



ISSN 0378 - 7702

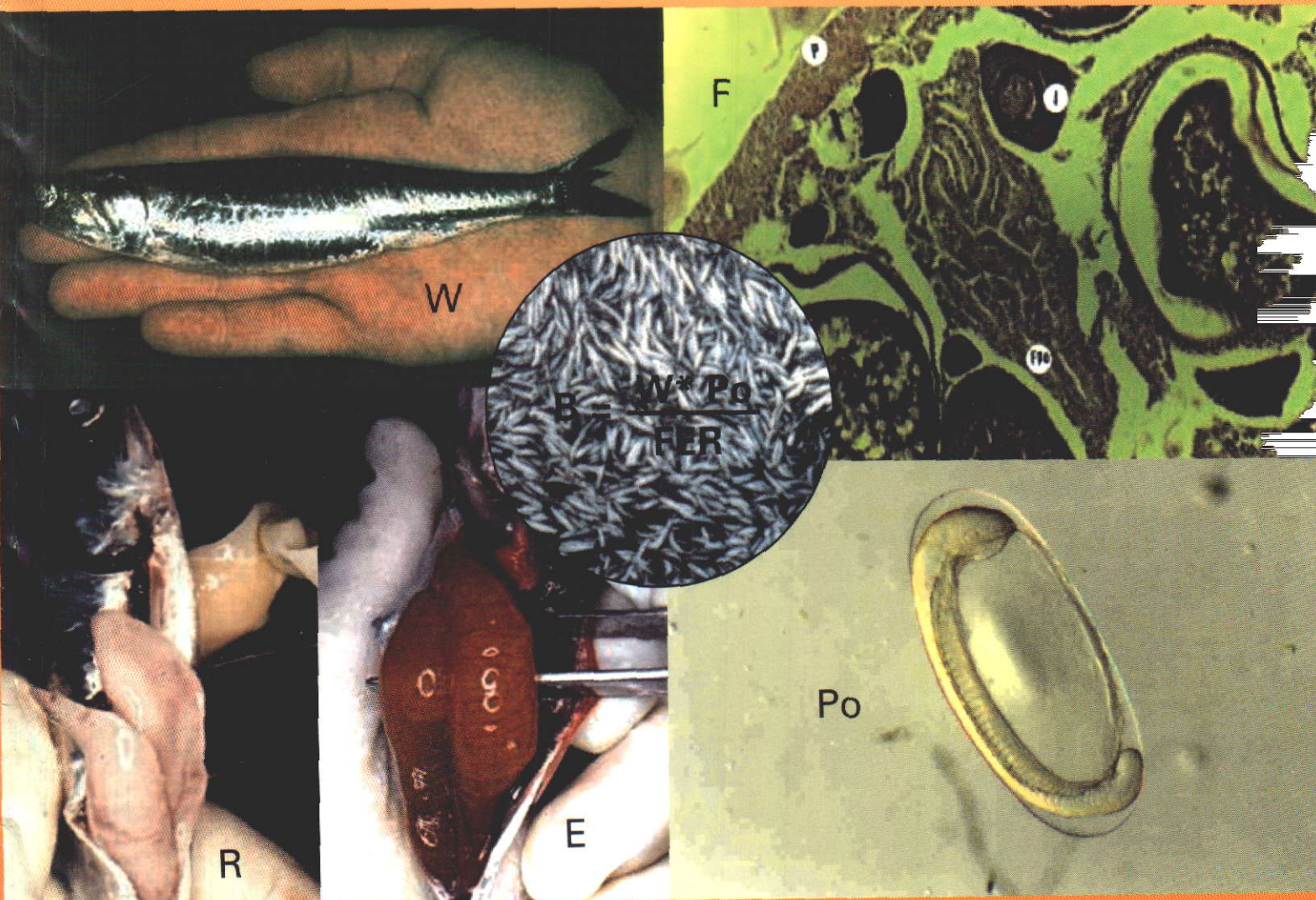
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

# INFORME

Nº 162

Agosto, 2001

**Crucero de evaluación de la biomasa desovante de la anchoveta por el método de producción de huevos (MPH). BICs José Olaya Balandra y SNP-2 0008-09, de Punta Falsa (6°S) a Tambo de Mora (14°S)**



Callao, Perú

## ASPECTOS QUÍMICOS DEL MAR PERUANO EN AGOSTO Y SETIEMBRE 2000

Octavio Morón<sup>1</sup>    Jesús Ledesma<sup>2</sup>

### RESUMEN

MORÓN, O. y J. LEDESMA. 2001. Aspectos químicos del mar peruano en agosto y setiembre 2000. *Inf. Inst. Mar Perú* 162: 43-50.

Mediante el análisis de muestras de agua obtenidas durante el Crucero BICs José Olaya Balandra y SNP-2 0008-09, se han determinado condiciones químicas muy próximas a lo normal, predominando las características de un año frío. Las Aguas Costeras Frías delimitadas con valores menores de 17 °C, 35,0 ups y 4,0 mL/L de oxígeno disuelto se extendieron con algunos intervalos entre Punta Falsa y el sur de Cerro Azul, hasta aproximadamente 30 nm de la costa, presentando los mayores valores de clorofila-a y de nutrientes. Bajas concentraciones de Las Aguas Subtropicales presentaron mayor aproximación a la costa entre Chimbote y Huarney, con menores valores de clorofila-a y de fosfatos, con los silicatos similares a los de la zona costera. La Extensión Sur de la Corriente de Cromwell no se halló muy fortalecida debido a una mayor intensidad de la Corriente Costera.

PALABRAS CLAVE: oxígeno disuelto, clorofila-a, nutrientes, mar peruano, invierno 2000.

### ABSTRACT

MORÓN, O. y J. LEDESMA. 2001. Chemical aspects of Peruvian sea in August and September 2000. *Inf. Inst. Mar Perú* 162: 43-50.

Analyzing sea water samples obtained during RVs José Olaya Balandra and SNP-2 0008-09 Cruise, chemical aspects near to normality, with prevalence of a cold year conditions, have been determined. Cold Coastal Waters with values lower than 17 °C, 35,0 ups and 4,0 mL/L dissolved oxygen, with some intervals between Punta Falsa and south to Cerro Azul, were present until 30 nm of the coast, having the highest values of chlorophyll-a and nutrients. Low concentrations of Subtropical waters approached nearly to Chimbote and Huarney, containing minor values of chlorophyll-a and phosphates, and silicates similar to those of the coastal area. The Southern Extension of Cromwell Current was not too strong because of a greater intensity of the Coastal Current.

KEY WORDS: dissolved oxygen, chlorophyll-a, nutrients, Peruvian sea, winter 2000.

### INTRODUCCIÓN

El ambiente marino el año 2000 ha mostrado alteraciones propias de los cambios estacionales, con fluctuaciones moderadas de los diferentes parámetros oceanográficos, pero que no han sido uniformes a lo largo del litoral.

Las variables químicas (oxígeno, clorofila y nutrientes) con valores característicos de las aguas de surgencia, se presentaron replegadas a la costa en la estación de verano, como indicativo de un pobre afloramiento costero y por la presencia de Aguas Ecuatoriales Superficiales en la zona norte del Perú (VÁSQUEZ Y TELLO 1999).

Durante el crucero de evaluación de la merluza en otoño 2000 (MORÓN y ROBLES 2001), la Extensión Sur de la Corriente de Cromwell mostró un progresivo restablecimiento con su proyección hacia el sur, continuando el débil afloramiento, dando lugar a que los nutrientes en general presentaran valores ligeramente por debajo del promedio de otoño.

En los meses de junio y julio se intensificó el afloramiento zonalmente (MORÓN y SARMIENTO 2000), incrementándose las áreas de alta productividad principalmente al norte de Punta La Negra, Pimentel-Chicama y sur del Callao, las mismas que paulatinamente se han ido incrementando, hasta mostrar una franja continua de afloramiento a

fin del invierno 2000, con nutrientes ligeramente superiores a la media estacional en algunas zonas.

### MATERIAL Y MÉTODOS

El Crucero 0008-09 para estimación de la biomasa desovante de la anchoveta se realizó a bordo de los BICs José Olaya Balandra y SNP-2, del 25 de agosto al 23 de setiembre del 2000.

Para el estudio de los aspectos químicos se tomaron muestras en la superficie del mar a lo largo del área de estudio (Fig. 1) y muestras subsuperficiales frente a Punta Falsa, Pacasmayo, Chimbote y Callao, hasta una profundidad máxima de 300 m. Se analizaron a bordo 332 muestras de oxígeno, se filtraron 230 muestras de 50 mL para análisis de clorofila-a en el laboratorio central; allí mismo se analizaron 330 muestras de nutrientes (fosfatos, silicatos, nitratos y nitritos).

Para el oxígeno se hizo uso del método de WINKLER modificado por CARRIT y CARPENTER (1966); las determinaciones de nutrientes se realizaron mediante las técnicas y modificaciones dadas por STRICKLAND y PARSONS (1968) utilizando el espectrofotómetro Lamda 40 marca Perkin Elmer. Para la clorofila -a se utilizó el método fluorométrico HOLM HANSEN (1965).

<sup>1</sup> Unidad de Investigaciones en Oceanografía Física. DIO. IMARPE

<sup>2</sup> Unidad de Investigaciones en Oceanografía Química. DIO. IMARPE

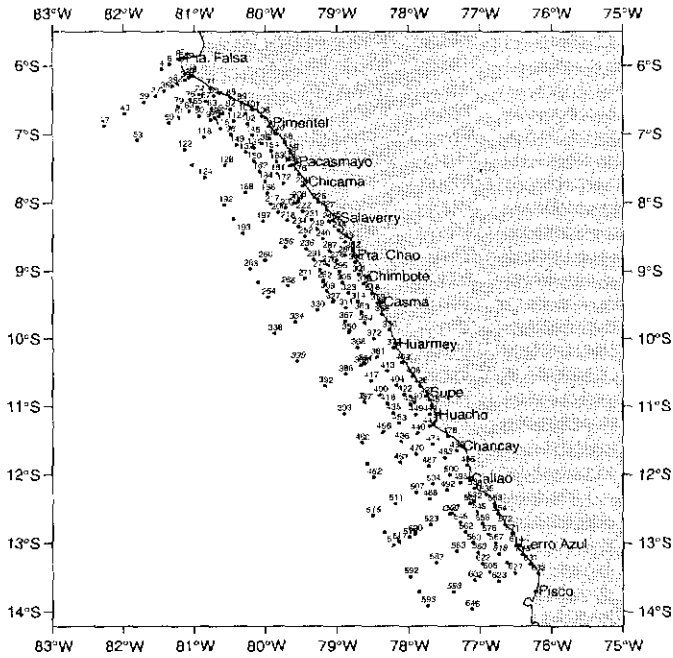


FIGURA 1. Carta de localización de estaciones y calas. Crucero 0008-09.

## RESULTADOS

### Oxígeno disuelto en la superficie del mar

Las aguas frías asociadas al afloramiento costero (bajas temperaturas y 34,9 a 35,0 ups), delimitadas por la isoterma de 17 °C, presentaron concentraciones <4,0 mL/L de oxígeno disuelto, en forma continua en la franja costera entre Punta Falsa y sur de Huacho, y fraccionada-

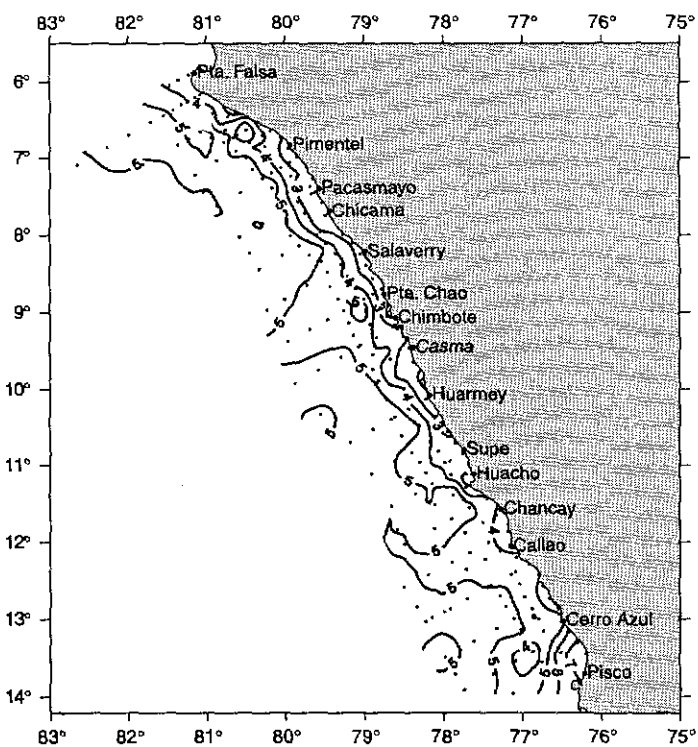


FIGURA 2. Distribución de oxígeno disuelto (mL/L) en la superficie del mar. Crucero 0008-09.

mente de Chancay a Pisco (Fig. 2). Estas bajas concentraciones propias del afloramiento costero se observaron entre 25 y 30 mn de la costa, principalmente entre Pimentel a Supe y sur de Cerro Azul donde predominaron las ACF.

Las ASS con su mayor aproximación a la costa entre Chimbote a Huarney, y en mezcla con la ACF al norte de Salaverry, presentaron valores > 5,0 mL/L.

### Clorofila-a en la superficie del mar

La clorofila-a presentó concentraciones entre 22,24 ug/L a 30 mn frente a Cerro Azul, y 0,46 ug/L, fuera de las 70 mn frente a Huarney y Salaverry (Fig. 3). Destacan pequeños núcleos con valores > 15 ug/L frente a Chicama, Chimbote y Cerro Azul y, con mayor amplitud, dos áreas con concentraciones entre 5 y 10 ug/L. La primera, entre Punta Falsa y Casma, por fuera de las 10 y 15 mn de la costa, alcanzando hasta 80 mn de la costa.

La segunda área (>5,0 ug/L) se ubicó al sur de Huacho, con proyección hasta 90 mn de la costa, lo que está relacionado con las bajas temperaturas y salinidades de la zona sur. Entre Casma y Supe, asociados a las ASS, se presentaron los bajos valores, que en su núcleo central (frente a Huarney) fueron < 1,0 ug/L. A excepción de esta última zona mencionada, las concentraciones de clorofila-a obtenidas durante el presente crucero fueron mayores a los promedios mensuales de agosto y setiembre dados por CALIENES *et al.* (1985).

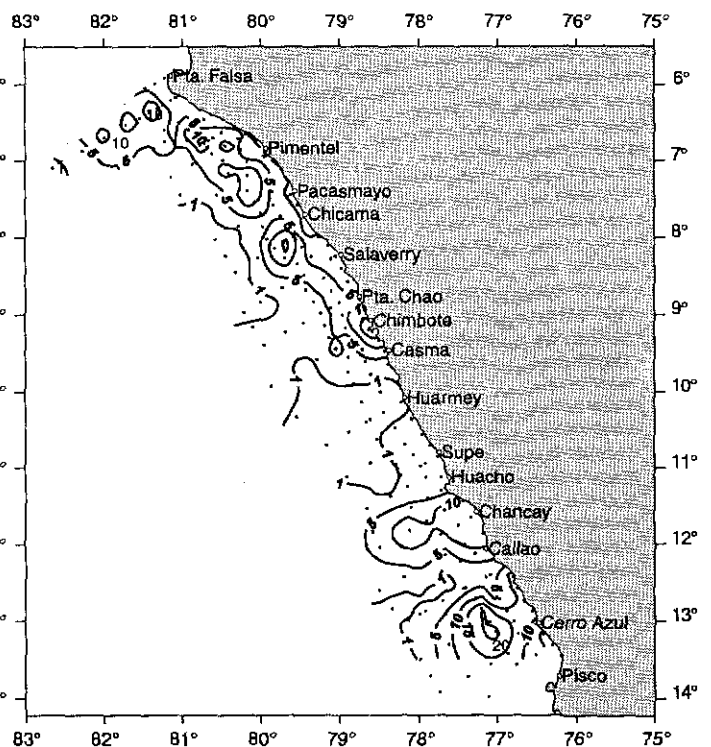


FIGURA 3. Distribución de clorofila-a (ug/L) en la superficie del mar. Crucero 0008-09.

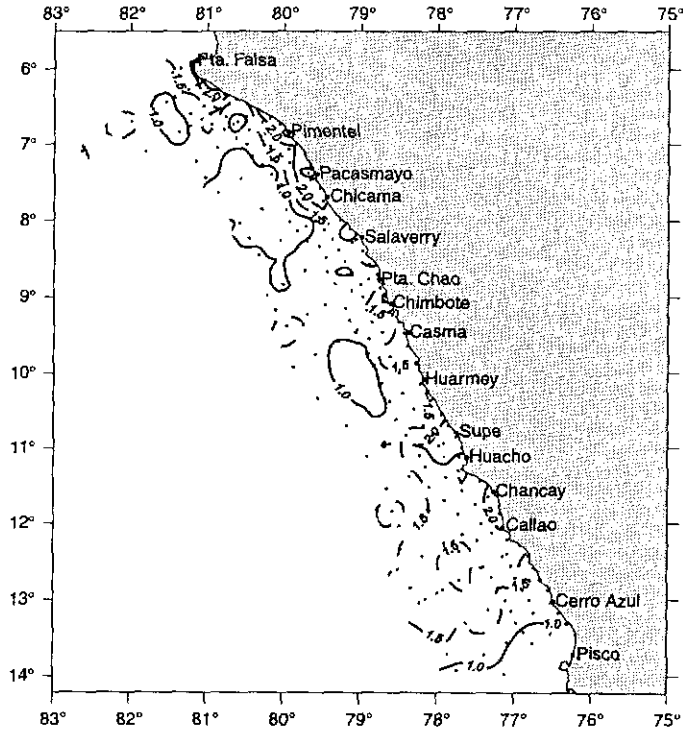


FIGURA 4. Distribución de fosfatos (ug-at/L) en la superficie del mar. Crucero 0008-09.

### Nutrientes en la superficie del mar

Los nutrientes en la superficie del mar presentaron concentraciones entre 0,50 y 2,95 ug-at/L de fosfatos; 0,61 y 31,16

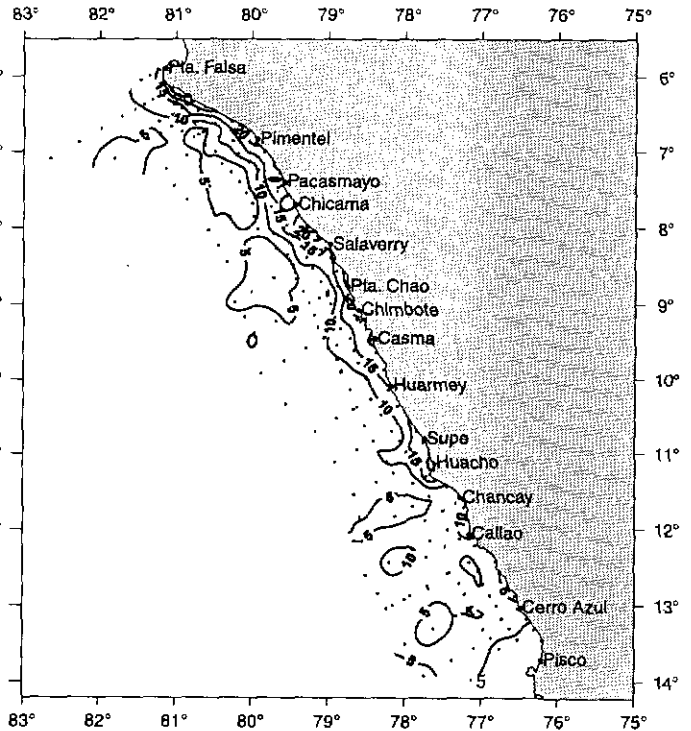


FIGURA 5. Distribución de silicatos (ug-at/L) en la superficie del mar. Crucero 0008-09.

ug-at/L de silicatos; 1,52 y 20,05 ug-at/L de nitratos y 0,12 a 1,75 ug-at/L de nitritos.

Las aguas frías (>17 °C) han estado relacionadas con valores mayores de 1,0 ug-at/L de FOSFATOS en la zona al

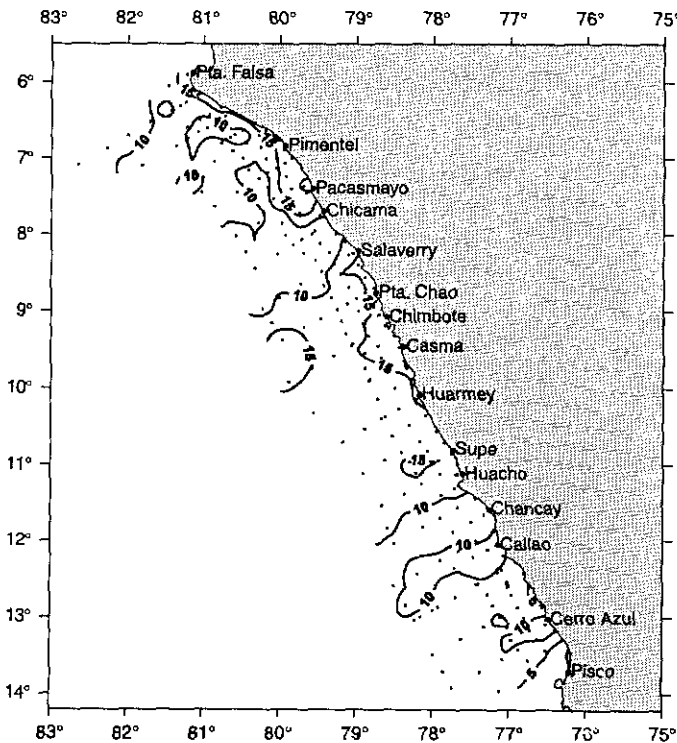


FIGURA 6. Distribución de Nitratos (ug-at/L) en la superficie del mar. Crucero 0008-09.

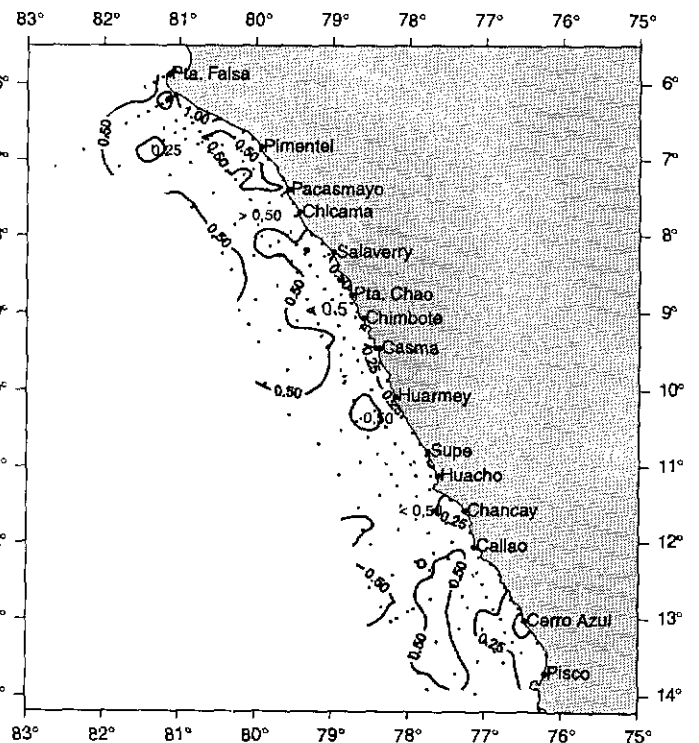


FIGURA 7. Distribución de Nitritos (ug-at/L) en la superficie del mar. Crucero 0008-09.

norte de Huarmey y, mayores de 1,5 ug-at/L entre Huarmey y Cerro Azul (Fig. 4); en el primer caso estas concentraciones se extendieron entre 20 a 25 mn de la costa, resultando bastante similares al promedio estacional (CALIENES *et al.* 1985), mientras que en la zona sur se extendieron mas allá de las 80 mn, sugiriendo una concentración mayor al mencionado promedio estacional.

La isolínea de 10,0 ug-at/L de SILICATOS asociados a las aguas frías, se extendieron en forma continua entre Punta Falsa y sur de Huacho, en algunas zonas hasta 30 mn de la costa (Fig. 5). Concentraciones mayores de 20 ug-at/L se localizaron próximas a la costa al sur de Punta Falsa, entre Chicama a Salaverry, Punta Chao y Casma y frente a Huacho, guardando cierta similitud con el promedio estacional. La zona al sur de Huacho donde las aguas frías se extendieron fuera de las 70 mn, presentó concentraciones moderadas de silicatos, en un rango de 5 a 10 ug-at/L.

La distribución de NITRATOS se presentó bastante irregular, aunque los núcleos de máxima concentración (>15 ug-at/L) mostraron una gran relación con las altas concentraciones de fosfatos y silicatos en la franja costera al norte de Huarmey, disminuyendo ligeramente hacia el sur y hacia el oeste (Fig. 6).

Las concentraciones de NITRITOS en la superficie del mar fueron predominantemente <1,0 ug/L, a excepción de una pequeña zona costera al sur de Punta Falsa, donde las concentraciones alcanzaron un máximo de 1,75 ug/L (Fig. 7). En esta misma zona se ubicaron altas concentraciones de fosfatos, silicatos y nitratos. Valores <0,5 se ubicaron principalmente entre el sur de Salaverry y Callao, y hasta cierto punto en relación inversa a los nitratos.

### Distribución vertical del oxígeno y clorofila-a

En la sección Punta Falsa (Fig. 8a), la oxiclina compuesta por 4 iso-oxígenas (entre 5 y 2 mL/L) se ubicó sobre los 50 m de profundidad. En esta misma capa se presentaron las mayores concentraciones de clorofila-a (entre 15 y 1 ug/L, Fig. 8b). Entre los 50 y 125 m se halló una capa muy homogénea de oxígeno (2 y 1 mL/L), en donde se ubicaron los mínimos valores de clorofila-a (>0,5 ug/L).

La mínima de oxígeno (0,5 mL/L), relacionada con el borde inferior de la Extensión Sur Corriente de Cromwell (ESCC), se ubicó entre 150 y 200 m en la sección Punta Falsa, profundidad ligeramente inferior a la media mensual, debido a cierta predominancia de las aguas frías que se proyectan hacia el noroeste. Esta mínima de oxígeno se profundiza lejos de la costa en las secciones de Pacasmayo, Chimbote y Callao, lo que no tiene relación con la ESCC.

En la sección Pacasmayo se apreció la predominancia de las Aguas Costeras frías, al elevarse hasta aproximadamente 50 m de profundidad la mínima de oxígeno, mientras que la de 1,0 mL/L se presentó a 15 m cerca de la costa (Fig. 9a). Por fuera de las 40 mn las dos iso-oxígenas mencionadas tendieron a profundizarse, lo que indicaría un alejamiento de la costa de la ESCC.

La clorofila-a en esta sección presentó concentraciones entre 5,45 a 0,5 ug/L entre los 0 y 50 m de profundidad y hasta 60 mn de la costa (Fig. 9b). Debajo de los 50 m se apreciaron concentraciones mayores de 0,25 ug/L dentro de las 30 mn y hasta los 100 m. Fuera de la distancia mencionada y a mayor profundidad se presentaron valores menores de 0,25 ug/L de clorofila-a.

Las secciones de Chimbote y Callao presentaron una distribución bastante similar y característica de las ACF. La mínima de oxígeno entre 30 y 40 m de profundidad dentro de las 15 mn de la costa, una oxiclina conformada por 4 iso-oxígenas hasta profundidades de 90 y 60 m respectivamente (Figs. 10a, 11a).

La clorofila-a en ambas secciones presentó las mayores concentraciones en la zona costera superficial (>12,5 ug/L), disminuyendo rápidamente con la profundidad (Figs. 10b, 11b). La capa de concentraciones mayores de 0,5 ug/L guarda una buena relación con los valores mayores 1,0 mL/L de oxígeno disuelto, principalmente con valores de 2 a 4 mL/L.

### Distribución vertical de nutrientes

Los nutrientes en general presentaron valores próximos a la media estacional de invierno.

En la sección Punta Falsa los fosfatos fluctuaron entre 0,55 y 2,34 ug-at/L, los silicatos entre 2,86 y 30,08 ug-at/L, nitratos entre 5,05 y 25,82 ug-at/L y nitritos de 0,02 a 2,75 ug-at/L (Figs. 12 a, b, c y d). En esta sección los nutrientes presentaron valores máximos en la zona costera hasta los 50 m de la superficie, relacionados con la profundidad del afloramiento y salinidades de 34,95 ups. Tanto los silicatos como los fosfatos mostraron un incremento en sus concentraciones a mayor profundidad, mientras que fosfatos y silicatos tuvieron valores bastante homogéneos.

En la sección Pacasmayo los fosfatos, silicatos, nitratos y nitritos presentaron concentraciones entre 0,55 y 2,88, 1,74 y 23,78, 7,19 y 20,97 y de 0,02 a 1,73 ug-at/L respectivamente (Figs. 13 a, b, c y d). Al igual que en la sección Punta Falsa, los nutrientes a excepción de los nitritos, alcanzaron los máximos superficiales en la zona costera (>de 1,0 mg-at/L hasta 30 mn de la costa), disminuyendo hacia el oeste; asimismo las máximas concentraciones en la columna de agua se presentaron próximas a la plataforma continental.

La aproximación de las Aguas Subtropicales frente a Chimbote dio lugar a una ligera disminución de los fosfatos en la superficie del mar, aunque tanto los silicatos como los nitratos presentaron valores bastante similares a las secciones anteriormente mencionadas. En esta sección los nutrientes se presentaron en los rangos siguientes: 0,73 y 2,24 ug-at/L de fosfatos; 5,9 y 24,54 ug-at/L de silicatos; 9,38 y 24,24 ug-at/L de nitratos y de 0,02 a 0,88 ug-at/L de nitritos (Figs. 14 a, b, c y d).

La zona de afloramiento frente al Callao se manifestó dentro de 20 mn y a profundidades menores de 100 m,

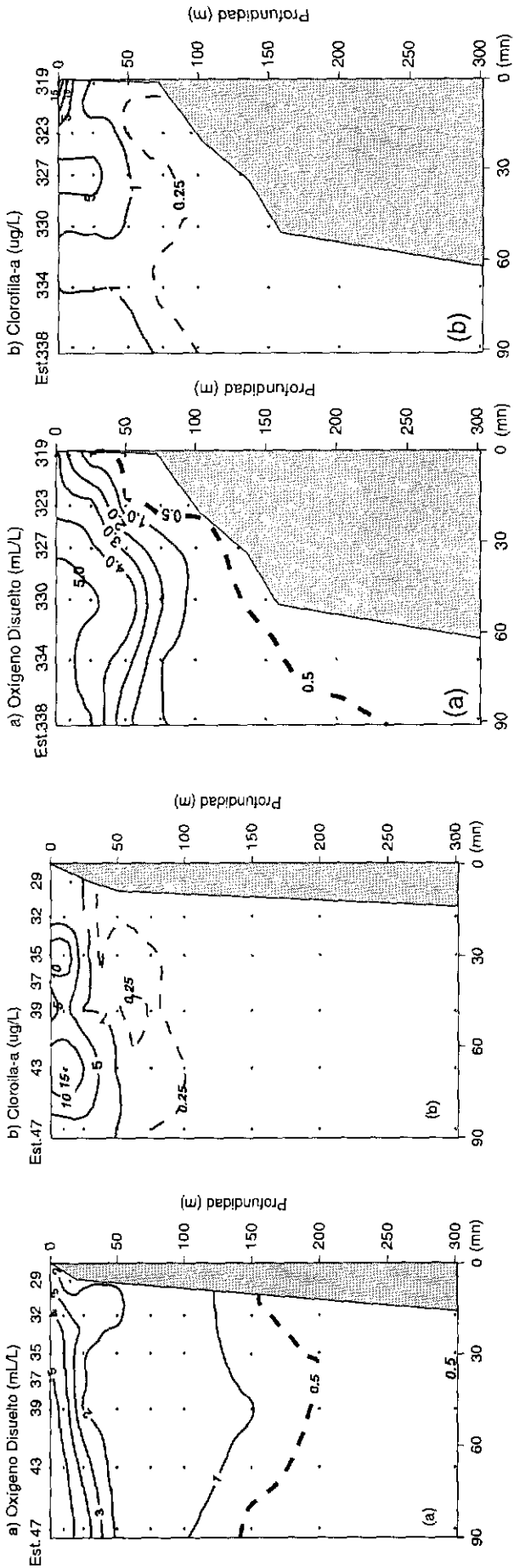


FIGURA 8. Distribución Vertical de Oxígeno (mL/L) y Clorofila-a (ug/L).  
Sección Punta Falsa (29 de agosto 2000). Cruceiro 0008-09

FIGURA 10. Distribución Vertical de Oxígeno (mL/L) y Clorofila-a (ug/L).  
Sección Chimbote (10 de setiembre 2000). Cruceiro 0008-09

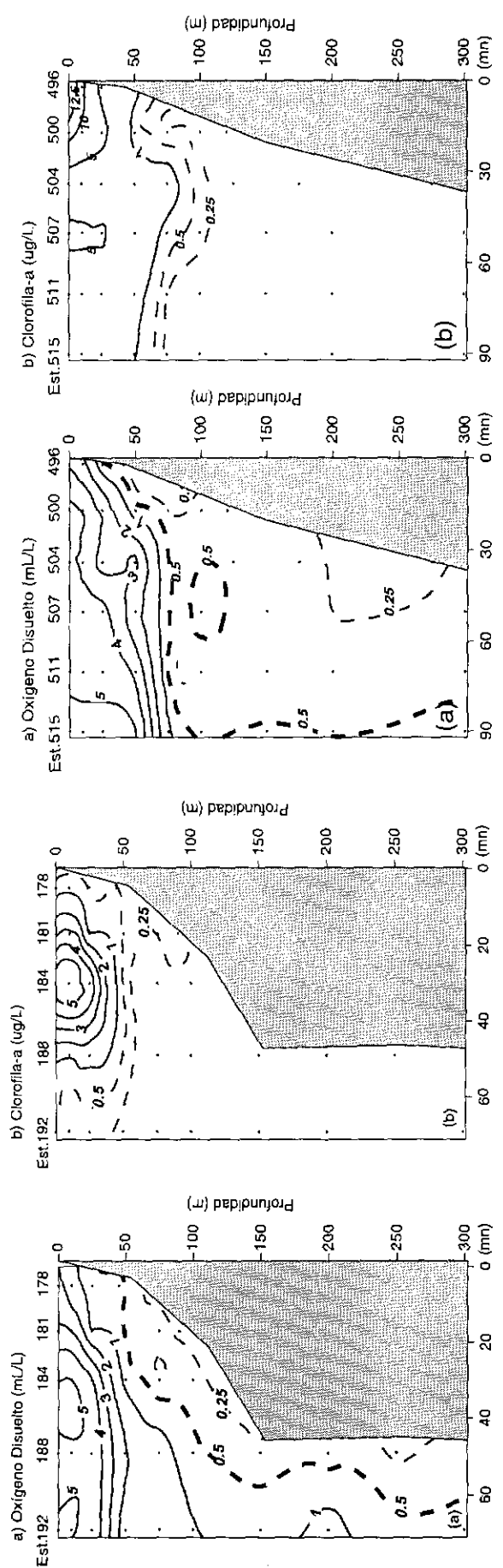


FIGURA 9. Distribución Vertical de Oxígeno (mL/L) y Clorofila-a (ug/L).  
Sección Pacasmayo (3 y 4 de setiembre 2000). Cruceiro 0008-09

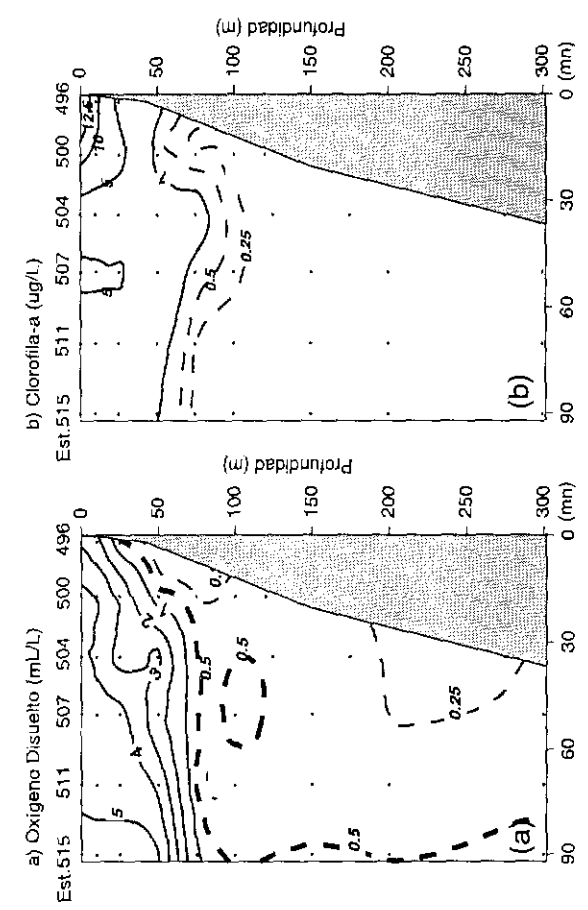


FIGURA 11. Distribución Vertical de Oxígeno (mL/L) y Clorofila-a (ug/L).  
Sección Callao (16-17 setiembre 2000). Cruceiro 0008-09

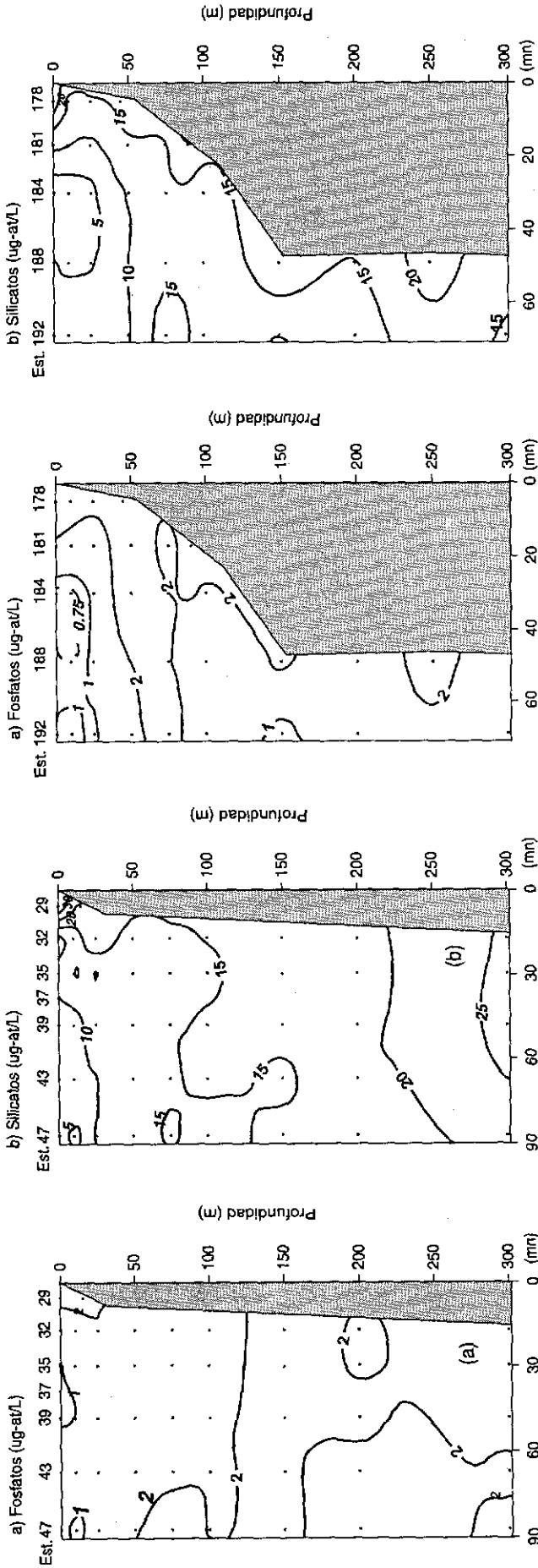


FIGURA 12. Distribución Vertical de Nutrientes (ug-at/L). Sección Punta Falsa (29 de agosto 2000). Crucero 0008-09

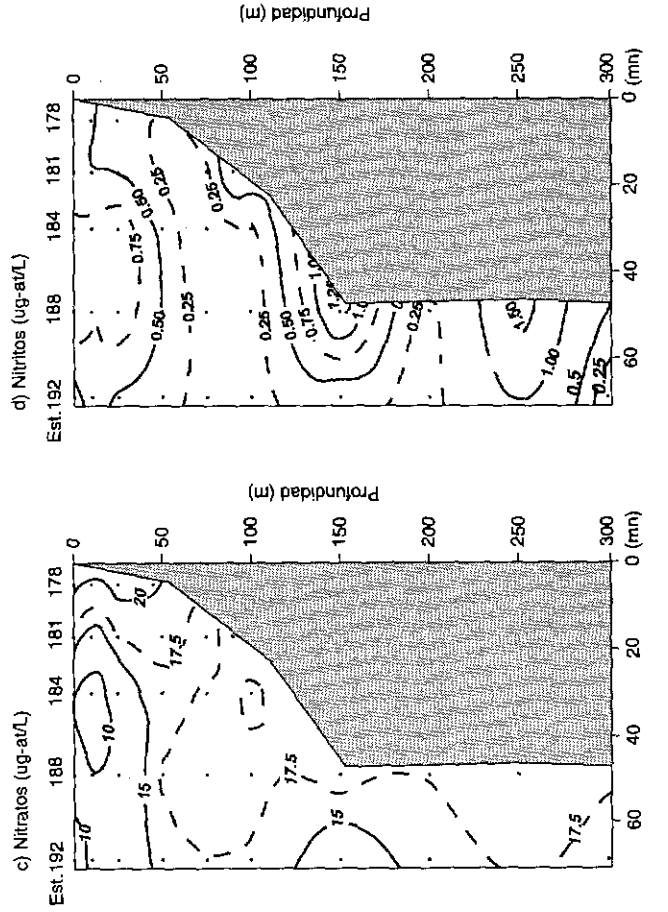


FIGURA 13. Distribución Vertical de Nutrientes (ug-at/L). Sección Pacasmayo (3-4 de setiembre 2000). Crucero 0008-09

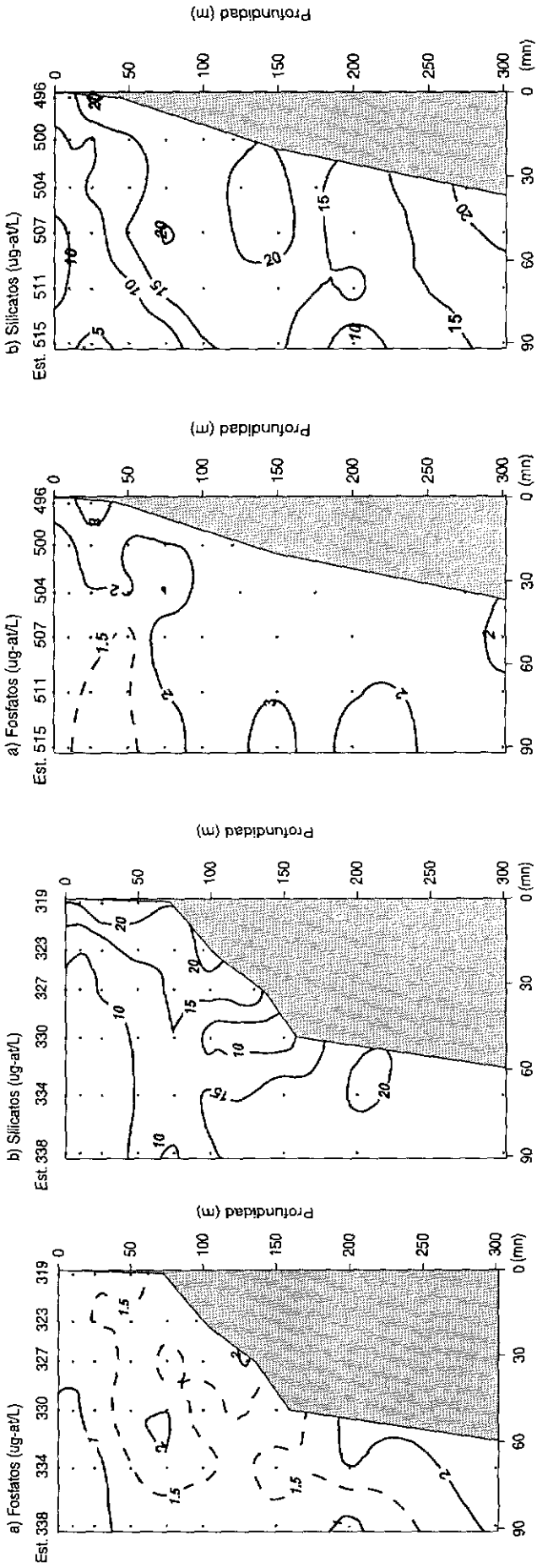


FIGURA 14. Distribución Vertical de Nutrientes (ug-at/L). Sección Chimbote (10 de septiembre 2000). Cruceiro 0008-09

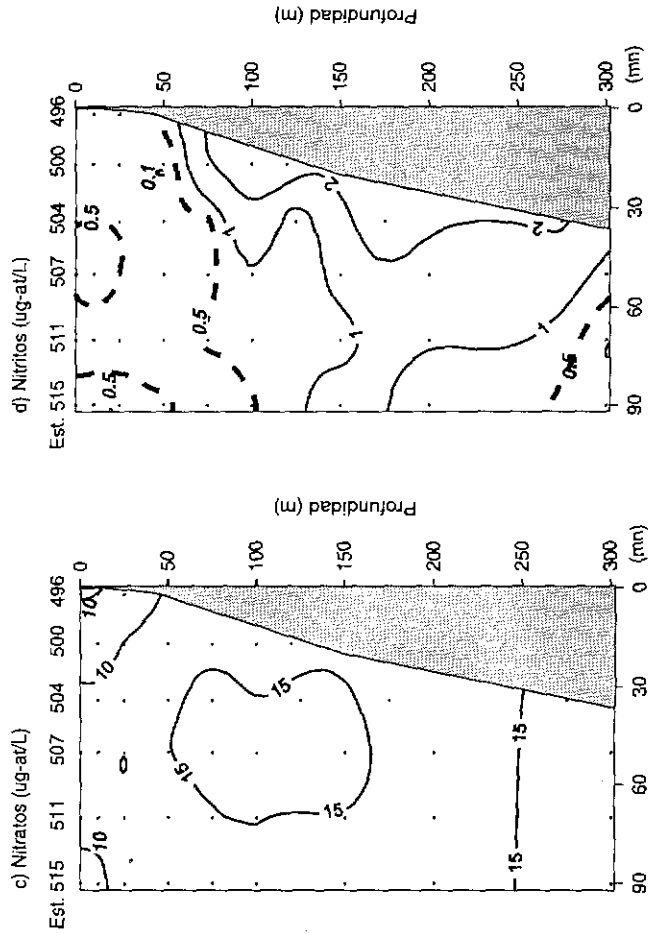


FIGURA 15. Distribución Vertical de Nutrientes (ug-at/L). Sección Callao (16-17 de septiembre 2000). Cruceiro 0008-09



en donde se ubicaron concentraciones mayores de 2 ug-ut/L de fosfatos y de 10 ug-at/L de silicatos y nitratos, con valores menores de 0,5 de nitritos (Figs. 15 a, b, c y d).

## CONCLUSIONES

1.- Se presentaron concentraciones < 4 mL/L de oxígeno relacionadas con aguas de afloramiento, cubriendo una franja continua de 25 a 30 mn entre Punta Falsa y Huacho.

2.- Concentraciones > 5 mL/L de oxígeno han estado asociadas a las Aguas Subtropicales Superficiales y a mezcla de aguas.

3.- La clorofila-a presentó concentración > 5 ug/L entre 10 y 50 mn de la costa, siendo en promedio mayor a las medias mensuales de agosto y setiembre.

4.- Los nutrientes (ug-at/L) en la superficie del mar presentaron en un rango de: 0,50 a 2,95 de fosfatos; 0,61 a 31,16 de silicatos; 1,52 a 20,05 de nitratos y 0,12 a 1,75 de nitritos

5.- En general, las concentraciones de nutrientes al norte de Huarney presentaron cierta similitud al promedio estacional, y ligeramente mayores entre Huacho y Pisco.

6.- En las secciones verticales frente a Punta Falsa y Pacasmayo, la oxiclina y los máximos valores de clorofila-a se presentaron sobre los 50 m de profundidad.

7.- La Extensión Sur de la Corriente de Cromwell se presentó replegada hacia el norte, observándose solamente frente a Punta Falsa.

## Perspectivas

De la interrelación del presente crucero con las diferentes fuentes de información sobre el medio ambiente, se puede deducir una continuación de condiciones ligeramente frías, que podrían prolongarse a los primeros meses del 2001, principalmente al sur de los 5°S, lo que no impide la común aproximación a la costa en el verano de las Aguas Subtropicales Superficiales.

## Referencias

- CALIENES, R., O. GUILLÉN y N. LOSTAUNAU. 1985. Variabilidad espacio temporal de clorofila, producción primaria y nutrientes frente a la costa peruana. Bol. Inst. Mar Perú 10(1):1-44.
- CARRIT, D. y J. CARPENTER. 1966. Comparison and evaluation of currently employed modifications of Winkler method for determination dissolved oxygen in sea water. J. Mar. Res. 24:286-318.
- CÓRDOVA, J. y M. SARMIENTO. 2001. Condiciones hidroquímicas del mar peruano durante el verano 2000. Inf. Inst. Mar Perú 159: 53-64.
- LORENZEN, C. 1967. Determination of chlorophyll and phaeopigments: spectrophotometric equations. Limnol. Oceanog. 12 (2):343-346.
- MORÓN, O. y C. ROBLES. 2001. Aspectos hidroquímicos durante la evaluación de la merluza peruana en el otoño 2000. Inf. Inst. Mar Perú 160: 99-106.
- MORÓN, O. y M. SARMIENTO. 2000. Características hidroquímicas durante el Crucero de Evaluación de Recursos Pelágicos 0006-07 BICs José Olaya Balandra y SNP-2 (no publicado).
- STRICKLAND, C. y T. PARSONS. 1968. Manual of the sea Water Analysis. Bul. Fis. Res. Bd. Canada.
- VÁSQUEZ, L. y E. TELLO. 1999. Condiciones oceanográficas del mar peruano durante el Crucero BIC José Olaya Balandra 9902-03, de Tumbes a Tacna. Inf. Inst. Perú 147: 71-82.