cosmopolitas, entre las primeras citaremos a *Chaetoceros lorenzianus, Ch. didymus, Nitzschia pungens, Thalassiosira rotula, T. partheneia, T. robusta, Bacteriastrum hyalinum* y *Thalassiothrix delicatula*. Entre los dinoflagelados *Ceratium azoricum, C. praelongum, C. vultur, C. buceros, C. gibberum f. dispar, Protoperidinium conicum* y *Protoperidinium pentagonum.*

Entre Supe y Huacho (Est. 263), dentro de las 30 mn, se ubicó un pequeño núcleo con volumen de 2 ml/m^3 y temperatura de 16,6 °C, en donde la predominancia se vio reflejada por diatomeas pequeñas de alta tasa de reproducción como *Chaetoceros lorenzianus, Ch. curvisetus, Ch. debilis, Detonula pumila, Nitzschia pungens* y *Thalassiothrix delicatula* (diatomea grande de aguas cálidas).

En el área de Huarmey a Chimbote (Est. 371 y Est. 424), se reporta volúmenes de 4 ml/m^3, asociados a temperaturas de 16,2 °C y 17 °C, en donde predominó *Thalassiosira anguste-lineata, Thalassiosira angulata, Lithodesmium undulatum, Chaetoceros affinis, Chaetoceros debilis* y *Protoperidinium pellucidum.*

Al sur de Salaverry y Chicama, se observó que la abundancia estuvo compartida, tanto por el fitoplancton como el zooplancton, presentándose volúmenes menores de 2 ml/m^3, asociados a temperaturas entre 15,2° C y 18,8° C, distribuyéndose dentro de las 60 mn, las mismas especies anteriormente mencionadas. Dentro del zooplancton se apreciaron copépodos, nauplios, apendicularias, huevos de crustáceos, huevos de anchoveta, larvas de anchoveta y poliquetos.

Los volúmenes de plancton entre Chicama y Punta Falsa fluctuaron entre 0,5 y 3 ml/m^3, dentro de las 60 mn, asociados a temperaturas de 16,4 ° y 19,4 °C, incrementándose la abundancia y diversidad de especies de aguas cálidas, como *Thalassiothrix longissima, Thalassiothrix delicatula, Rhizosolenia castracanei, Rhizosolenia temperei, Proboscia alata f. indica, Thalassiosira partheneia* y *Planktoniella sol.* Entre los dinoflagelados, las especies *Ceratium gravidum, C. massiliense, C. carriense v. volans, Ornithocercus*

steinii y O. thumi estuvieron mezcladas con especies predominantes de surgencias.

En el perfil hidrográfico Punta Falsa dentro de las 30 mn, predominó el zooplancton representado por copépodos, nauplios, foraminíferos, radiolarios, poliquetos y anfípodos. Fuera de las 60 mn, la abundancia fue del fitoplancton, con volúmenes menores de 0,5 ml/m^3 asociados a temperaturas que fluctuaron entre 18,2° y 19,6°C, destacando *Detonula pumila, Lithodesmium undulatum, Rhizosolenia bergonii, Planktoniella sol, Thalassiothrix delicatula* y *Dinophysis tripos.*

Frente al perfil hidrográfico Paita (Est. 883), en las 30 mn, predominó el fitoplancton, ubicándose un núcleo pequeño, con volumen de 6 ml/m^3 y temperatura de 16,9° C., el cual estuvo constituído por diatomeas propias de áreas de afloramiento.

En cuanto a la variación latitudinal del promedio de volúmenes por distancia de la costa (Fig. 7) podemos decir que los valores promedio más altos se hallaron entre las 30 y 60 mn, entre los 12° S y 13° S. Dentro de las 30 mn, el valor promedio máximo fue de 2,5 ml/m^3 entre los 5° S y 6° S. Ambos promedios corresponden con las áreas de afloramiento donde predominó el fitoplancton.

Indicadores biológicos

Protoperidinium obtusum, indicador de Aguas Costeras Frías (ACF), fue reportado dentro de la 60 mn, desde Tambo de Mora hasta Punta Falsa.

Ornithocercus steinii y *Ornithocercus thumii*, especies ligadas a Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES), se ubicaron frente al perfil Punta Falsa, fuera de las 30 mn.

En agosto de 1990 (ANTONIETTI, en prensa) el fitoplancton superficial se presentó dentro de las 30 mn, con volumen promedio máximo de 4,5 ml/m^3, desde los 11° S hasta 12° S, mientras que en la presente evaluación fue de 4 ml/m^3 entre los 12° S y 13° S donde el fitoplancton amplió su distribución hasta las 60 mn, coincidiendo con las concentraciones del desove de la anchoveta. El fitoplancton disponible como alimento para las larvas de peces fue de buena calidad, por la presencia de diatomeas de alta tasa de crecimiento propias de áreas de afloramiento costero.

En 1990, el 48% de las estaciones muestreadas, presentó predominancia de fitoplancton compuesto por diatomeas de alta tasa de reproducción, en el presente estudio se incrementó la predominancia del fitoplancton al 75% reportándose diatomeas de afloramiento costero asociadas a especies de aguas cálidas.

La presencia de *Thalassiothrix delicatula, T. longissima, T. partheneia, Planktoniella sol,* organismos de distribución oceánica, estaría indicando la incursión de aguas subtropicales superficiales (ASS).

Protoperidinium obtusum, indicador de ACF, se reportó dentro de las 30 mn en 1990, incrementándose en el

presente Crucero hasta las 60 mn, de Tambo de Mora a Punta Falsa.

La presencia de *Ornithocercus stenii* y *O. thumii*, organismos indicadores de AES, por fuera de las 30 mn, frente a Punta Falsa indica anomalías oceanográficas, lo que no ocurrió en 1990.

3.3 Detección Acústica y Pesca

3.3.1 Distribución de anchoveta

Los registros acústicos mostraron que la anchoveta tenía una distribución geográfica muy amplia, desde las 02 hasta las 102 mn de la costa, formando grandes áreas de concentración de categoría «denso» frente a Chimbote, Salaverry, Chicama y Pimentel, con núcleos densos de menor área entre Pisco y Huarmey. (Fig. 8).

La distribución vertical de este recurso estuvo desde la superficie hasta los 60 metros durante el día y hasta los 40 metros en la noche. Las mayores concentraciones se presentaron hasta los 30 metros de profundidad (Fig. 10).

3.3.2 Distribución de sardina

La distribución geográfica de este recurso se presentó muy reducida en pequeñas áreas dispersas entre Pimentel y Paita desde las 15 mn hasta las 105 mn de distancia de la costa. Sólo se presentaron categorías «densas» frente a Pimentel y Punta Falsa de 30 mn a 105 mn (Fig. 9).

Los cardúmenes de sardina se localizaron verticalmente entre los 50 metros superficiales durante el día y en la noche hasta los 40 metros. El mayor número de ecotrazos de sardina se ubicó entre los 11 y 30 metros (Fig. 10).

3.4 Condiciones Biológicas

Los datos provenientes de los muestreos biométricos y biológicos de las especies pelágicas capturadas en el SNP-1 y bolicheras, han permitido determinar la composición por especies de las capturas y la estructura por tamaños y madurez sexual de la anchoveta. Asimismo la información obtenida ha servido para evaluar los aspectos reproductivos así como de alimentación de esta especie.

3.4.1 Composición por especies

En el BIC SNP-1 se obtuvo 4 065,2 Kg, correspondiendo a la anchoveta el 72%, a sardina el 0,9%, a jurel el 0,02% y a otros el 28%. En las lanchas las capturas fueron de 262 100,0 Kg de anchoveta (100%).

3.4.2 Estructura por tamaños

En el SNP-1 se midió 4 848 ejemplares de anchoveta, con rango de tallas entre 6 y 18 cm. de longitud total con moda en 14,5 cm. Para el caso de la sardina,su rango fue de 8 a 17 cm de longitud total y moda en 13 cm. (Fig. 11a).

En las lanchas se midió 2 249 ejemplares de anchoveta con rango entre 3,5 a 18,0 cm. de longitud total y moda en 15 cm (Fig. 11b).

3.4.3 Madurez Sexual

En el BIC SNP-1 se muestreó 478 ejemplares de anchoveta, de los cuales el 8,6% fueron virginales, el 22,2% madurantes, el 66,7% desovantes y en fase de recuperación

el 2,5%. En el caso de la sardina, todos los ejemplares muestreados fueron virginales (Fig. 12a).

En las lanchas se muestreó 504 ejemplares de anchoveta con el 18,3% de ejemplares en fase de maduración, 76% en estadío desovante y el 5,8% en recuperación (Fig. 12b).

3.4.4 Frecuencia de desove

En un total de 636 ovarios examinados de anchoveta se observó que 39 de ellos presentaban folículos post-ovulatorios día 0; 58 tenían folículos post-ovulatorios día 1; 41 presentaban folículos post-ovulatorios día 2 y 35 tenían ovocitos hidratados. Se ha obtenido una fracción desovante (F) promedio de hembras desovantes de 0,076, con una varianza de 0,0005, una desviación estandar de 0,0224 y un coeficiente de variación de 0,2942. Es decir, que durante el tiempo que duró el crucero 7,6% de las hembras maduras desovaron cada día. Se han observado 27 (4,2%) hembras con ovocitos atrésicos en el ovario.

3.4.5 Fecundidad

Se determinó como el promedio general de fecundidades de todas las hembras muestreadas. Fue calculada en 12 723 óvulos, con una varianza de 57 901, una desviación standard de 240,6 y un coeficiente de variación de 0,019.

3.4.6 Alimentación

Espectro alimentario

Los análisis cualitativos de los contenidos estomacales indican que durante la primavera de 1994, la anchoveta peruana ha utilizado en su dieta alimentaria los grupos Chrysophyta, Protozoa, Crustacea e Ictioplancton.

La composición especiológica se presenta en la Tabla N°3 y en ella se revela un marcado predominio de los organismos zooplanctónicos, distinguiéndose el grupo CRUSTACEA que representó el 55 % del contenido estomacal. Dentro de este grupo destacaron los géneros de copépodos *Calanus, Oncaea, Centropages.* También se observó eufáusidos y anfípodos.

El ICTIOPLANCTON representó el 10 % del contenido estomacal y estuvo compuesto de huevos de anchoveta, los cuales fueron más frecuentes en los contenidos provenientes de las capturas realizadas entre las 14:00- 02:00 horas de la mañana.

El grupo CHRYSOPHYTA (diatomeas) constituyó el 25 % del peso del contenido, siendo los géneros más frecuentes: *Coscinodiscus, Skeletonema, Thalassionema.*

El contenido se completó con items de menor abundancia representando el 10 % restante.

Ración y ritmo alimentario

De acuerdo a la dinámica del peso del contenido estomacal se aprecia un doble horario de alimentación, con máximos entre las 14:00-18:00 horas y 02:00-08:00 horas, significando una mayor ingesta de alimento que en las otras estaciones del año, cuando es usual observar

que esta especie se alimenta sólo en horas de la madrugada. La cantidad de alimento ingerido se encontró en relación a la longitud del predador presentando la siguiente distribución:

Rango de longitud (cm)	Frecuencia (N)	Peso promedio (gr)
11,0-13,0	95	0,05
13,5-15,5	420	0,1
16,0-18,0	210	0,3

De acuerdo a los análisis realizados en los contenidos estomacales, se puede afirmar que existe una normalidad en el comportamiento alimentario de esta especie. Desde el punto de vista especiológico, los items de mayor frecuencia corresponden a organismos propios de la corriente costera peruana situación que podría indicar condiciones de normalidad en el ambiente.

Por otro lado, durante esta época, se ha observado una clara preferencia alimentaria hacia los organismos zooplanctónicos especialmente de copépodos y eufáusidos, lo cual ha determinado que se presenten altos pesos en los contenidos estomacales. La preferencia zooplanctónica es una característica normal para esta estación y estaría sustentada en la alta disponibilidad de estos organismos en la época de estudio. De otro lado, los altos gastos energéticos producidos en el desove, requieren que las especies busquen incrementar su ingesta, así como de items de mayor composición calórica (ALAMO, en preparación).

Respecto al ritmo alimentario, se determinó doble horario de alimentación, presentando ingestas en horas de la tarde y de la noche, lo que no corresponde a los estudios de series de tiempo, en los cuales se observó mayormente ingesta nocturna (PAULY et al., 1989).

3.5 Condiciones Oceanográficas

3.5.1 Aspectos físicos

Temperatura y salinidad superficial.

La distribución de la temperatura superficial del mar (TSM) varió de 15,1 a 20,4° C, correspondiendo los valores más bajos a la zona cercana a la costa frente a Huarmey y Pacasmayo, mientras que los valores más altos se ubicaron en áreas localizadas entre 15 y 30 millas de la costa frente a Mollendo y Atico.

Las condiciones térmicas superficiales se caracterizaron por una distribución homogénea de las isotermas, con presencia de algunos focos de afloramiento y la advección de aguas cálidas del oeste con temperaturas mayores de 18° C en el área centro-norte (Fig. 14).

Las isotermas se presentaron en su mayoría paralelas a la costa (isotermas de 17 y 18° C). Al sur de los 16°30' S las isotermas presentan una configuración irregular.

Las anomalías térmicas (ZUTA y URQUIZO, 1972), se presentaron con valores que fluctuaron de +2,9° C (frente a Punta Doña María) a -0,7° C (a 100 millas frente a Chimbote), caracterizándose la zona entre Pisco y Pimentel por presentar una mayor

cobertura con anomalías negativas, mientras que al sur de Pisco predominaron las anomalías positivas asociadas a la presencia de aguas cálidas provenientes del oeste (Fig. 15).

El afloramiento costero estuvo localizado frente a Chimbote, Huarmey, Callao, Tambo de Mora, San Juan y Atico, en donde las temperaturas del agua de mar fueron menores de 16° C y las salinidades fluctuaron entre 34,9 a 35,00 °/oo.

La distribución de la salinidad superficial del agua de mar mostró la presencia de masas de diferente origen. Así las Aguas Costeras Frías (ACF), se localizaron pegadas a la costa y entre los 13° y 06° S. Las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) se ubicaron entre San Juan y Chimbote y fuera de las 30 mn . La salinidad superficial observada durante el crucero fluctuó de 34,5 °/oo (al sur de Punta Falsa y cerca de la costa) a 35,44 °/oo (a 70 mn frente Chimbote) (Fig. 16).

Durante el crucero las ASS se desplazaron con mayor intensidad hacia las costas de Chimbote y Huarmey, San Juan y Atico, en tanto que en las zonas costeras prevalecieron condiciones propias de la ACF. Al norte de Chicama se observaron dos áreas con salinidades homogéneas, una entre Chicama y sur de Punta Falsa y la otra entre Punta Falsa y Paita divididas por un débil frente halino.

Distribución vertical de la temperatura y salinidad.

La distribución vertical de temperatura frente a Paita se caracterizó por presentar una termoclina, ubicada entre 50-75 m de profundidad, con una capa de mezcla que va desde la superficie hasta los 25 m. La distribución vertical de la salinidad se presenta con tres isohalinas, donde las aguas oceánicas, con salinidades mayores de 35,1 °/oo se registran a partir de la 60 mn de la costa y hasta una profundidad de 100 m (Fig. 17 a,b).

En la sección Punta Falsa (Fig. 17c,d) la termoclina se ubicó entre 25 a 60 m de profundidad y estuvo conformada por la isotermas de 18°-15° C La capa de mezcla se le ubicó fuera de las 60 mn con una profundidad de 25 m. La distribución vertical de la salinidad muestra una zona de mezcla dentro de las 50 mn y hasta una profundidad de 75 m como producto del afloramiento costero, en esta sección las aguas oceánicas se localizaron fuera de las 70 mn y hasta una profundidad de 25 m.

En la sección Chimbote (Fig. 18 a,b) la termoclina se presentó entre los 10-60 m de profundidad conformada por las isotermas de 15°-17° C y las isohalinas 35,1-35,2 °/oo. La capa de mezcla se encontró fuera de las 40 mn y hasta una profundidad de 50 m. La distribución vertical de las salinidades mostró valores fluctuantes de 34,7 a 35,4 °/oo, presentándose las aguas sub-tropicales desde la superficie hasta los 60 m de profundidad.

En la sección Huarmey (Fig. 18 c,d) la termoclina se presenta fuera de las 50 mn formada por la isotermas de 15°-18° C y a una profundidad entre 30-60 m. La distribución vertical de las salinidades muestra

la presencia de aguas oceánicas con salinidades mayores de 35,1 °/oo en toda la sección, hasta una profundidad de 70 m.

La sección Supe (Fig. 19 a,b) se caracterizó por presentar una termoclina no muy definida, donde la capa de mezcla se le ubicó fuera de la 35 mn con una profundidad de 30 m. La distribución vertical de las salinidades muestra la presencia de ASS desde la superficie hasta los 150 m de profundidad, donde los núcleos más altos (>35,5 °/oo), se ubicaron entre 30-40 m de profundidad y fuera de las 40 mn de la costa.

La estructura térmica y halina frente al Callao (Fig. 19 c,d) presentó una termoclina entre 30-60 m de profundidad, determinada por las isotermas de 15°-16° C, en donde las aguas oceánicas se presentan en toda la sección hasta una profundidad de 50 m, con afloramiento débil. La capa de mezcla se presenta desde las 20 mn con una cobertura de hasta 25 m de profundidad.

Las distribuciones verticales de la temperatura y salinidad frente a Tambo de Mora (Fig. 20 a,b) mostró la presencia de afloramiento costero, con ubicación de la isoterma de 15° C entre los 25 y 70 m de profundidad a 5 y 40 millas de la costa, aflorando ésta a la superficie a 30 mn. La estructura halina mostró núcleos de aguas con salinidades mayores de 35,0 °/oo entre las 15 y 20 mn . Un núcleo con mínimos valores de salinidad (34,64 °/oo) se registró entre los 70 y 80 m de profundidad y a 40 millas de la costa como un remanente de aguas del borde norte de la región subantártica (ASAA).

En la sección San Juan (Fig. 20 c,d) la termoclina se ubicó entre los 20-50 m de profundidad, con una capa de mezcla que va desde la superficie hasta los 20 m y su inicio se observa a 20 millas de la costa. A lo largo de esta sección la isoterma de 15°C se ubicó entre 10-60 m de profundidad, en donde el afloramiento se presentó bien marcado desde la línea costera hasta las 30 millas. La estructura halina presentó a las aguas oceánicas fuera de la 20 mn y hasta una profundidad de 40 m. Las áreas costeras presentaron salinidades que fluctuaron de 34,91-35,00 °/oo.

Frente a Atico (Fig. 21 a,b) la estructura térmica presenta una isoterma de 15°C que va en ascenso desde los 70 m (30 mn de la costa) hasta los 20 m (3 mn de la costa) en donde el afloramiento se encontró restringido a un área muy costera. La estructura halina mostró la influencia de las aguas subtropicales superficiales (ASS) desde las 10 mn de la costa y hasta los 40 m de profundidad. Alrededor de las 30 mn y sobre los 80 m de profundidad se observó un pequeño núcleo con bajo contenido de sales (menores de 34,8 °/oo).

En la sección Matarani (Fig. 21 d,e) la distribución vertical de temperatura y salinidad fue uniforme, presentándose la isoterma de 15° C entre los 15 y 60 m de profundidad a las 6 y 60 mn de la costa. El afloramiento costero fue más notorio que en la sección Atico debido a que hubo influencia de ASS.

3.5.2 Aspectos químicos

TAMBO DE MORA - PAITA (PRIMERA ETAPA - NORTE)

Distribución superficial de oxígeno, nutrientes y clorofila (Tabla N° 4 a)

Oxígeno. La isolínea de 5 ml/l se encuentra distribuida a lo largo de todo el litoral entre 10 y 60 millas de la costa. Areas pequeñas con concentraciones de 6 ml/l se observan frente a Pimentel, Chicama, Salaverry y Punta Chao. En Pacasmayo y Huarmey hay un pequeño núcleo con valores de 2 y 2,5 ml/l; la isolínea de 5,5 ml/l que indica el acercamiento de las aguas oceánicas se encuentra en Chimbote, Salaverry y Punta Falsa entre las 30 y 60 millas (Fig. 22).

Nutrientes. Las isolíneas de 1,5 y 1,0 mg-at/l de fosfatos delimitan las aguas costeras entre las 10 y 100 millas. Valores de 2,0 mg-at/l en Supe, Salaverry y Punta Falsa se hallan muy cerca de la costa; de Tambo de Mora al Callao las concentraciones son menores de 1,0 mg-at/l (Fig. 23).

La isolínea de 10 mg-at/l de silicatos se desplaza de Tambo de Mora hacia el norte de Huarmey y del Sur de Salaverry hasta Paita dentro de las 100 millas. Concentraciones menores de 5 mg-at/l se encuentran frente a Pucusana, Chimbote y Punta Falsa en los 10 y 80 millas; los valores más altos se encuentran en Huarmey-Salaverry-Chicama y Punta Falsa (20 - 30 mg-at/l) (Fig. 24).

Las concentraciones más altas de nitratos (15 mg-at/l) se encuentran en Huarmey, Salaverry-Chimbote y Pimentel-Paita donde valores de afloramiento llegaron hasta las 30 millas. Concentraciones menores de 5 mg-at/l frente a Salaverry y Punta Chao, entre 10-30 millas y en Paita de 20-100 millas (Fig. 25). La distribución de nitritos puede verse en la Fig. 26.

Clorofila «a». El máximo superficial de clorofila correspondió a Pisco con 33,15 mg/l. Valores mayores de 1,0 mg/l bordean las aguas costeras, conos de afloramiento frente a Tambo de Mora, Pucusana, Chancay, Huarmey y Chimbote. Otras áreas de concentraciones mayores ocurren entre Salaverry y Chimbote (3-8 mg/l) dentro de las 10-20 millas y entre Punta Falsa y Chicama (5-10 mg/l) y en Paita cons valores de 2-9 mg/l (Fig. 27).

Distribución vertical de oxígeno, nutrientes y clorofila (Tabla N° 4b)

Sección Callao. Las concentraciones de fosfatos 2,0 mg-at/l, silicatos y nitratos con 15 mg-at/l predominan en la capa de 0-50 m hasta 90 millas de la costa (Fig. 28).

Los mayores valores de oxígeno (5-4 ml/l) se encuentran en la capa de 0-50 m. Con respecto a la clorofila «a», sus máximos valores se dan entre 5-40 millas y de 0 a 50 m de profundidad. Por debajo de 50 m las concentraciones son menores de 0,1 mg/l (Fig. 29).

Sección Chimbote. Valores menores de 1,5 mg-at/l fosfatos, 10 mg-at/l de silicatos y 10 mg-at/l de nitratos caracterizan a las aguas superficiales hasta los 50 m;

por debajo de los 50 m se observan aguas de afloramiento (Fig.30).

Concentraciones de 5,5 ml/l de oxígeno en la capa superficial (0-40 m) ingresan hasta las 60 millas. La isolínea de 5ml/l se presenta en todo el perfil.

La mayor concentración (4,0 mg/l) de clorofila «a» se presenta pegada a la costa dentro de las 20 millas y hasta 20 m, concentraciones menores (0,5 mg/l) se hallan en toda la columna de agua (Fig.31).

Sección Punta Falsa. Fuera de las 80 millas los valores de fosfatos, silicatos y nitratos son bajos. Las concentraciones más altas se encuentran entre las 10 y 70 millas (fosfatos 1,5 mg-at/l, silicatos 10 mg-at/l y nitratos 15 mg-at/l) (Fig. 32).

Valores de 4-2 ml/l de oxígeno indican el proceso de afloramiento. Concentraciones de 5 ml/l se encuentran de 40-100 millas en la capa de 0-20 m. En cuanto a la clorofila, sus mayores concentraciones (2,5 mg/l) se dan a 30 millas. Valores de 0,25 en la capa de 0-50 m nos indican el acercamiento de aguas sub-superficiales (Fig. 33).

Sección Paita. La capa superficial presenta contenidos de fosfatos de 1,5, silicatos 20, nitratos 15 y nitritos 1,0 mg-at/l. El afloramiento en esta sección se manifiesta en toda la extensión del perfil (Fig. 34).

Valores de 5 ml/l de oxígeno se ubican entre las 60 a 100 millas. En la capa de 0-40 m las concentraciones de 4 a 2 ml/l se encuentran entre las 5 y 50 millas en toda la sección.

La clorofila «a» está asociada a los contenidos de oxígeno de 2-4 ml/l. Las concentraciones más altas de clorofila «a» 2-4 mg/l se encuentran dentro de las 30 millas y las menores de 1,0 mg/l fuera de esta distancia. El máximo sub-superficial de 4,77 mg/l se halla en los 25 m (Fig. 35).

PISCO - MATARANI (SEGUNDA ETAPA - SUR)

Distribución superficial (Tabla N° 4a)

Oxígeno. La isolínea de 5 ml/l se encuentra frente a Pisco y en San Juan-Atico entre 10-30 millas; entre Pisco-San Juan y Ocoña-Matarani se presentan dos pequeños focos con valores de 6 ml/l.

Nutrientes. En la distribución de los fosfatos la isolínea de 1,5 mg-at/l se presenta discontinua, con pequeñas concentraciones en Pisco, Punta Doña María, Atico-Matarani de 10-20 millas; los valores más altos de 2,5 mg-at/l se presentan en San Juan. Las concentraciones más altas de silicatos se dan en la zona de afloramiento San Juan, la cual se extiende hasta Atico con 20 mg-at/l, hasta 20 millas de la costa. Los valores más bajos (3-5 mg-at/l) se encuentran fuera de las 10 y 30 millas.

Los valores más altos de nitratos se encuentran en San Juan (10 mg-at/l); los más bajos en Punta Doña María y Atico - Matarani (0,5-5 mg-at/l). Concentraciones de 1,0 mg-at/l de

nitritos cubren las áreas de Pisco y San Juan, y valores menores de 1,0 mg-at/l de Punta Doña María a Mollendo entre 5-30 millas.

Clorofila «a». El máximo superficial se da frente a Pisco (14,27 mg/l). Valores de 5 mg/l se encuentran en Pisco y San Juan, mientras que concentraciones de 0,5 mg/l se hallan a lo largo del litoral a 30 millas de la costa.

Distribución vertical (Tabla N° 4b)

Sección San Juan. Los valores más altos de fosfatos 2,0 mg-at/l y silicatos 10 mg-at/l se encuentran dentro de las 20 millas. Por debajo de los 50 m se observan las aguas de afloramiento que ascienden a la superficie. Los nitratos y nitritos presentan concentraciones menores de 3,0 y 1,0 mg-at/l en la capa de 0-50 m (Fig. 36).

El acercamiento de las Aguas Subtropicales Superficiales se presenta con la isolínea de 5,5 ml/l de oxígeno hasta las 10 millas de la costa. Con respecto a la clorofila «a», valores de 1,0 mg/l se encuentran cerca de la costa (5 millas), menores 1,0 mg/l entre las 10 y 30 millas y en toda la columna de agua 0-100 m (Fig. 37).

De acuerdo a los valores dados y las observaciones hechas en la superficie del mar durante el Cr. 9408-10, las condiciones químicas indicaron características de la estación de invierno. El afloramiento se desarrolló a lo largo de la costa, destacando las áreas de Paita, Punta Falsa, Huarmey, Tambo de Mora y San Juan.

La distribución de clorofila «a» en la superficie del mar tuvo valores iguales al promedio mensual (CALIENES et al., 1989) en los centros de afloramiento, donde alcanzó concentraciones mayores de 4 mg/l (Chimbote-Huarmey, Tambo de Mora-Pisco y San Juan).

La concentración de fosfatos, silicatos y nitritos presentó sus máximos dentro de las 30 millas de la costa con las características generales similares a las de invierno, sin embargo los nitratos variaron con relación al promedio en el área sur, donde las concentraciones de 5 mg-at/l se encontraron muy pegadas a la costa (sur San Juan) como efecto del avance de las Aguas Sub-tropicales Superficiales. Los silicatos tuvieron valores mayores que el promedio de invierno en los centros de afloramiento alcanzando hasta 30 mg-at/l (Chicama-Huarmey).

La distribución de los nutrientes y clorofila «a» estuvo en estrecha relación con las características físicas de las aguas frías de afloramiento y Aguas Subtropicales Superficiales.

Comparando estos resultados con los del Cr. 9008 BIC HUMBOLDT, (CARCAMO Y FLORES, en prensa), se aprecia que los fosfatos y nitratos tienen la misma distribución de las isolíneas a diferencia de los silicatos, que presentan valores 20-30 mg-at/l en las áreas de afloramiento.

La influencia de las aguas cálidas se manifestó en Chimbote y en menor grado en Callao con valores de

oxígeno de 5,5 ml, clorofila menores 1,0 mg/l, fosfatos de 1,0 mg-at/l, nitratos con valores menores 10 mg-at/l y silicatos con 5 mg-at/l.

El área norte entre Salaverry y Punta Falsa presenta altas concentraciones de clorofila «a» y oxígeno por el desarrollo de la fotosíntesis asociada a la radiación solar y temperaturas de 18° C.

El proceso de denitrificación intenso característico en San Juan, se presentó con valores menores de 5 mg-at/l para nitratos y mayores de 9,0 mg-at/l en nitritos.

4. CONCLUSIONES

- La biomasa desovante de anchoveta estimada de Punta Falsa a Pisco, por el Método de Producción de Huevos, fue de 6,9 millones de toneladas.
- La producción diaria de huevos (15,12 E+13) para el periodo agosto-setiembre 1994 fue la más alta registrada para el área norte centro del litoral peruano.
- Los huevos de anchoveta se distribuyeron desde Punta Falsa hasta Pisco, llegando inclusive hasta más allá de las 60 millas en algunas zonas. Entre Pimentel y Chimbote se localizaron las áreas más densas del desove, ubicándose frente a Punta Chao el número más alto de huevos con 42 200/m^2.
- La anchoveta se presentó en casi toda el área explorada, desde las 02 mn hasta las 102 mn de distancia a la costa. La mayor cantidad de ecotrazos de cardúmenes fue detectada desde la superficie hasta los 30 metros de profundidad. Las mejores áreas para su extracción se hallaron frente a Chimbote y Pimentel.
- La sardina se presentó muy dispersa, en un área de distribución reducida entre Pimentel y Paita.
- Las tallas de la anchoveta oscilaron entre 6 y 18 cm de longitud total, con moda en 14,5 cm (BIC SNP-1) y entre 3,5 y 18 cm de longitud total con moda en 15 cm (lanchas). Las tallas de sardina estuvieron comprendidas entre 8 y 17 cm, con moda en 13 cm.
- El comportamiento alimentario de la anchoveta se enmarcó dentro de la normalidad para la época, detectándose preferencia por el zooplancton y además doble horario de alimentación.
- El fitoplancton se distribuyó ampliamente hasta las 60 millas de la costa, con predominancia de especies de afloramiento costero como las diatomeas de alta tasa de crecimiento, que constituyen un alimento de buena calidad. En toda el área de estudio se presentó el dinoflagelado *Protoperidinium obtusum*, indicador de Aguas Costeras Frías, mientras que frente a Punta Falsa, por fuera de las 30 millas se observó a *Ornithocercus steinii y O. thumii*, dinoflagelados indicadores de Aguas Ecuatoriales Superficiales.
- Las características ambientales de superficie se presentaron dentro de su rango de normalidad para la época, con valores de temperatura que oscilaron de 15,1° a 20,4° C, correspondiendo los valores más bajos a la zona ubicada entre Huarmey y Pacasmayo y los más altos se ubicaron a 30 millas frente a Mollendo y Atico. En cuanto a la salinidad superficial del agua de mar ésta permitió observar la presencia de masas de diferente origen. Así las Aguas Costeras

Frías (ACF) se localizaron pegadas a la costa y entre los 13° y 06° S, mientras que las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) se ubicaron entre San Juan y Chimbote y fuera de las 30 mn. La salinidad superficial observada durante el crucero fluctuó de 34,55 °/₀₀ (al sur de Punta Falsa y cerca de la costa) a 35,44 °/₀₀ (a 70 mn frente Chimbote).

- La estructura vertical de salinidad mostró un mayor desplazamiento de las ASS hacia las costas de Chimbote, Huarmey, Callao, San Juan y Atico, permaneciendo en las zonas costeras condiciones propias de las ACF. La influencia de las ASS se presentó desde la superficie hasta los 50 m de profundidad. En general la estructura vertical, tanto térmica como halina, mostró características normales en las áreas cerca a la costa y cuasi-normales fuera de las 30 millas por efecto de la influencia de las ASS.

- Las condiciones químicas de la superficie del mar durante el Cr. 9408-10 fueron las correspondientes a la estación de invierno. El afloramiento se desarrolló a lo largo de la costa, destacando las áreas de Paita, Punta Falsa, Huarmey, Tambo de Mora y San Juan. La distribución de clorofila «a» en la superficie del mar tuvo valores iguales al promedio mensual en los centros de afloramiento, donde alcanzó concentraciones mayores de 4 mg/l (Chimbote-Huarmey, Tambo de Mora-Pisco y San Juan).

- La influencia de las aguas cálidas se manifestó en Chimbote y en menor grado en Callao con valores de oxígeno de 5,5 ml/l, clorofila menores de 1,0 mg/l, fosfatos 1,0 mg-at/l, nitratos menores de 10 mg-at/l y silicatos con 5 mg-at/l.

5. AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Directivo y al Director Ejecutivo del IMARPE, Ing. César Chávez Navarro por el apoyo brindado a la realización de este crucero. Asimismo a la Comunidad Económica Europea por su confianza en el éxito de la evaluación y por el financiamiento otorgado al crucero.

Al Dr. Rómulo Jordán por la revisión del texto y sus sugerencias para mejorarlo.

Al Comandante y a la tripulación del BIC SNP-1 por las facilidades dadas para el desarrollo de las tareas programadas.

A los señores Ismael Zárate y Jairo Calderón por la confección de los dibujos.

A todo el personal científico, técnico y administrativo que apoyó en la ejecución del crucero así como a los colaboradores en la preparación del presente informe.

6. REFERENCIAS

ALAMO, A. (en preparación). Observaciones químicas del plancton frente a la costa peruana, durante la primavera de 1980.

ANTONIETTI, E. (en prensa). El fitoplancton en agosto de 1990. Crucero de evaluación de biomasa desovante de anchoveta y sardina BIC Humboldt 9008. Bol. Inst. Mar Perú-Callao, Vol. 15.

ARANCIBIA, H. 1989. Distribution patterns, trophic relationship and stock interactions in the demersal fish assemblage off central Chile. Doctoral Thesis, University of Bremen (FRG). 221 p.

BAGENAL, T. B. 1973. Fish fecundity and its relations with stock and recruitment. Rapp. Reun. Cons. Int. Explor. Mer. 164: 186-198.

CALIENES, R., O. GUILLEN y N. LOSTAUNAU. 1989. Variabilidad espacio-temporal de clorofila, producción primaria y nutrientes frente a la costa peruana. Bol. Inst. Mar Perú-Callao, 10 (1): 1-44.

CARCAMO, E. y G. FLORES (en prensa). Características químicas y de productividad en el mar peruano (área norte-central) en agosto de 1990. Crucero de evaluación de biomasa desovante de anchoveta y sardina BIC Humboldt 9008. Bol. Inst. Mar Perú-Callao, Vol. 15.

CARRASCO, S. y P. AYON. (en prensa). Biomasa desovante de la anchoveta y sardina en agosto 1990. Crucero de evaluación de biomasa desovante de anchoveta y sardina BIC Humboldt 9008. Bol. Inst. Mar Perú-Callao, Vol. 15.

CARRIT, D. and J. CARPENTER. 1966. Comparison and evaluation of currently employed modifications of the Winkler method for determining dissolved oxygen in seawater. J. Mar. Res. 24: 286-318.

CUPP, E. 1943. Marine plankton diatoms of the west coast of North America. Bull. Scripps Inst. Oceangr. 5: 1-237 pp.

FOOTE, K.G., H.P. KNUDSEN, G. VESTNES, D.N. MACLENNAN and E.J. SIMMONDS. 1987. Calibration of acoustic instruments for fish density: a practical guide. ICES Coop. Res., 144: 69 p.

GUZMAN, S. y M. GIRON (en prensa). Ictioplancton del área norte-centro del litoral peruano en agosto 1990. Crucero de evaluación de biomasa desovante de anchoveta y sardina BIC Humboldt 9008. Bol. Inst. Mar Perú-Callao, Vol. 15.

HENDEY, I. 1964. An introductory account of the smaller algae of British Coastal waters Part.V. Bacillariophyceae (Diatoms). Her Majesy's Stationery Office, London: 317 pp.

HOLM-HANSEN, A., O. LORENTZEN, R. HOLMES and J. STRICKLAND 1965. Flourometric determination of clorophyll. J. Cons. Perm. Inst. Explor. Mer. 30: 3-15

HUNTER, J. R. 1985. Preservation of northern anchovy in formaldehyde solution. **In:** Lasker (ed.). An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: Application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. NOAA Technical Report NMFS 36: 63-65.

HUNTER, J. R. and S. R.GOLDBERG. 1980. Spawning incidence and batch fecundity in northern anchovy, *Engraulis mordax*. Fish. Bull. U. S. 77: 641-652.

HUSTED, F. 1930. Die Kieselalgen Deutschlands. Osterreichs und der Schqeiz mit Beucksichtigung der ubrigen Lander Europas sowie der angerzenden Meerresgebiete. **En**: L. Rabenhorst (ed.). Kryptogamen-Flora

von Deutchland, Osterreich und der Schweiz. 1 Teil. Akat. Verlagges. Leipzig, Reprint Johnson Rep. Goop. New York. 1971: 920 p.

NIKOLSKY, G. V.1969. Theory of fish population dynamics. Oliver and Boyd, Edinmburg. 323 p.

PAULY, D., A. JARRE, S. LUNA, V. SAMBILAY JR., B. ROJAS and A. ALAMO. 1989. On the quantity and types of food ingest by Peruvian anchovy, 1953-1982, p.109-124 **In** D. Pauly, P.Muck, J. Mendo and I. Tsukayama (eds). The peruvian Upwelling ecosystem : dynamics and interactions. ICLARM Conference Proceedings 18, 438p. Instituto del Mar del Perú (IMARPE), Callao Perú .GTZ Federal Republic Of Germany; and International Center for Living Aquatic Resources Management (ICLARM), Manila Philippines.

SANTANDER, H. y O.SANDOVAL DE CASTILLO. 1979. El ictioplancton de la costa peruana.Bol.Inst. Mar Perú-Callao, 4 (3): 69- 112.

SANTANDER, H. y M. MALDONADO. 1985. Estimación de la biomasa desovante de anchoveta y sardina por el Método de Producción de Huevos. Cr. BIC HUMBOLDT 8508-09. IMARPE. Informe interno.

SANTANDER, H., P.E. SMITH and J. ALHEIT. 1982. Determinación del esfuerzo de muestreo requerido para el estimado de producción de huevos de anchoveta *Engraulis ringens*, frente al Perú. Bol. Inst. Mar Perú-Callao. 7(1): 1-18.

SANTANDER, H., J. ALHEIT and P.E. SMITH. 1984. Estimación de la biomasa de la población desovante de anchoveta peruana *Engraulis ringens* en 1981 por aplicación del «Método de Producción de Huevos». Bol. Inst. Mar Perú-Callao. 8(6): 209-250.

SCHILLER, J. 1937. Dinoflagellate (peridineae) in monographischer Behandlung.2 Tell. **En:** L. Rabenhortst (ed). Kriptogamen-Flora von Deutchland, Osterreich und der Schweiz. Reprint by Johnson Repr. Corp. New York, 1971, Vol 10 Section 3, Parte 2: 589 p.

SMITH,P.E.,W. FLERX and R.P. HEWITT. 1985. The CalCOFI Vertical Egg Tow (CalVET) Net. **In:** R. Lasker (ed.). An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: Application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. NOAA Technical Report NMFS 36:27-32.

SOURNIA, A. 1967. Le genre Ceratium (Peridinien planctonique) dans le Canal de Mozambique. Contribution a une revision mondiales Vie et Mileu 18: 375-580.

STAUFFER, C.D. and S.J. PICQUELLE. 1980. Estimates of the 1980 spawning biomass of the central sub population of northern anchovy.Southwest Fisheries Center. Adm. Rep. LJ 80-09.

STRICKLAND, J. and T. PARSONS. 1968. A practical handbook of seawater analysis. Bull. Fish Res. Bd. Can., 167: 311 p.

ZUTA, S. y W. URQUIZO. 1972. Temperatura promedio de la superficie del mar frente a la costa peruana, período 1928-1969. Bol. Inst. Mar Perú- Callao. 2(8): 460-520.

PARTICIPANTES EN EL CRUCERO

Personal científico y técnico BIC SNP-1

Jefe de Crucero

Blga. Sulma Carrasco

Línea de ictioplancton

Blga. Soledad Guzmán
Blga. Margarita Girón
Blga. Patricia Ayón
Téc. Oscar Lozano

Línea de fitoplancton

Blga. Elcira Delgado

Línea de biológico-pesquero

Blgo. Julio Mori
Tlgo. Alejandro Echevarría
Téc. Erasmo Díaz

Línea de oceanografía química

Ing. Georgina Flores
Ing. Freddy Cárdenas

Línea de oceanografía física

Ing. Luis Pizarro
Ing. Luis Vásquez
Ing. Carmen Grados
Téc. Julio Hurtado

Línea de acústica y pesca

Ing. Francisco Ganoza
Ing. Ramiro Castillo
Ing. Martín Salazar
Ing. Walter Castañeda
Téc. Jairo Calderón

Invitados

Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina

Ing. Eloy Miguel

Instituto Peruano de Energía Nuclear

Ing. Raúl Jara

Personal científico y técnico en las bolicheras Gabriela II, Mi Lesly II y San Martín 10 (área norte-centro)

Blgo. Francisco Vásquez
Blgo. Manuel Samamé
Blgo. Jorge Zeballos
Blgo. Teobaldo Dioses
Blgo. Andrés Chipollini
Blgo. Alejandro Alamo
Tlgo. Alejandro Echevarría
Tlgo. José Pellón
Téc. Erasmo Díaz
Téc. Roberto Bustamante
Téc. Jorge Pazos

Personal científico y técnico en la lancha SECHIN (Matarani-Atico)

Ing. Luis Vásquez
Ing. Freddy Cardenas
Tlgo. José Pellón
Téc. Iván Navarro
Téc. Martín Campos
Téc. Roberto Bustamante

Personal científico y técnico en la lancha INANSA II (Pisco-Atico)

Ing.	Luis Pizarro
Blgo.	Julio Mori
Téc.	Oscar Lozano
Tec.	Carlos Robles
Téc.	Julio Hurtado
Tec.	Erasmo Díaz

Dotación BIC SNP-1

Tte.1	Jaime Valdez
Tte.1	Jorge Paz
OM.1	Nolberto Segura
Tco.2	Juan Alvarez
Tco.2	Celino Medina
Sr.	José Fiestas
Sr.	Juan Campos
Sr.	Marciano Lescano
Sr.	Miguel Henríquez
Sr.	Javier Rojas
Sr.	Gilmer Rojas
Sr.	Armando Fiestas
Sr.	Genaro Iñigo
Sr.	Sebastián Villanueva
Sr.	Edilberto Ramos
Sr.	Luis Landa

Apoyo Logístico

Lic.	Oscar Acosta
Lic.	Luis Peña
Ing.	Alejandro Saravia
Sra.	Aurora Vernazza
Srta.	Haydeé Sáenz
Téc.	Manuel Flores
Sr.	Tito Pumachagua
Sr.	David Mamani

Asistentes en el procesamiento de muestras

Srta.	Katia Aronés
Sr.	Roberto Quesquén
Srta.	Mariella Nacarino
Sr.	Miguel Angel Perea

TABLAS Y FIGURAS

TABLAS

1. Capturas de comprobación Crucero 9408-10
2. Distribución isoparalitoral de las especies más abundantes del fitoplancton
3. Espectro alimentario de la anchoveta peruana-Primavera de 1994
4. Rangos de oxígeno, nutrientes y clorofila

FIGURAS

1. Carta de trayectos ejecutados. Crucero BIC SNP-I 9408-10
2. Abundancia de huevos por categoría de edad
3. Distribución y abundancia de huevos de anchoveta
4. Distribución y abundancia de larvas de anchoveta
5. Distribución y abundancia de larvas de merluza
6. Distribución superficial del volumen de plancton (red de fitoplancton)
7. Variación latitudinal del volumen de plancton (red de fitoplancton)
8. Distribución de anchoveta según categorías de abundancia relativa
9. Distribución de sardina según categorías de abundancia relativa
10. Distribución vertical de anchoveta y sardina
11. Estructura por tallas de anchoveta
12. Madurez sexual de anchoveta
13. Localización de estaciones oceanográficas
14. Distribución de la Temperatura Superficial del Mar (TSM)
15. Anomalías Térmicas ATSM (°C)
16. Distribución de la Salinidad Superficial del Mar SSM ($^{0}/_{00}$).
17. Distribución vertical de la temperatura (°C) y salinidad ($^{0}/_{00}$). Sección Paita (a,b) y Sección Punta Falsa (c,d)
18. Distribución vertical de la temperatura (°C) y salinidad ($^{0}/_{00}$). Sección Chimbote (a,b) y Sección Huarmey (c,d)
19. Distribución vertical de la temperatura (°C) y salinidad ($^{0}/_{00}$). Sección Supe (a,b) y Sección Callao (c,d)
20. Distribución vertical de la temperatura (°C) y salinidad ($^{0}/_{00}$). Sección Tambo de Mora (a,b) y Sección San Juan (c,d)
21. Distribución vertical de la temperatura (°C) y salinidad ($^{0}/_{00}$) y Oxígeno (ml/l) Sección Atico (a,b,c) y Sección Matarani (d,e,f)
22. Distribución superficial de oxígeno disuelto
23. Distribución superficial de fosfatos
24. Distribución superficial de silicatos
25. Distribución superficial de nitratos
26. Distribución superficial de nitritos
27. Distribución superficial de clorofila
28. Distribución vertical de nutrientes Sección Callao
29. Distribución vertical de oxígeno y clorofila Sección Callao
30. Distribución vertical de nutrientes Sección Chimbote
31. Distribución vertical de oxígeno y clorofila Sección Chimbote
32. Distribución vertical de nutrientes Sección Punta Falsa
33. Distribución vertical de oxígeno y clorofila Sección Punta Falsa
34. Distribución vertical de nutrientes Sección Paita
35. Distribución vertical de oxígeno y clorofila Sección Paita
36. Distribución vertical de nutrientes Sección San Juan
37. Distribución vertical de oxígeno y clorofila Sección San Juan

TABLA No. I **CAPTURAS DE COMPROBACION EVALUACION DE BIOMASA DESOVANTE DE ANCHOVETA Y SARDINA - CRUCERO 9408-10**

No.	POSICION				HORA	FECHA		TSM	CAPTURA TOTAL	ESPECIES (%)		
	Lat. Sur		Long. Oeste			Mes	Día	(C)	(Kg.)	Anchoveta	Sardina	Otros
1	13	19.5	76	25.4	21:55	08	11	16,6	25,0	100		
2	13	20.0	76	58.2	22:26		12	16,1	20,0	100		
3	13	24.0	77	06.0	01:02		13	16,1	17,0	88		12
4	12	48.9	76	37.73	11:31		13	15,9	0,7			100
5	12	39.2	76	43.3	14:00		13	16,4	0,2			100
6	12	45.8	77	16.6	07:37		14	16,4	8,0	100		
7	12	34.3	77	15.8	19:07		14	16,3	10,0	100		
8	12	20.1	77	31.4	00:11		15	15,7	1,3	78		22
9	12	47.3	77	57.9	19:12		15	16,3	25,0	100		
10	12	57.6	78	15.8	23:24		15	16,5	100,0	100		
11	12	13.9	78	00.1	10:13		16	17,6	Negativa			
12	11	34.0	77	21.3	12:37		18	16,1	Negativa			
13	11	20.1	77	38.5	04:20		20	15,8	1,0	100		
14	11	04.8	77	40.2	08:24		20	15,5	600,6	49		51
15	10	47.8	77	49.9	21:16		21	15,7	10,5	95		5
16	10	55.3	78	43.7	20:47		21	17,4	800,0	100		
17	10	19.3	78	40.1	07:10		22	16,2	2,5	100		
18	09	55.1	78	48.1	04:29		23	17,6	2,0	85		15
19	10	03.7	79	33.4	01:24		24	18,5	20,0	100		
20	09	57.1	80	02.2	07:52		25	18,0	30,0	96		4
21	09	28.3	79	11.7	19:16		25	18,6	10,0	100		
22	09	19.1	79	05.2	15:00		26	18,4	1,5	100		
23	09	02.6	78	46.5	21:07		26	16,4	500,0	100		
24	08	20.4	79	11.3	20:31		29	17,1	50,0	54		46
25	08	21.1	79	31.5	11:20		29	18,1	300,0			100
26	08	03.1	79	14.1	18:16		30	16,8	1000,0	54		46
27	07	59.6	79	53.2	03:59		31	17,1	20,0	100		
28	08	10.4	79	51.4	19:14		31	17,4	200,0	100		
29	08	03.7	80	13.7	00:15	09	01	17,2	20,0	100		
30	07	10.8	79	47.7	04:33		02	15,3	250,0	100		
31	07	07.8	80	52.1	05:50		03	17,6	20,0	60	40	
32	06	38.1	80	30.1	11:21		04	16,9	0,5			100
33	06	18.2	81	14.3	03:54		05	17,2	20,0	80	20	
34	13	41.6	76	26.1	05:56		14	15,0	20,0	100		
35	14	12.1	76	50.1	11:29		14	17,2	10,0			100
36	14	21.7	76	38.9	00:15		15	16,3	30,0	100		

Otros: Jurel, Caballa, Merluza, Pejerrey, Lorna, Bagre, Pampanito, Eufausidos, Salpas, etc.

TABLA No. 2 DISTRIBUCION ISOPARALITORAL DE LAS ESPECIES MAS ABUNDANTES DEL FITOPLANCTON - CRUCERO 9408-10

Especies	0-30 mn.	30-60 mn.	> 60 mn.
Diatomeas			
Asterionellopsis glacialis	+	+	
Bacteriastrum hyalinum	++	++	
Corethron hystrix	+	++++	
Coscinodiscus centralis	++		
C. perforatus	++++	++++	
C. wailesii	+++	+++	
Chactoceros affinis	+++	+++	
Ch. debilis	+++	+++	
Ch. concavicornis		+	
Ch. constrictus	+++		
Ch. curviscus	+++	+++	
Ch. didymus	+++		
Ch. lorenzianus	++	++++	
Ch. radicans	+		
Ch. socialis	++++	++++	
Dctonula pumila	+++	++++	
Grammatophora marina		++	
Hemidiscus cuneiformis		+	
Lithodesmium undulatum	++++	+++	
Nitzchia closterium	++	+++	
N. pungens	++++	++++	
Planktoniella sol	+	++++	+++
Pleurosigma sp.	++++	+	
Rhizosolenia bergonii			++
R. robusta	+++		+
R. calvar avis	+	+	
Skeletonema costatum	+		
Thalassionema nitzschioides	++	+++	
Thalassiosira angulata	+	++	
T. anguste-lineata	++++	++	
T. mendiolana	+++		
T. partheneia	++++	+++	+++
T. subtilis		++++	
Thalassiothrix delicatula	+++	++++	++++
T. frauenfeldii	+++	++	
T. longissima	++++	++++	
Dinoflagelados			
Ceratium azoricum			+
C. buceros	++		+
C. contortum v. karstenii	++		
C. furca	++++	+++	
C. tripos	++	++	+++
Dinophysis tripos			++
Gonyaulax polygramma	++		
Nocticula miliaris	++++	+++	
Prorocentrum micans	++++		
Protoperidinium conicum	+		
P. depressum	++++		
P. obtusum	+++	+	
P. oceanicum	+		+

++++ **Muy abundante** ++ **Poco abundante**
+++ **Abundante** + **Presente**

TABLA No. 3 ESPECTRO ALIMENTARIO DE LA ANCHOVETA PERUANA PRIMAVERA DE 1994

		NIVELES DE ABUNDANCIA (*)		
	ITEM	**NORTE**	**CENTRO**	**PORCENTAJE**
1.	**CHRYSOPHYTA**			**25**
	Pennatae			
	Navicula	+	+	
	Pleurosigma	++	+++	
	Nitzschia	+	+	
	Thalassionema	++	++	
	Centricae			
	Rhizosolenia	+++	+++	
	Coscinodiscus	+++	+++	
	Skeletonema	++	++	
	Thalassiosira	++	++	
	Biddulphia	+	+	
	Chaetoceros	+	+	
2.	**PROTOZOA**			**5**
	Dinoflagellata			
	Ceratium	+	+	
	Protoperidinium	+	+	
	Prorocentrum	+	+	
	Silicoflagellata			
	Dytiocha	+	+	
3.	**CRUSTACEA**			**55**
	Malacostraca			
	Euphausidos	+++	+++	
	Amphipodos	+	+	
	Copedoda			
	Calanus	++	++	
	Oncaca	++	++	
	Centropages	++	++	
	Corycaeus	+	+	
	Eucalanus	+	+	
	Aetideus	+	+	
4.	**ICTIOPLANTON**			**10**
	Huevos de Anchoveta	+++	+++	
5.	**OTROS**			**5**
	Megalopas	+	+	
	Zoeas	+	+	
	Caracoles	+	+	

*+++ **Muy frecuente** ++ **Poco frecuente** + **Presencia**

TABLA No. 4a: Oxigeno, Nutrientes y Clorofila "a"en la superficie del mar Cr. 9408-10 BIC SNP-1

Primera y Segunda Etapa Norte y Sur	RANGOS					
	OXIGENO (ml/l)	FOSFATOS (ug-at/l)	SILICATOS (ug-at/l)	NITRATOS (ug-at/l)	NITRITOS (ug-at/l)	CLOR. "a" (ug/l)
Tambo de Mora - Paita	1. 85 - 7. 98	0.58 - 2. 93	2. 87 - 41. 10	1. 90 - 18. 96	0. 41 - 2. 61	0. 18 - 33. 15
Pisco - Matarani	2. 30 - 6. 71	0. 41 - 2. 66	2. 26 - 20. 81	0. 11 - 13. 77	0. 28 - 16. 20	0. 07 - 14. 27

TABLA No. 4b: Oxigeno, Nutrientes y Clorofila "a"- Distribución vertical Cr. 9408-10 BIC SNP-1

SECCION	RANGOS					
	OXIGENO (ml/l)	FOSFATOS (ug-at/l)	SILICATOS (ug-at/l)	NITRATOS (ug-at/l)	NITRITOS (ug-at/l)	CLOR. "a" (ug/l)
Callao	0. 23 - 5. 64	0.72 - 2, 55	3. 19- 35. 16	8, 08 - 23. 23	0. 19 - 6. 05	0, 02 - 2, 69
Chimbote	0, 27- 5. 72	0, 82 - 2. 09	4. 25 - 33. 40	9. 54 - 21. 33	0. 33 - 11. 68	0, 02 - 4. 74
Punta Falsa	0, 23 - 5. 62	0, 86 - 2. 90	4. 88 - 40. 18	6. 56 - 24. 75	0. 30 - 5. 86	0. 06 - 1. 93
Paita	0. 49- 5. 38	1. 30 - 2. 29	9. 52 - 36. 03	10. 34 - 21. 96	0. 56 - 1. 71	0. 03 - 4. 77
San Juan	0, 52 - 5. 87	1,00 - 3. 07	3. 08 - 29. 83	1. 56 - 17. 99	0. 55 - 9. 76	0. 08 - 1. 06

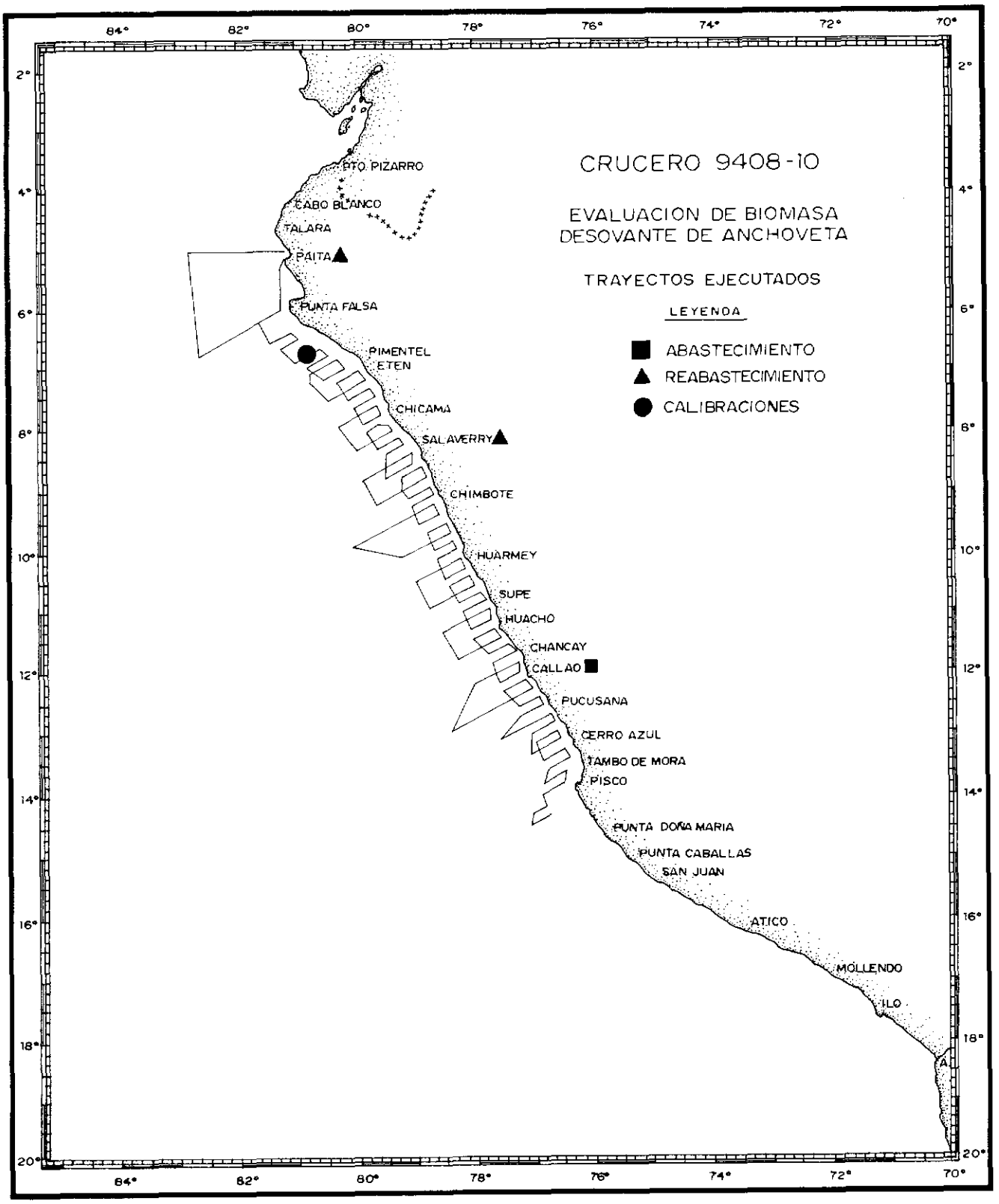


Fig. 1. Carta de trayectos ejecutados.

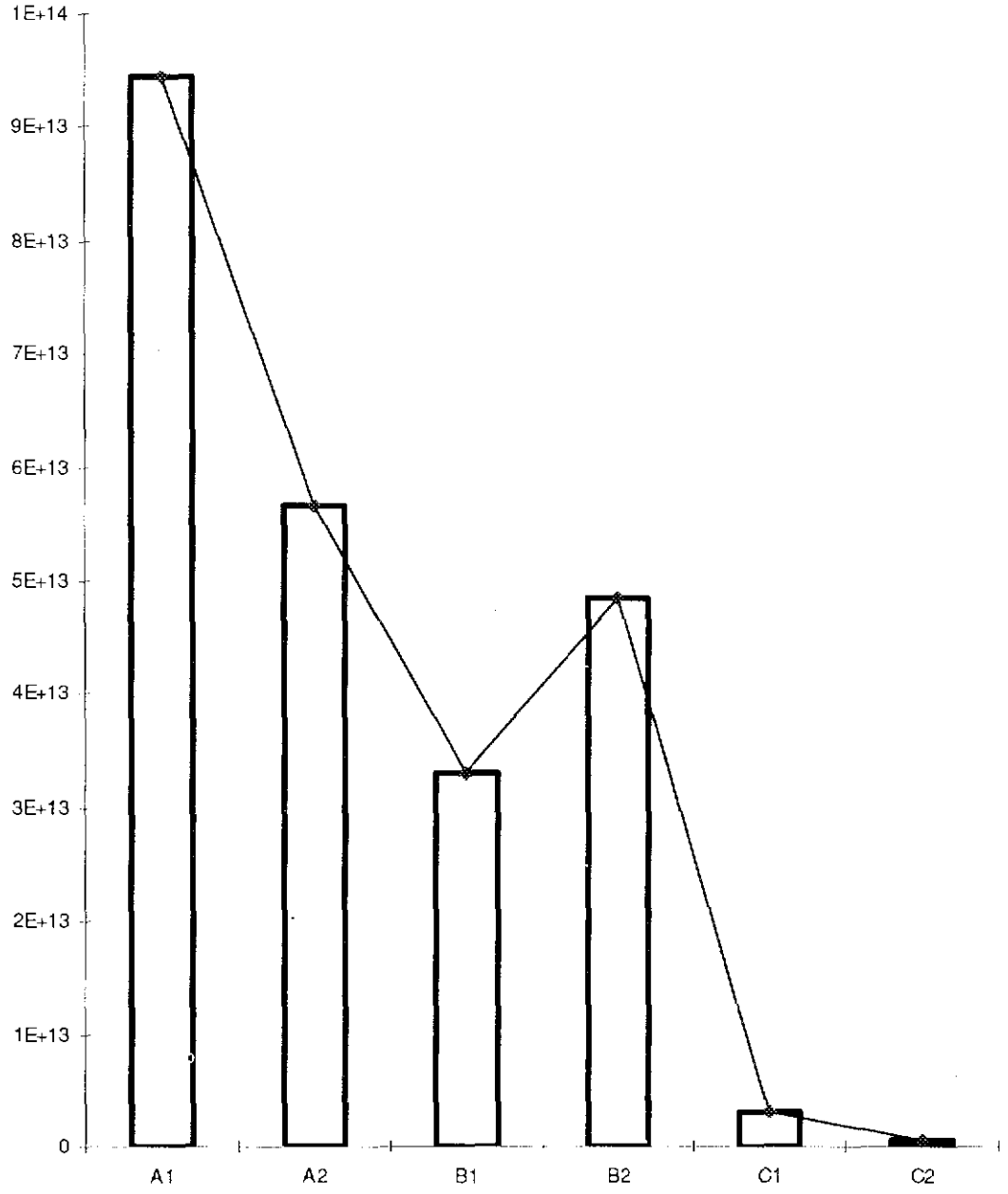


Fig. 2. Abundancia de huevos por categoría de edad, Crucero 9408 - 10

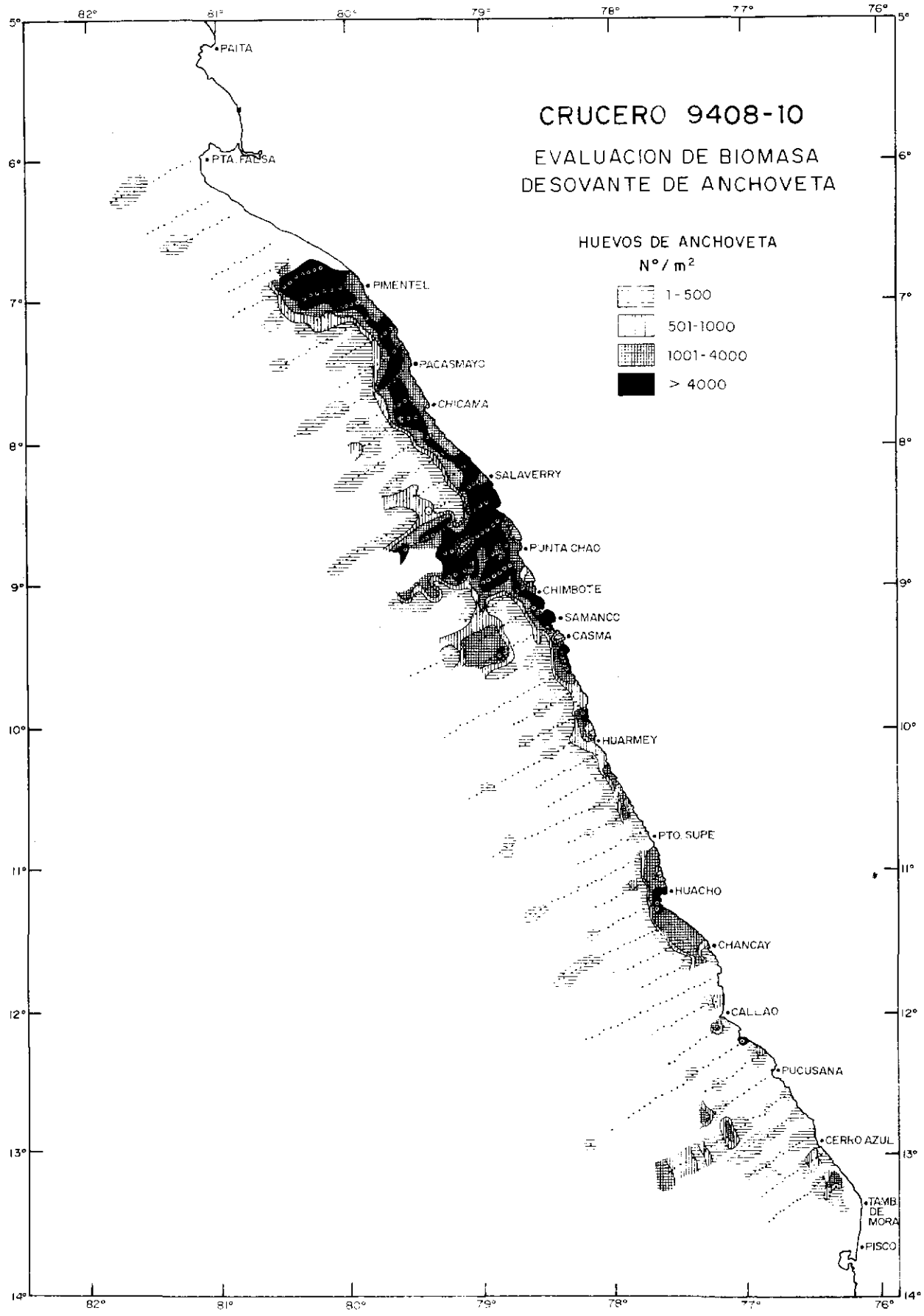


Fig. 3. Distribución y abundancia de huevos de anchoveta

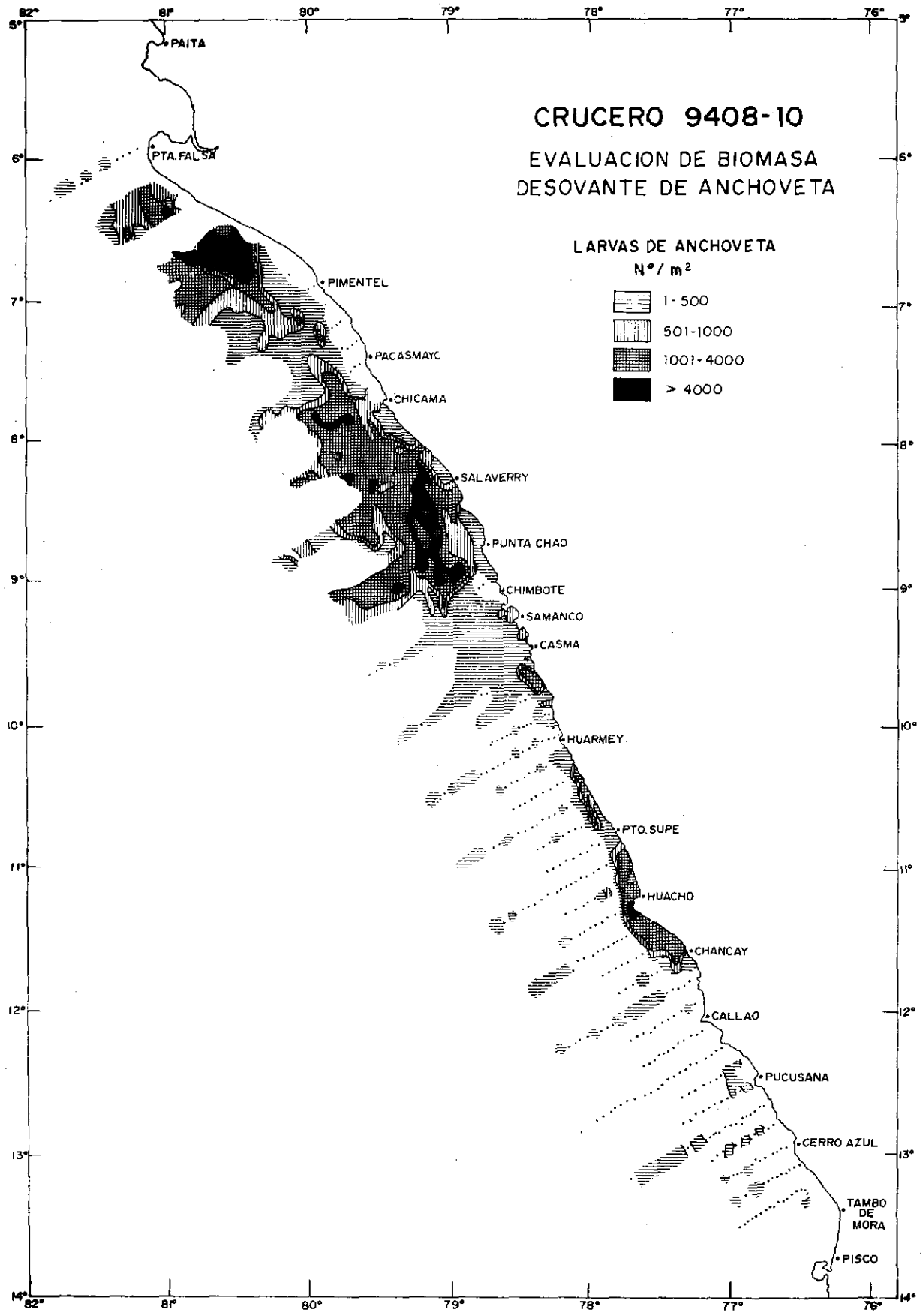


Fig. 4. Distribución y abundancia de larvas de anchoveta

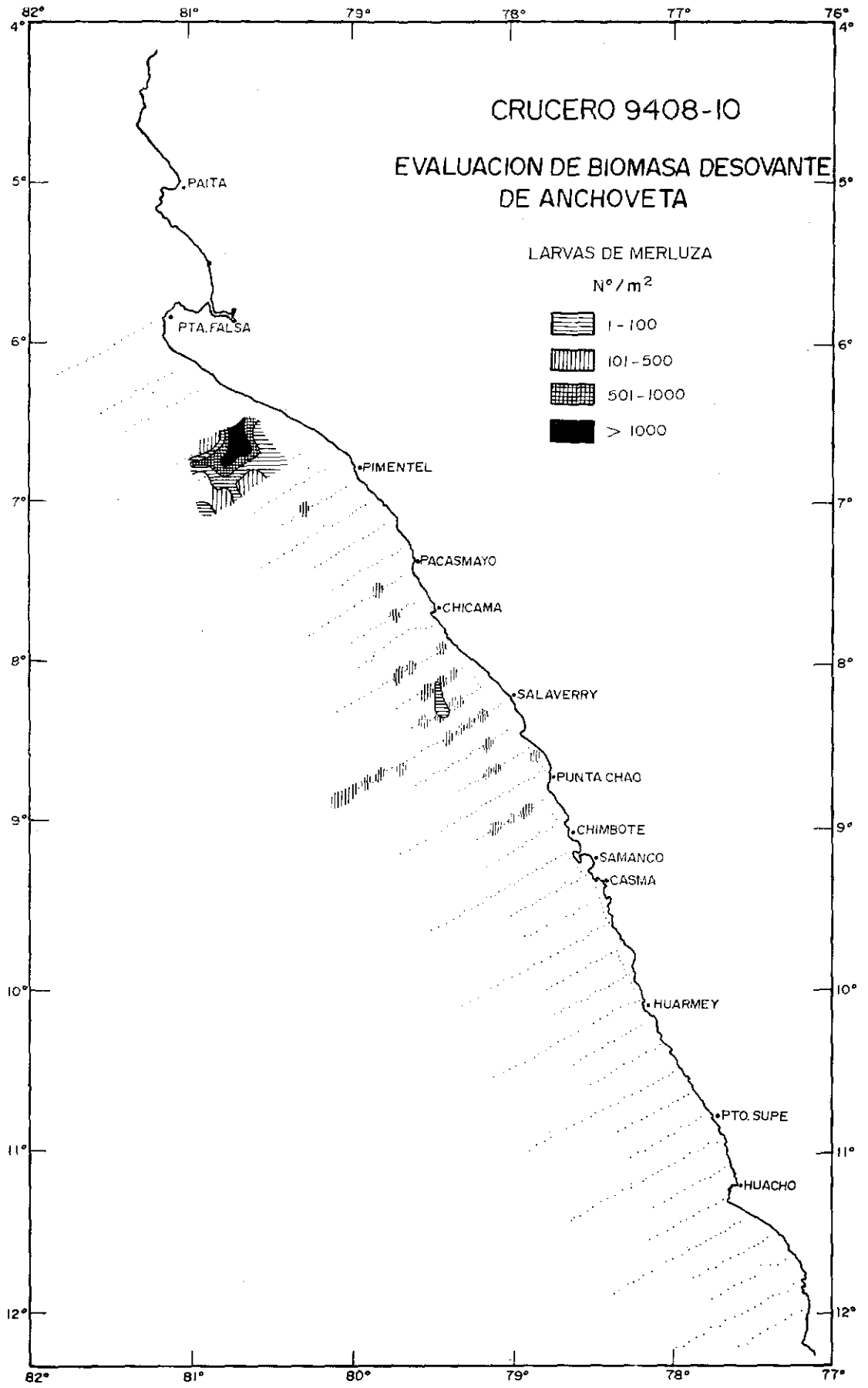


Fig. 5. Distribución y abundancia de larvas de merluza

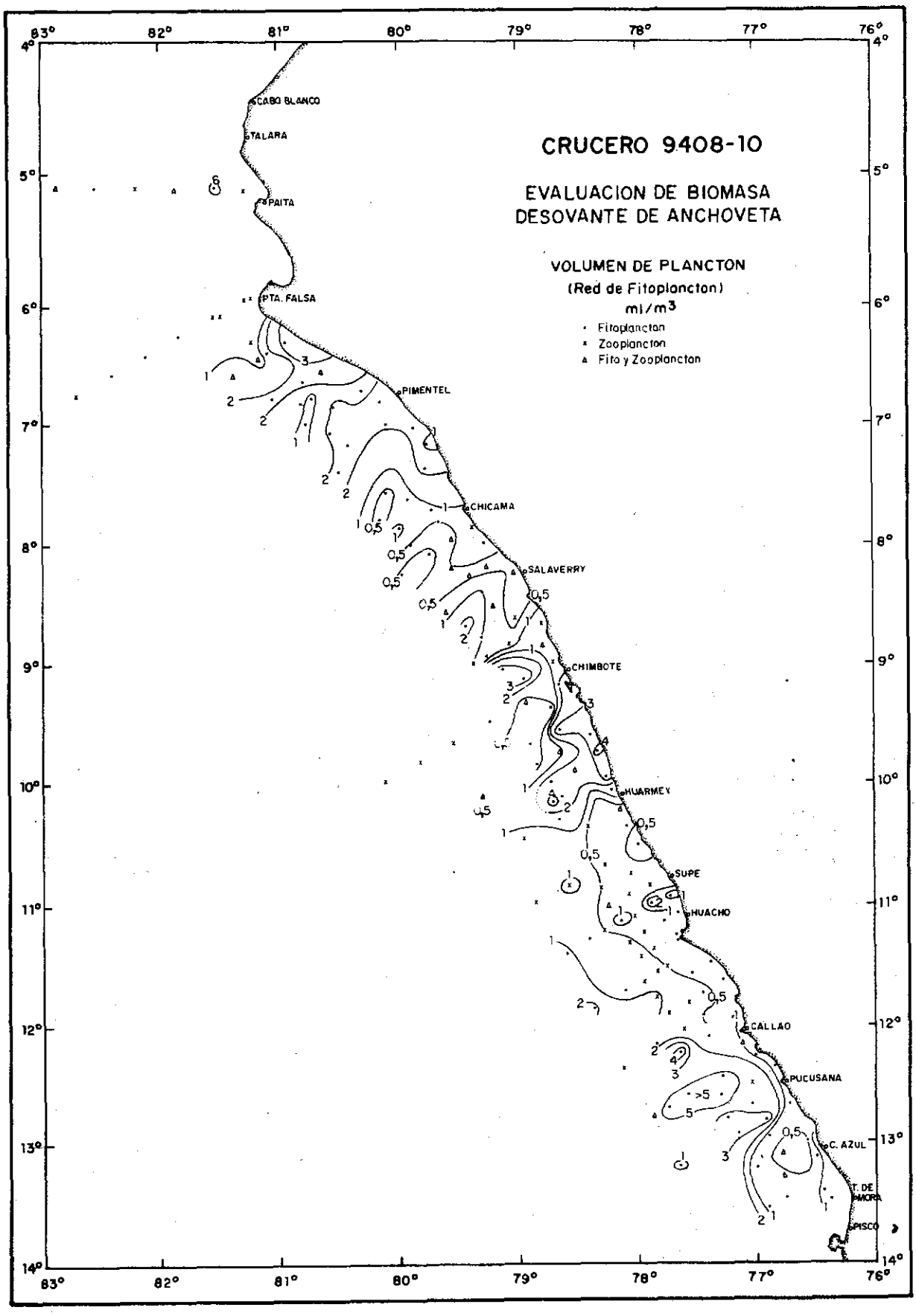


Fig. 6. Distribución superficial del volumen de plancton (red de fitoplancton)

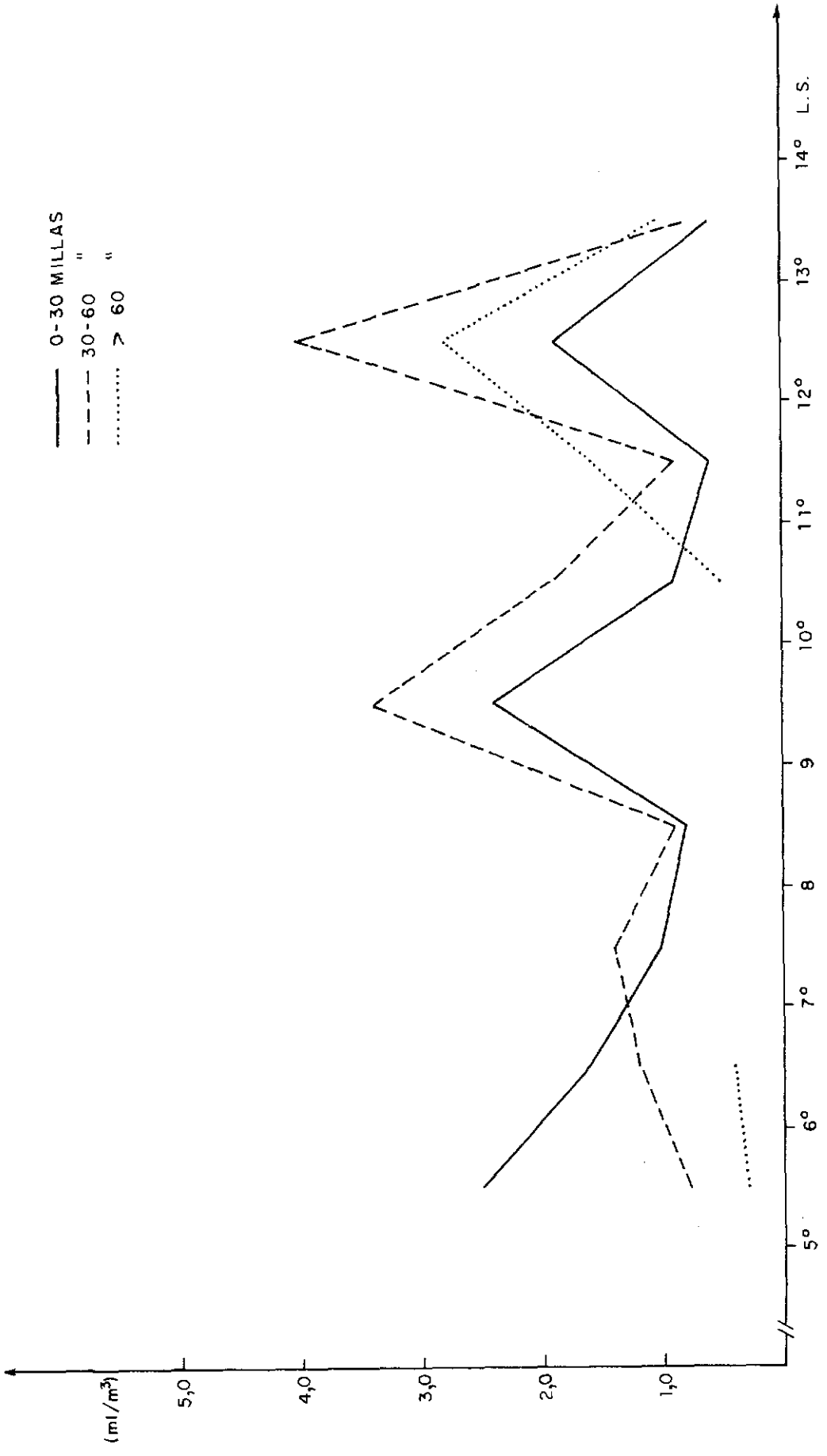


Fig. 7. Variación latitudinal del volumen de plancton Crucero 9408 - 10

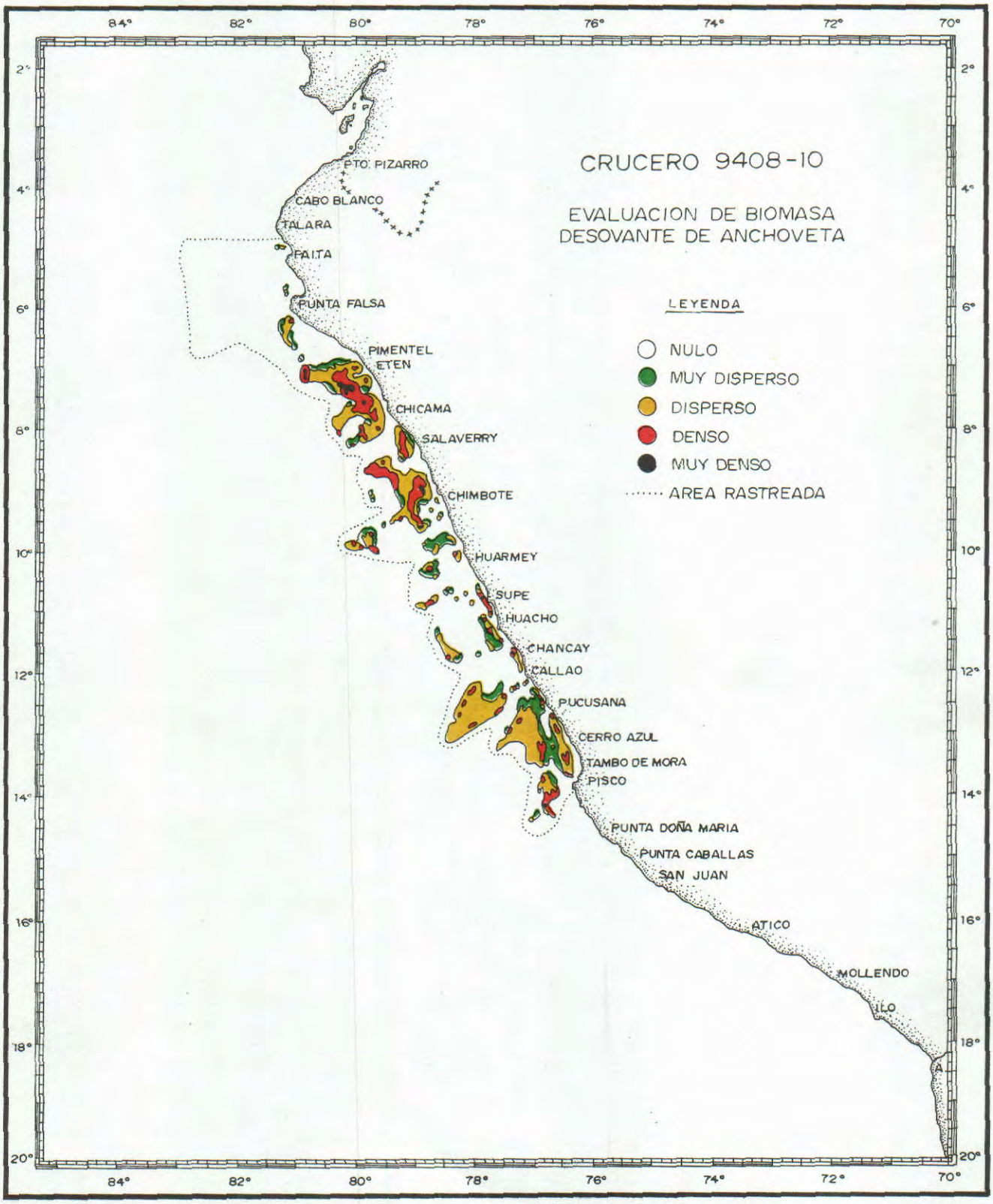


Fig. 8. Distribución de anchoveta según categorías de abundancia relativa

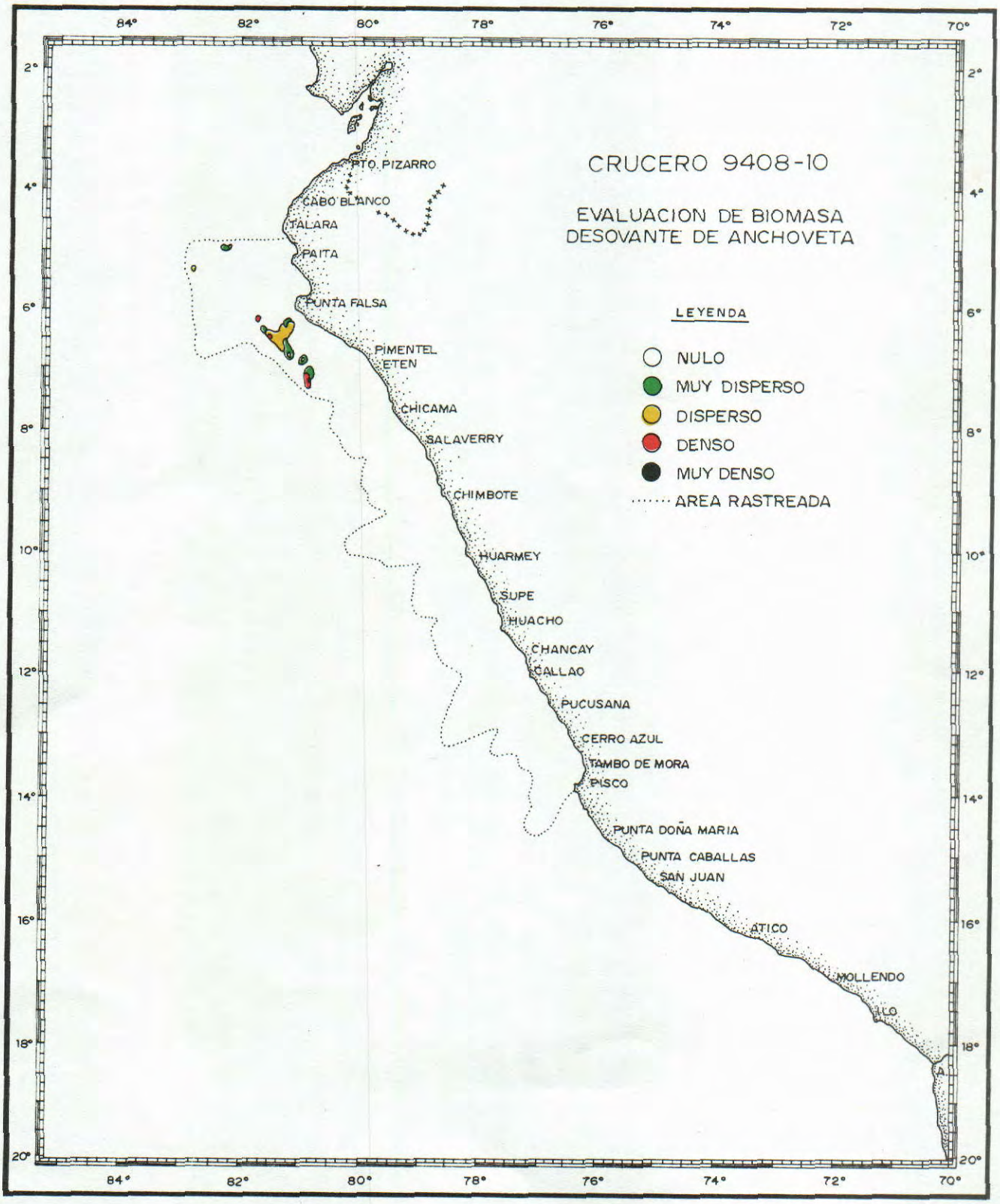


Fig. 9. Distribución de sardina según categorías de abundancia relativa

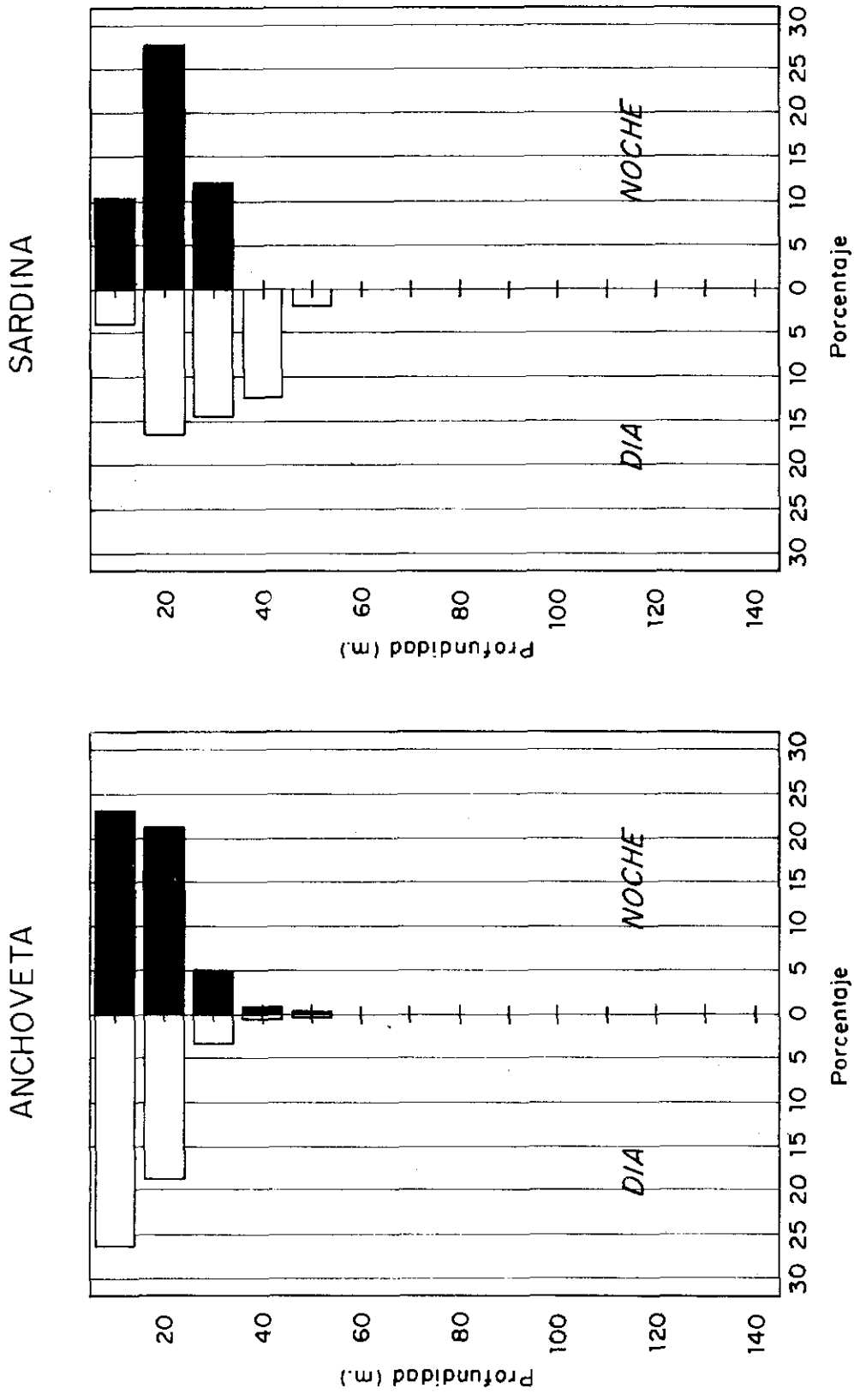


Fig. 10. Distribución vertical de anchoveta y sardina Crucero 9408 - 10

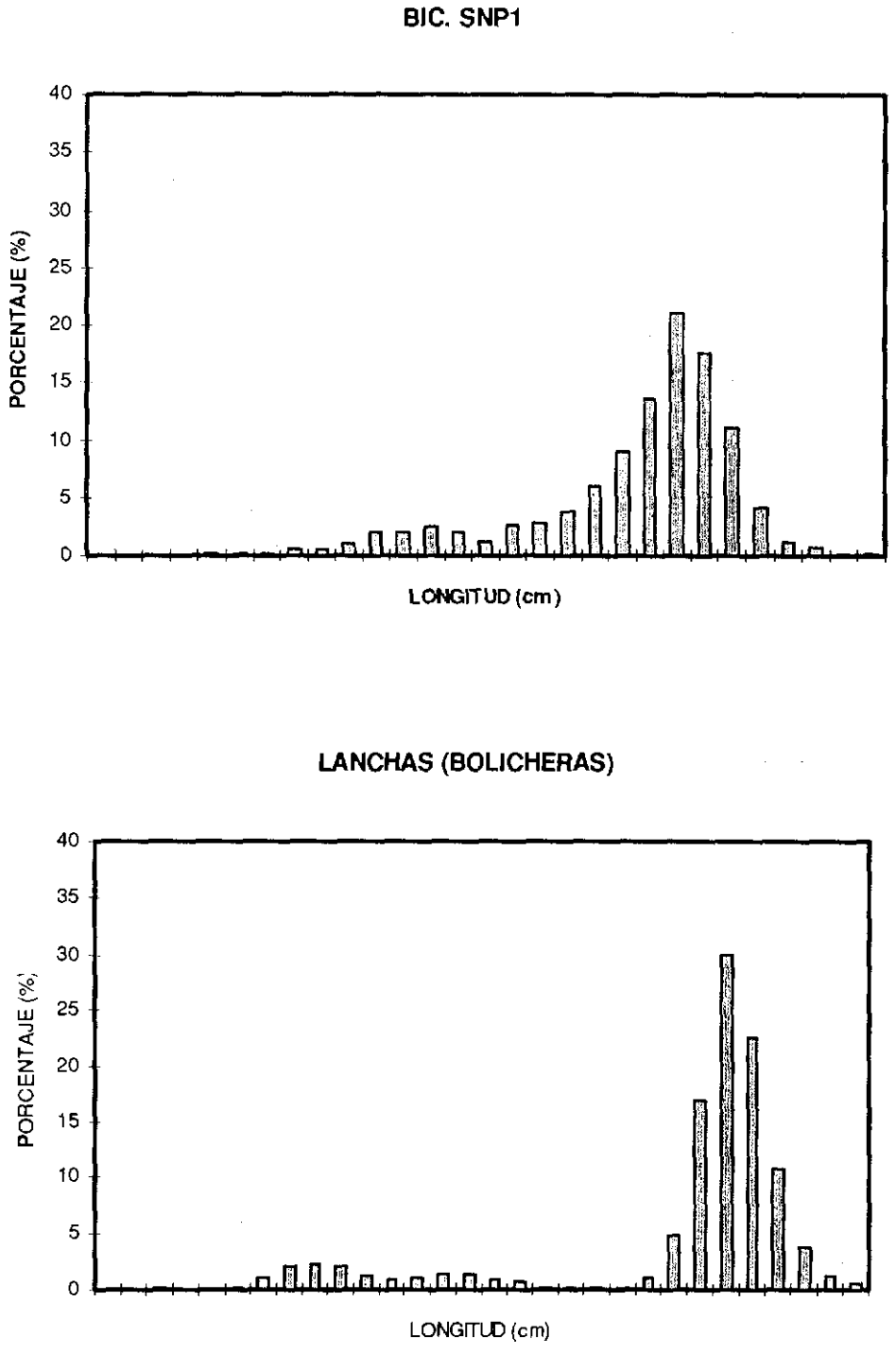


Fig. 11. Estructura por tallas de anchoveta Crucero 9408 - 10

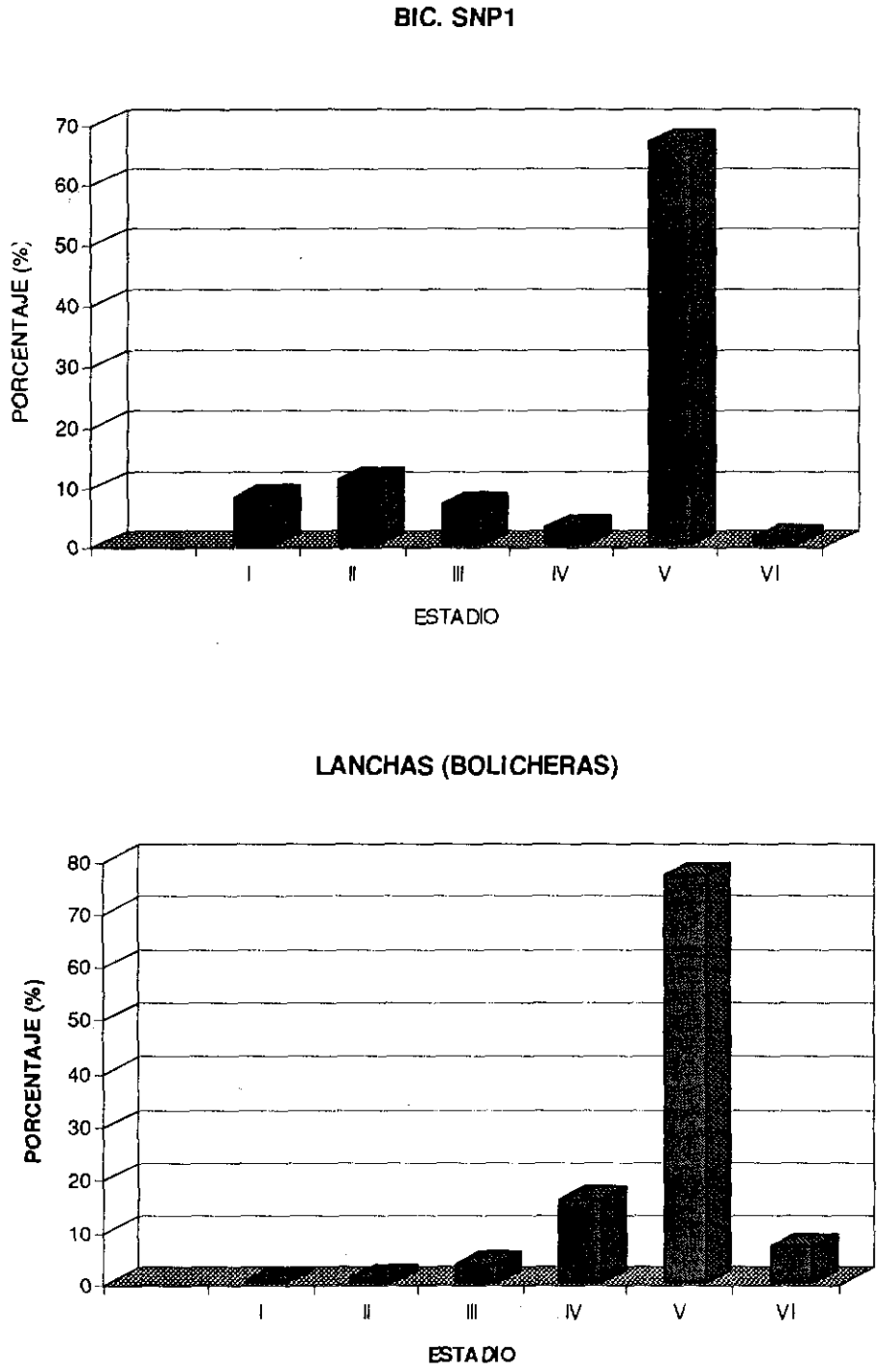


Fig. 12. Madurez sexual de anchoveta Crucero 9408 - 10

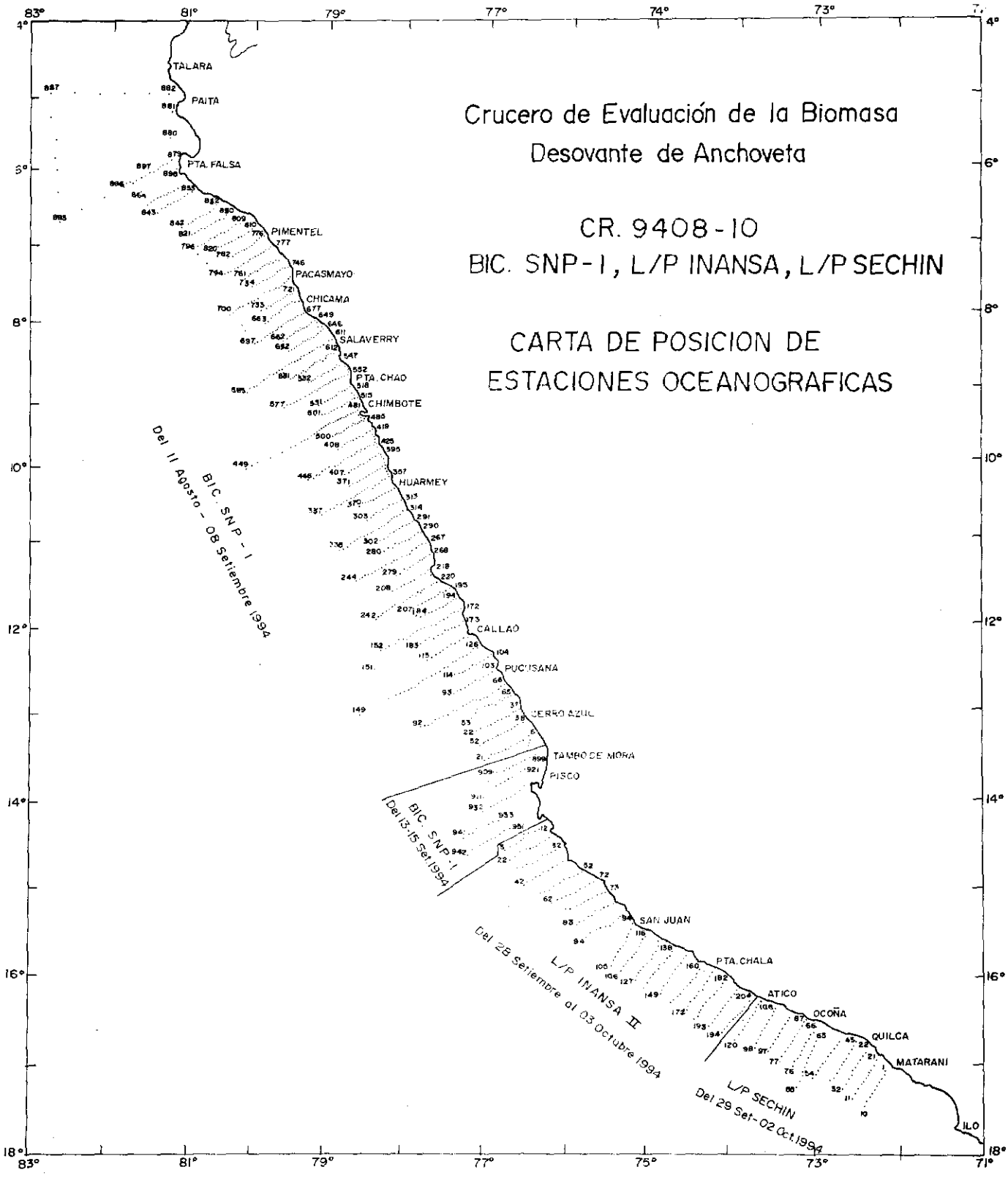


Fig. 13. Localización de estaciones oceanográficas

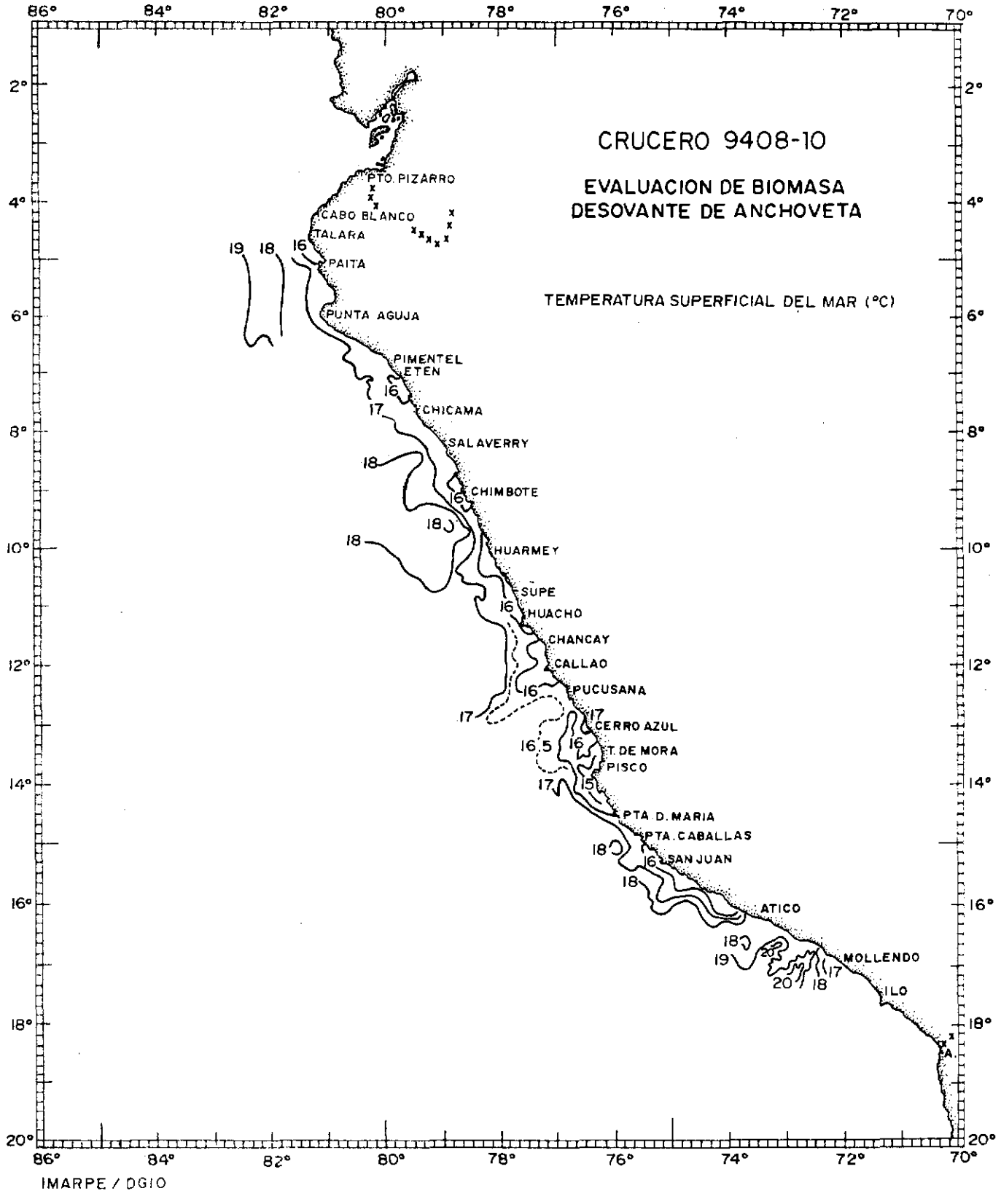


Fig. 14. Distribución de la Temperatura Superficial del Mar (TSM)

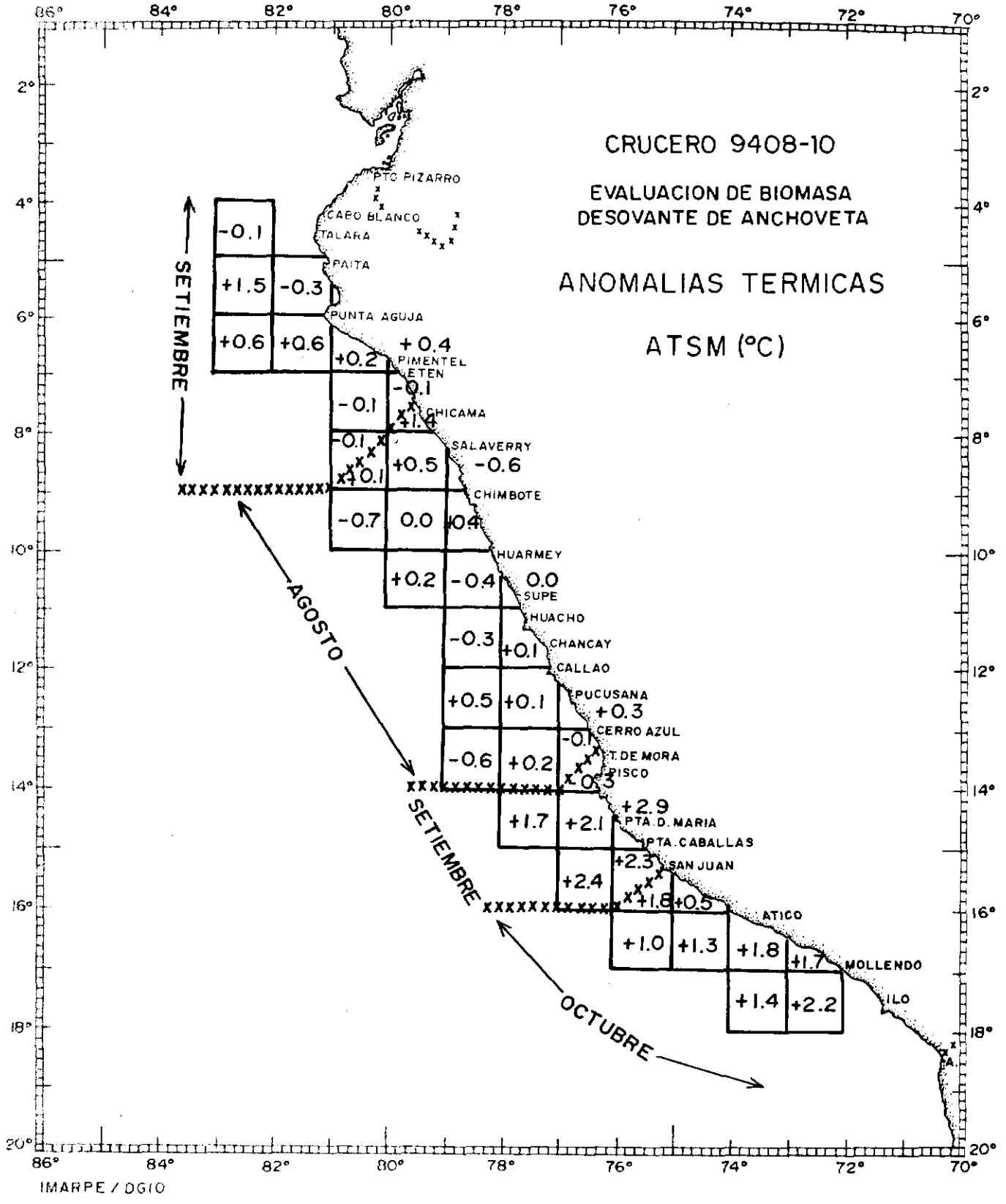


Fig. 15. Anomalías Térmicas ATSM (°C)

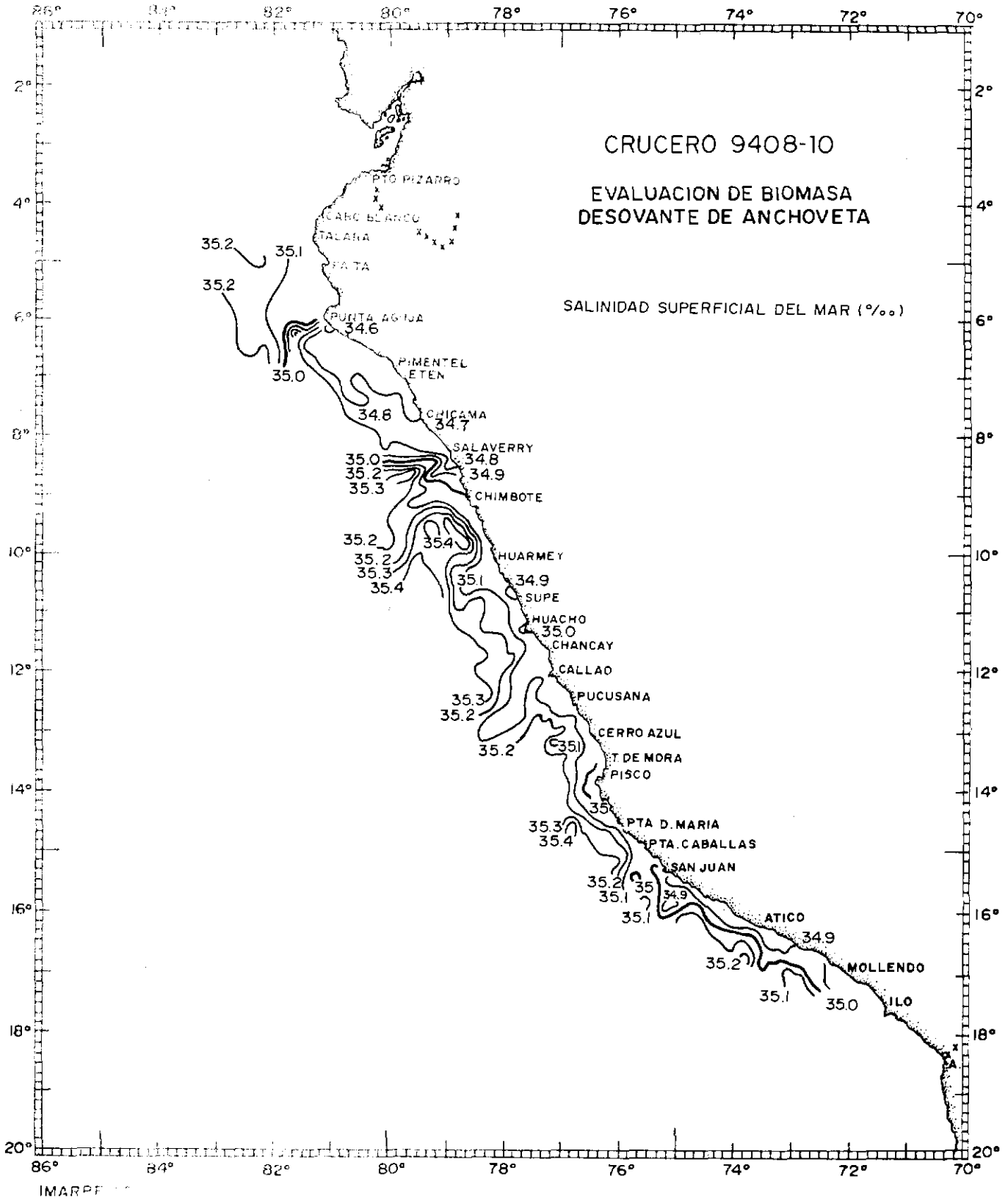


Fig. 16. Distribución de la Salinidad Superficial del Mar SSM ($^{0}/_{00}$).

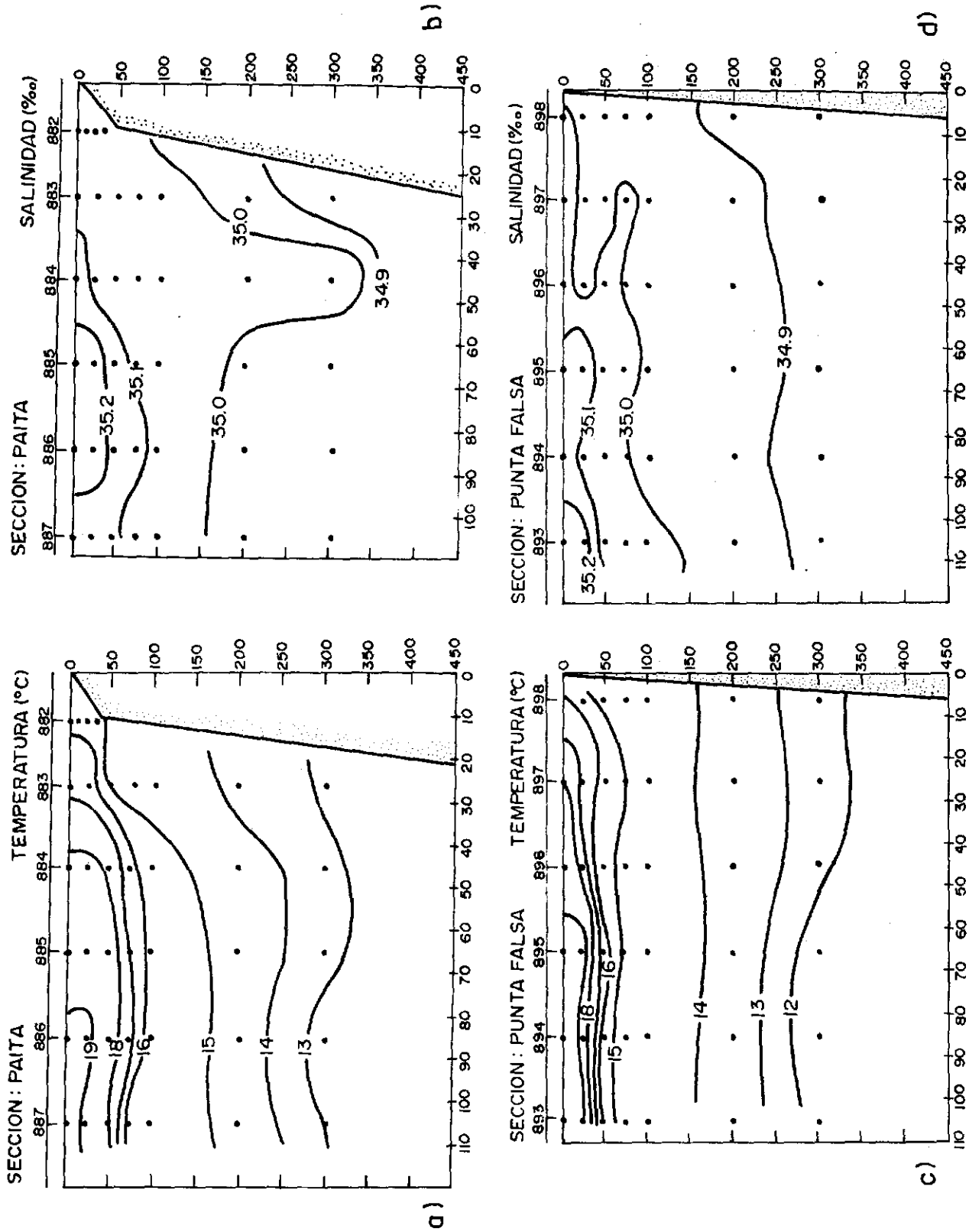


Fig. 17. Distribución vertical de la temperatura (°C) y salinidad (‰). Sección Paita (a,b) y Sección Punta Falsa (c,d) Crucero 9408 - 10

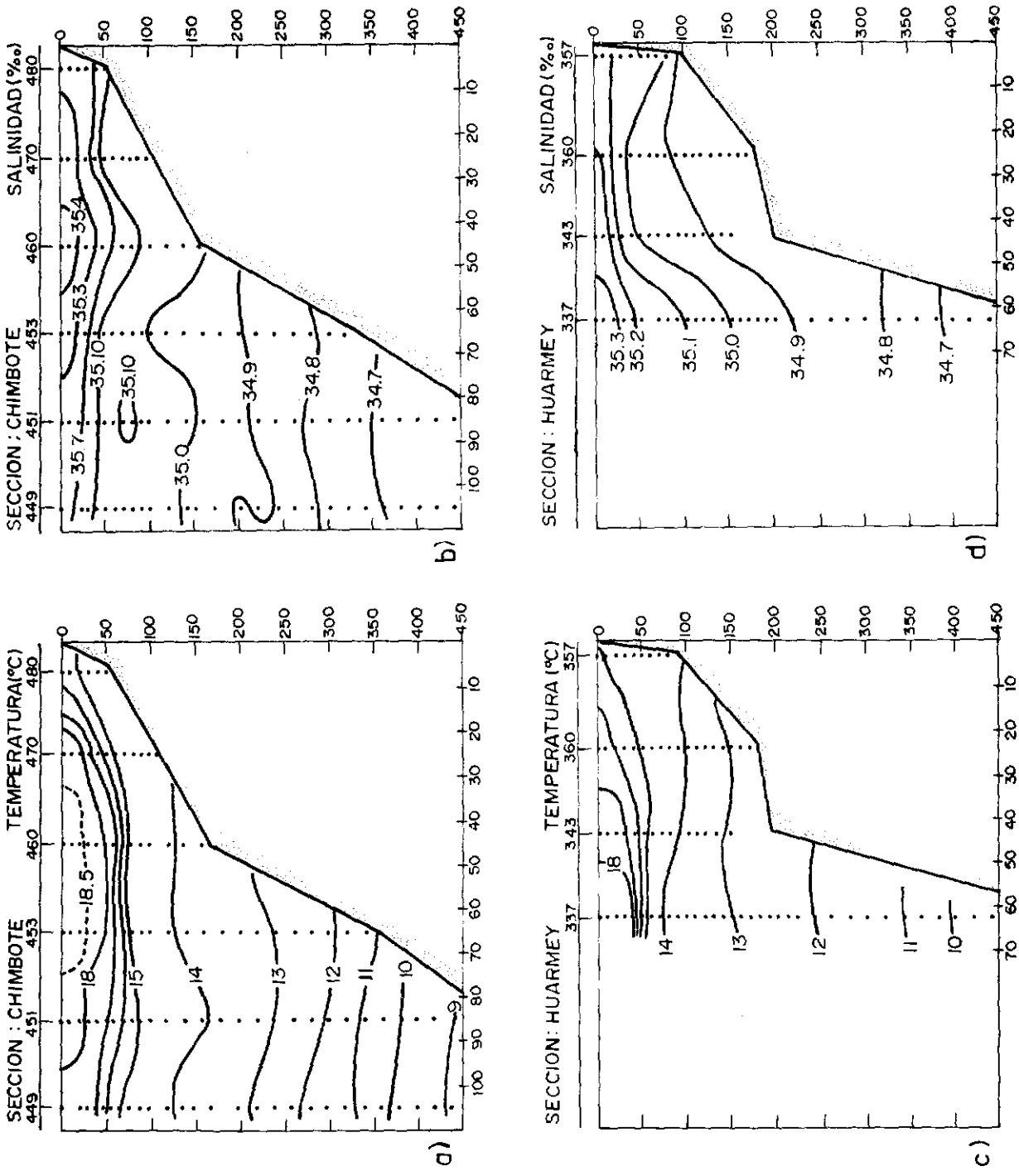


Fig. 18. Distribución vertical de la temperatura (°C) y salinidad ($^{o}/_{oo}$). Sección Chimbote (a,b) y Sección Huarmey (c,d) Crucero 9408 - 10

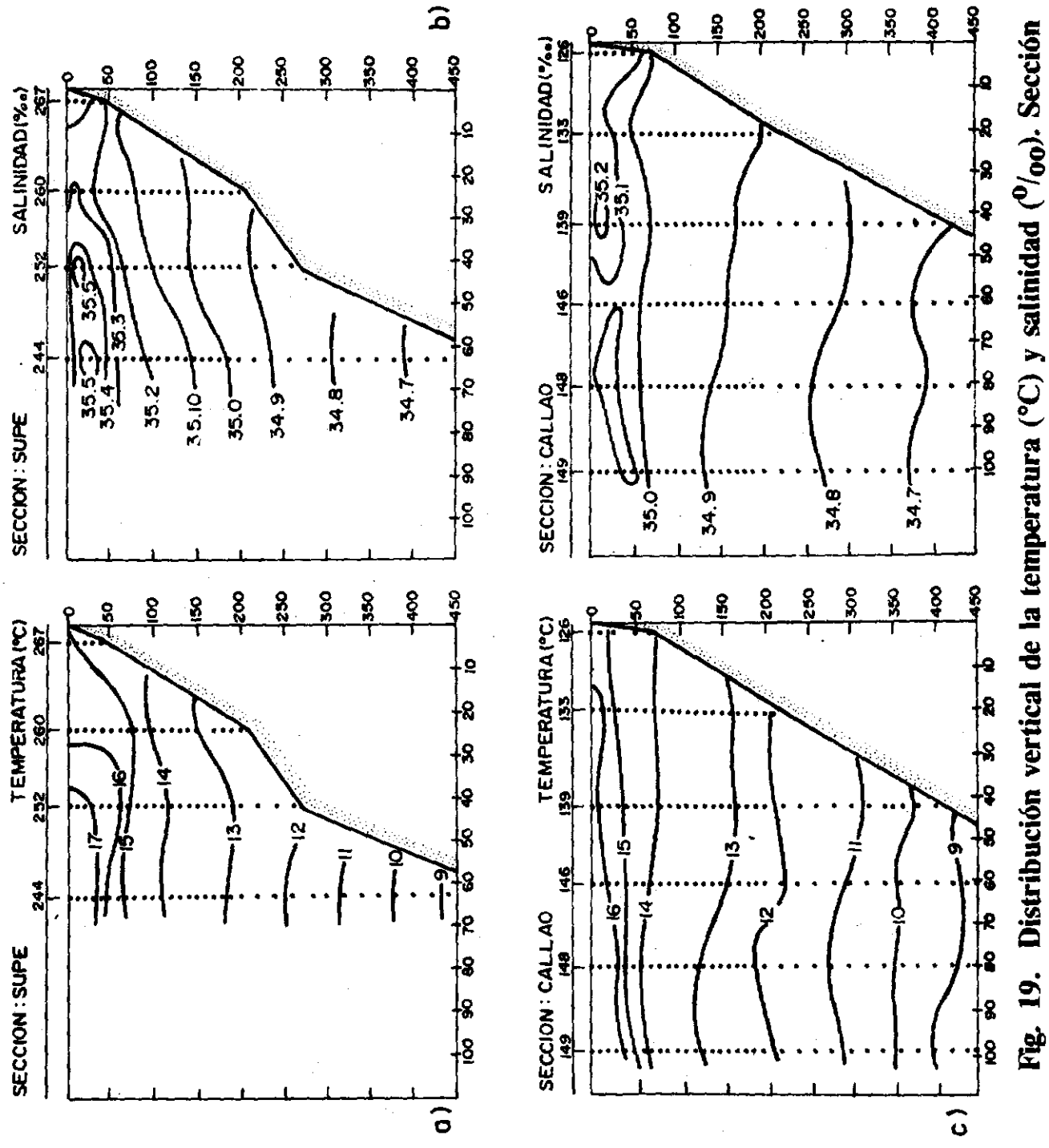


Fig. 19. Distribución vertical de la temperatura (°C) y salinidad (°/oo). Sección Supe (a,b) y Sección Callao (c,d) Crucero 9408 - 10

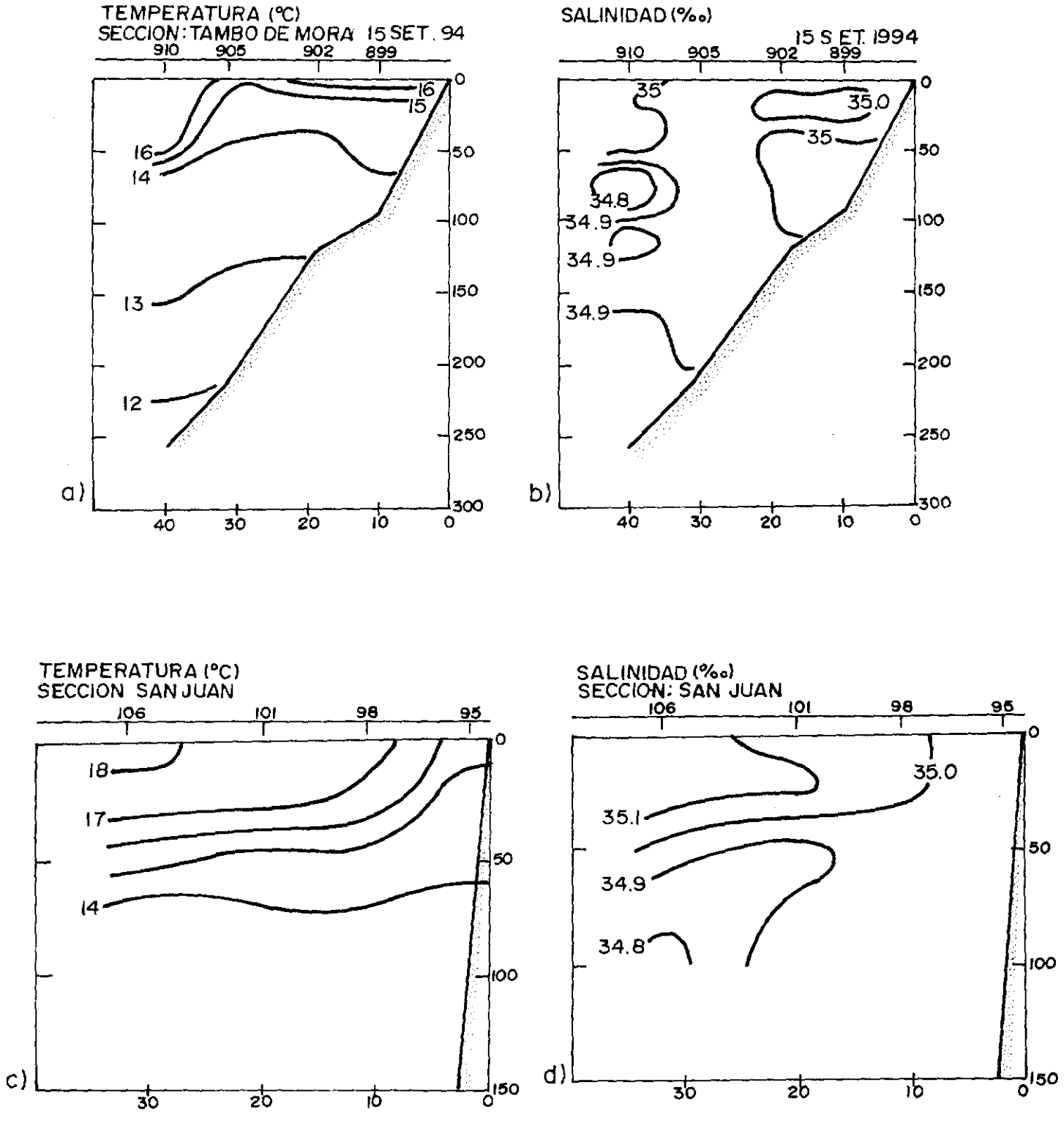


Fig. 20. Distribución vertical de la temperatura (°C) y salinidad ($^{0}/_{00}$). Sección Tambo de Mora (a,b) y Sección San Juan (c,d) Crucero 9408 - 10

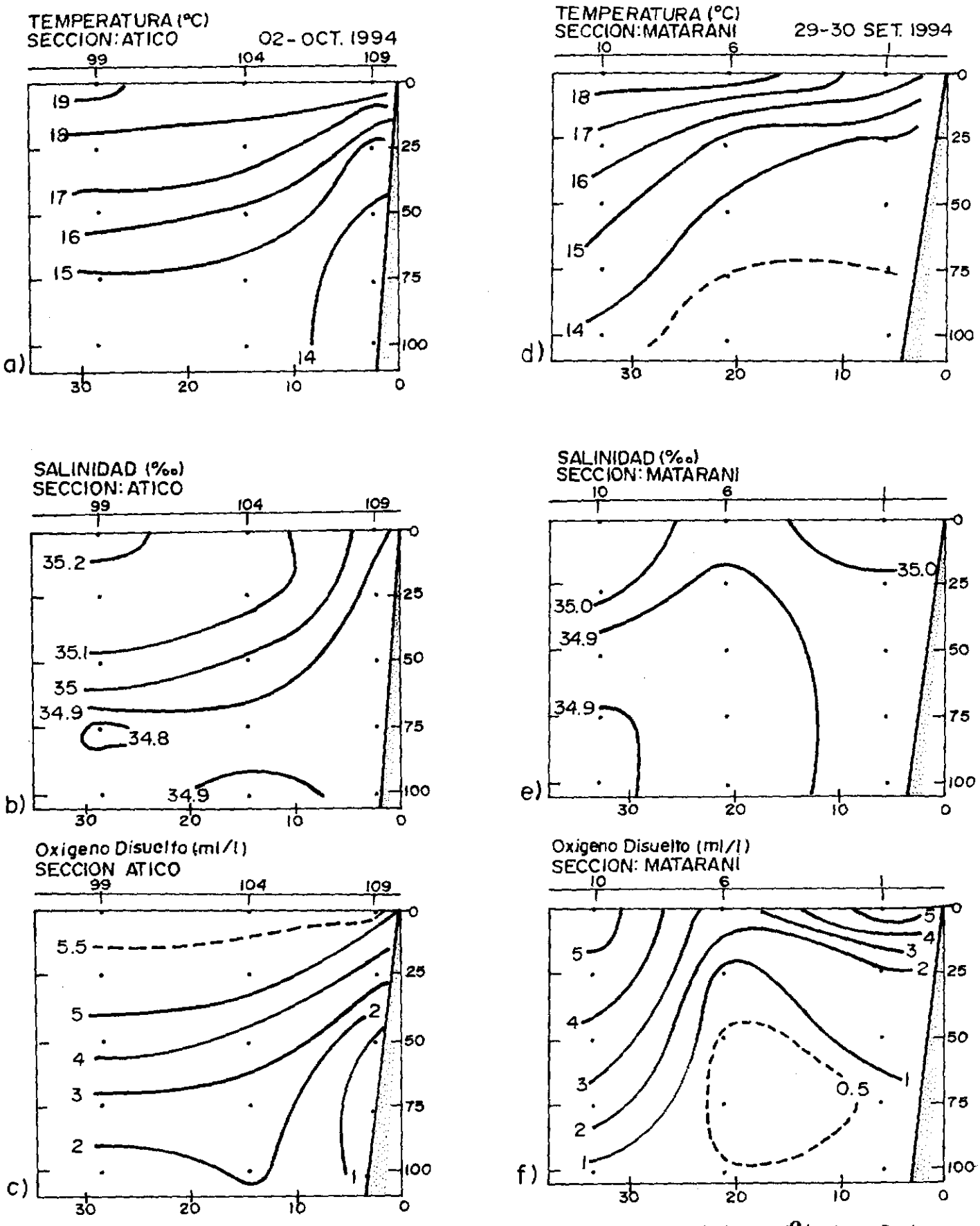


Fig. 21. Distribución vertical de la temperatura (°C) y salinidad ($^0/_{00}$) y Oxígeno (ml/l) Sección Atico (a,b,c) y Sección Matarani (d,e,f) Crucero 9408 - 10

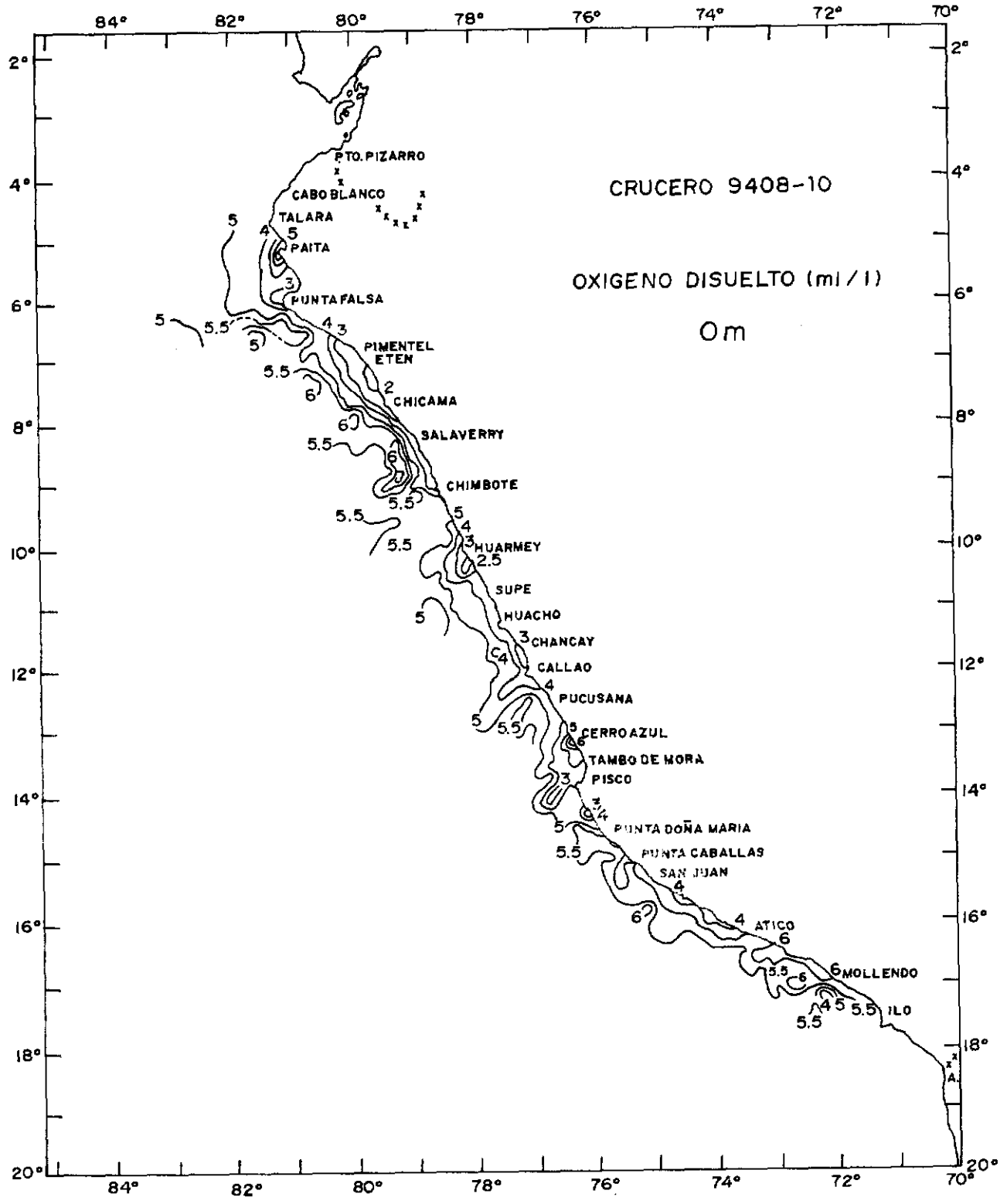


Fig. 22. Distribución superficial de oxígeno disuelto

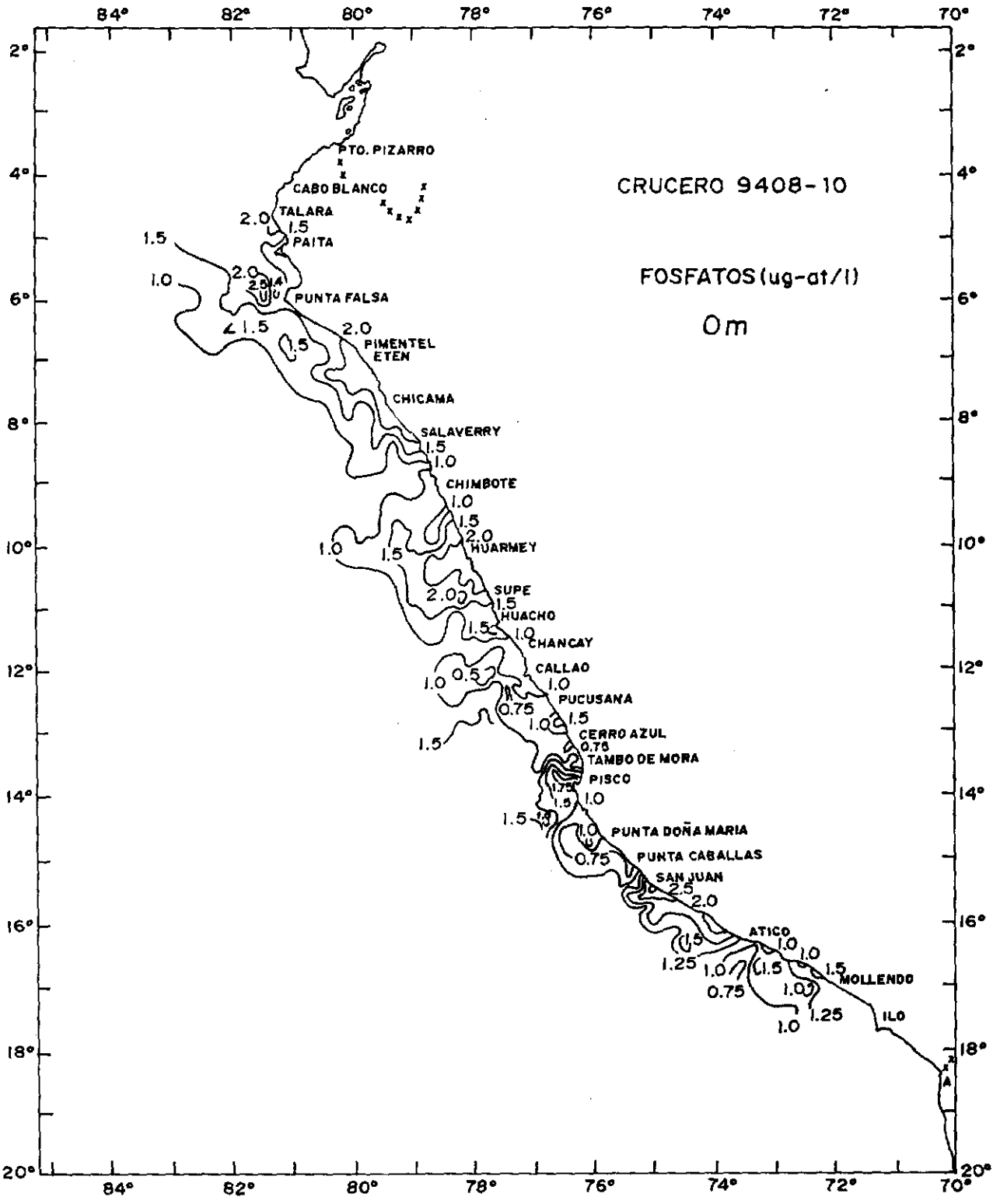


Fig. 23. Distribución superficial de fosfatos

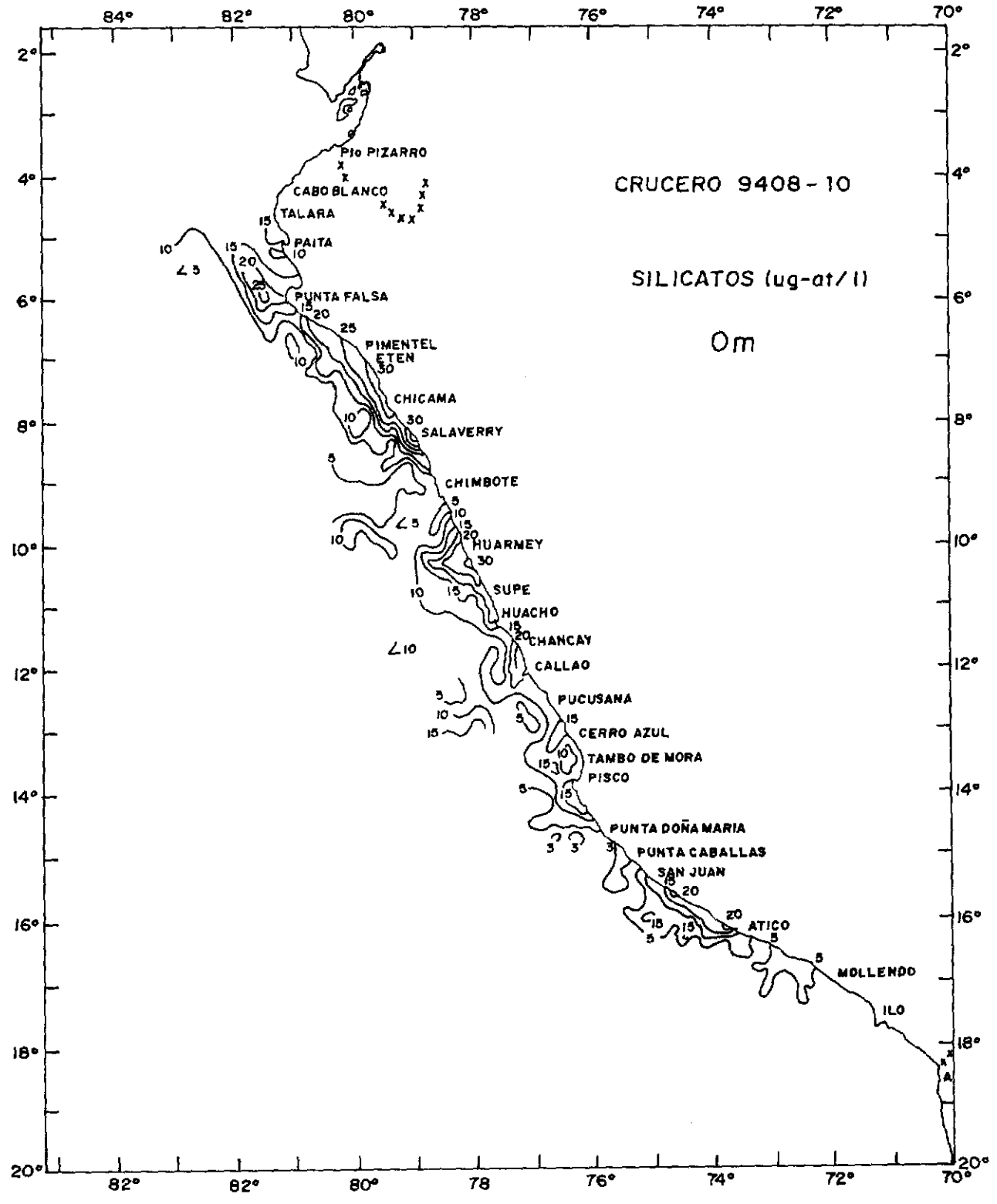


Fig. 24. Distribución superficial de silicatos

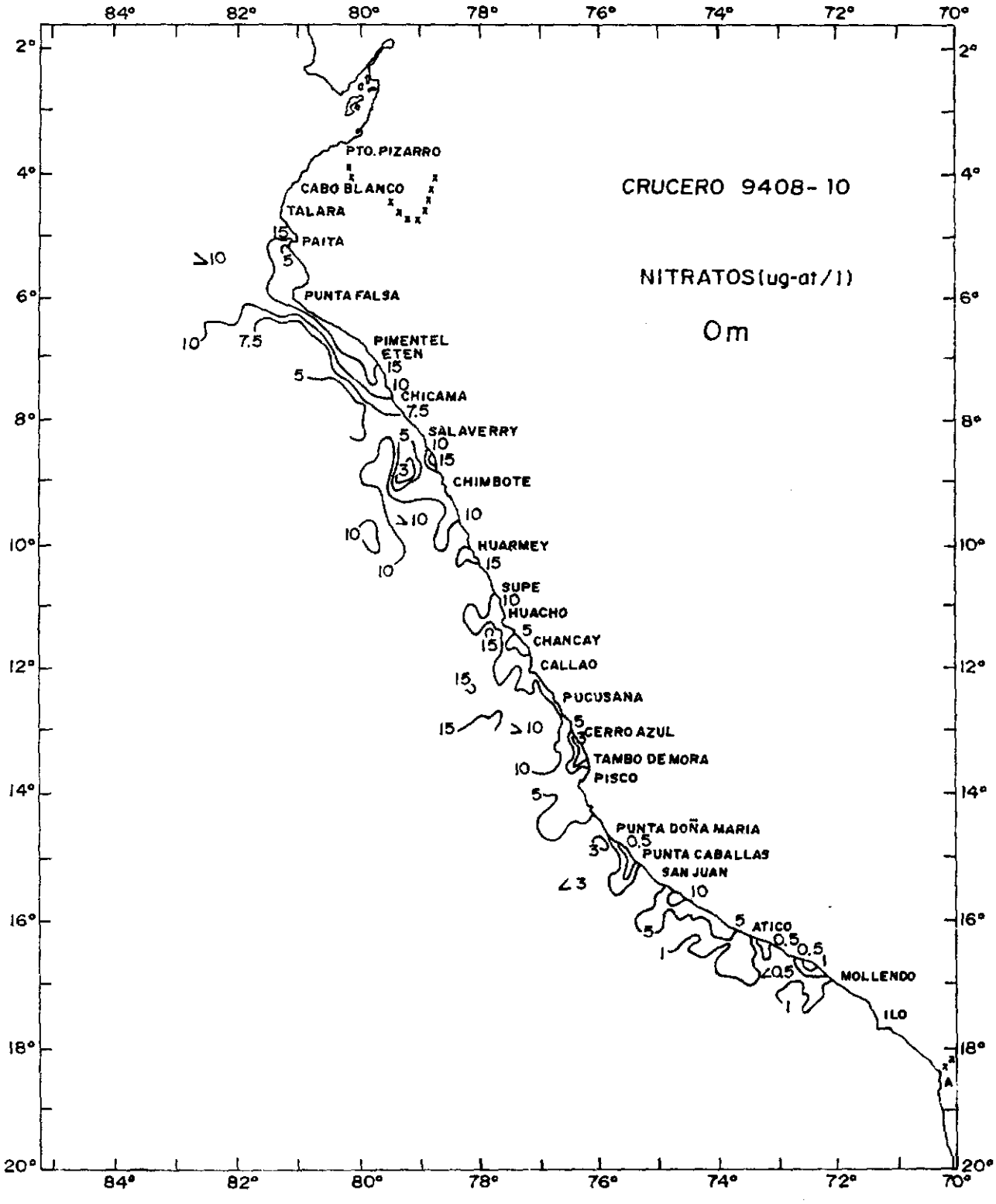


Fig. 25. Distribución superficial de nitratos

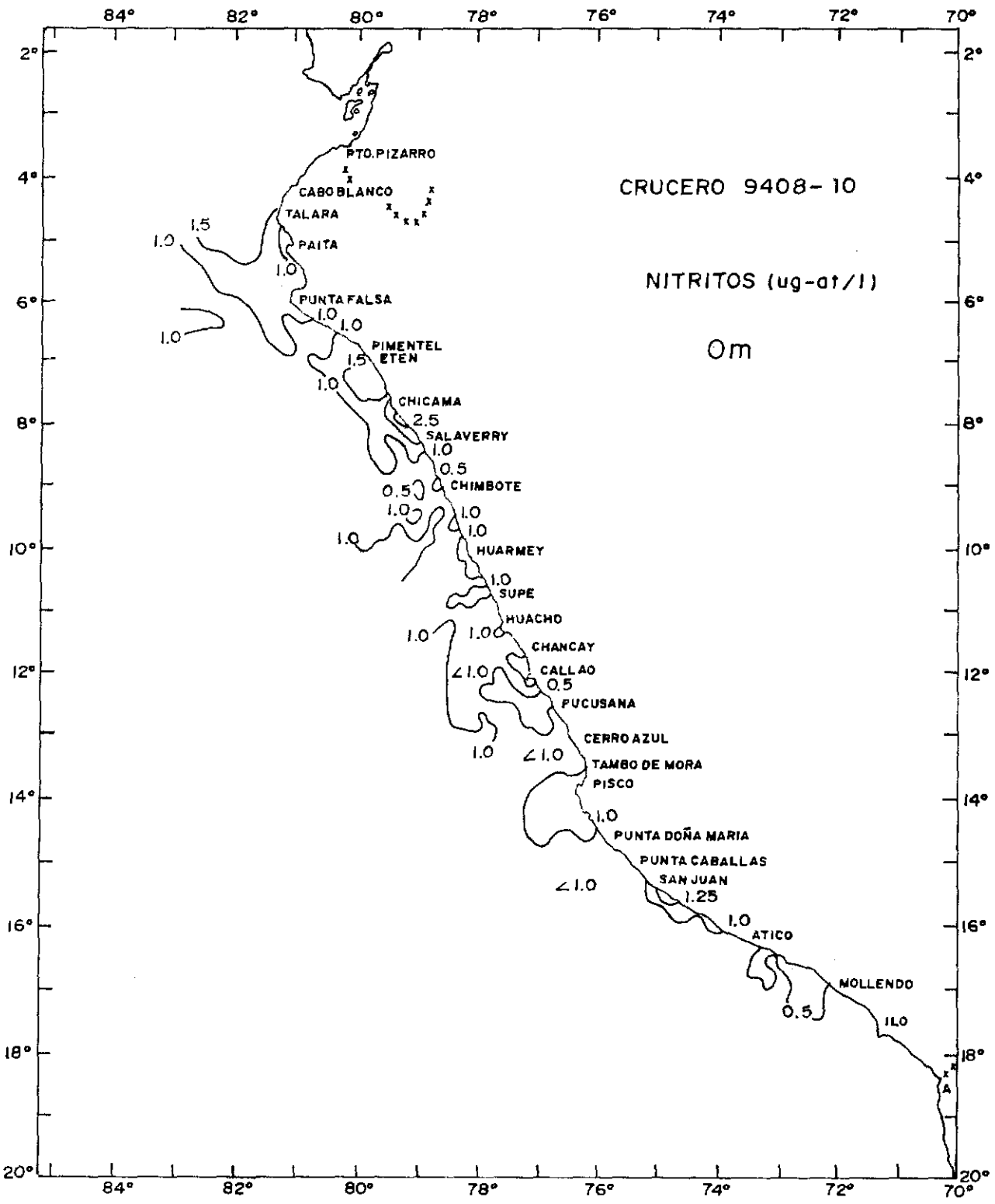


Fig. 26. Distribución superficial de nitritos

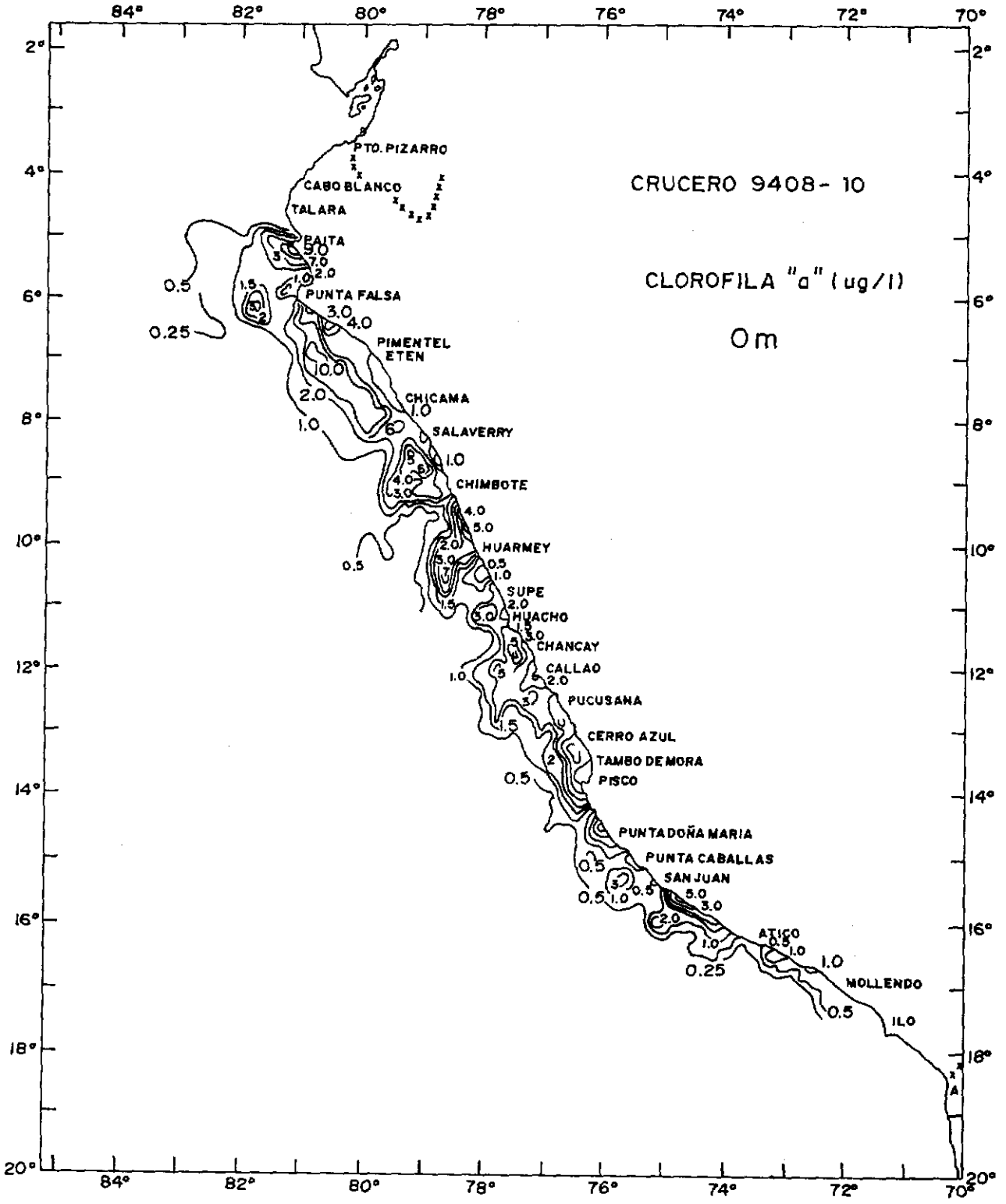


Fig. 27. Distribución superficial de clorofila

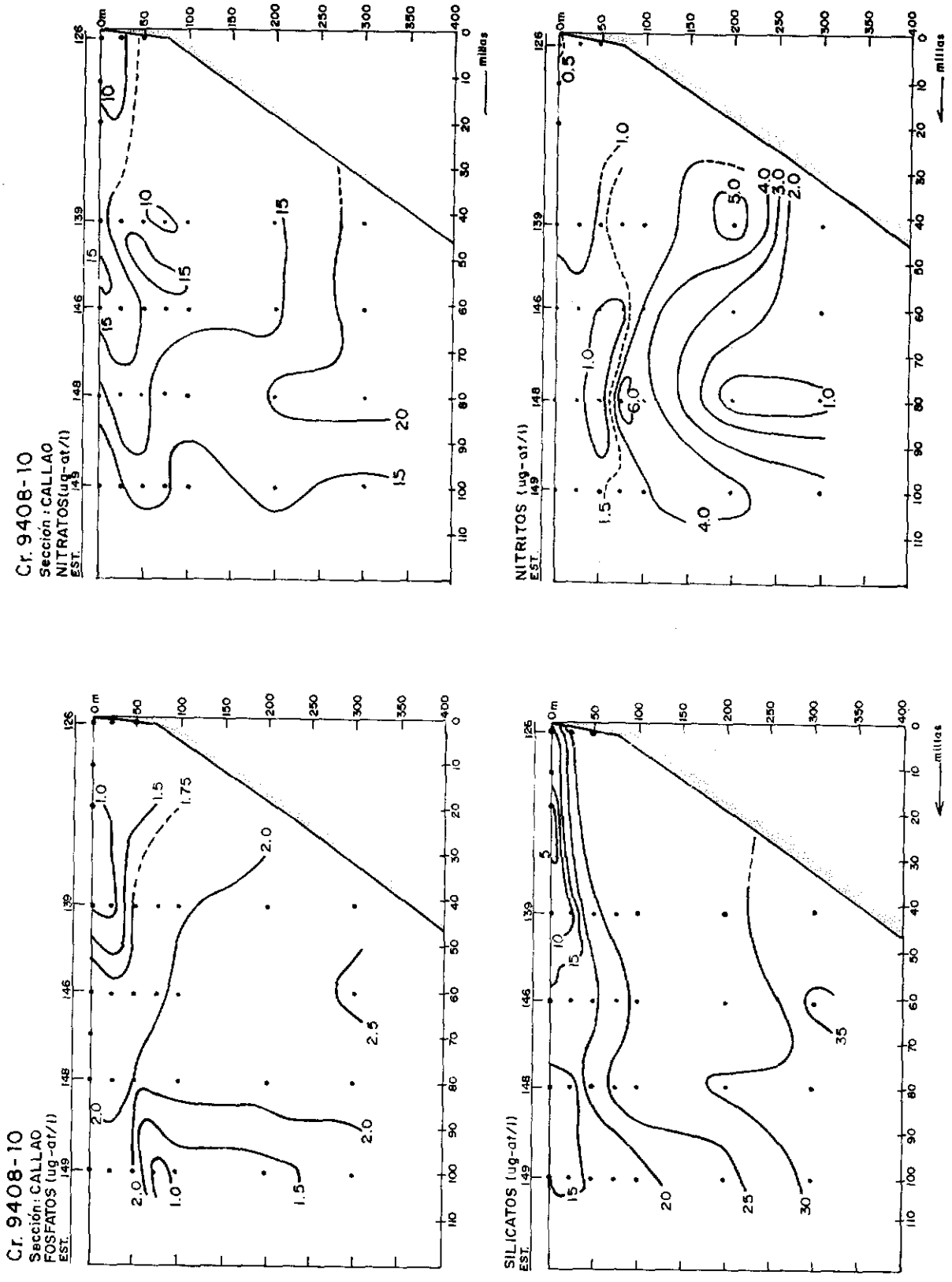


Fig. 28. Distribución vertical de nutrientes Sección Callao

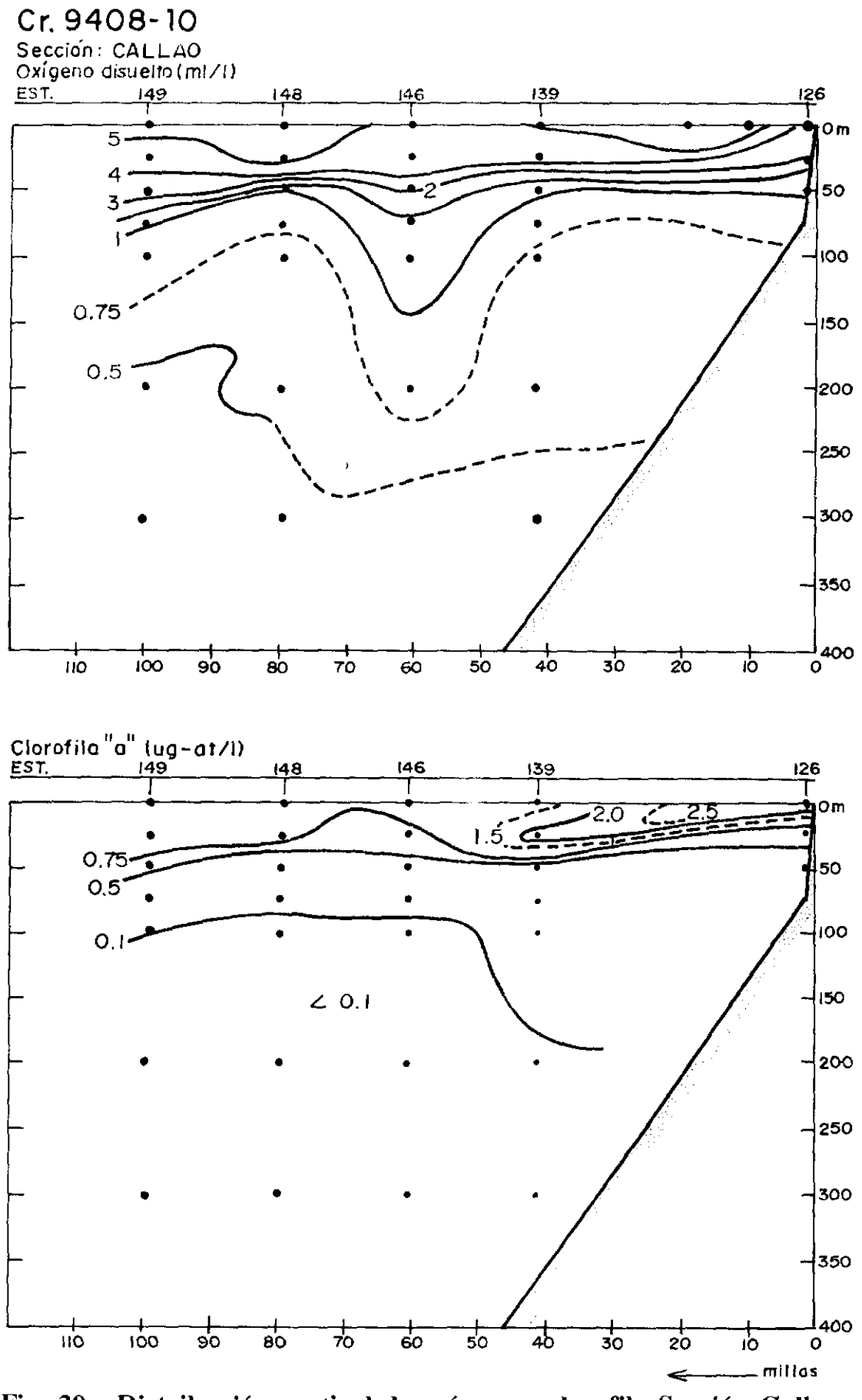


Fig. 29. Distribución vertical de oxígeno y clorofila Sección Callao

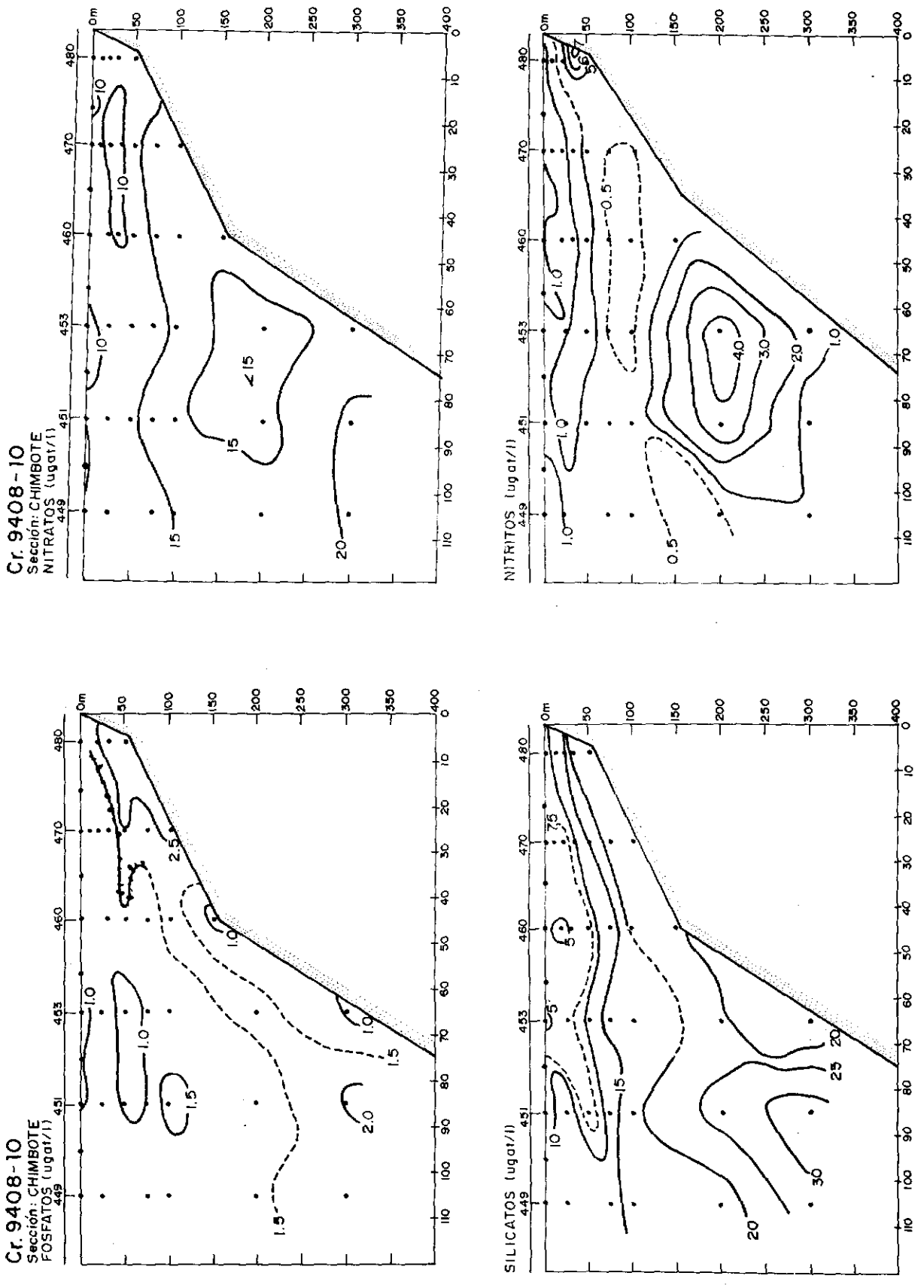


Fig. 30. Distribución vertical de nutrientes Sección Chimbote

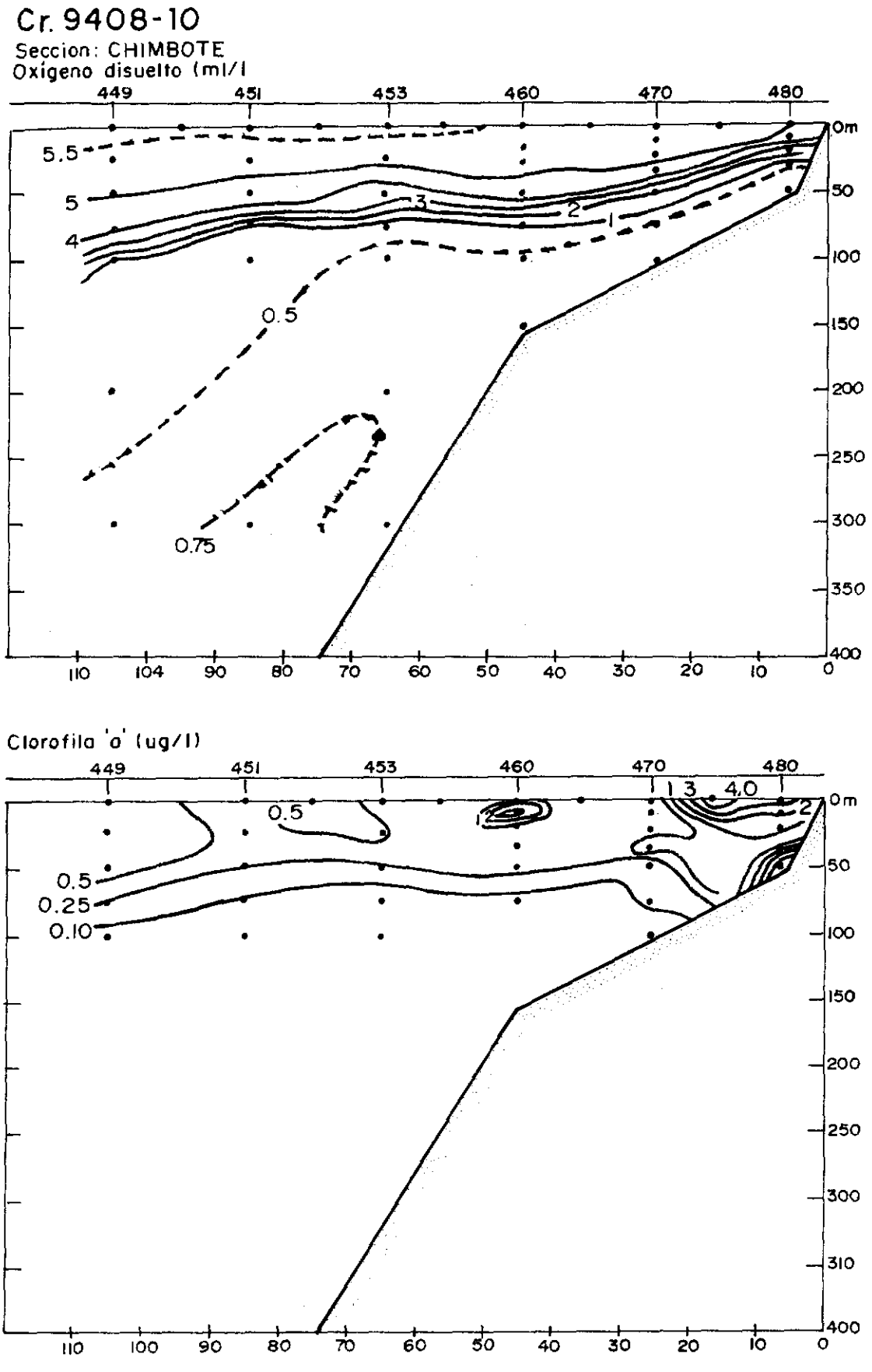


Fig. 31. Distribución vertical de oxígeno y clorofila Sección Chimbote

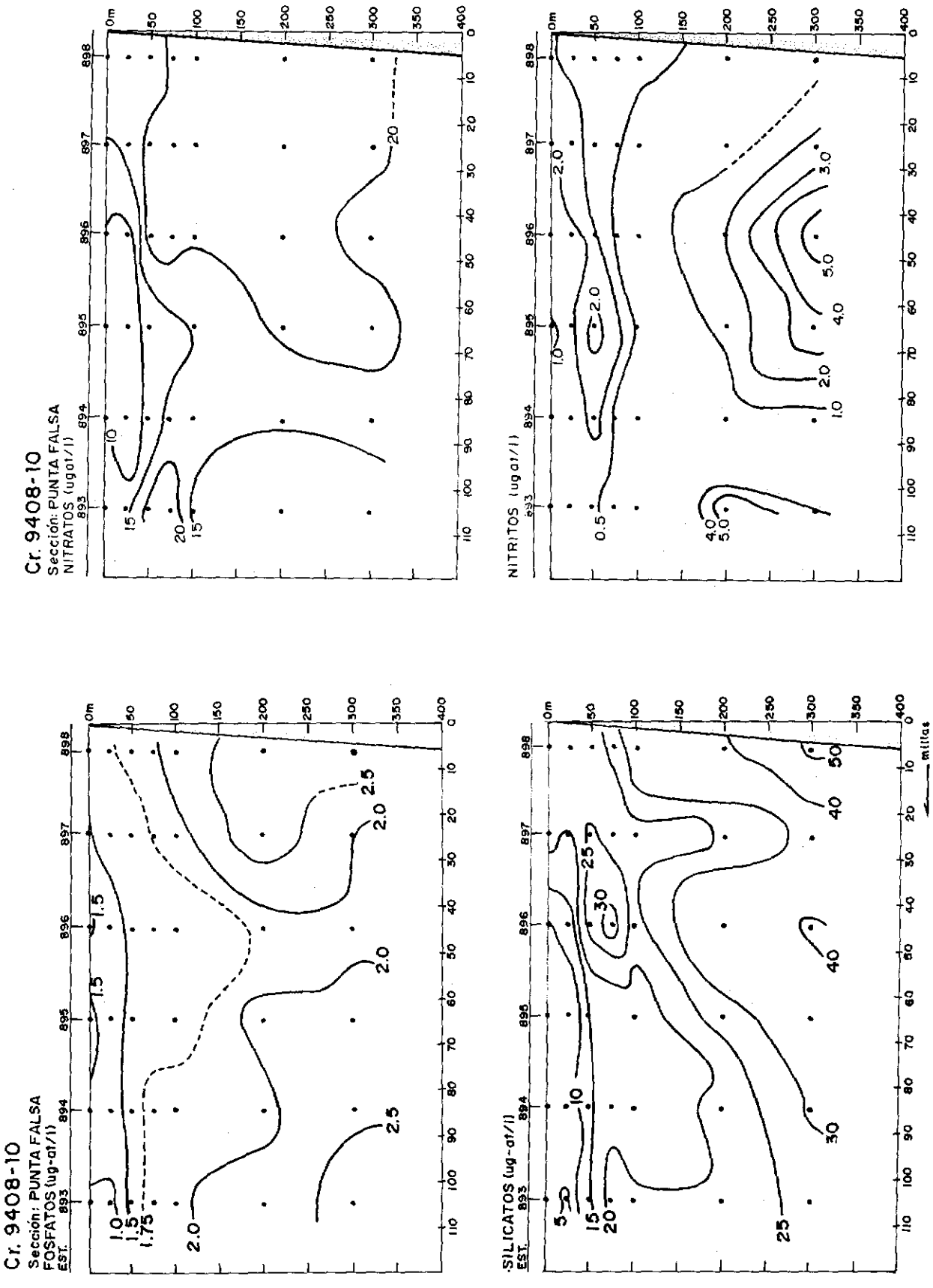


Fig. 32. Distribución vertical de nutrientes Sección Punta Falsa

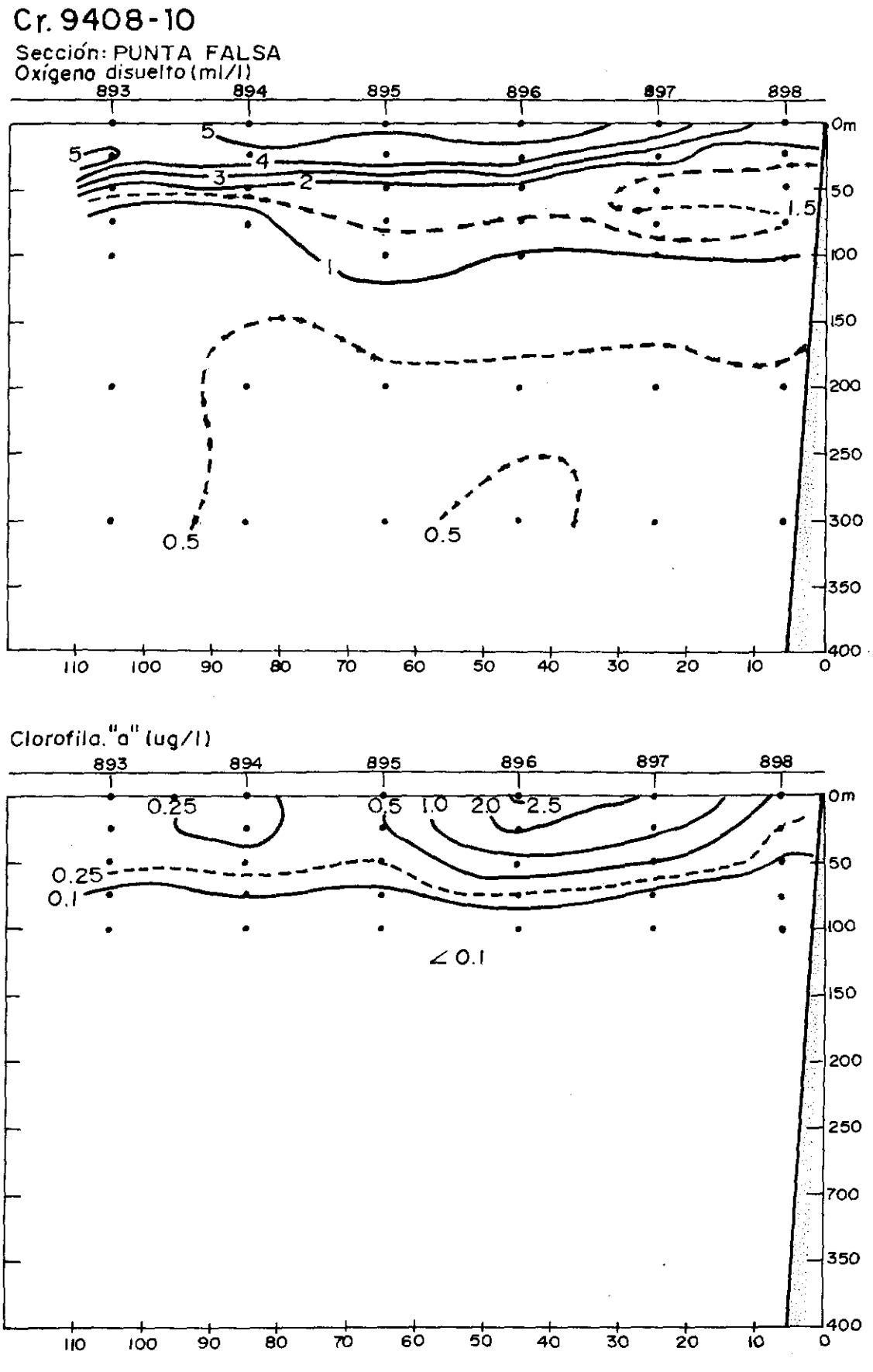


Fig. 33. Distribución vertical de oxígeno y clorofila Sección Punta Falsa

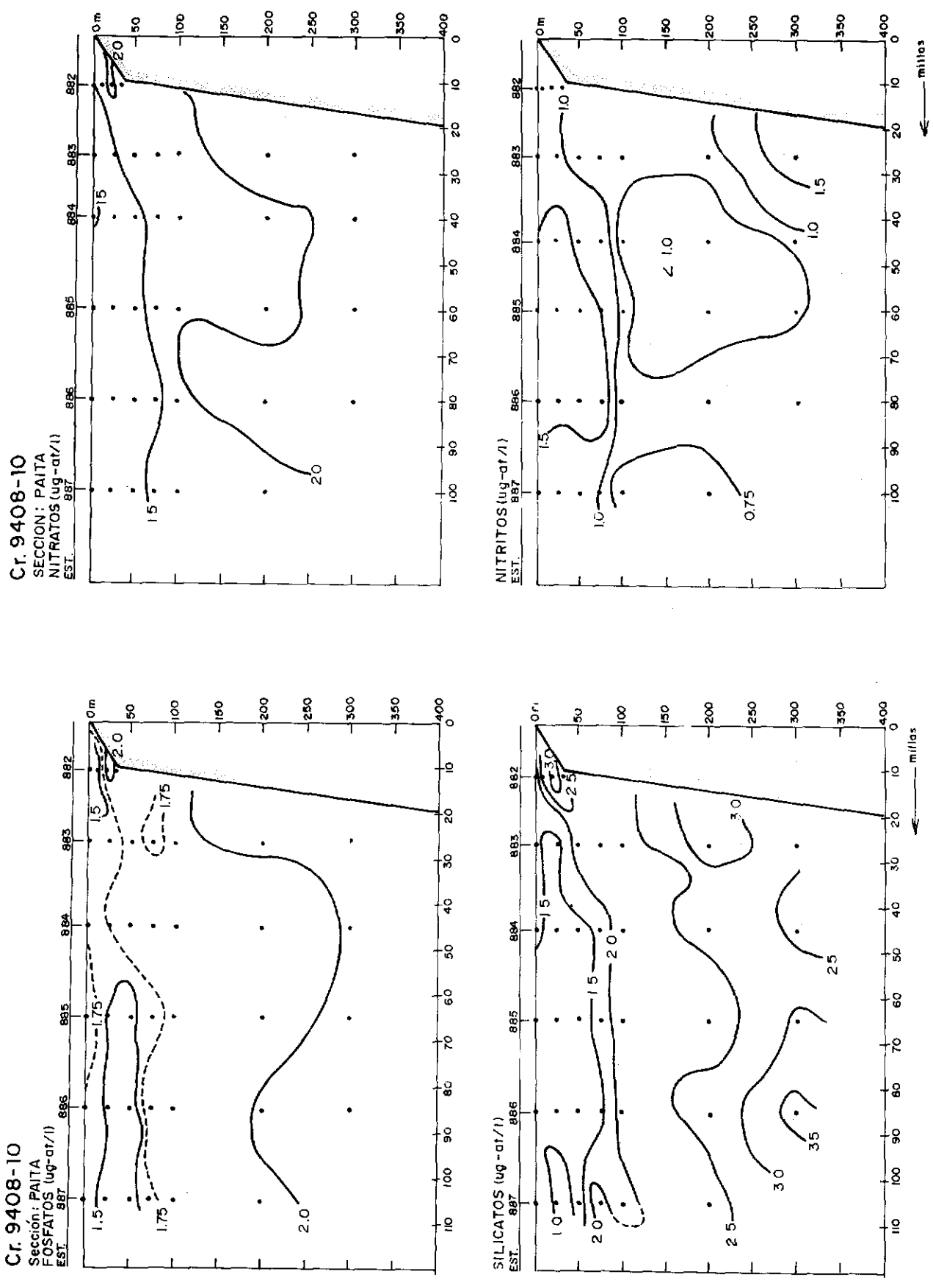


Fig. 34. Distribución vertical de nutrientes Sección Paita

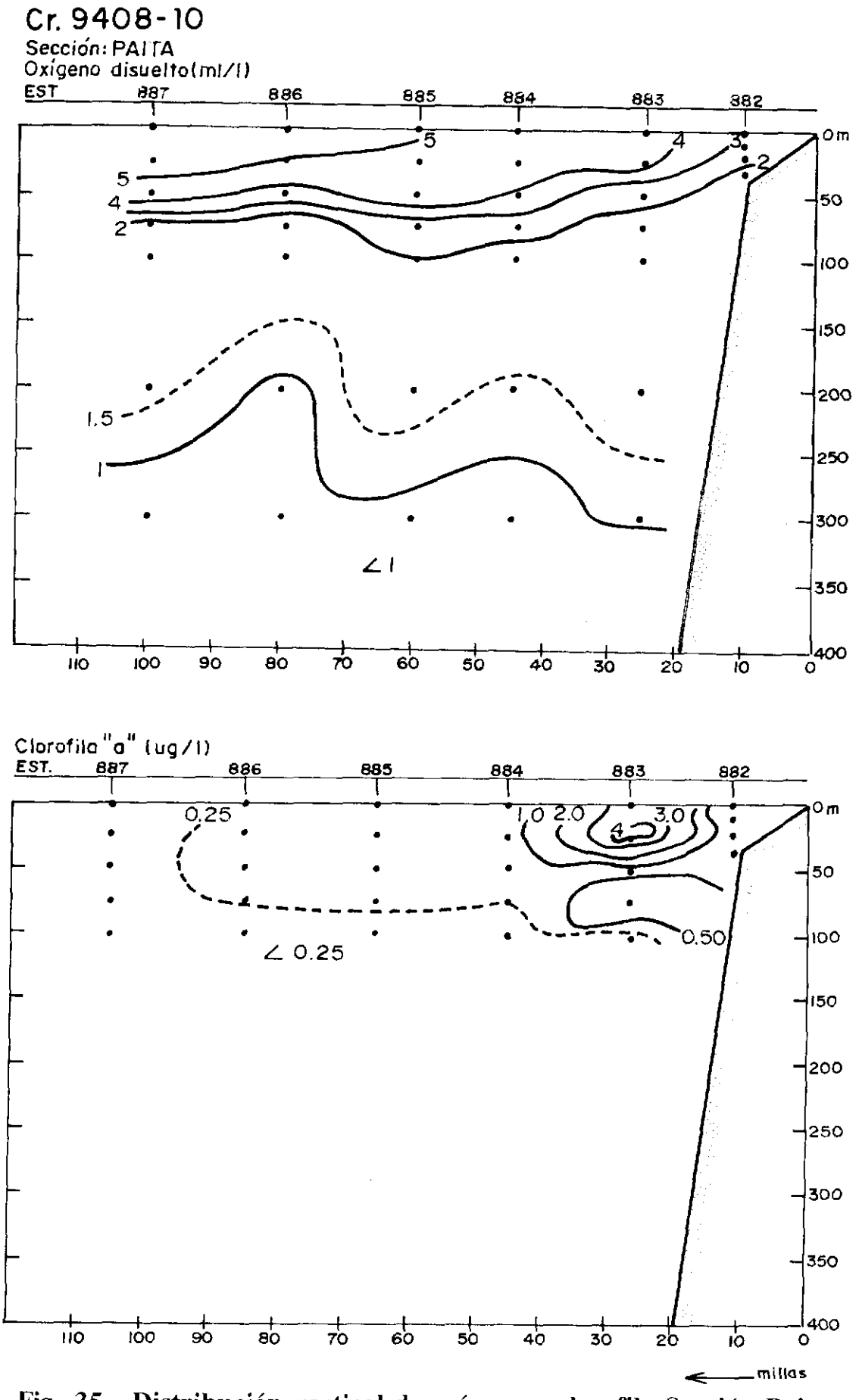


Fig. 35. Distribución vertical de oxígeno y clorofila Sección Paita

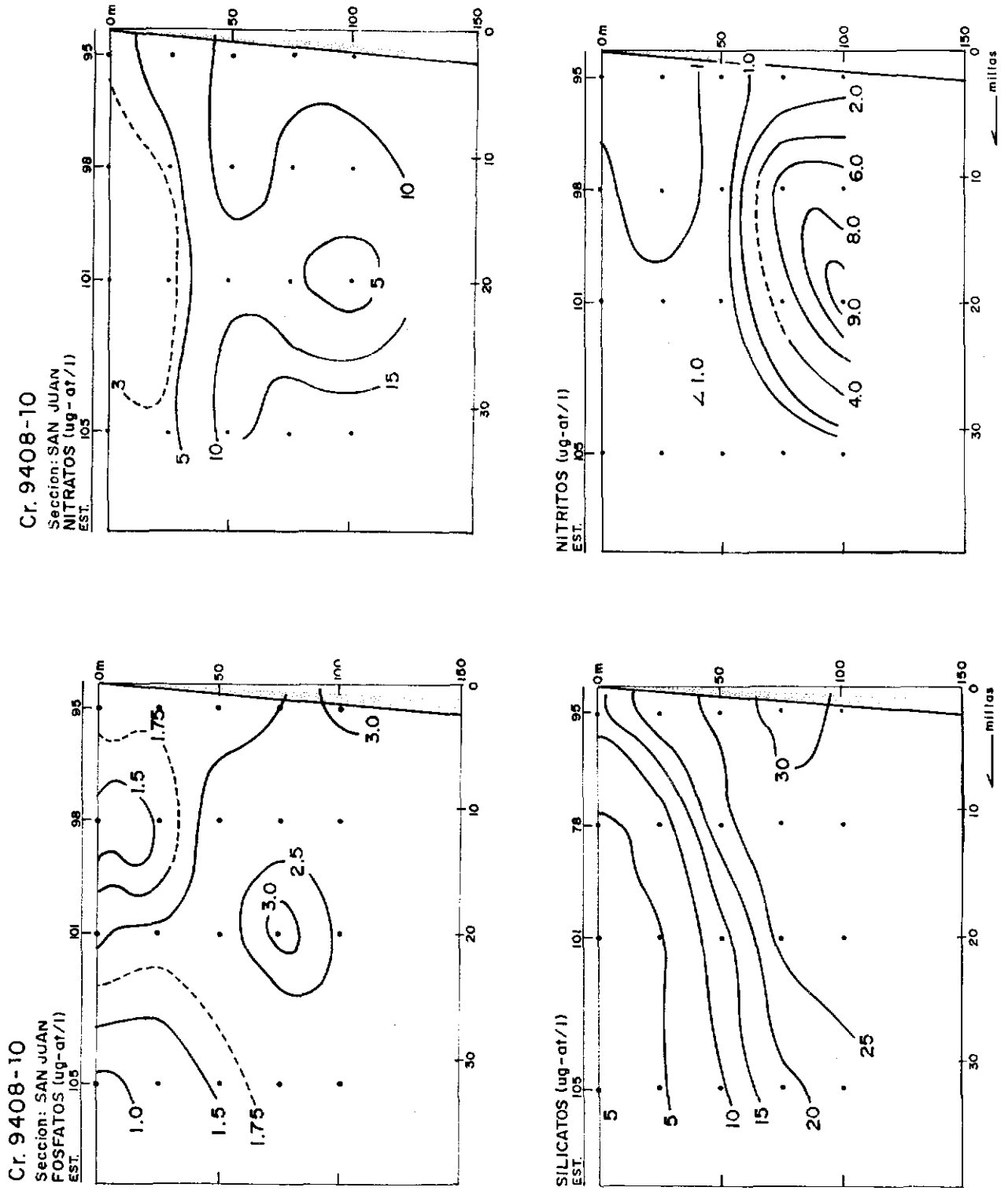


Fig. 36. Distribución vertical de nutrientes Sección San Juan

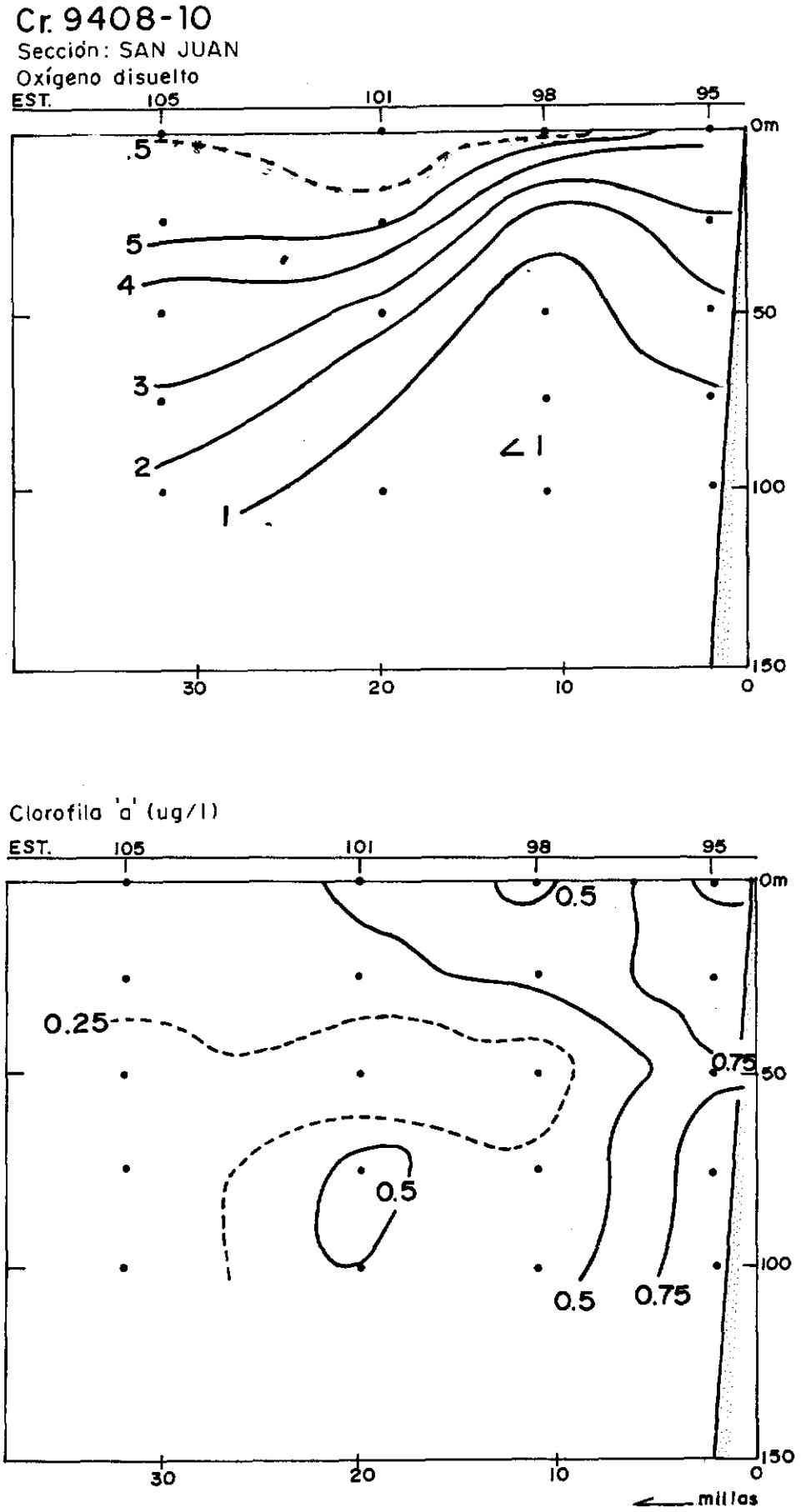


Fig. 37. Distribución vertical de oxígeno y clorofila Sección San Juan