



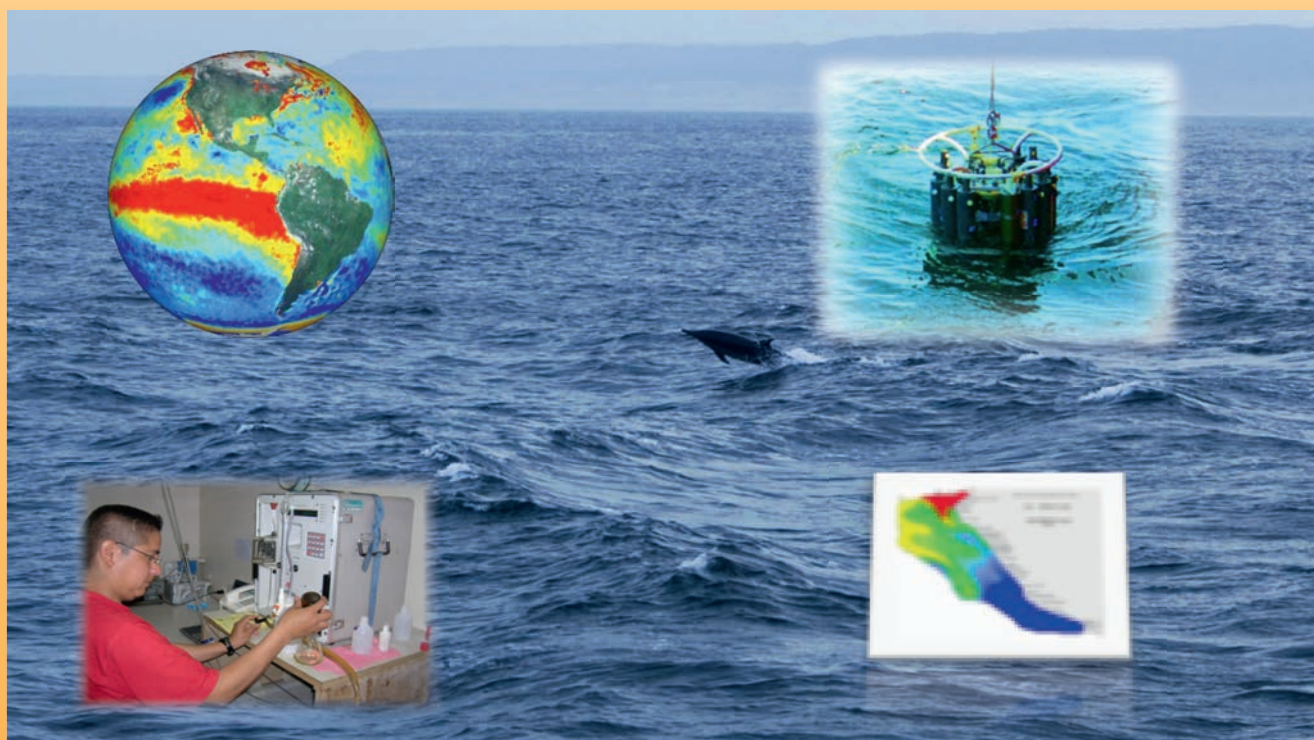
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

INFORME

ISSN 0378-7702

Volumen 38, Número 1

Aspectos oceanográficos del mar peruano en el periodo 2002 - 2008



Enero - Marzo 2011
Callao, Perú

ASPECTOS OCEANOGRÁFICOS EN VERANO 2004: CRUCERO PELÁGICO BIC OLAYA Y SNP2 0402-03

OCEANOGRAPHIC ASPECTS RECORDED IN SUMMER 2004: RV OLAYA AND SNP2 0402-03 PELAGIC CRUISE

Octavio Morón Luis Vásquez

Dirección de Investigaciones Oceanográficas. IMARPE

RESUMEN

MORÓN O, VÁSQUEZ L. 2011. *Aspectos oceanográficos en verano 2004: Crucero pelágico BIC Olaya y SNP2 0402-03. Inf Inst Mar Perú. 38(1): 89-95.*- El crucero 0402-03 se efectuó en forma simultánea en los BIC Olaya y SNP2, del 6 febrero al 25 marzo 2004, cubriendo el área entre los 3°30' y 18°20'S y hasta una distancia máxima de 100 mn de la costa. Las principales observaciones fueron: (1) Diversas alteraciones del ambiente marino como la presencia de: (a) una lengua cálida de 26 °C frente a Casma y Chicama, fuera de las 60 mn, que originó anomalías de hasta +2,5 °C; (b) altas concentraciones de aguas subtropicales superficiales (ASS) (de hasta 35,5 ups) con gran aproximación a la costa, desde Huarmey a Pucusana y desde Atico a Mollendo; (c) altas concentraciones de oxígeno disuelto cerca de la costa, por efecto de alta actividad fotosintética o presencia de aguaje o marea roja. (2) Aguas tropicales superficiales (ATS) (<34,0 ups) se registraron al norte de Punta Sal. (3) Aguas ecuatoriales superficiales (AES) (34,0 – 34,8 ups) presentaron una proyección dentro de lo normal hasta los 6°S. (4) Aguas costeras frías (ACF) (34,9 – 35,0 ups) se concentraron al sur de Cerro Azul, asociadas al afloramiento costero; hacia el norte fueron más frecuentes en mezcla con las ASS. (5) Entre Caleta La Cruz y Chimbote se presentó una fuerte termoclina sobre los 40 m de profundidad. (6) La Extensión Sur de la Corriente de Cromwell (ESCC) se registró hasta la altura de Chimbote.

PALABRAS CLAVE: aspectos oceanográficos, afloramiento, recursos pelágicos, verano 2004.

ABSTRACT

MORÓN O, VÁSQUEZ L. 2011. *Oceanographic aspects recorded in summer 2004: RV Olaya and SNP2 0402-03 Pelagic Cruise. Inf Inst Mar Perú. 38 (1): 89-95.*- The 0402-03 cruise took place simultaneously in the RV Olaya and SNP2, from February 6th to March 25th 2004, covering the area between 3°30' and 18°20'S and up to a maximum of 100 nm offshore. The main observations were: (1) Different alterations of the marine environment like a presence of: (a) a warm tongue of 26 °C, in front of Casma and Chicama, out of 60 nm, which led to anomalies of up to +2.5 °C, (b) high concentrations of subtropical surface waters (SSW) (up to 35.5 psu) with great approach to the coast from Huarmey to Pucusana and from Atico to Mollendo, (c) high concentrations of dissolved oxygen near the coast, due to high photosynthetic activity, or presence of red tide. (2) Tropical surface waters (ATS) (<34.0 psu) were recorded north of Punta Sal. (3) The surface equatorial waters (AES) (34.0 to 34.8 psu) had a projection in normal to 6°S. (4) The cold coastal waters (ACF) (34.9 to 35.0 psu) were recorded south of Cerro Azul, associated with coastal upwelling; to the north they were more frequent in admixture with the SSW. (5) Between Caleta La Cruz and Chimbote showed a strong thermocline above 40 m depth. (6) South Extension of the Cromwell Current (SECC) was recorded to the Chimbote latitude.

KEYWORDS: oceanographic aspects, upwelling, pelagic resources, summer 2004.

INTRODUCCIÓN

Entre mayo y junio del 2003 se registró un debilitamiento de los vientos del Pacífico ecuatorial, lo que favoreció a los vientos del Este, y se produjo un moderado calentamiento en la costa de Sudamérica; en agosto se presentó una anomalía de +2,2 °C en la estación Paita, con una máxima de +5,5 °C, registrada el 20 de ese mes.

Durante el invierno 2003 (IMARPE 2003), dentro de las 80 mn, se registró proyección de aguas ecuatoriales superficiales (AES) hasta los 7°S y aguas tropicales superficiales (ATS) que alcanzaron los 6°S, hasta 25 m de profundidad. Al sur de los 6°S predominaban condiciones normales o moderadamente frías, debido a que los vientos registraban núcleos con intensidades >10 m/s, principalmente al sur del Callao.

En octubre 2003 (IMARPE 2003a), se registró gran repliegue de ATS y de las aguas ecuatoriales superficiales (AES), de la proyección hacia el sur observada en invierno, aunque sin llegar a sus posiciones habituales (norte de Talara). Además, los vientos mostraron velocidades mayores de 12 m/s. Al sur de los 5°S predominaron las mezclas entre aguas costeras frías y aguas subtropicales superficiales (ACF + ASS), pero se observó una recuperación del flujo de las ACF y el afloramiento costero.

Entre fines de octubre y diciembre 2003 (IMARPE 2003b) se registró el arribo de una nueva onda Kelvin y rezagos de AES fuera de las 140 mn al norte de los 7°S. La menor intensidad de los vientos no permitió la total normalización del ambiente, dando lugar a una amplia distribución de ASS, entre Chimbote y la frontera sur, las mismas que mostraron gran aproxima-

ción a la costa desde Callao a Huarmey, y al sur de Atico, y presentaron las más altas concentraciones en el codo peruano-chileno (>35,3 ups).

Las secciones mostraron un débil afloramiento y poca intensidad de la extensión sur de la corriente de Cromwell (ESCC). En diciembre 2003, se mantuvieron pocas áreas con aguas relativamente frías (<18°C), observándose el desplazamiento de la isoterma de 21 y 22 °C a áreas próximas a Chimbote-Paita, asimismo en la zona sur, el núcleo de 22 °C frente a Ilo incrementó considerablemente su extensión.

En enero 2004, se registró un fuerte enfriamiento, con anomalías de -0,4 a -2,6 °C, al norte de 7°S (IMARPE 2004), al mismo tiempo que las AES mostraron una débil presencia frente a Paita. Al sur de los 7°S se registraron ACF y anomalías térmicas dentro de lo normal.

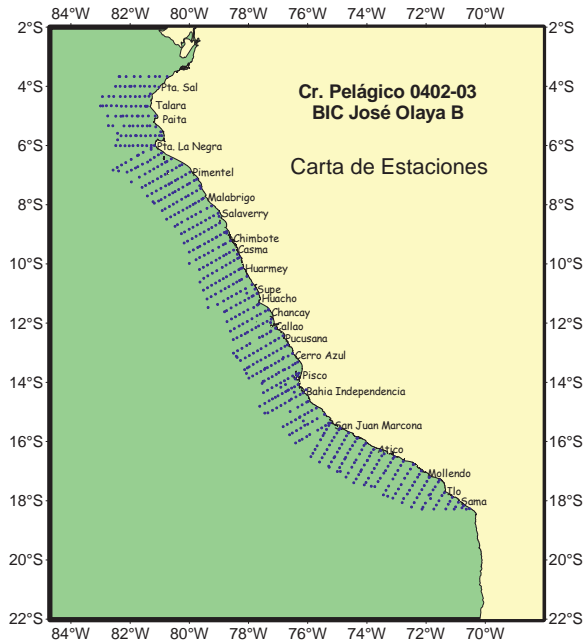


Figura 1.- Carta de ubicación de estaciones. Cr. BIC José Olaya 0402-03 (06 Febrero - 25 Marzo 2004)

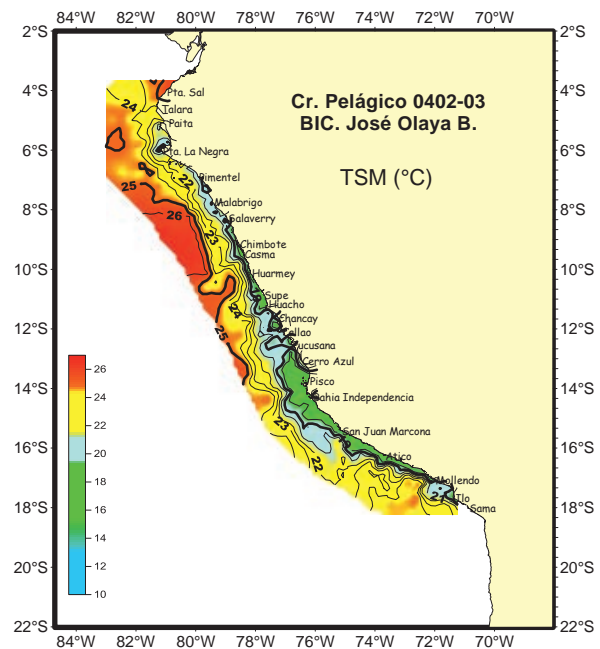


Figura 2.- Temperatura superficial del mar (°C). Cr. BIC José Olaya 0402-03 (06 Febrero - 25 Marzo 2004)

MATERIAL Y MÉTODOS

La información oceanográfica se obtuvo del trabajo simultáneo a bordo de los BIC Olaya y SNP-2, entre el 6 de febrero y el 25 de marzo 2004, en el área entre 3°30' y 18°20'S y hasta una distancia máxima de 100 mn de la costa. Las estaciones se realizaron siguiendo transectos perpendiculares a la costa (Fig. 1).

Para la información superficial se obtuvo 1110 registros de TSM; se analizaron 804 muestras de salinidad por el método de inducción con el Portasal Guildline modelo 8410A, y 266 muestras de oxígeno disuelto con la metodología de Winkler modificada por CARRIT y CARPENTER (1966).

Se realizaron 10 perfiles oceanográficos entre 80 y 100 mn de la costa y hasta un máximo de 500 m de profundidad haciendo uso de un equipo CTD, frente a Caleta La Cruz, Paíta, Punta La Negra, Chicama, Chimbote, Supe, Callao, Pisco, San Juan y Mollendo. Utilizando un racimo de botellas Niskin, se obtuvo 396 muestras de la columna de agua para el análisis de salinidad y oxígeno. En cada una de las estaciones se registraron datos meteorológicos: dirección y velocidad del viento, temperatura del aire, humedad y presión.

Para la descripción de masas y tipos de agua se ha seguido a WIRTKY 1967 y a ZUTA y GUILLÉN 1970. Las figuras se realizaron mediante el programa Surfer 8.0.

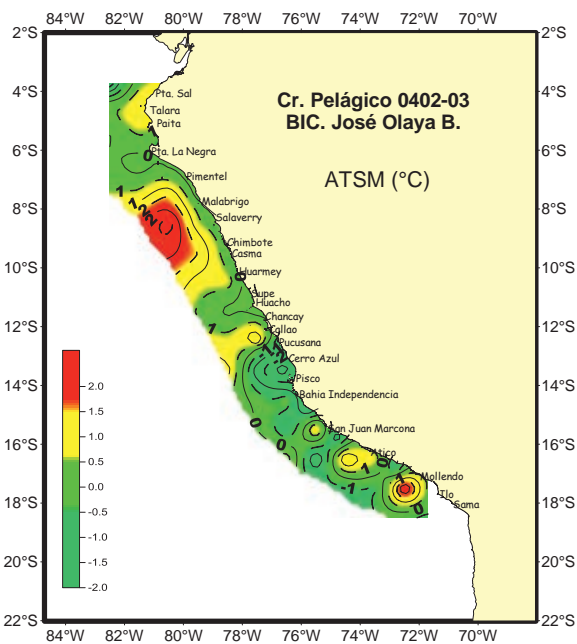


Figura 3.- Anomalia térmica de la superficie del mar (°C). Cr. BIC José Olaya 0402-03 (06 Febrero - 25 Marzo 2004)

RESULTADOS

ASPECTOS OCEANOGRÁFICOS EN LA SUPERFICIE DEL MAR

Temperatura.- La temperatura en la superficie del mar presentó valores de 15,09 a 26,3 °C (Fig. 2). Aguas frías asociadas al afloramiento costero presentaron temperaturas <20 °C entre Huacho y Salaverry, extendiéndose entre 10 y 20 mn de la costa, y en pequeñas zonas frente a Punta Falsa y Chérrepe. Al sur de 13°S, las aguas de afloramiento

se registraron a lo largo de la franja costera, con temperaturas <18°C, sobre todo entre Pisco y Punta Caballas, con una proyección de 40 mn frente a Bahía Independencia, disminuyendo de espesor hacia el sur. Temperaturas >25 °C se relacionan con aguas de baja salinidad al norte de los 6°S y con salinidades mayores de 35,3 ups al sur de los 7°S. La aproximación de aguas cálidas a la costa dio lugar a la formación de dos frentes térmicos, entre Punta Bermejo a Punta Lobos (10-11°S) y entre Atico y Morro Sama (16-18°S).

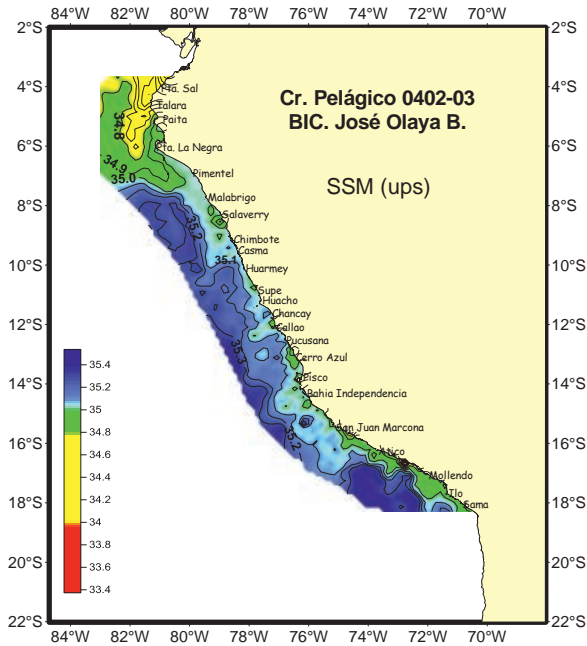


Figura 4.- Salinidad superficial del mar (ps).
Cr. BIC José Olaya 0402-03 (06 Febrero - 25 Marzo 2004)

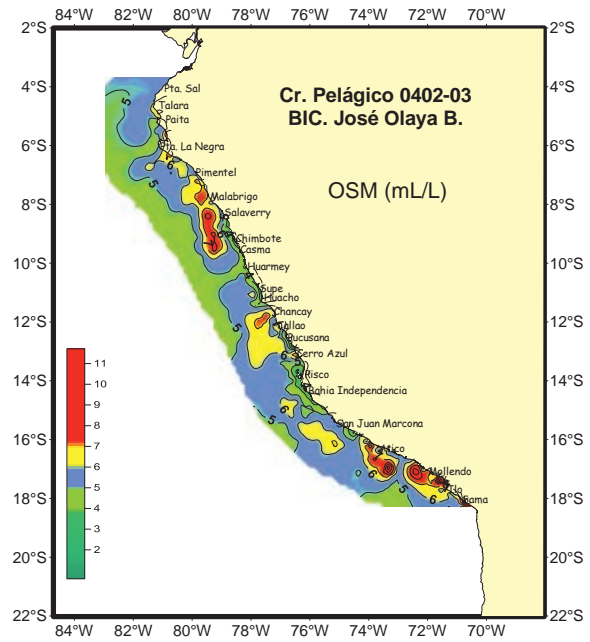


Figura 5.- Oxígeno superficial del mar (mL/L).
Cr. BIC José Olaya 0402-03 (06 Febrero - 25 Marzo 2004)

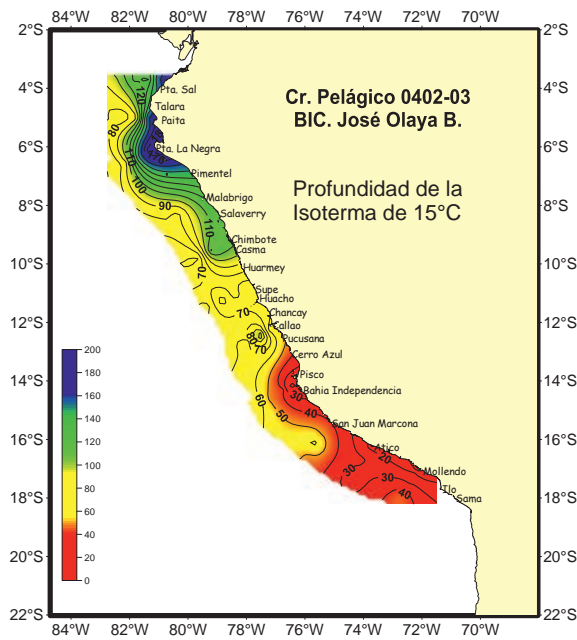


Figura 6.- Profundidad de Isotherma de 15 °C.
Cr. BIC José Olaya 0402-03 (06 Febrero - 25 Marzo 2004)

Anomalías térmicas.- Las anomalías térmicas se presentaron en un rango de $-2,2$ °C (20 mn frente a Pisco) y $+2,8$ °C (60 mn de Chicama), destacando una amplia zona de anomalías positivas mayores de $+1,5$ °C fuera de las 40 mn entre Pimentel y Punta Lobos, las mismas que también se registraron en un pequeño núcleo frente a Mollendo (Fig. 3). Núcleos fríos se reconocieron fuera de las 80 mn de Punta Sal, de Pucusana a Punta Caballas y entre San Juan y Chala, destacando la segunda zona donde las anomalías negativas

se extendieron fuera de las 50 mn. Valores térmicos próximos a lo normal ($-0,5$ a $+0,5$ °C), predominaron al sur de los 11° S y norte de los 7° 30'S.

Salinidad.- En la superficie del mar se registraron concentraciones de sales que variaron de 33,18 a 35,56 ups (Fig. 4). Concentraciones $<34,00$ ups, correspondientes a las ATS, se registraron en la zona costera al norte de Punta Sal. AES con concentraciones entre 34,00 y 34,80 ups se proyectaron hasta los 6° 30'S, dentro de las 70 mn, característica de la estación de verano.

ASS con salinidades $>35,1$ ups mostraron una predominancia en el área de estudio y se ubicaron fuera de las 40 mn entre Pimentel y Huaramey y de Bahía Independencia a Atico; y entre 5 a 20 mn de la costa entre Huaramey y Pucusana y de Ocoña a Quilca, en esta última zona con valores de hasta 35,5 ups a 60 mn frente a Mollendo.

ACF se localizaron dentro de las 20 mn entre Chérrepe y Huaramey, ampliando su distribución a 40 mn frente a Bahía Independencia, mientras que al sur de Mollendo alcanzaron las 30 mn. Las mezclas de las ACF y las ASS fueron muy evidentes entre Pimentel y Atico.

La convergencia de las ACF y las ASS entre Ocoña y Quilca dio lugar a la formación de un notable frente termo-halino, el mismo que estuvo compuesto por cinco isotermas ($19-23$ °C) y 4 isohalinas (35,0-35,3 ups), algo que con menor intensidad es común en la estación de verano, pero que en esa oportunidad fue más notorio por el debilitamiento de los vientos alisios, lo que favoreció la aproximación de ASS.

Oxígeno disuelto.- El oxígeno disuelto en el agua de mar varió de 1,27 a 12,14 mL/L (Fig. 5). En general, este parámetro presentó concentraciones anómalas dentro de las 50 mn, registrándose altas concentraciones (6-12 mL/L), ya sea por efecto de una alta actividad fotosintética, o por los frecuentes núcleos de aguaje o marea roja, siendo los de mayor extensión

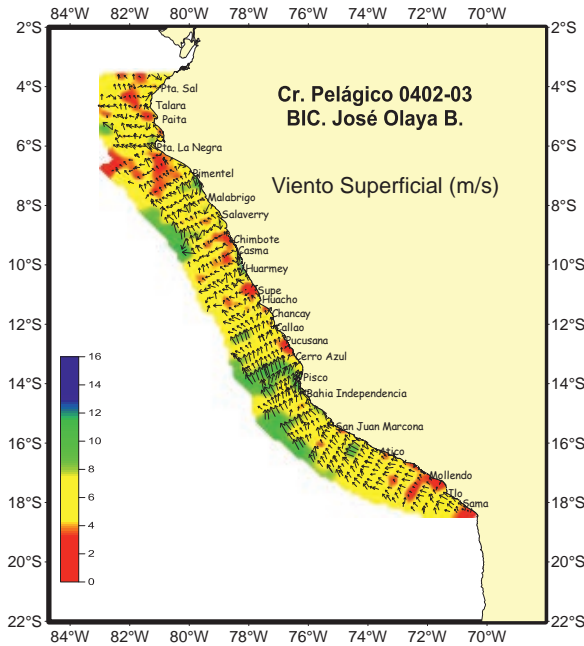


Figura 7.- Dirección y velocidad del viento (m/s). Cr. BIC José Olaya 0402-03 (06 Febrero - 25 Marzo 2004)

los ubicados entre Chérrepe y Casma y de Chala a Ilo.

Las zonas de afloramiento costero, relacionadas con valores <5 mL/L, no han sido muy notorias, debido a la presencia de marea roja o actividad fotosintética, pero la surgencia estuvo presente en zonas típicas como Punta Falsa, Chimbote, Pisco-San Juan y Mollendo.

Profundidad de la isoterma de 15 °C.- La isoterma de 15 °C se presentó en profundidades de 20 m entre Atico e Ilo y 180 m frente a Punta La Negra (Fig. 6); en ambos casos las referidas profundidades se registraron cerca de la costa y con flujos contrarios. Flujos hacia el norte se manifestaron principalmente al sur de Punta Bermejo en profundidades someras (menores de 70 m). En general, los flujos hacia el sur determinados por la isoterma de 15 °C se presentaron entre los 3°30'S hasta los 11°S, cubriendo toda el área de estudio, esta isoterma se presentó a profundidades >100 m dentro de las 80-90 mn de la costa al norte de los 8°S.

La profundización y la fuerte proyección hacia el sur de la isoterma de 15 °C fue indicativo de que la ESCC se presentó muy fortalecida en febrero y marzo, lo que explicaría la profundización de la mínima de oxígeno (0,5 mL/L) hasta 300 m aproximadamente.

Viento superficial.- El viento, frente a la costa peruana durante febrero y marzo mostró una dirección predominante del sur y sur-este, especialmente al sur de los 6°S, ya que en la zona norte la dirección del viento mostró una mayor variabilidad, registrándose además los vientos del este y del nor- oeste (Fig. 7).

A lo largo del área de estudio predominaron velocidades entre 4 y 7 m/s, consideradas dentro de lo normal para la época, aunque entre los 13 y 16°S y fuera de las 70 mn frente a Chicama-Chimbote, se registraron intensidades que alcanzaron más de 10 m/s.

También se registraron velocidades débiles (<4 m/s), más frecuentes al norte de 8°S, tanto en la zona costera (Chimbote y Cerro Azul y entre Quilca y Morro Sama), como en la zona oceánica.

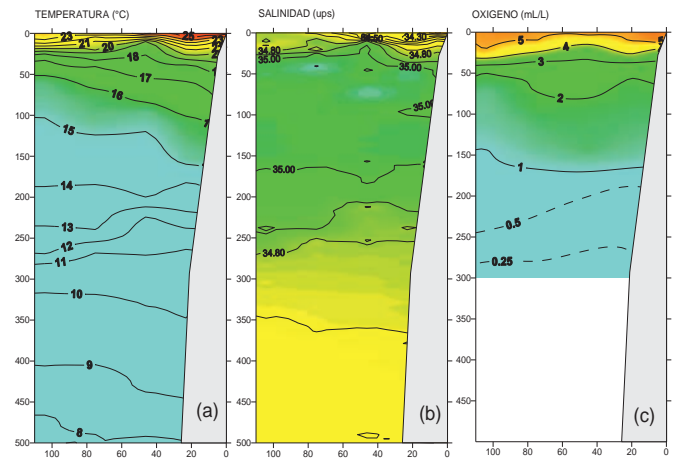


Figura 8.- Sección Caleta La Cruz (09-10 Feb 04) a) Temperatura (°C), b) Salinidad (ups), c) Oxígeno disuelto (mL/L). BIC José Olaya B. Cr. 0402-03

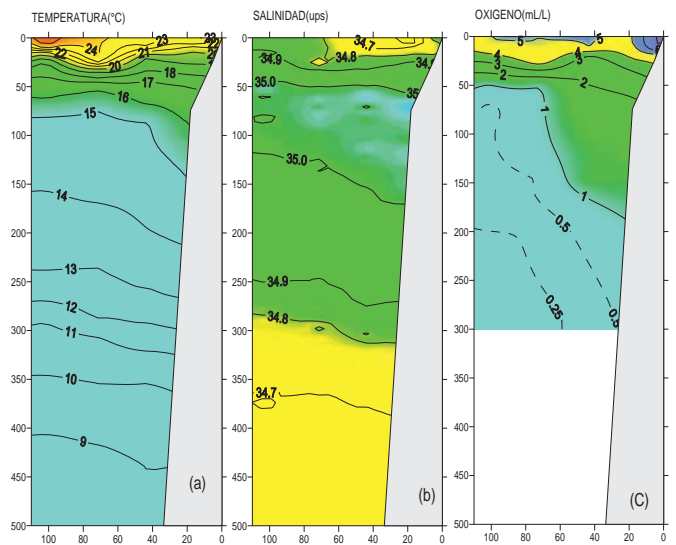


Figura 9.- Sección Paita (12-13 Feb 04) a) Temperatura (°C), b) Salinidad (ups), c) Oxígeno disuelto (mL/L). BIC José Olaya B. Cr. 0402-03

ASPECTOS OCEANOGRÁFICOS EN LA COLUMNA DE AGUA

Sección Caleta La Cruz.- Esta sección presentó una fuerte termoclina sobre los 40 m de profundidad, compuesta por ocho isotermas dentro de las 50 mn y por siete isotermas mar afuera (Fig. 8a). La isoterma 15 °C se ubicó alrededor de 100 m de profundidad fuera de las 100 mn, y a 160 m cerca de la costa, esto último debido a la presencia de la Extensión Sur de la Corriente de Cromwell, la misma que presentó temperaturas entre 17 y 14 °C.

Las AES se registraron a lo largo de la capa superficial entre 15 a 25 m, con mayor presencia dentro de las 30 mn (Fig. 8b). Las ACF se ubicaron debajo de las AES, en una capa de gran espesor hasta 230 m de profundidad. Al contrario de la termoclina, la oxiclina se presentó debilitada, de 3 a 5 mL/L

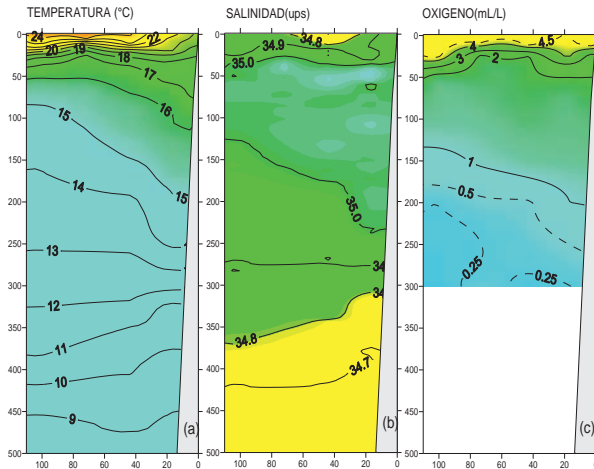


Figura 10.- Sección Punta La Negra (15-16 Feb 04) a) Temperatura (°C), b) Salinidad (ups), c) Oxígeno disuelto (mL/L). BIC José Olaya B. Cr. 0402-03

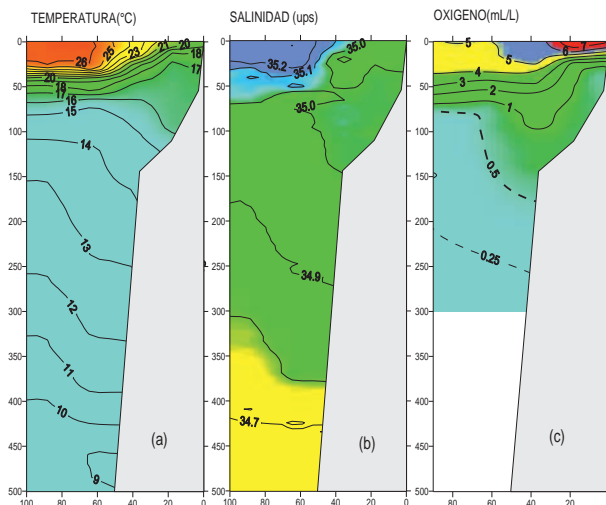


Figura 11.- Sección Chicama (20 Feb 04) a) Temperatura (°C), b) Salinidad (ups), c) Oxígeno disuelto (mL/L). BIC José Olaya B. Cr. 0402-03

sobre los 50 m (Fig. 8c); las concentraciones entre 2 y 0,5 mL/L, relacionadas con la ESCC, se ubicaron entre 50 y 250 m fuera de las 100 mn, disminuyendo de espesor hacia la costa.

Sección Paita.- Dentro de las 100 mn, mostró un fuerte contraste térmico, propio de la estación de verano. La termoclina se encontró fortalecida por fuera de las 40 mn (8 isotermas sobre 50 m de profundidad), pero debilitada hacia la costa (Fig. 9a). La isoterma de 15 °C se ubicó entre 80 y 150 m de profundidad, a 100 mn y cerca de la costa. Las AES se presentaron superficiales sobre 20 m, dentro de las 70 mn (Fig. 9b), restringiendo el afloramiento; en la misma capa superficial y mar afuera se localizaron aguas de mezcla; las ACF se ubicaron por debajo de las AES.

La oxiclina fue débil sobre los 50 m de profundidad (Fig. 9c). El tope su-

perior de la capa mínima de oxígeno (0,5 mL/L) se ubicó a los 60 m a 100 mn; el tope inferior se registró a 300 m (talud), debido a la presencia de la ESCC.

Sección Punta La Negra.- Esta sección presentó una fuerte termoclina sobre los 40 m de profundidad, mostrando las isotermas de 17 a 14 °C cierta profundización dentro de las 60 mn por la presencia de la ESCC (Fig. 10 a). AES se registraron entre 30 y 60 mn (Fig. 10b), como pequeño núcleo de 10 m de profundidad. Aguas de mezcla y ACF predominaron en la capa subsuperficial hasta más de 300 m.

Valores de oxígeno disuelto <5 mL/L, se hallaron en toda la superficie, muestra de la presencia de las ACF que afloran principalmente dentro de las 20 mn (Fig. 10c). La ESCC se registró en la zona costera de 50 a 250

m, con 2 a 0,5 mL/L de oxígeno, salinidad ligeramente mayor a 35,0 ups y temperatura entre 17 y 14 °C.

Sección Chicama.- La estructura vertical mostró una fuerte termoclina compuesta por 10 isotermas, entre 25 y 70 m de profundidad y fuera de las 50 mn (Fig. 11a). Hacia la costa, la termoclina se debilitó debido a procesos de surgencia y profundización de isotermas. La termoclina de 15 °C se ubicó entre los 80 y 130 m, fue más profunda en la zona costera debido a los flujos procedentes del norte. ASS se registraron fuera de las 40 mn y hasta 40 m (Fig. 11b), mientras que ACF mostraron fuerte presencia en la zona costera. La distribución de temperatura y salinidad indicaron el proceso de afloramiento dentro de las 20-30 mn de la costa, lo que no se observó con los valores de oxígeno por la presencia de marea roja en superficie. En la distribución del oxígeno (Fig. 11c) se registró un comportamiento similar entre la isolínea de 0,5 mL/L, isohalina de 35,0 ups y de la isoterma de 15 °C, variando esta isoxígena desde los 70 m hasta los 180 m de profundidad, indicativo de una fortalecida ESCC.

Sección Chimbote.- Al igual que en toda la zona norte, la termoclina se presentó muy fortalecida, registrándose hasta 11 isotermas entre los 25 y 70 m y fuera de las 60 mn (Fig. 12a), debilitándose en la zona costera, por afloramiento de isotermas >17 °C ó por profundización de <16 °C, lo que sugiere flujos hacia el sur relacionados a la ESCC. La salinidad indica núcleos superficiales de ACF dentro de las 40 mn (Fig. 12b), y presencia de ASS sobre los 50 m fuera de las 50 mn. Una capa de mezcla entre 50 y 130 m de profundidad dentro de las 60 mn, fracciona los núcleos de ACF superficiales mencionados y la masa principal que se ubica a mayor profundidad.

El oxígeno disuelto presentó una oxiclina moderada sobre los 70 m de profundidad; entre las 20 y 60 mn se observó alta concentración de oxígeno asociada a la presencia de marea roja (Fig. 12c). La mínima de oxígeno se registró alrededor de los 50 m cerca de la costa, profundizándose hasta 120 m fuera de las 20 mn.

Sección Supe.- Esta sección presentó una termoclina en formación ubicada sobre 70 m de profundidad, la misma que se debilitó conforme se acercó a la costa (Fig. 13a); esta termoclina tuvo como base la isoterma de 15 °C,

localizada entre 80 m de profundidad (a 100 mn) y 60 m (en plataforma continental). Se presentó mayor volumen de ASS, en comparación con las distintas secciones del norte y sur (Fig. 13b); esta masa de agua se profundizó alrededor de los 60 m, fuera de las 25 mn de la costa, con núcleos >35,2 ups; las ACF se ubicaron dentro de las 20 mn (mezclada con ASS) y debajo de los 70 m.

Sección Callao.- Dentro de las 40 mn y sobre los 10 m de profundidad se observó una débil termoclina compuesta por isotermas de 19 a 16°C; fuera de las 40 mn esta termoclina se reforzó hasta alcanzar 25 a 16°C, y se profundizó 25 a 75 m, alrededor de las 100 mn (Fig. 14). Es atípica tanto la profundización de las isotermas de 15 a 13°C, como de las isohalinas de 35,0 y 34,9 ups.

Las ACF predominaron dentro de las 50 mn; y mar afuera a 100 mn fueron ASS a profundidad de 60 m (Fig. 14b). La distribución de oxígeno (Fig. 14c) fue similar a la temperatura. Se registró concentración de isoxígenas sobre 15 m, pero sin aflorar a la costa. La mínima de oxígeno se ubicó alrededor de los 15 m, descartándose la presencia de la ESCC, por lo que la profundización de isotermas e isohalinas se debería a un flujo subsuperficial hacia el sur.

Sección Pisco.- La termoclina que fue fortaleciéndose hacia el oeste alcanzó su máximo fuera de las 80 mn entre 35 y 79 m de profundidad con isotermas de 23 a 16°C (Fig. 15a). También en esta sección se registró cierta profundización de las isotermas de 14 y 13°C y de la isohalina de 34,9 ups, asociados a un flujo hacia el sur.

En la capa superficial sobre los 50 m se registraron ACF dentro de las 20 mn, mezclas (ACF + ASS) entre 20 y 55 mn y ASS fuera de las 55 mn (Fig. 15 b). Debajo de los 50 m predominaron las ACF. En esta sección se registró un afloramiento moderado dentro de las 20 mn, con surgencia de isotermas de 15 a 17°C, asociadas a salinidad de 35,0 a 34,9 ups y oxígeno disuelto <4 mL/L (Fig. 15c), la mínima de oxígeno alcanzó los 25 m en la zona costera.

Sección San Juan.- La termoclina se presentó muy horizontal, compuesta por siete isotermas (21 - 15°C) sobre los 50 m, con profundización de isotermas de 14 a 12°C fuera de las 10 mn (Fig. 16a), lo que estuvo asociado a un flujo subsuperficial que se manifestó a lo largo de todo el litoral. Las ASS se registraron en la capa superfi-

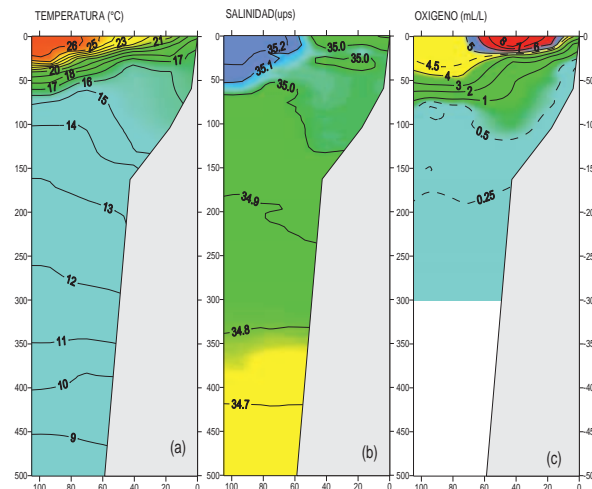


Figura 12.- Sección Chimbote (24 Feb 04) a) Temperatura (°C), b) Salinidad (ups), c) Oxígeno disuelto (mL/L). BIC José Olaya B. Cr. 0402-03

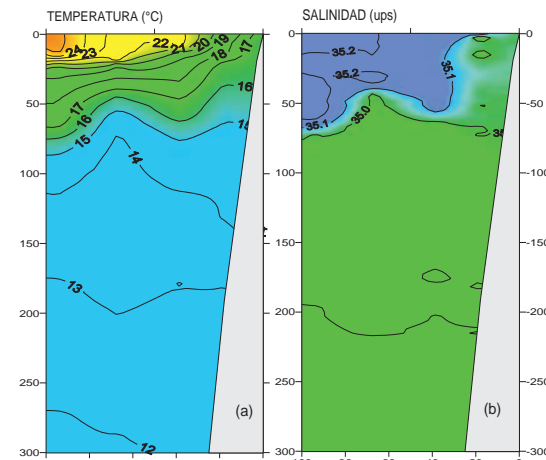


Figura 13.- Sección Supe (28-29 Feb 04) a) Temperatura (°C), b) Salinidad (ups), c) Oxígeno disuelto (mL/L). BIC José Olaya B. Cr. 0402-03

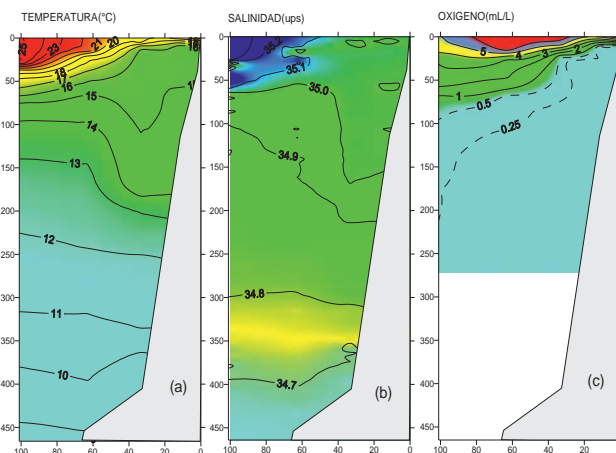


Figura 14.- Sección Callao (06-07 Mar 04) a) Temperatura (°C), b) Salinidad (ups), c) Oxígeno disuelto (mL/L). BIC José Olaya B. Cr. 0402-03

cial fuera de las 70 mn y hasta los 25 m (Fig. 16b); debajo de éstas y desde las 60 mn se presentaron aguas templadas de la Subantártica (ATSA), con un espesor de 50 a 120 m, caracterizadas por <15,0°C y 34,8 ups. El afloramiento costero se desarrolló dentro de las 15 mn.

Sección Matarani.- Una termoclina muy concentrada se presentó fuera de las 40 mn (24-16°C) a profundidades de 10 a 40 m (Fig. 17a). La surgencia de las isotermas de 15 a 17°C y salinidad <35,0 ups, registraron un débil afloramiento, lo cual no pudo ser corroborado por las isoxígenas, debido

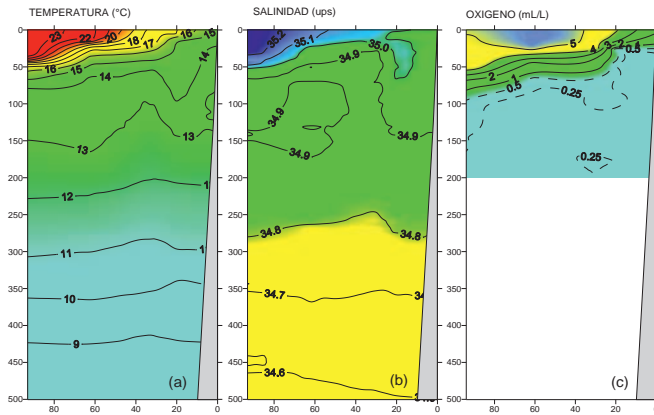


Figura 15.- Sección Pisco (11-12 Mar 04) a) Temperatura (°C), b) Salinidad (ups), c) Oxígeno disuelto (mL/L). BIC José Olaya B. Cr. 0402-03

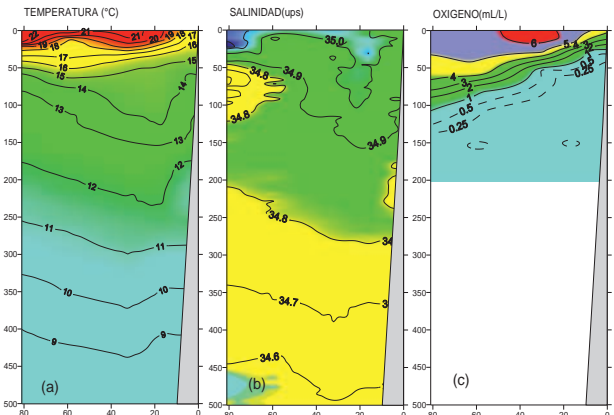


Figura 16.- Sección San Juan (11-12 Mar 04) a) Temperatura (°C), b) Salinidad (ups), c) Oxígeno disuelto (mL/L). BIC José Olaya B. Cr. 0402-03

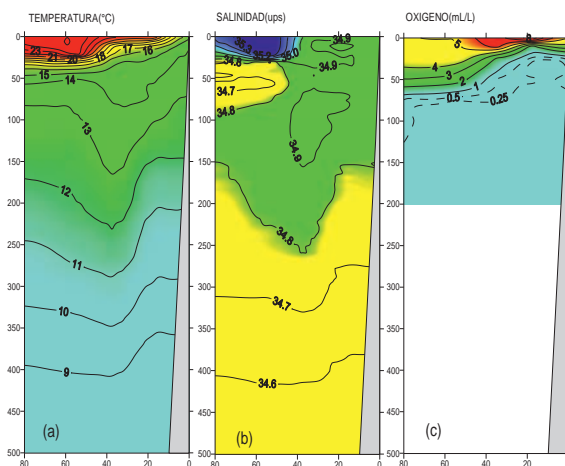


Figura 17.- Sección Matarani (20 Mar 04) a) Temperatura (°C), b) Salinidad (ups), c) Oxígeno disuelto (mL/L). BIC José Olaya B. Cr. 0402-03

a la presencia de amplias zonas de marea roja (>7 mL/L). Las ASS con valores mayores de 35,3 ups se ubicaron hasta 25 m de profundidad (Fig. 17b); también se encontró una lengua amplia de ATSA ubicada por fuera de las 50 mn y entre 30 y 80 m. ACF predominaron en la zona costera.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El ambiente marino frente a la costa peruana durante febrero - marzo 2004, mostró condiciones de transición hacia las características típicas de la época, después de fuertes proyecciones de AES en las estaciones de invierno y primavera del 2003 (IMARPE 2003, IMARPE 2003a), lo que fue motivado por el arribo de una serie de ondas Kelvin a la costa de Sudamérica. La intensificación de los vientos del SE y del afloramiento en octubre, favorecieron la tendencia a la normalización.

Las AES y las ATS se ubicaron en zonas ligeramente al norte de las ha-

bituales, mientras que las ASS mostraron una mayor aproximación a la costa entre Punta Lobos y Pucusana y de Atico a Mollendo, con concentraciones superiores a 35,3 ups en algunos casos.

Las fluctuaciones termohalinas configuraron un ambiente ligeramente cálido fuera de las 30 mn entre los 7 y 11°S. A lo largo del área de estudio predominaron anomalías térmicas próximas a lo normal. El afloramiento se desarrolló débilmente frente a Pisco, Supe y Chimbote y con menor intensidad al norte y sur del Perú.

La ESCC se presentó muy fortalecida hasta Chicama, desviándose hacia el oeste frente a Chimbote; el flujo hacia el sur continuó próximo a la costa, profundizando isoterma e isohalinas a lo largo de todo el litoral. La explicación más próxima es que estos flujos podrían estar relacionados con las denominadas "ondas atrapadas" que se presentan en nuestro litoral y son el resultado de las continuas ondas Kelvin registradas en nuestro litoral.

La termoclina, por lo general, se presentó por encima de los 60 m, fue más superficial en la zona norte, indicativo de una masa de agua fría predominante en la capa subsuperficial.

La poca intensidad de los vientos al sur de los 16°S dio lugar a la formación de un fuerte gradiente termohalino entre las 10 y 20 mn de la costa.

REFERENCIAS

- CARRIT D, CARPENTER J. 1966. Comparing and evaluation of currently employed modification of the Winkler method for determining dissolved oxygen in the sea water. J. Mar. Res. N° 24:286-318.
- IMARPE, 2003. Informe Ejecutivo del Crucero de Evaluación de Biomasa Desovante en el Invierno del 2003. BIC. José Olaya B. (12 Ago.-16 Set. 2003) Informe interno del Instituto del Mar del Perú. Lima Perú.
- IMARPE, 2003a Informe Ejecutivo del Crucero de Evaluación de Recursos Demersal de Primavera del 2003. BIC Humboldt (06-23 Oct. 2003). Informe interno del Instituto del Mar del Perú. Lima Perú.
- IMARPE. 2003b. Informe Ejecutivo del Crucero de Evaluación de Recursos Pelágico de primavera 0310-12. BIC Humboldt-BIC Olaya (03 Oct.-10 Dic. 2003). Informe interno del Instituto del Mar del Perú. Lima Perú.
- IMARPE 2004. Informe Ejecutivo del Crucero de Evaluación de Recursos Demersal de verano del 2004. BIC José Olaya (14 Ene.-07 Feb. 2004). Informe interno del Instituto del Mar del Perú.
- WYRTKI K. 1967. Circulation and water masses in the eastern equatorial Pacific ocean. Int. Jour. Oceanol and Limnol. 1 (2): 117-147.
- ZUTA S, GUILLÉN O. 1970. Oceanografía de las Aguas Costeras del Perú. Bol Inst Mar Perú 2 (5): 161-323.