



ISSN 0378 - 7702

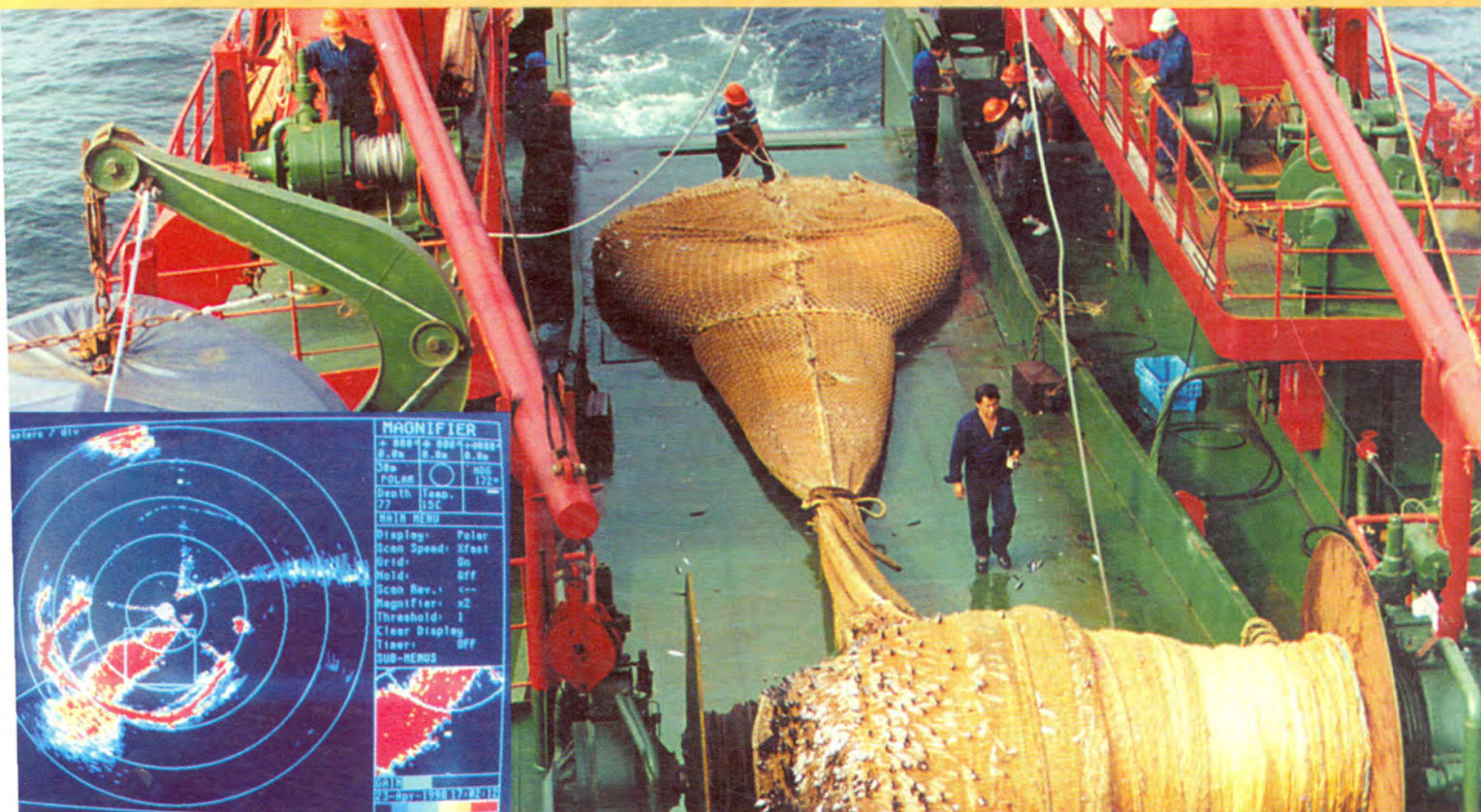
INSTITUTO DEL MAR DEL PERU

# INFORME

Nº 141

Diciembre, 1998

Crucero de evaluación hidroacústica de recursos pelágicos BIC Humboldt y BIC José Olaya Balandra 9808-09 de Paíta a Los Palos (Tacna)



Con apoyo del Programa de  
Cooperación Técnica para la Pesca  
CEE-VECEP ALA 92/43

Callao, Perú



## CONDICIONES HIDROQUÍMICAS DEL MAR PERUANO DURANTE EL INVIERNO 1998

*Georgina Flores<sup>1</sup>   Jesús Ledesma<sup>1</sup>   Juana Solís<sup>1</sup>*

### RESUMEN

FLORES, G., J. LEDESMA y J. SOLIS. 1998. Condiciones hidroquímicas del mar peruano durante el invierno 1998. Inf. Inst. Mar Perú 141:176-186.

Se dan a conocer las condiciones hidroquímicas correspondientes al invierno de 1998, tanto en el nivel superficial como en las capas sub-superficiales del mar, observadas durante el Crucero de Evaluación Hidroacústica de los Recursos Pelágicos, realizado del 20 de agosto al 18 de setiembre de 1998. Se registró la continuación de un proceso de normalización de las condiciones oceanográficas lo cual implica que las características químicas muestran esta tendencia propia de un Post Niño.

Los nutrientes mostraron influencia de la presencia de Aguas Subtropicales Superficiales (ASS), valores de fosfatos de 0,5 ug-at/L; silicatos de 5,0 ug-at/L; nitratos de 5 ug-at/L y nitritos menores 0,5 ug-at/L. Las mayores concentraciones se hallaron en pequeños núcleos localizados en la franja costera y zonas de afloramiento muy intenso frente a Paita, Punta Negra, Callao y San Juan con valores de oxígeno disuelto de 2-4 mL/L.

Dentro de las 35 millas náuticas de la franja costera se observó la iso-oxígena de 4,0 mL/L que cubre gran parte de la costa y limita áreas de bajo contenido de oxígeno en el área norte y en el sur desde Cerro Azul hasta San Juan. Valores altos de 6 y 8 mL/L de oxígeno frente Pisco, Atico e Ilo son indicadores de actividad fotosintética.

PALABRAS CLAVE: Condiciones hidroquímicas, nutrientes, clorofila, actividad fotosintética, mar peruano.

### ABSTRACT

FLORES, G., J. LEDESMA and J. SOLIS. 1998. Hydrochemical conditions of Peruvian sea during Winter 1998. Inf. Inst. Mar Perú 141: 176-186.

Hydrochemical conditions of Peruvian sea were observed during the Cruise RV Humboldt and RV José Olaya Balandra 9808-09, carried out from August 20<sup>th</sup> to September 18<sup>th</sup> 1998. Samples were obtained from superficial and subsuperficial layers. Oceanographic conditions showed a process to become normal, with Post Niño characteristics.

The nutrients showed influence of Superficial Subtropical Waters (SSW), with phosphates values of 0,5 ug-at/L, silicates 5,0 ug-at/L, nitrates 5 ug-at/L and nitrites < 0,5 ug-at/L. The biggest concentrations were observed in small nuclei located in the coastal stripes.

Areas of very intense blooming were identified in front of Paita, Pta Negra, Callao and San Juan with values of dissolved oxygen of 2-4 mL/L.

Inside the 35 nautical miles the iso-oxygen of 4,0 mL/L covered great part of the coast and limited areas of low content of oxygen in northern area, and in south from Cerro Azul to San Juan. Oxygen values of 7 to 8 mL/L in front of Pisco, Atico and Ilo indicated high photosynthetic activity.

KEY WORDS: hydrochemical conditions, nutrients, chlorophyll, photosynthesis, Peruvian sea.

### INTRODUCCION

En el transcurso del año 1998 el Instituto del Mar del Perú (IMARPE) realizó tres Cruceros Hidroacústicos de Evaluación de Recursos Pelágicos con la finalidad de hacer un seguimiento de la distribución poblacional del recurso, relacionándolo a los cambios y variaciones oceanográficas.

En el Crucero 9808-09 las condiciones oceanográficas presentaron variaciones características de un post-Niño en que las condiciones cálidas del mar tienden ligeramente a normalizarse (enfriarse) aunque todavía se observó el predominio de las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) en toda la costa lo que produjo una variación cuantitativa en el régimen hidroquímico del agua de mar que origina cambios en la productividad.

<sup>1</sup> Dirección de Oceanografía Química. DGIO. IMARPE.



En el presente trabajo se dan a conocer los resultados de las determinaciones de oxígeno disuelto y nutrientes en muestras obtenidas durante el desarrollo del Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 9808 - 09, realizado en la zona norte a bordo del BIC Humboldt desde los 04° 57' (Paita) hasta los 12° 05' (Callao) y en la zona sur a bordo del BIC José Olaya Balandra cubriendo el área desde los 18° 17' (Los Palos, Tacna) hasta el Callao, del 20 de agosto al 18 de setiembre de 1998.

## MATERIAL Y METODOS

El Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 9808-09 se llevó a cabo en el BIC Humboldt y BIC José Olaya Balandra del 20 de agosto al 18 setiembre 1998. La Figura 1 indica la ubicación de estaciones y calas en el área de estudio comprendida latitudinalmente entre los 04° 56' a 18° 20 S y hasta las 140 millas de la costa.

Las muestras colectadas fueron de 520 para oxígeno y 480 de nutrientes. La toma de muestras a nivel de superficie se realizó con un balde y para las estaciones hidrográficas se utilizaron botellas Niskin a diferentes profundidades estándar (10, 25, 50, 75, 100, 150, 200 y 300 m), de las cuales se colectaron muestras de agua para la determinación de oxígeno disuelto y nutrientes.

El análisis de oxígeno disuelto se realizó *in situ* empleando la metodología de WINKLER modificada por CARRIT y CARPENTER (1966). Las muestras de agua de mar para analizar nutrientes fueron preservadas por congelamiento hasta su respectivo análisis en el Laboratorio de la Sede Central de IMARPE. Aplicando la técnica colorimétrica de STRICKLAND y PARSONS (1968).

Para el análisis de la información de nutrientes se han seleccionado las secciones de Paita, Chimbote, Callao, San Nicolás e Ilo.

## RESULTADOS

### Características en la superficie del mar

#### *Oxígeno disuelto*

El rango de oxígeno varió de 1,60 a 8,41 mL/L; las concentraciones de oxígeno menores de 4 mL/L se localizaron entre el norte de Paita y Callao (04° 57' - 12° S) dentro de 10 y 35 millas de la costa,

distribuyéndose en forma interrumpida en el área sur desde Cerro Azul-Ilo (13°00 - 17°30 S). Las concentraciones de 5 mL/L se distribuyeron entre 30 y 100 millas (Paita-San Juan).

En Tambo de Mora y al sur de Atico se hallaron áreas con valores altos (6-8 mL/L) las mismas que se encontraron en pequeños focos al sur de Ilo, Atico y Pisco asociados a núcleos de clorofila "a" con valores de 8,0 y 10 ug/L cerca a la costa. También en la zona norte frente a Chimbote (30 millas) y Punta Falsa (60 millas) se encontraron dos núcleos con concentraciones de 8,0 ug/L de clorofila con rangos de 4 - 5 mL/L de oxígeno (Fig. 2).

#### *Nutrientes*

Las concentraciones de nutrientes en la superficie del mar tuvieron un rango de 0,05-3,22 ug-at/L de fosfatos, 0,66-20,31 ug-at/L de silicatos; 1,48-20,23 ug-at/L de nitratos y 0,08- 1,18 ug-at/L de nitritos a lo largo de la costa (04°15 a 18°20 S) (Figs. 3, 4, 5 y 6).

En la distribución de nutrientes, las isolíneas 1, 0, 5, 10 ug-at/L que indican el límite de aguas ricas en nutrientes mostraron una amplitud de 40 a 80 millas incrementando en relación a los cruceros (Cr. 9803-05 y Cr. 9805-06). Por otro lado, las concentraciones pobres menores de 1,0 ug-at/L fosfatos y de 5 ug-at/L de silicatos y nitratos estuvieron influenciadas por las Aguas Subtropicales Superficiales predominantes en la zona sur y norte de la costa.

### Distribución vertical

#### *Oxígeno*

La distribución vertical de oxígeno en las secciones de Paita y Punta Negra mostró las concentraciones menores de 4 mL/L ascendiendo a la superficie dentro de las 50 y 30 millas.

Desde Chimbote a Ilo, la capa de 25 - 50 m tuvo concentraciones mayores 5 mL/L de oxígeno correspondiente a las Aguas Subtropicales Superficiales teniendo mayor espesor en San Nicolás, 100 m. La ubicación de la isolínea de 1 mL/L en la columna de agua tuvo variaciones en la profundidad a lo largo de la costa, así en Paita, Punta Negra e Ilo se encontró entre 50 y 100, en Chimbote y Callao algo más superficial (20-100 m). En Chala y Matarani entre 50 y 150 m y a mayor profundidad en San Nicolás 100-250 m (Fig. 7-8).



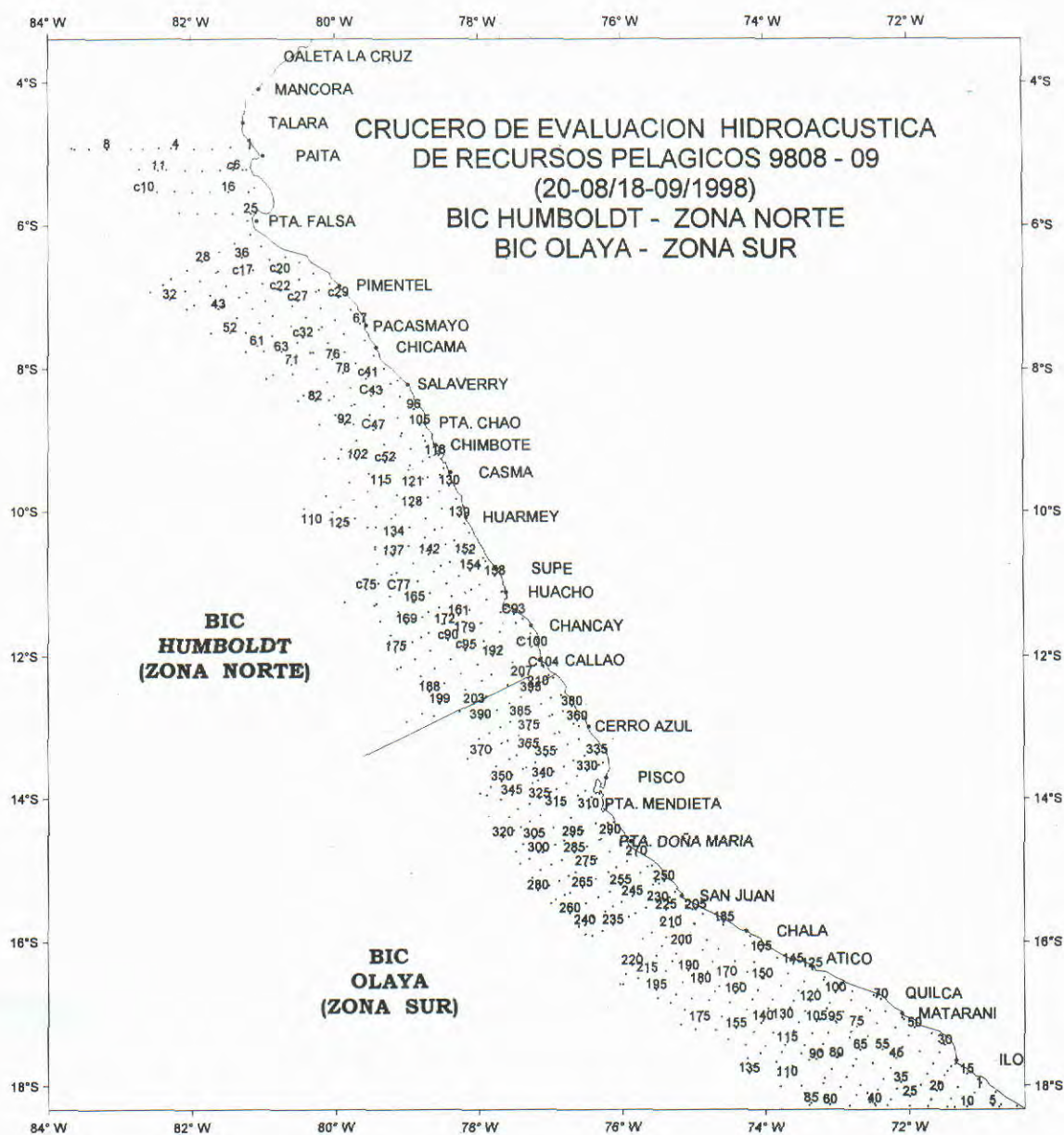


FIGURA 1. Carta de ubicación de estaciones y calas. Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 9808-09 BIC Humboldt y BIC José Olaya Balandra, de Paita a Los Palos (Tacna).

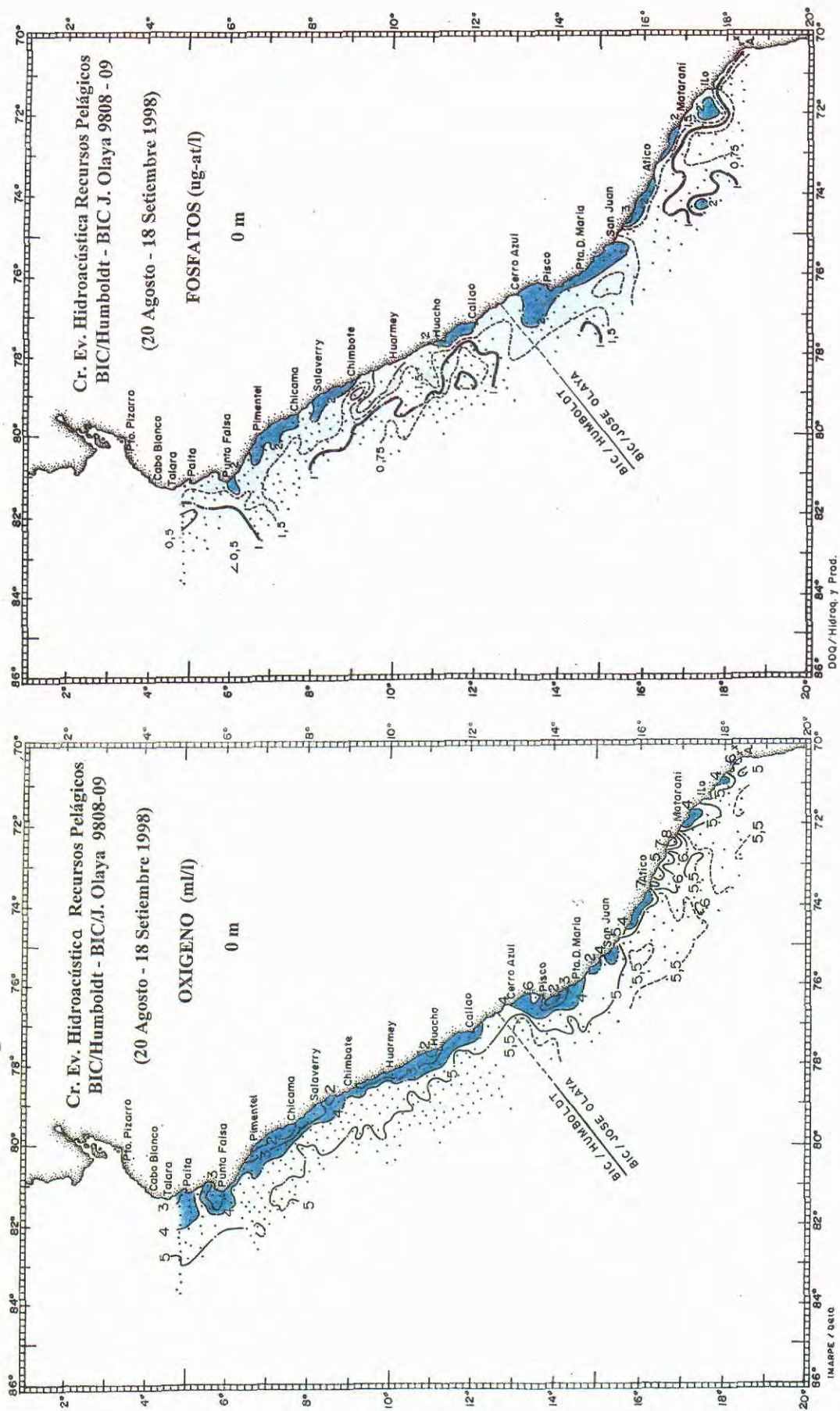


FIGURA 2. Distribución de oxígeno disuelto (ml/L) en la superficie del mar. Cruceiro de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 9808-09 BIC Humboldt y BIC José Olaya Balandra, de Paita a Los Palos (Tacna).

FIGURA 3. Distribución de fosfatos (ug-at/L) en la superficie del mar. Cruceiro de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 9808-09 BIC Humboldt y BIC José Olaya Balandra, de Paita a Los Palos (Tacna).



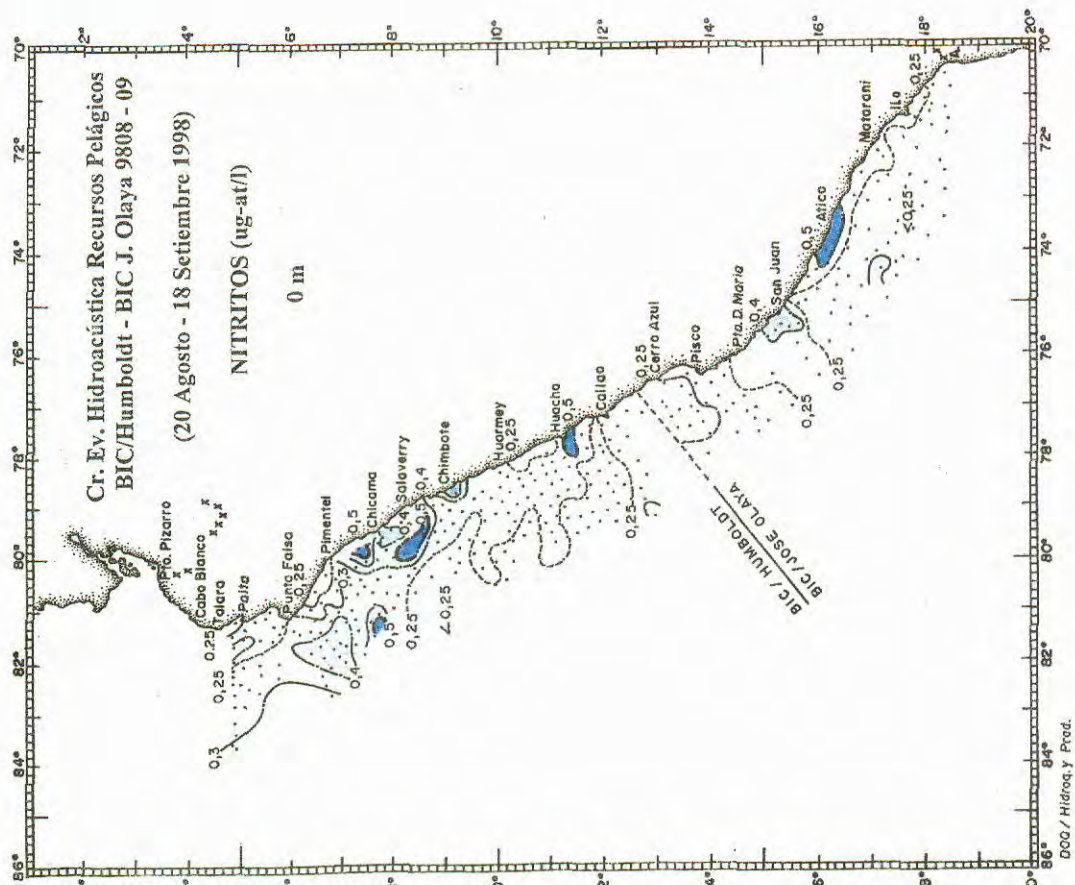


FIGURA 5. Distribución de nitratos (ug-at/L) en la superficie del mar. Cruceiro de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 9808-09 BIC Humboldt y BIC José Olaya Balandra, de Paíta a Los Palos (Tacna).

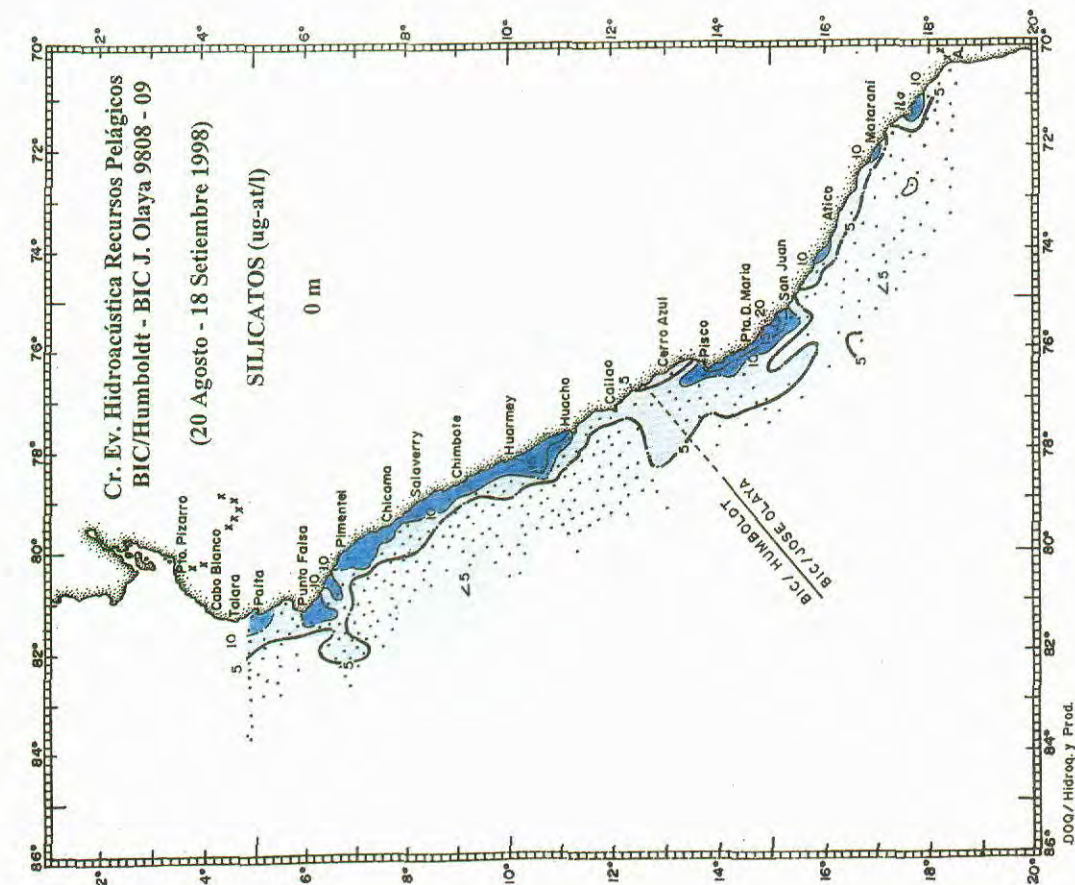


FIGURA 4. Distribución de silicatos (ug-at/L) en la superficie del mar. Cruceiro de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 9808-09 BIC Humboldt y BIC José Olaya Balandra, de Paíta a Los Palos (Tacna).



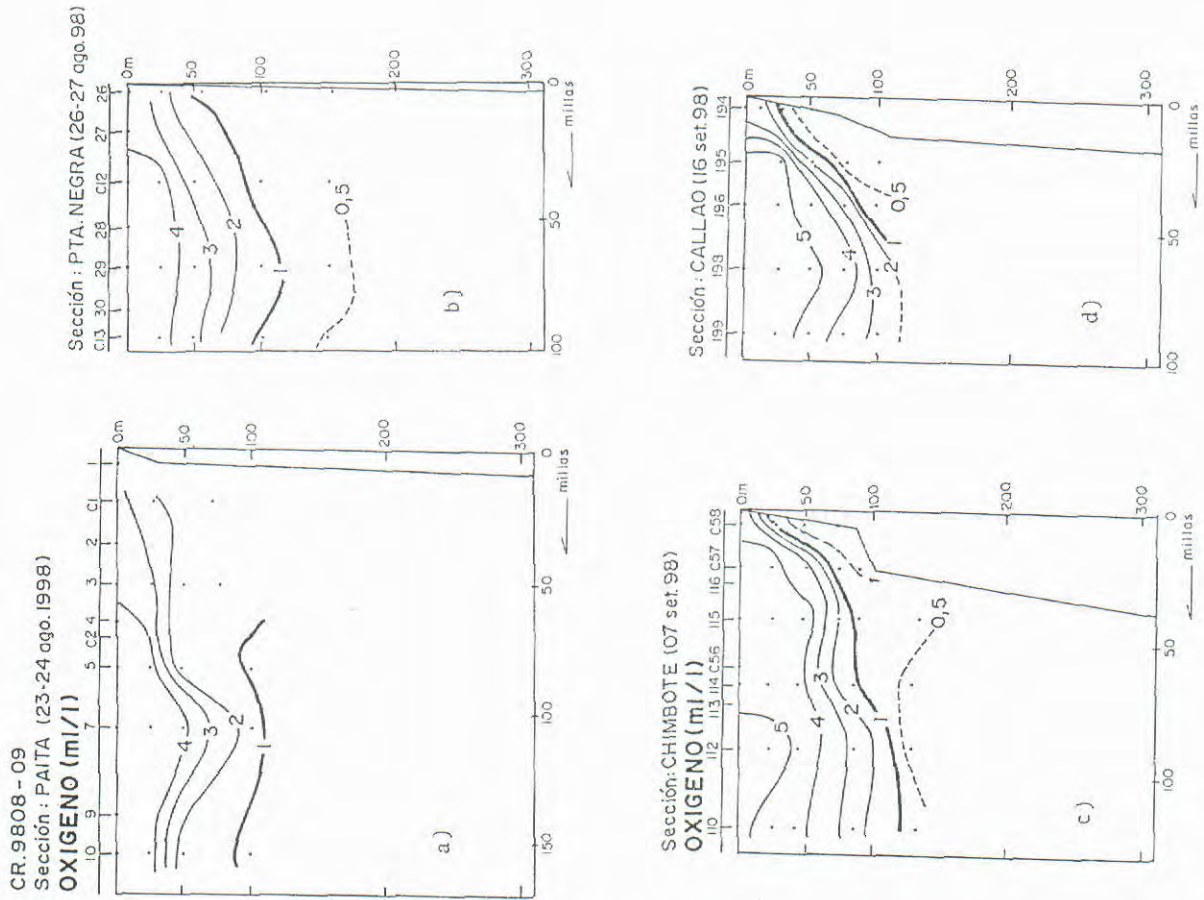


FIGURA 7. Distribución vertical de oxígeno disuelto (ml/L) Secciones: a) Paita, b) Punta Negra, c) Chimbote, d) Callao. Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 9808-09 BIC Humboldt y BIC José Olaya Balandra.

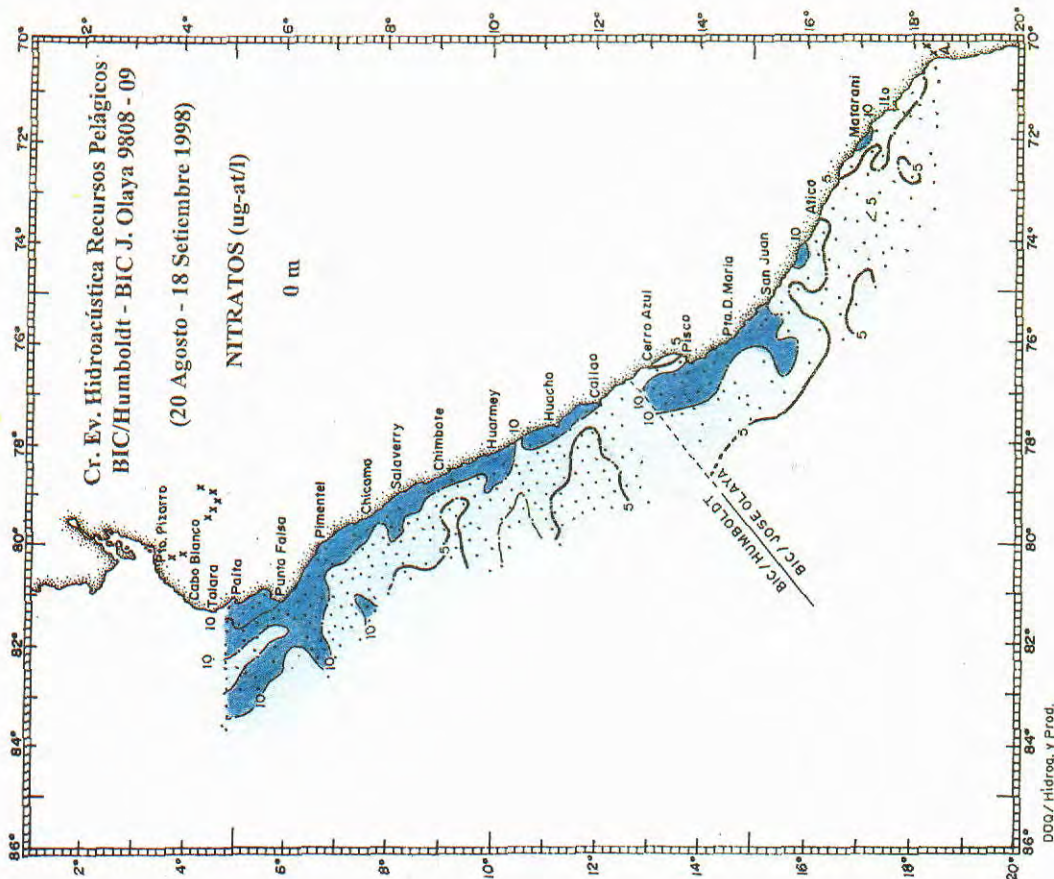


FIGURA 6. Distribución de nitratos (ug-at/L) en la superficie del mar. Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 9808-09 BIC Humboldt y BIC José Olaya Balandra.



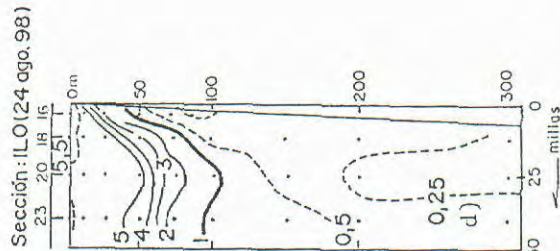
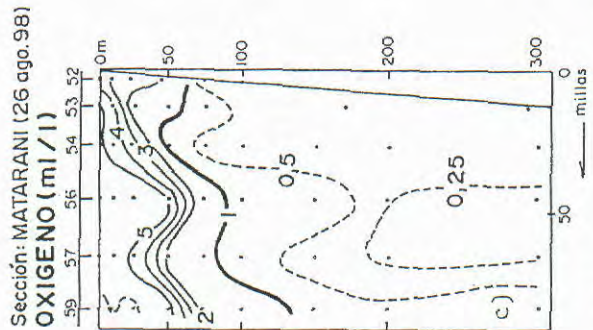
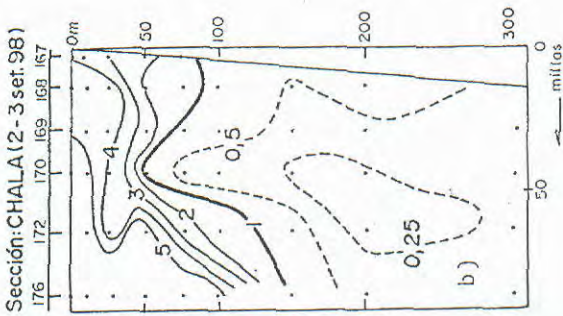
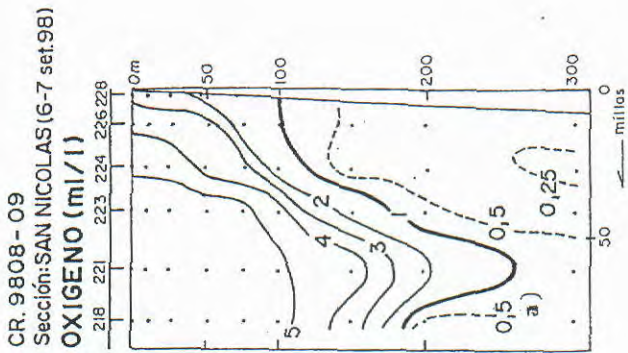


FIGURA 8. Distribución vertical de oxígeno disuelto (mL/L). Secciones: a) San Nicolas, b) La Chala, c) Matarani, d) Ilo. Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 9808-09 BIC Humboldt y BIC José Olaya Balandra.

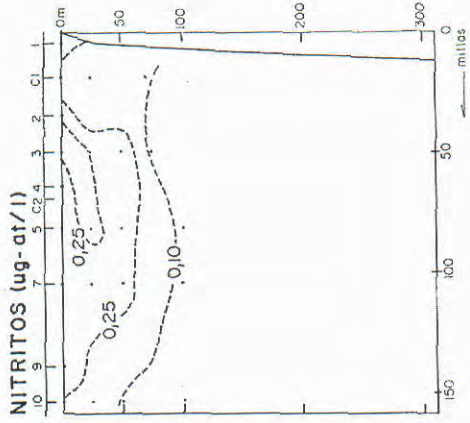
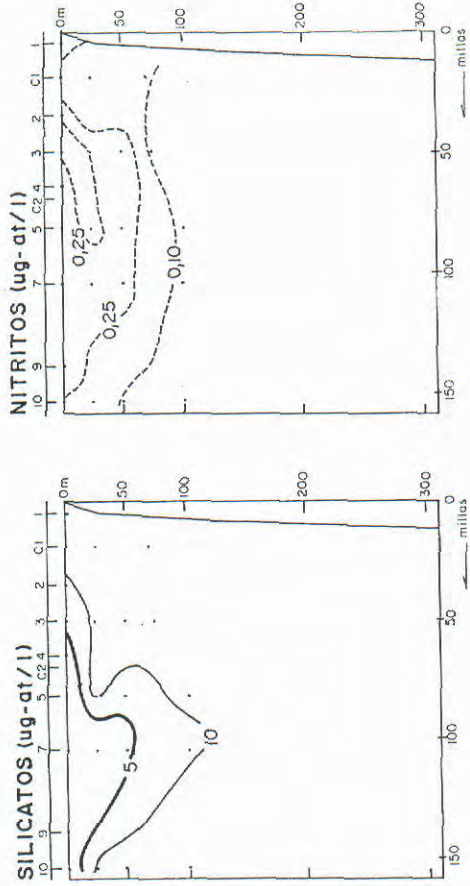
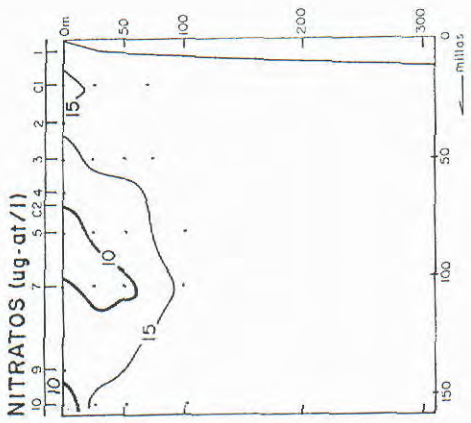
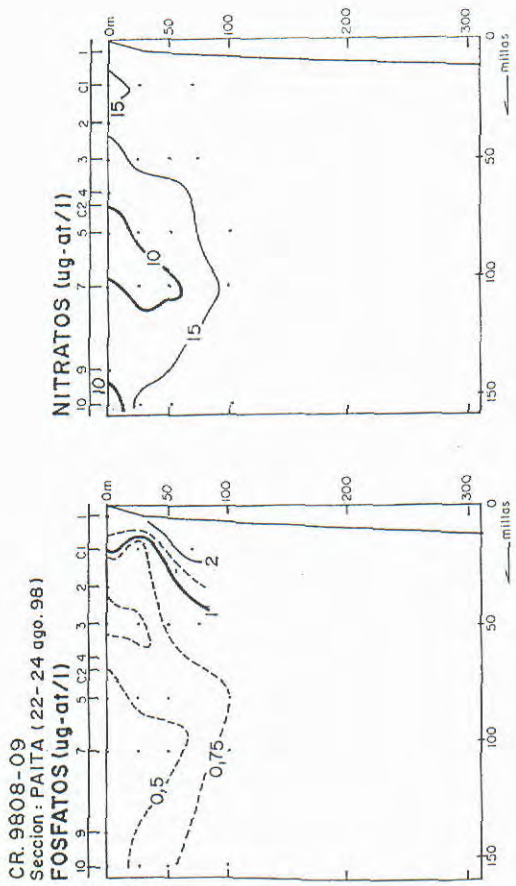


FIGURA 9. Distribución vertical de nutrientes Sección Paíta. Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 9808-09 BIC Humboldt y BIC José Olaya Balandra.



## Nutrientes

En la sección de Paita los fosfatos tuvieron concentraciones de 1,0 a 2,0 ug-at/L de fosfatos en la capa de 0 a 75 m dentro de las 40 millas de la costa; en cambio los silicatos se extendieron en toda la sección (150 mn) alcanzando concentraciones de 15 ug-at/L hasta los 100 m de profundidad. Los nitratos tuvieron las mismas características en su distribución vertical con concentraciones mayores de 10 ug-at/L en toda la sección (Fig. 9).

En Chimbote los fosfatos mostraron concentraciones menores de 1,0 ug-at/L en la capa de 0-75 m fuera de las 30 millas de la costa, los nitratos y silicatos tuvieron las mismas características que los fosfatos (< 10 ug-at/L nitratos y < 5 ug-at/L silicatos) (Fig. 10).

En Callao las bajas concentraciones de fosfatos (< 1,0 ug-at/L) se encontraron entre 50 y 100 millas y hasta los 50 m; en cambio para los silicatos y nitratos dichas concentraciones alcanzaron hasta los 80 m de profundidad y con una mayor amplitud. Los nitritos presentaron un máximo de 1,0 ug-at/L entre 70 y 100 m (Fig. 11).

En la sección de San Nicolás la distribución fue irregular encontrándose las máximas concentraciones dentro de las 50 millas a excepción de los fosfatos (Fig. 12).

En Ilo la distribución vertical de nutrientes fue pobre en la capa de 0 a 75 m y fuera de las 15 millas se incrementaron de acuerdo con la profundidad (Fig. 13).

## DISCUSION

Durante el Crucero 9808-09 de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos se encontró que las condiciones hidroquímicas tendieron a un proceso de recuperación de las áreas que estuvieron afectadas por El Niño 1997-1998. La fase de post-Niño tiende a la normalización de los parámetros químicos (oxígeno y nutrientes), pero la fuerte influencia de las Aguas Subtropicales Superficiales predominantes a lo largo de la costa limitan la amplitud de la distribución de las aguas costeras y consecuentemente los nutrientes, originando así mismo mezclas de aguas.

Comparando la distribución horizontal de oxígeno de la estación de invierno (ZUTA y GUILLÉN 1970) con la del presente crucero se observa que la iso-oxígena de 5 mL/L en condiciones promedio alcanza la amplitud entre los 100 y 400

millas de la costa en Talara, Pimentel, Salaverry, Chimbote y sur de San Juan debido al fuerte afloramiento costero.

Comparando el oxígeno de la estación de invierno (ZUTA y GUILLÉN 1970) con el presente crucero 9808-09 se observó que la isolínea de 5 mL/L en Talara, Pimentel, Salaverry, Chimbote y sur de San Juan tuvo una mayor amplitud alcanzando hasta las 100 y 400 millas de la costa, debido posiblemente al fuerte afloramiento costero de invierno en condiciones normales, sin embargo, en el crucero 9808-09 (post-Niño), la isolínea de 5 mL/L se halló entre 30 y 80 millas de la costa debido a la intensidad de las ASS (Salinidades de 35,1-35,9 ‰) en la zona norte y sur.

Respecto a los nutrientes se encontró similar característica en relación al patrón estacional (CALIENES *et al.* 1985), la isolínea de 1,0 ug-at/L de fosfatos, 5 ug-at/L de nitratos y silicatos que delimita las aguas ricas en nutrientes se halló entre 30 y 400 mn, en el crucero alcanzando sólo 100 mn.

Una característica saltante de la distribución vertical en la sección de San Nicolás, fue la profundización de la isolínea de 1 mL/L de oxígeno que se encontró entre 100 a 250 m de profundidad asociada a una distribución de nutrientes irregular con concentraciones bajas menores 1 ug-at/L de fosfatos y de 5 ug-at/L de silicatos y nitratos.

## CONCLUSIONES

1. Las concentraciones menores de 4 mL/L de oxígeno se encontraron desde norte de Paita al Callao de Cerro Azul a San Juan debido al afloramiento costero. Los máximos valores de 6-8 mL/L en Atico e Ilo estuvieron asociados a concentraciones de 8,0 a 10,0 ug/L de clorofila "a".

2. La distribución vertical de la sección de San Nicolás se caracterizó por el hundimiento de la isolínea de 1 mL/L de 100-250 m debido a la fuerte presión de las ASS.

3. La distribución de los nutrientes (1,0 ug-at/L fosfatos, 5 ug-at/L silicatos y nitratos) fue más amplia en comparación con los Cruceros 9803-05 y 9805-06 pero menor que las condiciones promedio.

## Agradecimiento

Los autores expresamos nuestro agradecimiento a la Srta. M. Sc. RUTH CALIENES Z. Por sus enseñanzas y la revisión de los gráficos y del manuscrito.



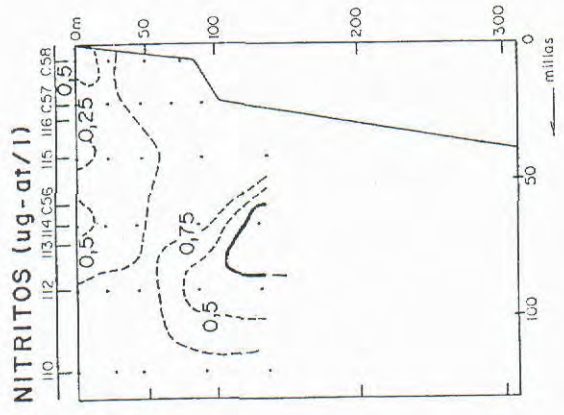
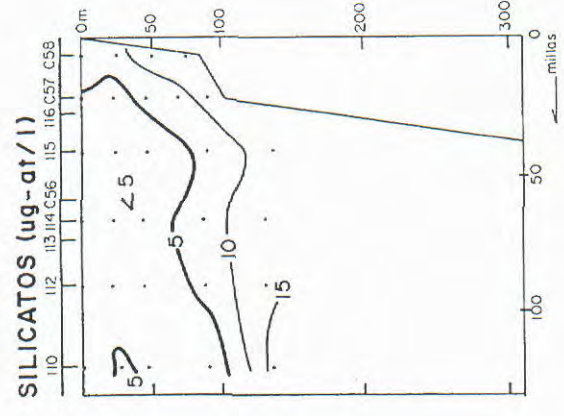
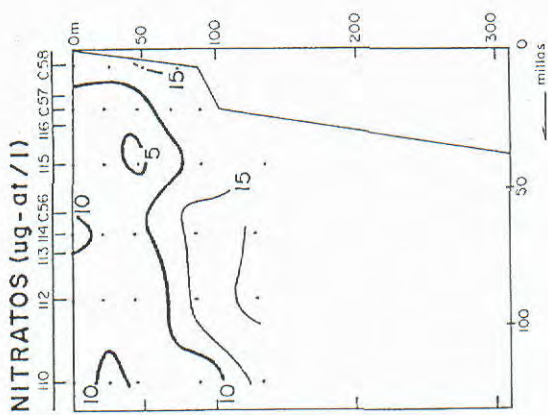
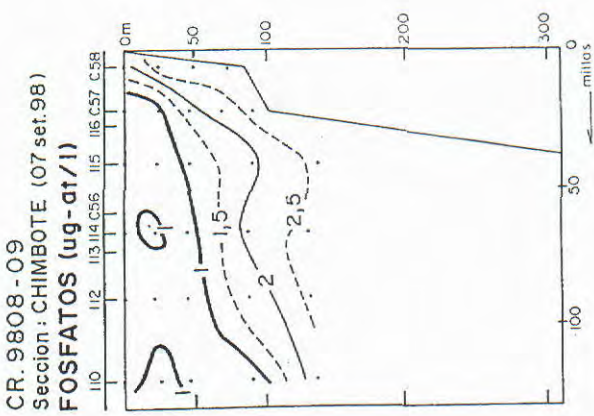


FIGURA 10. Distribución vertical de nutrientes Sección Chimbote. Cruce de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 9808-09 BIC Humboldt y Olaya Balandra.

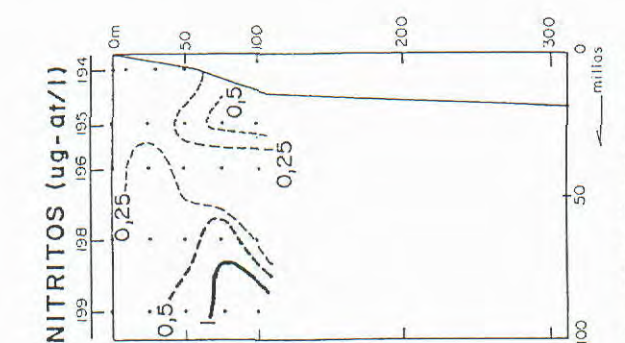
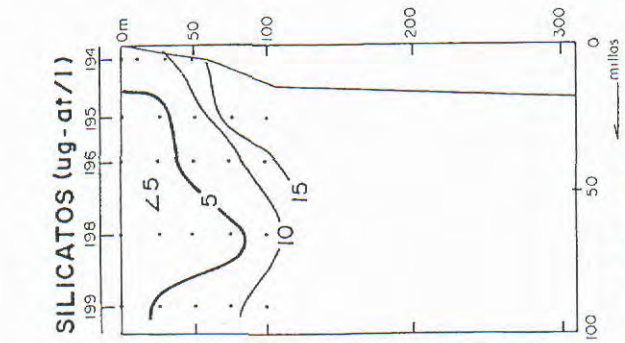
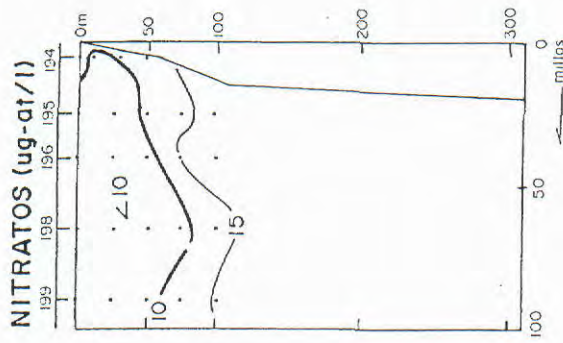
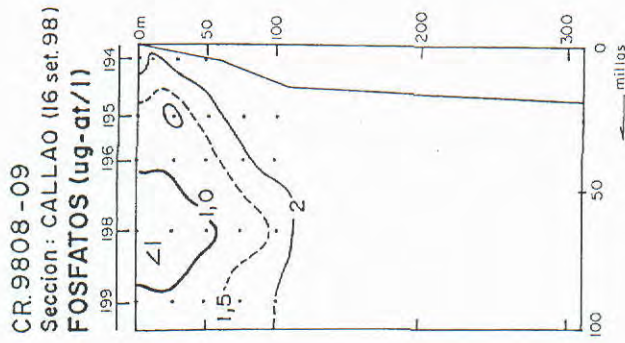


FIGURA 11. Distribución vertical de nutrientes Sección Callao. Cruce de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 9808-09 BIC Humboldt y BIC José Olaya Balandra.



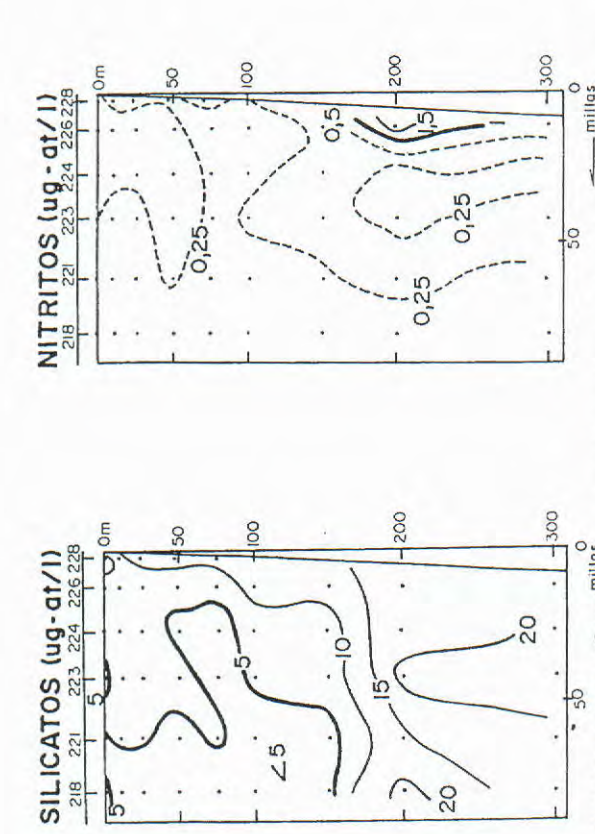
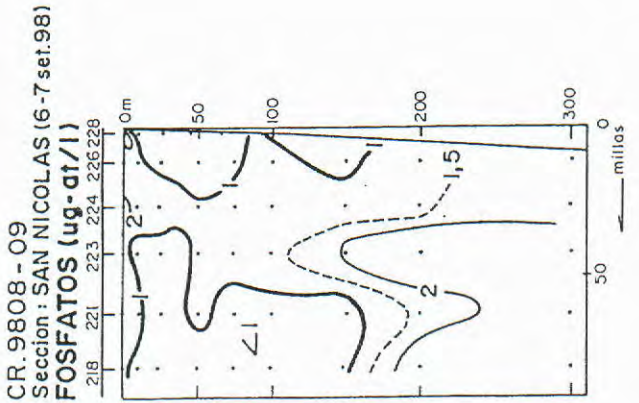
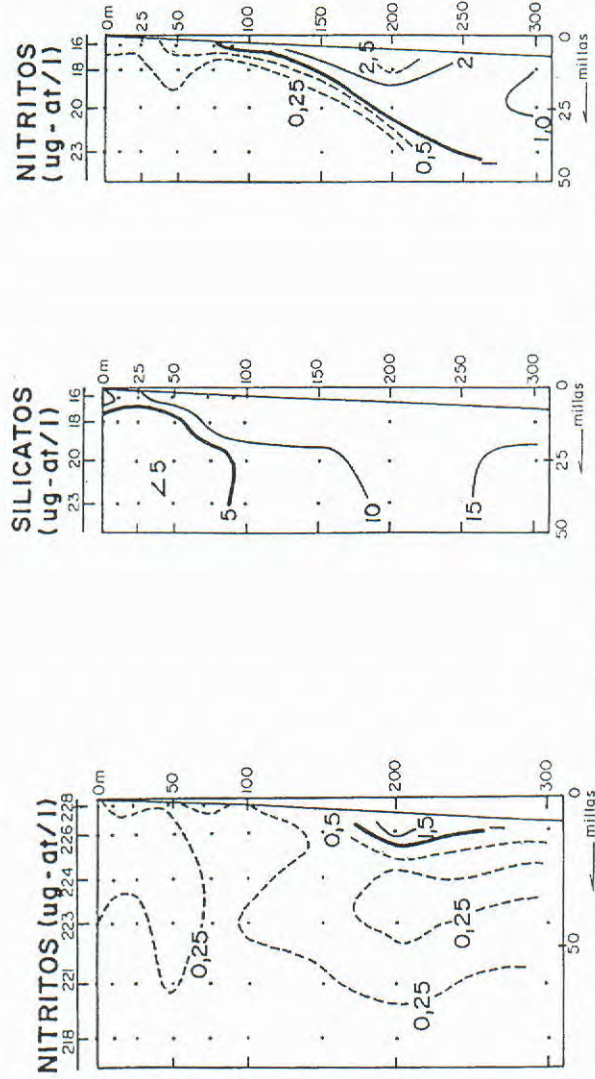
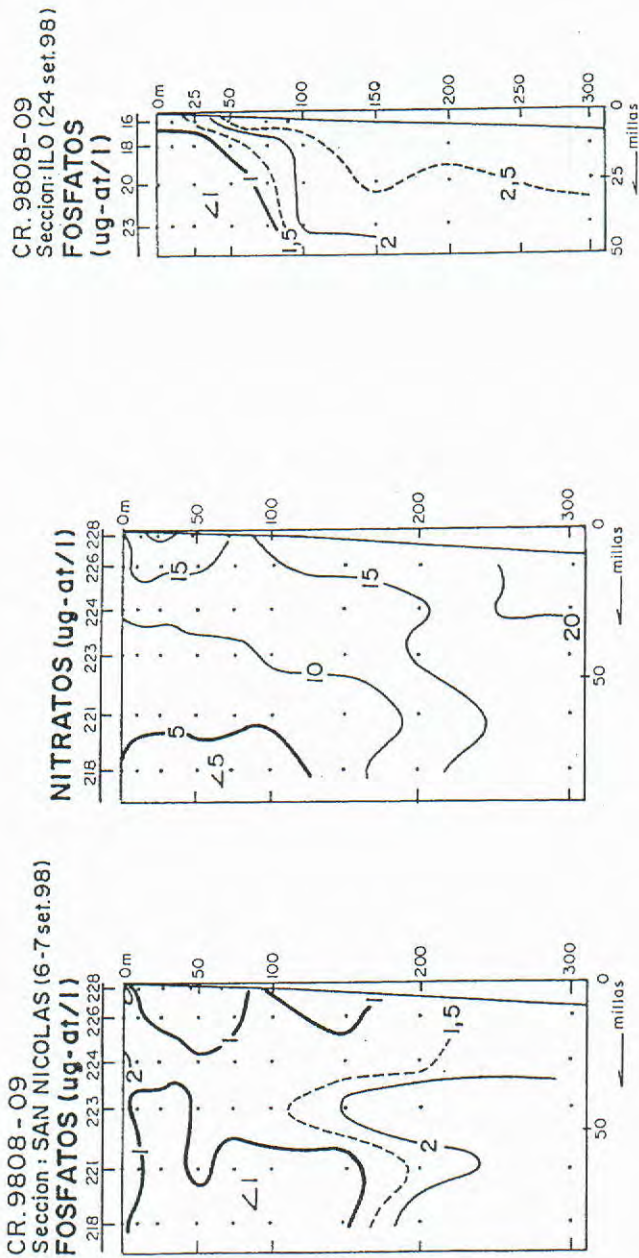


FIGURA 12. Distribución vertical de nutrientes Sección San Nicolás. Cruce de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 9808-09 BIC Humboldt y BIC José Olaya Balandra.

FIGURA 13. Distribución vertical de nutrientes Sección Ilo. Cruce de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 9808-09 BIC Humboldt y BIC José Olaya Balandra.



## Referencias

- CALIENES, R., O. GUILLEN y N. LOSTANAU. 1985. Variabilidad espacio temporal de clorofila producción primaria y nutrientes frente a la costa peruana. Bol. Inst. Mar Perú 10 (1).
- CARRIT, D. y J. CARPENTER. 1966. Comparison and evaluation of currently employed modifications of Winkler method for determining dissolved oxygen in sea water. J. Mar. Res. N° 24: 286-318.
- FLORES, G., J. CORDOVA, J. LEDESMA, y C. ROBLES. 1998. Características químicas y de clorofila "a" del mar peruano durante el otoño 1998. Crucero BIC Humboldt 9803-05 de Tumbes a Tacna. Inf. Inst. Mar Perú 135: 67-68.
- FLORES, G., J. CORDOVA, J. LEDESMA, y N. CARRASCO, 1998. Condiciones hidroquímicas del mar peruano a fines de otoño 1998. Crucero BIC José Olaya Balandra 9805-06 de Tacna a Mancora. Inf. Inst. Mar Perú 137: 90-104.
- UNESCO 1983. Manual y guías N° 12.
- STRICKLAND, C. J. y T. PARSONS. 1968. Manual of the sea Water Analysis. Bul. Fis. Res. Bd. Canada N° 125.
- ZUTA, S y O. GUILLÉN. 1970. Oceanografía de las aguas costeras del Perú. Bol. Inst. Mar Perú. 2 (5):288-299.