

OXÍGENO, CLOROFILA-A Y NUTRIENTES EN EL MAR PERUANO EN EL VERANO 2005

OXYGEN, CHLOROPHYLL-A AND NUTRIENTS IN PERUVIAN SEA IN SUMMER 2005

Georgina Flores¹ Jesús Ledesma¹

RESUMEN

FLORES G, LEDESMA J. 2009.- Oxígeno, clorofila-a y nutrientes en el mar peruano durante el verano 2005. *Inf Inst Mar Perú* 36(3-4): 101-108.- El estudio se realizó durante el Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos BIC Olaya y SNP2 0502-04, entre Puerto Pizarro (Tumbes) e Ilo (Moquegua). La concentración de oxígeno disuelto en la superficie del mar fue alta (>5 mL/L) debido a la presencia de las aguas subtropicales superficiales (ASS) y a los procesos de actividad fotosintética; en las áreas de afloramiento las concentraciones fueron <4 mL/L asociadas a temperaturas <19 °C. Los valores de clorofila-a en superficie variaron de 1,0 a 36 ug/L; la isolinia de 1,0 ug/L delimitó las áreas de menor producción biológica. Los nutrientes, en gran parte del área en estudio, se caracterizaron por concentraciones de fosfatos <1,0 ug-at/L; y los silicatos y nitratos fueron <5 ug-at/L. PALABRAS CLAVE: oxígeno, clorofila-a, nutrientes, verano 2005, mar peruano.

ABSTRACT

FLORES G, LEDESMA J. 2009 Oxygen, chlorophyll-a and nutrients in the Peruvian sea in summer 2005. *Inf Inst Mar Perú* 36(3-4): 101-108.- The study was conducted during the Hydroacoustic Assessment of Pelagic Resources RV Olaya and SNP2 0502-04 cruise, from Puerto Pizarro (Tumbes) to Ilo (Moquegua). The concentration of dissolved oxygen in sea surface was high (>5 mL/L) due to the presence of the Subtropical Surface Water (SSW) and the processes of photosynthetic activity; in upwelling areas, concentrations were <4 mL/L associated with temperatures <19 °C. The values of surface chlorophyll-a ranged from 1.0 to 36 ug/L, the isoline of 1.0 ug/L delineated the areas of least biological productivity. Nutrients, mainly in the study area were characterized by phosphate concentrations <1.0 ug-at / L, and the silicate and nitrate were <5 ug-at/L. KEYWORDS: oxygen, chlorophyll-a, nutrients, summer 2005, Peruvian sea

INTRODUCCIÓN

El Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos BIC Olaya y SNP2 0502-04 se desarrolló del 20 febrero al 4 de abril del 2005, entre Puerto Pizarro (Tumbes) e Ilo (Moquegua). En el segundo semestre 2004, las condiciones oceanográficas frente a la costa peruana mostraron marcadas alteraciones, principalmente al norte de los 10°S, debido al arribo de continuas ondas Kelvin que elevaron la temperatura alrededor de 2 °C; como consecuencia se observó presencia atípica de aguas ecuatoriales superficiales (AES) en invierno y primavera, baja concentración de nutrientes, reducción del afloramiento, entre algunos de los efectos anómalos observados (Cruceros 0408-09, 0409-10, 0411).

En diciembre 2004 se registró una reactivación del afloramiento costero, con aguas frías de poco contenido de oxígeno con proyección al norte, replegando a las Aguas Ecuatoriales; en enero 2005 (Crucero demersal 0501-02) las condiciones frente a la costa peruana fueron frías en toda el área evaluada, a excepción del norte de los 4°S donde las condiciones ambientales fueron

normales y favorables para el recurso anchoveta.

Se presentan los resultados de las condiciones químicas observadas en superficie y en las capas subsuperficiales del mar peruano, durante el Crucero de verano 0502-04.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se efectuó en el área comprendida entre Puerto Pizarro (Tumbes) e Ilo (Moquegua), del 20 febrero al 4 abril del 2005. Se realizó un total de 442 estaciones oceanográficas, de las cuales 42 fueron estaciones hidrográficas. Las observaciones se llevaron a cabo siguiendo el trayecto de la carta de posiciones (Fig. 1).

Se colectaron 460 muestras para oxígeno disuelto, 423 para nutrientes y 331 para clorofila-a. La toma de muestras superficiales se realizó mediante un balde plástico; las de profundidad con botellas Niskin a niveles estándar (10, 25, 50, 75, 100, 150, 200 y 300 m). La determinación de oxígeno disuelto se realizó a bordo, empleando el método de WINKLER modificado por CARRIT y CARPENTER (1966). Para fosfatos,

silicatos, nitratos y nitritos se utilizaron las técnicas y modificaciones de STRICKLAND y PARSONS (1972) y UNESCO (1983) con el espectrofotómetro Lambda 40P marca Perkin Elmer.

Las muestras de agua para determinación de clorofila-a fueron filtradas con filtros Whatman GF/F y preservadas en congeladora hasta su análisis en laboratorio. En la determinación de clorofila-a se aplicó el método fluorométrico de HOLM-HANSEN et al., 1965 y YENTSCH y MENZEL 1963, usando un equipo Turner Designs Modelo 10 AU 005.

RESULTADOS

EN LA SUPERFICIE DEL MAR

Oxígeno disuelto

Se registraron concentraciones de 2,5 a 10,20 mL/L. Los valores de 5 a 6 mL/L predominaron más allá de las 20 mn, de Supe a Callao y al sur de Chala. El contenido de 7 a 10 mL/L estuvo relacionado a una alta actividad fotosintética, se hallaron pequeños núcleos frente a Huacho, Chancay, Callao y de

1. Unidad de investigaciones Oceanografía Química DIO. IMARPE, gflores@imarpe.pe jledesma@imarpe.pe

Atico a Ilo. Las concentraciones <4 mL/L indicaron zonas restringidas del afloramiento costero, el cual estuvo desarrollándose dentro de las 20 mn frente a Pimentel - Chicama, Casma - Huarney y de Punta Infiernillos - San Juan (Fig. 2a).

Clorofila-a

Se hallaron concentraciones entre 0,21 y 36,42 ug/L, de distribución irregular. En toda el área de estudio se registraron contenidos >1,0 ug/L; las áreas de Pimentel a Chancay resaltaron con 2 a 7 ug/L hasta las 100 mn. Las bajas concentraciones <1 ug/L (0,20 - 0,50 ug/L) han estado relacionadas con la máxima temperatura (24,0 °C) y salinidad (35,3 ups); se ubicaron en los extremos del área de estudio, como pequeños núcleos frente a Pimentel, y otro entre Pucusana y Morro Sama (Fig. 2b).

Nutrientes

Los FOSFATOS de 0,14 a 3,06 ug-at/L. A excepción de reducidas zonas de Talara a Paita y de Salaverry a Punta Chao, la isolínea de 1,0 ug-at/L se presentó a lo largo de la zona costera, alcanzando distancias de hasta 60 mn de la costa. Los valores <2,0 ug-at/L se desarrollaron frente a las áreas de Punta La Negra a Chicama y de Chancay a San Juan, en una angosta franja costera indicando afloramiento costero. En gran parte del área de estudio predominaron valores <1 ug-at/L de fosfatos por la presencia de las ASS, aguas de mezcla y altos contenidos de oxígeno (Fig. 3a).

Los SILICATOS variaron de 0,81 a 31,59 ug-at/L; mostraron una distribución muy semejante a los fosfatos, con la isolínea de 5 ug-at/L que delimitó el área de las altas y bajas concentraciones; esta isolínea se presentó entre 20 a 60 mn de la costa, registrándose las mayores extensiones al sur de Supe. En las áreas de afloramiento - como son de Punta La Negra a Pimentel, Huarney a Callao y de Bahía Independencia a Ilo) predominaron valores >10 ug-at/L; las cifras <5 ug-at/L estuvieron asociados a las ASS (Fig. 3b).

La alta concentración de silicatos (30 ug-at/L) observado entre Bahía Independencia y San Juan parecería ser el resultado de procesos de regeneración in situ por un mayor aporte de este nutriente en la columna de agua.

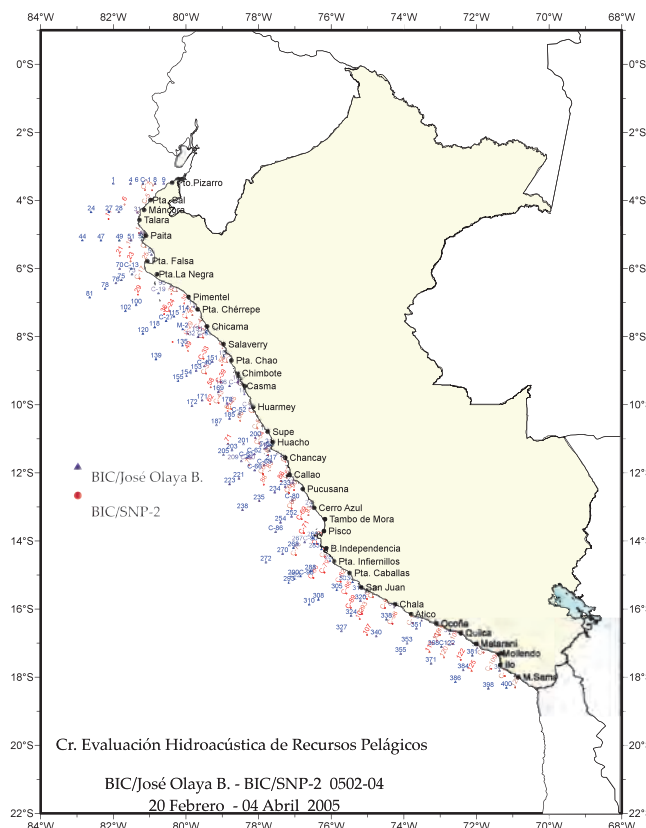


Figura 1.- Ubicación de Estaciones. Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos. BIC/José Olaya B. - BIC/SNP-2 0502-04

Los NITRATOS variaron de 0,22 a 12,62 ug-at/L; predominaron las concentraciones <5 ug-at/L por el mayor consumo del nitrógeno en la fotosíntesis. Pequeños núcleos de 10 ug-at/L se localizaron en Paita, Punta La Negra, entre Pimentel y Chicama y en Salaverry (Fig. 4a).

El rango de NITRITOS varió de 0,0 a 1,60 ug-at/L. Las concentraciones de 1,0 ug-at/L se localizaron cerca de la zona costera frente a las áreas Punta La Negra - Chicama, Huarney - Supe y pequeños núcleos en Salaverry y Casma (Fig. 4b).

DISTRIBUCIÓN VERTICAL

Sección Puerto Pizarro

Frente a Puerto Pizarro, el OXÍGENO DISUELTTO presentó una oxiclina de 3 isoxígenas (3-5 mL/L) sobre los 30 m de profundidad, asociado a la presencia de las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) con temperaturas >22 °C y salinidades <34,8 ups. La isoxígena de 1,0 mL/L se ubicó entre los 190 a 220 m (Fig. 5a). La CLOROFILA-A en la estructura vertical mostró concentraciones menores a 1,0 ug/L debajo de los

15 m de profundidad; sin embargo, entre 0 y 10 m de profundidad se localizaron dos núcleos con valores de 1,0 ug/L entre 0 a 10 m a 90 mn y de 3,0 ug/L cerca de la zona costera (Fig. 6a).

La concentración de FOSFATOS en la capa de 0 a 25 m fue pobre (<1,0 ug-at/L) como efecto del ingreso de las AES. Alrededor de los 30 m se ubicó la isolínea de 1,0 ug-at/L; debajo de los 200 m de profundidad alcanzaron concentraciones >2,5 ug-at/L (Fig. 7a).

Los SILICATOS y NITRATOS mostraron distribución muy semejante, con valores <10 ug-at/L sobre los 25 m de profundidad, lo que da a entender que las AES no tuvieron gran influencia en su distribución (Figs. 7b, c). Los NITRITOS, en superficie y dentro de las 70 mn, presentaron concentraciones <0,25 ug-at/L y un núcleo en la zona oceánica de 1,0 ug-at/L (Fig. 7d).

Sección Paita

Presentó una OXICLINA entre 10 y 40 m con isoxígenas de 3 a 6 mL/L; alrededor de las 70 mn se presentó un núcleo con más de 6 mL/L de oxí-

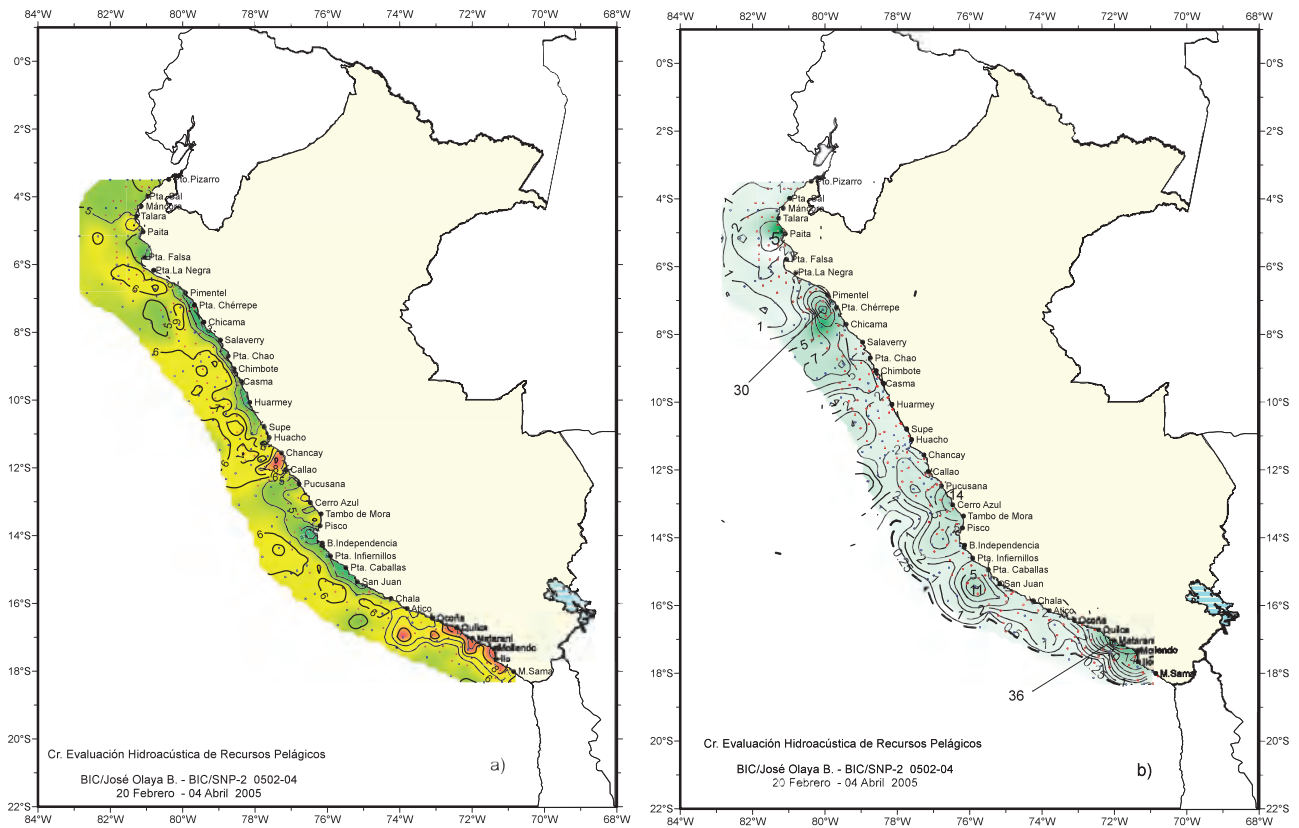


Figura 2.- Distribución superficial de a) oxígeno y b) Clorofila-a (ug/L). Cruceo de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos BIC/José Olaya B. - BIC/SNP-2 0502-04

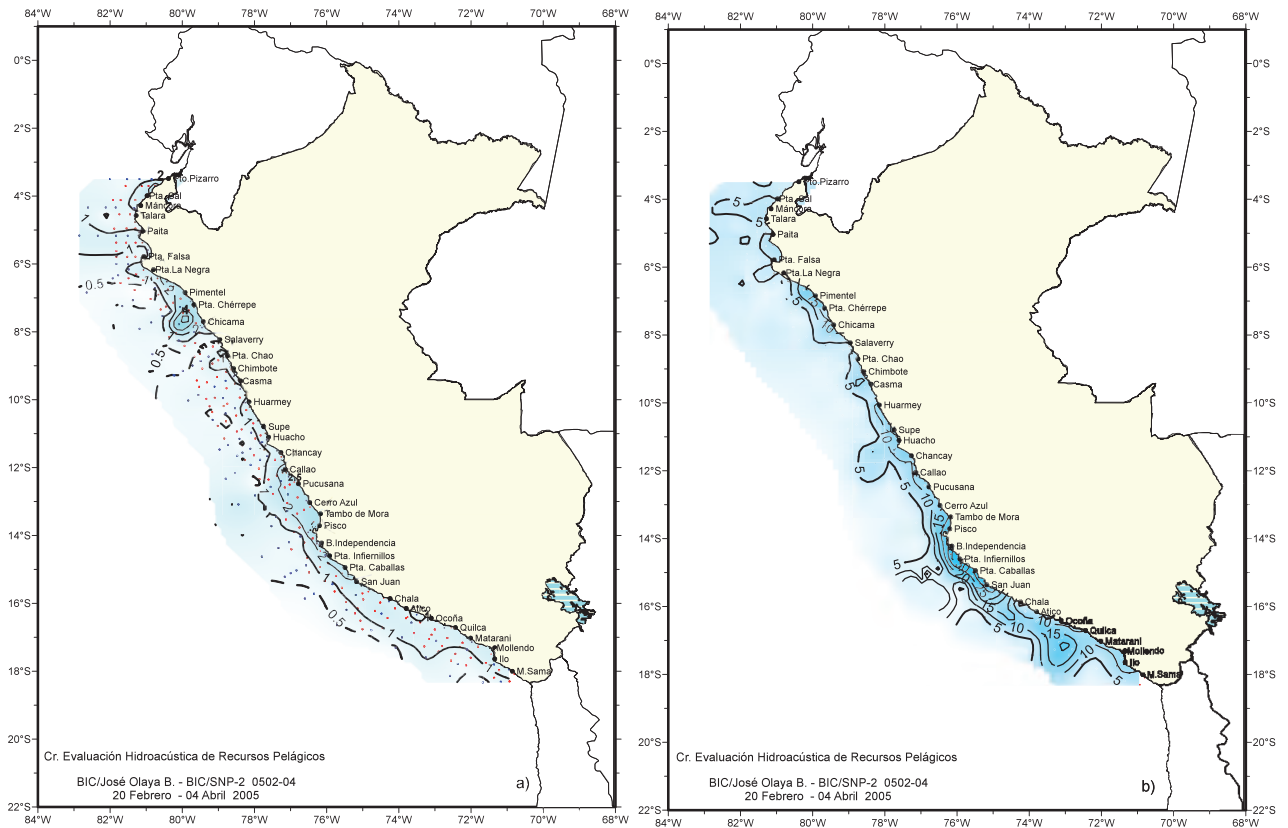


Figura 3.- Distribución superficial de a) fosfato (ug-at/L) y b) Silicatos (ug-at/L). Cruceo de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos BIC/José Olaya B. - BIC/SNP-2 0502-04

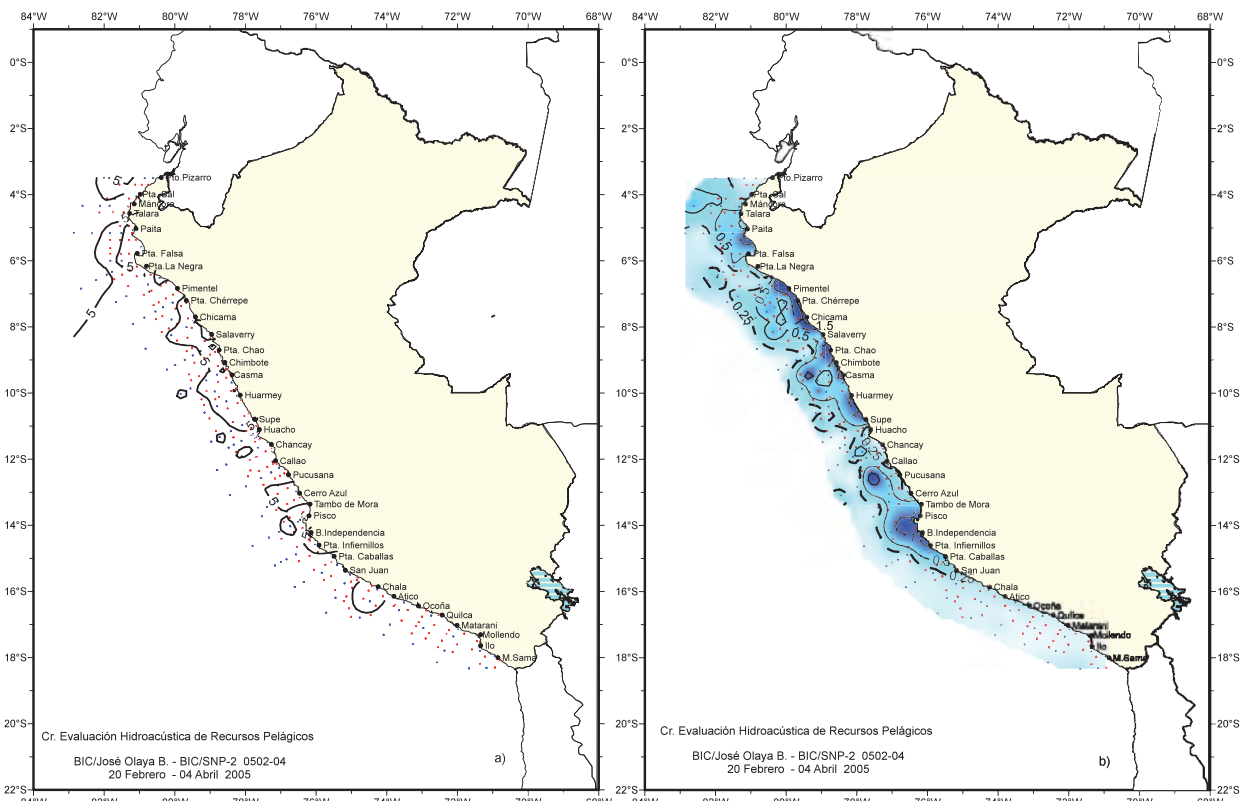


Figura 4.- Distribución superficial de a) Nitratos (ug-at/L) y b) Nitritos (ug-at/L). Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos BIC/José Olaya B. - BIC/SNP-2 0502-04

geno, relacionado con los procesos de fotosíntesis. Por la configuración de isoxígenas se puede mencionar que la Extensión Sur de la Corriente de Cromwell (ESCC) se presentó debilitada, como lo mostró la poca profundización de la isoterma de 15 °C, lo que está relacionado con mayor presencia de las Aguas Costeras Frías (ACF). La isoxígena de 1,0 mL/L se ubicó entre los 120 y 140 m de profundidad (Fig. 5b).

La distribución de CLOROFILA-A fue elevada, con 1 a 6 ug/L por encima de los 40 m y dentro de las 70 mn, el máximo valor (6 ug/L) se encontró en la capa subsuperficial (10 m) (Fig. 6b).

Los NUTRIENTES se caracterizaron por presentar en la capa superficial (sobre 25 m), concentraciones de fosfatos >1,5 ug-at/L, de silicatos y nitratos de 5 ug-at/L. Los nitratos y nitritos estuvieron muy relacionados observándose un agotamiento de los nitritos (0,0 ug-at/L) en la capa de 75 a 270 m (Fig. 8).

Sección Punta La Negra

Mostró la OXICLINA conformada por las isoxígenas de 6 a 2 mL/L sobre los 40 m. Siguiendo la configuración de la isoterma de 15 °C; la isoxígena de 1,0 mL/L presentó

cierta profundización hasta los 50 m alrededor de las 50 mn, ante la presencia o predominio de las ACF cerca de la costa (Fig. 5c).

La CLOROFILA-A se presentó en un rango de 1 a 4 ug/L, con el máximo subsuperficial de 4 ug/L a 10 m, las máximas concentraciones se localizaron dentro de las 50 mn. Valores mínimos (<0,25 ug/L) se registraron debajo de los 50 m de profundidad (Fig. 6c).

La capa superficial por fuera de las 30 mn presentó fosfatos, silicatos y nitratos <1,0 ug-at/L y de 5 ug-at/L, lo que se relaciona con presencia de ASS, pero cerca de la costa estos valores se elevaron moderadamente (Fig. 9).

Sección Chicama

La OXICLINA estuvo mejor desarrollada respecto a las secciones anteriores (Puerto Pizarro, Paita y Punta La Negra). Valores de oxígeno <4 mL/L y temperaturas <19 °C indicaron el desarrollo del afloramiento costero dentro de las 15 mn. La mínima de oxígeno se ubicó a 50 m dentro de las 50 mn, profundizándose mar afuera (Fig. 5d). La CLOROFILA-A tuvo valores de 1 a 8 ug/L indicando alta productivi-

dad a lo largo del perfil, asociada a los contenidos de oxígeno de 5 y 6 mL/L; las menores concentraciones (0,5 ug/L) se hallaron por debajo de los 25 y 50 m (Fig. 6d).

Chicama fue la zona que presentó más NUTRIENTES en la capa superficial, alto contenido de fosfatos (>1,0 ug-at/L), silicatos y nitratos (>5 ug-at/L) se hallaron dentro de las 50 mn, los que han estado relacionados a concentraciones <4 mL/L de oxígeno y temperaturas <19 °C (Figs. 10 a, b, c). Los nitritos presentaron concentraciones entre 0,5 y 1,0 ug.at/L dentro de las 50 mn y hasta 65 m de profundidad, asimismo debajo de los 180 m (Fig. 10d).

Sección Chimbote

Presentó una fortalecida OXICLINA sobre los 60 m de profundidad y hasta 70 mn de la costa, profundizándose mar afuera. La isoxígena de 1,0 mL/L se ubicó entre 10 y 65 m y a 90 mn de la costa. Valores de 3 y 4 mL/L asociados con temperaturas de 18 y 19 °C demarcaron el área de afloramiento costero dentro de las 15 mn de la costa (Fig. 5e).

Verticalmente la CLOROFILA-A presentó valores que fluctuaron entre 0,03 a 6,23 ug/L, sobre los 25 m de

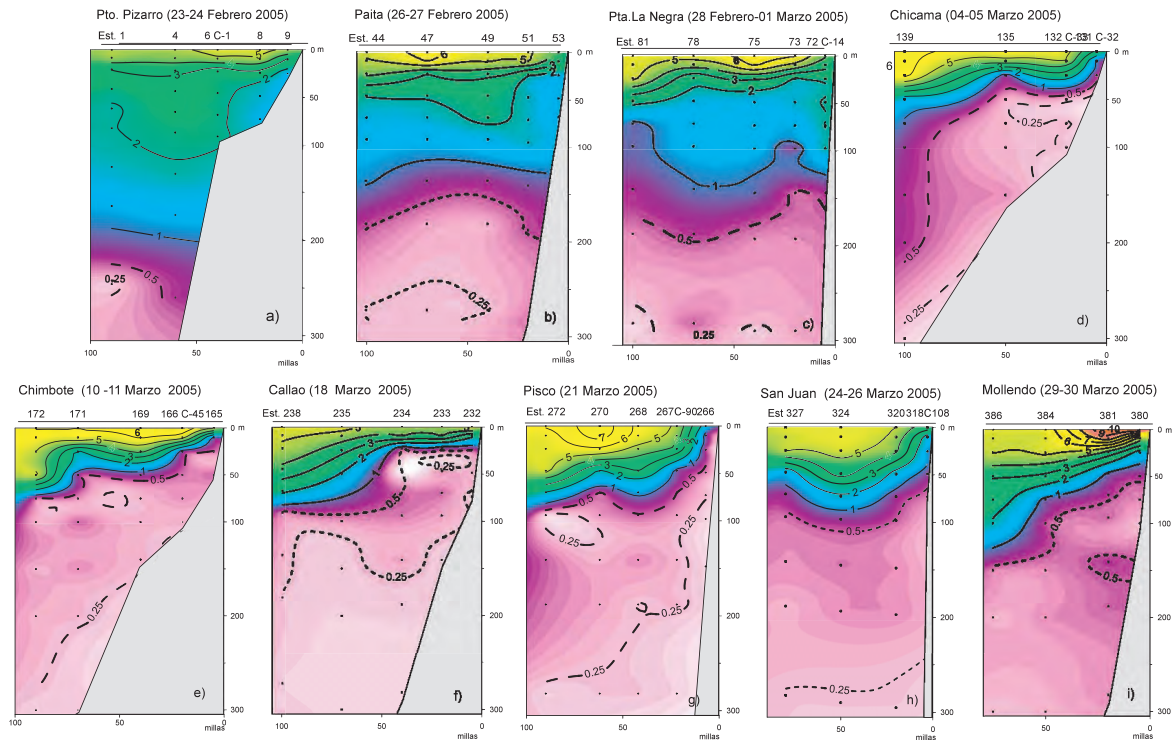


Figura 5.- Distribución vertical de oxígeno en las secciones frente a: a) Puerto Pizarro, b) Paita, c) Punta Negra, d) Chicama, e) Chimbote, f) Callao, g) Pisco, h) San Juan, i) Mollendo. Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos BIC/José Olaya B. - BIC/SNP-2 0502-04

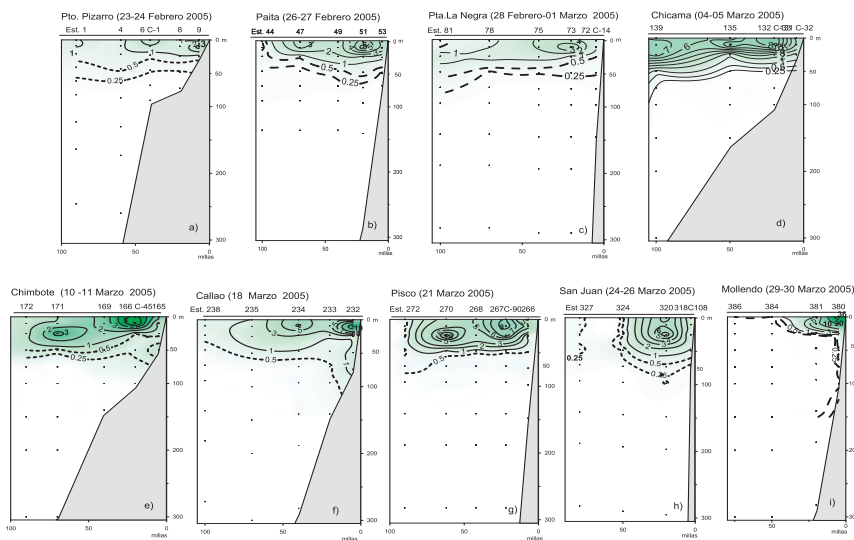


Figura 6.- Distribución vertical de clorofila-a. Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos BIC/José Olaya B. - BIC/SNP-2 0502-04

profundidad hasta las 70 mn. Se registraron dos núcleos >3 ug/L, a 10 y 25 m de la superficie y alrededor de las 25 y 70 mn. Por debajo de los 40 m de profundidad se hallaron concentraciones <0,5 ug/L (Fig. 6e).

Los NUTRIENTES fueron pobres en la capa superficial (<1,0 ug-at/L de fosfatos y <5 ug-at/L de silicatos y nitratos), valores característicos de las ASS, aguas que anteriormen-

te habían mostrado una marcada aproximación a la costa (Fig. 11).

Sección Callao

Frente al Callao la OXICLINA estuvo compuesta por cuatro isoxígenas (1-4 mL/L) sobre los 20 m de profundidad y dentro de las 40 mn; las isoxígenas se encontraron muy concentradas y relacionadas a temperaturas <19 °C; se debilitaron por

fuera de las 45 mn debido al ingreso de las ASS. La isoxígena de 1,0 mL/L se ubicó sobre los 70 m en la parte oceánica y alrededor de los 25 m de profundidad dentro de las 40 mn (Fig. 5 f).

La CLOROFILA-A, a distancias de 5 y 40 mn de la costa, presentó dos máximos subsuperficiales a 10 m de profundidad, con valores de 19 y 7 ug/L, respectivamente. Valores <1 ug/L por fuera de las 70 mn señalaron la presencia de las ASS (Fig. 6 f).

En el Callao, al igual que en Chimbote, el contenido de NUTRIENTES fue bajo por presencia de ASS; pero en la zona costera se observó más consumo de nitratos e incremento de nitritos (1,0 – 2,5 ug-at/L) por el alto contenido de clorofila-a (19 ug/L) (Fig. 12).

Sección Pisco

La OXICLINA se ubicó sobre los 80 m de profundidad más allá de las 40 mn; mostró un ascenso dentro de las 30 mn por efecto del afloramiento costero, relacionado a concentraciones <4 mL/L y temperaturas <18 °C; el alto contenido de oxígeno (>5 mL/L) fue asociado al ingreso de las ASS y a la actividad fotosintética por fuera de las 50 mn (Fig. 5g). La CLOROFILA-A presentó sus máxi-

mos (1-7 ug/L) dentro de las 80 mn y hasta 45 m de profundidad; por fuera de estas áreas las concentraciones fueron <1 ug/L (Fig. 6g).

La aproximación de las ASS a la costa también afectó la presencia de las altas concentraciones de NUTRIENTES frente a Pisco, observándose valores <1,0 ug-at/L de fosfatos y 5,0 ug-at/L de silicatos fuera de las 20 mn, asociado al hundimiento de la nutriclina (Fig. 13).

Sección San Juan

La OXICLINA conformada por isoxígenas de 5 a 1 mL/L se presentó algo debilitada, se ubicó entre 25 y 80 m de profundidad por fuera de las 50 mn, y ascendió cerca de la costa. El afloramiento, con valores <4 mL/L estuvo muy restringido a la costa (15-20 mn). La isoxígena de 1 mL/L se localizó entre 25 y 75 m (Fig. 5h).

Las concentraciones más elevadas de CLOROFILA-A (1-5 ug/L) se encontraron en la capa eufótica dentro de las 50 mn; más allá de esta distancia los valores fueron <1 ug/L (Fig. 6h).

NUTRIENTES: Fosfatos <1,0 ug-at/L y silicatos <5,0 ug-at/L, se registraron fuera de las 40 mn. En toda la capa superficial, los nitratos fueron <5,0 ug-at/L y nitritos <0,25 ug-at/L (Fig. 14).

Sección Mollendo

Dentro de las 40 mn las concentraciones de OXÍGENO DISUELTTO fueron muy elevadas (7-10 mL/L) en la capa de 0 a 20 m. Estos valores se elevaron por un bloom fitoplanctónico. La oxiclina se debilitó por fuera de las 40 mn por la aproximación de las ASS (Fig. 5i).

Las concentraciones >1,0 ug/L de CLOROFILA-A se registraron en un área muy reducida en la zona costera, dentro de las 30 mn y en una capa muy superficial (25 m). A una distancia de 5 mn de la costa, a nivel superficial se localizó un núcleo con 36 ug/L (Fig. 6i).

Los NUTRIENTES en la capa de 0 a 40 m y por fuera de las 30 mn fue pobre por la advección de las ASS (Fig. 15).

DISCUSIÓN

En el verano y comienzos de otoño (Crucero 0502-04) los NUTRIENTES

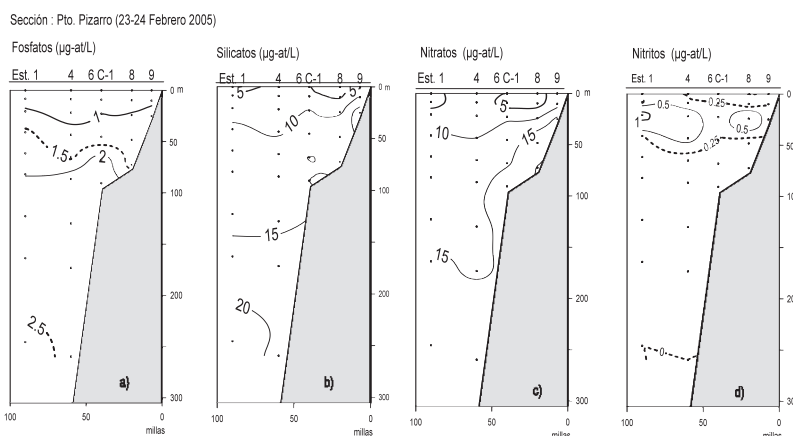


Figura 7.- Distribución vertical de nutrientes frente a Puerto Pizarro. Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos BIC/José Olaya B. - BIC/SNP-2 0502-04

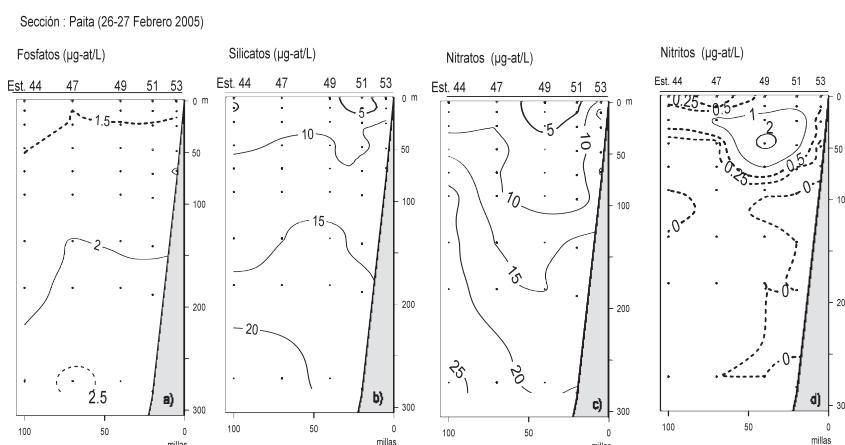


Figura 8.- Distribución vertical de nutrientes frente a Paita. Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos BIC/José Olaya B. - BIC/SNP-2 0502-04

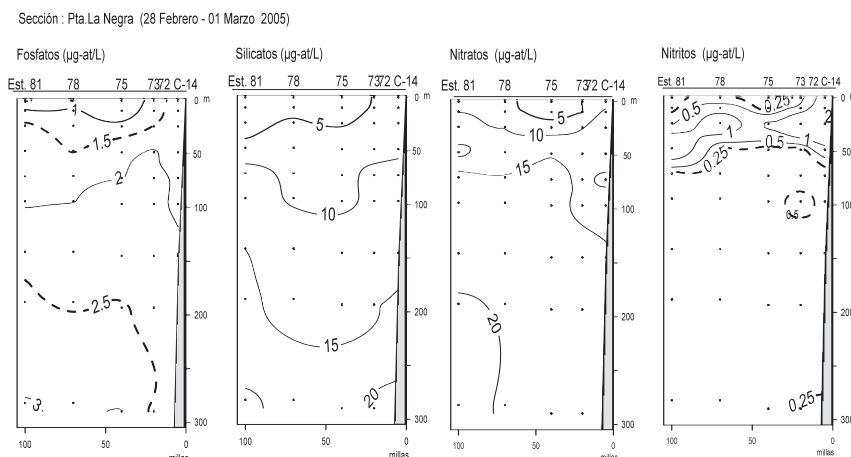


Figura 9.- Distribución vertical de nutrientes Sección Punta Negra. Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos BIC/José Olaya B. - BIC/SNP-2 0502-04

tuvieron concentraciones bajas, propias de la estación de verano (fosfatos <1,0 ug-at/L, silicatos <5 ug-at/L). Las AES al norte de los 4°S y la aproximación de las ASS a la costa frente a Pimentel, Huarmey, Huacho, Cerro Azul y de Chala a Ilo influenciaron las concentraciones de nutrientes.

El alto contenido de fosfatos (>2,0 ug-at/L) y silicatos (> 10 ug-at/L) en la superficie del mar y cerca a la costa (Punta La Negra – Chicama; Huarmey - San Juan) fueron mayores que los promedios estacionales hallados por CALIENES et al. (1985) y estuvieron asociados a las áreas

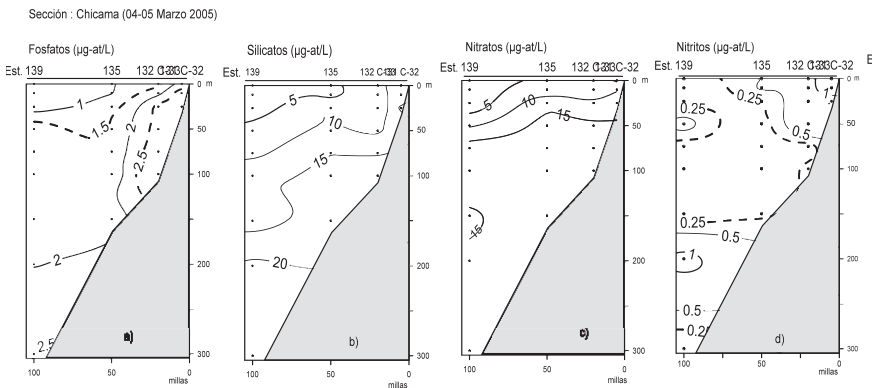


Figura 10.- Distribución vertical de nutrientes frente a Chicama. Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos BIC/José Olaya B. - BIC/SNP-2 0502-04

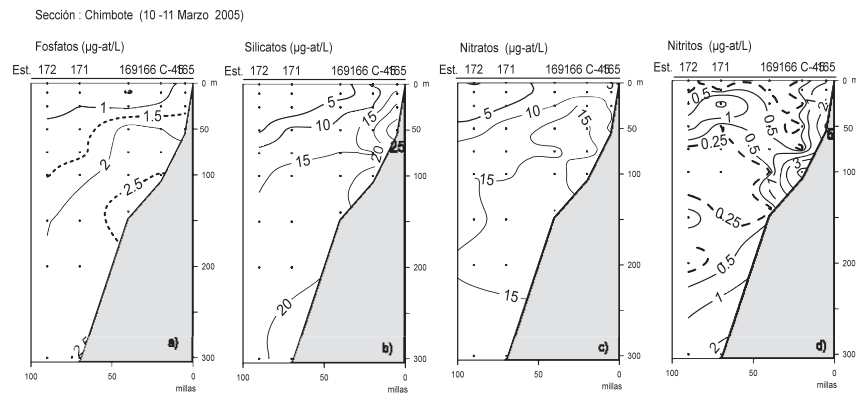


Figura 11.- Distribución vertical de nutrientes frente a Chimbote. Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos BIC/José Olaya B. - BIC/SNP-2 0502-04

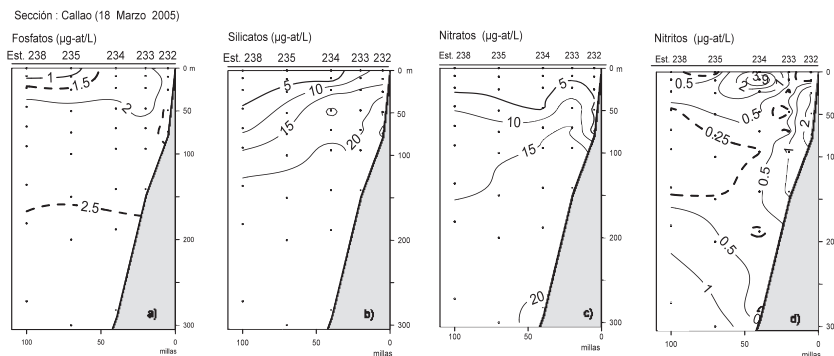


Figura 12.- Distribución vertical de nutrientes frente a Callao. Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos BIC/José Olaya B. - BIC/SNP-2 0502-04

de afloramiento <4 mL/L de oxígeno, temperaturas <19 °C y salinidad de 35 ups. En gran parte del área de estudio hubo un mayor consumo de nitratos por especies del fitoplancton; por ello se encontraron pequeños núcleos de 10 µg-at/L frente a Paita, Punta La Negra, sur de Pimentel y Salaverry.

En la superficie del mar predominaron CONCENTRACIONES DE OXÍGENO >5 mL/L, por la alta actividad foto-

sintética y la presencia de floraciones algales propias de la estación de verano. El incremento de clorofila-a frente a Chicama (30 µg/L) y Punta Chao (12 µg/L), Cerro Azul (14 µg/L) y Mollendo (36 µg/L) se debió a la presencia de organismos fitoplanctónicos productores de mareas rojas (*Prorocentrum minimum*, *P. micans*, *Akashiwo sanguineum*).

Cabe destacar que frente al área de Paita a Chicama y de Pisco a Atico,

dentro de las 30 mn; y en Chicama, Chimbote, Callao y Pisco por fuera de las 60 mn, se hallaron altos contenidos de CLOROFILA-A, que indicaron buenas concentraciones de fitoplancton, fuente de alimento para la anchoveta especialmente al norte de Callao, donde se registraron los mayores cardúmenes de anchoveta. En menor proporción ocurrió en el área de Bahía Independencia a Chala.

La DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE OXÍGENO presentó valores <4 mL/L, localizados dentro de las 10 y 20 mn de la costa, a excepción del Perfil Mollendo en donde el área estuvo ocupada por concentraciones de 6 a 10 mL/L hasta los 20 m de profundidad.

En las secciones de Puerto Pizarro, Paita y Punta La Negra la isoxígena de 1,0 mL/L se ubicó entre 75 y 220 m de profundidad; en Chicama, Chimbote, Callao, Pisco y San Juan fue más superficial (10 y 75 m); y en Mollendo más profunda (50 y 140 m).

En el Crucero 0402-04, las áreas de mayor concentración de nutrientes estuvieron restringidas y muy replegadas hacia la zona costera, debido a una mayor penetración de las ATS y AES hasta los 6°30'S Punta Falsa - Chimbote, Chancay - Cerro Azul, Bahía Independencia, San Juan - Ilo dentro de las 70 mn y a una mayor advección hacia la costa de las ASS.

Los valores de oxígeno en la franja costera fueron muy altos (>6 mL/L) frente a Punta Falsa-Chimbote debido a la actividad fotosintética y a los bloom fitoplanctónicos que se presentaron en la franja costera con gran frecuencia, este escenario favoreció a la distribución de anchoveta especialmente al norte de Callao en donde se encontraron las mayores concentraciones de cardúmenes.

Frente a Mollendo, una característica peculiar fue la presencia de un núcleo de 12 mL/L de oxígeno asociado a concentraciones de 177 µg/L de clorofila-a que fue ocasionado por dinoflagelados productores de mareas rojas.

En los cruceros 0402-03 y 0502-04 la distribución de oxígeno y clorofila-a presentaron concentraciones altas que fueron diferentes al verano del 2003 (Crucero 0302-03).

CONCLUSIONES

1. Los procesos de afloramiento costero se desarrollaron dentro de las 10 mn de la costa con valores <4 mL/L de oxígeno, temperaturas <19 °C, salinidad de 35 ups y altos contenidos de nutrientes (> 1,0 ug-at/L de fosfatos, > 5 ug-at/L de silicatos).
2. En el verano 2005 (Crucero 0502-04) y en el verano 2004 (Crucero 0402-03) la distribución latitudinal de oxígeno y de clorofila-a, presentaron valores altos, lo que favoreció el desarrollo del recurso anchoveta en ambos años, pero con una mayor amplitud longitudinal en el año 2005.
3. En la superficie del mar la isolinéa de 1,0 ug-at/L de fosfatos y la de 5 ug-at/L de silicatos y nitratos, estuvieron replegadas hacia la costa por la influencia de las ASS, aguas de mezcla y al consumo de estos nutrientes por especies fitoplanctónicas.

AGRADECIMIENTOS.- Nuestro especial agradecimiento y reconocimiento al personal del Área de Hidroquímica que contribuyó con los análisis de nutrientes y clorofila-a; y al Área de Fitoplancton por la información brindada.

REFERENCIAS

CALIENES R, GUILLÉN O, LOSTAUNAU N. 1985. Variabilidad espacio temporal de clorofila, producción primaria y nutrientes frente a la costa peruana. Bol Inst Mar 10(1): 1- 44 pp.

CARRIT D, CARPENTER J. 1966. Comparison and evaluation of currently employed modification of the Winkler Method for determining dissolved oxygen in sea water. J Mar. Res. 24:286-318.

HOLM-HANSEN A, LORENZEN C, HOLMES R, STRICKLAND J. 1965. Fluorometric determination of chlorophyll. J. Cons. Perm. Inst. Explor. Mer. 30: 3-15.

STRICKLAND J, PARSONS T. 1972. Practical Handbook of Sea water Analysis. Fisheries Board of Canada Ottawa. Bulletin 167.

UNESCO. 1983. Chemical methods for use in marine environmental monitoring. Intergovernmental Oceanographic Commission Manual and Guides 12. 53 pp. Manual y Guías N° 12.

YENTSCH C, MENZEL D. 1963. A method for determination of phytoplankton chlorophyll and pheophytin by fluorescence. Deep-Sea Res. 10: 221-231.

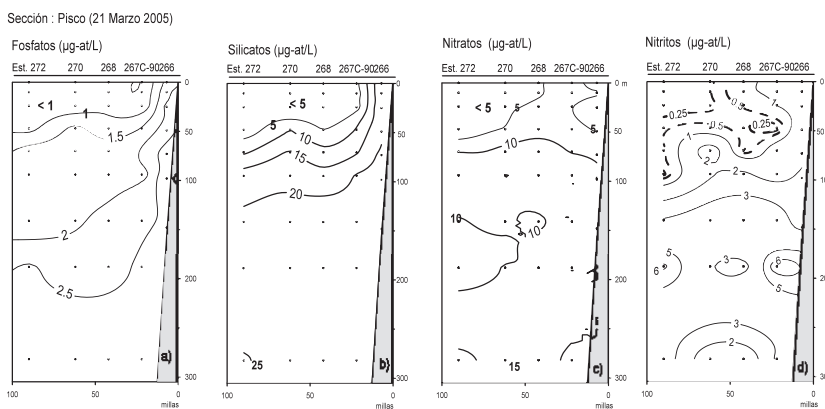


Figura 13.- Distribución vertical de nutrientes frente a Pisco. Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos BIC/José Olaya B. - BIC/SNP-2 0502-04

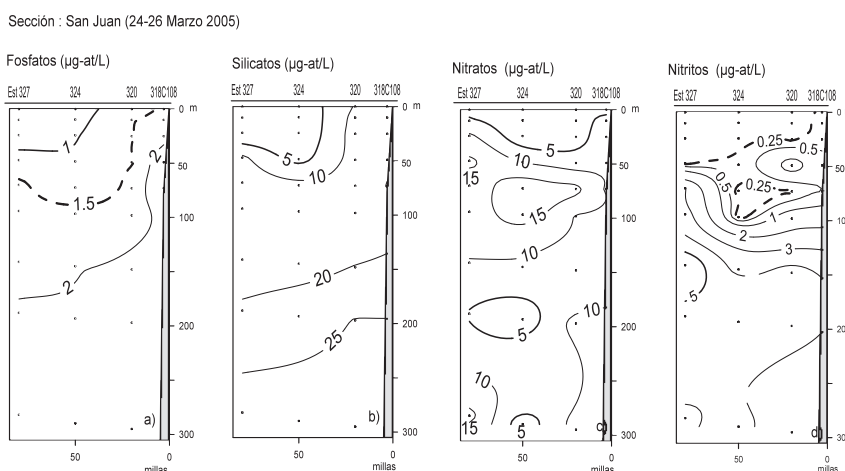


Figura 14.- Distribución vertical de nutrientes frente a San Juan. Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos BIC/José Olaya B. - BIC/SNP-2 0502-04

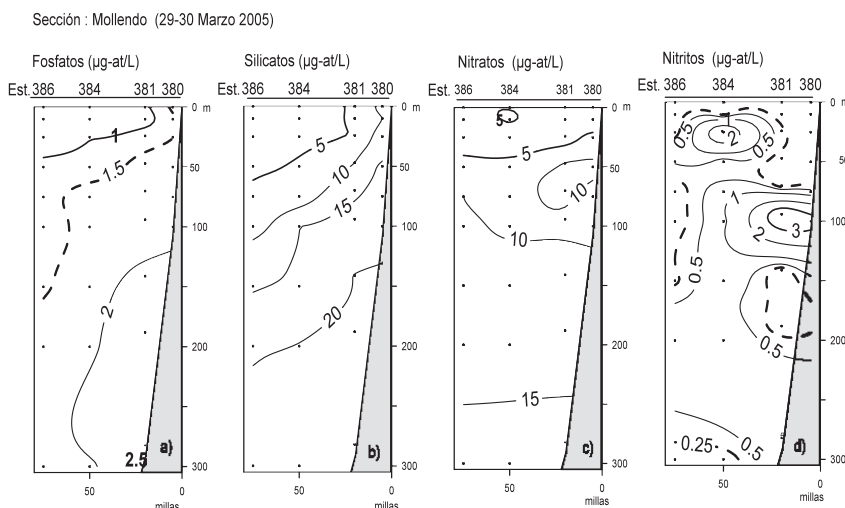


Figura 15.- Distribución vertical de nutrientes frente a Mollendo. Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos BIC/José Olaya B. - BIC/SNP-2 0502-04