



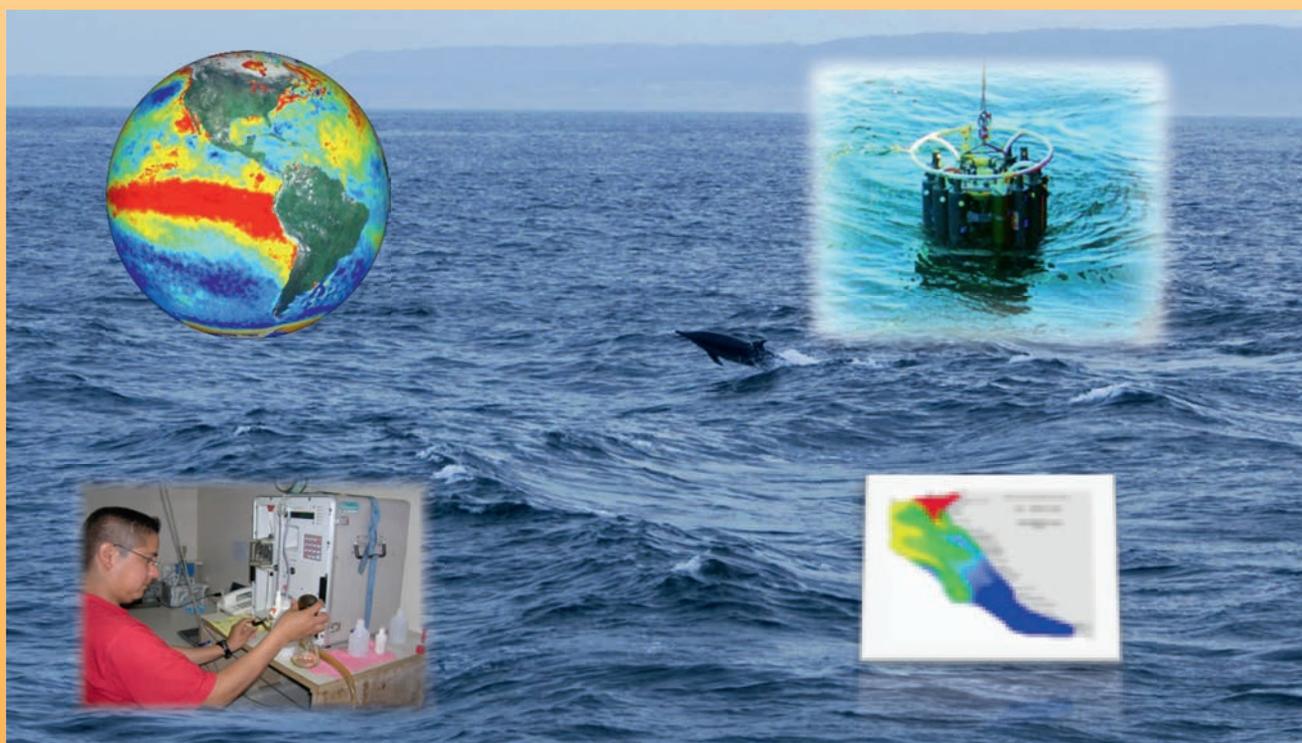
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

INFORME

ISSN 0378-7702

Volumen 38, Número 1

Aspectos oceanográficos del mar peruano en el periodo 2002 - 2008



Enero - Marzo 2011
Callao, Perú

CRUCERO OCEANOGRÁFICO DE PRIMAVERA 2004: BIC OLAYA 0411

OCEANOGRAPHIC CRUISE SPRING 2004: RV OLAYA 0411

Octavio Morón Martín Campos

Dirección de Investigaciones Oceanográficas, Instituto del Mar del Perú

RESUMEN

MORÓN O, CAMPOS M. 2011. *Crucero oceanográfico de primavera 2004: BIC Olaya 0411*. *Inf Inst Mar Perú*. 38(1): 107-112.- El Crucero Oceanográfico BIC Olaya 0411, se realizó del 2 al 12 de noviembre 2004, cubriendo el área entre Callao (12°S) y Paita (5°S), hasta 180 mn de la costa. El objetivo principal fue el seguimiento de las anomalías ocasionadas por las ondas Kelvin y su efecto en los recursos marinos, así como su relación con un probable evento El Niño. Las observaciones más importantes fueron: (1) las ondas Kelvin continuaron proyectando las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) hacia el sur y suroeste, hecho ya registrado desde fines de invierno y comienzos de primavera; (2) las anomalías térmicas de la superficie del mar (ATSM) fueron en promedio de +0,4 °C; predominaron valores negativos hasta -1,74 °C al sur de los 7°30'S, y positivos hacia el norte, hasta +2,58 °C; (3) el afloramiento costero se desarrolló principalmente entre Chimbote y Chicama, en una franja de 10 a 20 mn de la costa, pero no se registró en la zona frente a Punta La Negra y Paita donde se detectaron AES; (4) las aguas subtropicales superficiales (ASS) se ubicaron entre Callao y Chicama por fuera de las 60 y 120 mn de la costa; (5) los vientos predominaron del SE con velocidades de 4 a 7 m/s; (6) la capa subsuperficial, a excepción del Callao, mostró un ascenso de la termoclina entre 10 a 20 m, comparado con el mes anterior, indicativo de un ligero enfriamiento de esta capa; (7) la Extensión Sur de la Corriente de Cromwell (ESCC) se mostró fortalecida en la estación de primavera, asociada a la presencia de ondas Kelvin y de Aguas Ecuatoriales.

PALABRAS CLAVE: ondas Kelvin, primavera 2004, AES, ASS, ATSM, ESCC.

ABSTRACT

MORÓN O, CAMPOS M. 2011. *Oceanographic Cruise Spring 2004: RV Olaya 0411*. *Inf Inst Mar Perú*. 38(1): 107-112.- Oceanographic Cruise 0411 was conducted from 2 to 12 November 2004 at the BIC Olaya, covering the area between Callao (12°S) and Paita (5°S) to 180 nm offshore. The main objective was monitoring anomalies caused by Kelvin waves and their effect on marine resources and their relationship with a probable El Niño event. The most important observations were: (1) projecting continued to Kelvin waves Equatorial Surface Waters (AES) to the south and southwest, already recorded since late winter and early spring, (2) thermal anomalies of sea surface (ATSM) were on average +0.4 °C; predominated negative to -1.74 °C south of 7°30'S, and positive towards the north to +2.58 °C, (3) the coastal upwelling developed mainly between Chicama and Chimbote, in a strip of 10 to 20 nm offshore, but not recorded in the area in front of Punta La Negra and Paita where AES detected, (4) subtropical surface waters (ASS) were located between Chicama and Callao outside the 60 and 120 nm offshore, (5) SE winds prevailed with speeds from 4 to 7 m/s, (6) the subsurface layer, with the exception of Callao, showed a rise in the thermocline between 10 to 20 m, compared with the previous month, indicating a slight cooling of this layer, (7) south extension Cromwell Current (ESCC) was strengthened in the spring season, associated to the presence of Kelvin waves and Equatorial Waters.

KEYWORDS: Kelvin waves, spring 2004, SEW, SSW, ATSS, SECC.

INTRODUCCIÓN

Los vientos zonales del Pacífico occidental mostraron durante el 2004, tres grandes núcleos de anomalías de vientos mayores de 2 m/s en marzo-abril, junio y agosto (MORÓN y CAMPOS 2011), los mismos que activaron los núcleos cálidos del Pacífico ecuatorial, originándose ondas Kelvin que posteriormente con menor o mayor intensidad impactaron en la costa de Sudamérica; cabe mencionar que estas ondas pueden demorar 2 a 3 meses su traslado del Pacífico occidental al oriental, dependiendo muchas veces del estado de las condiciones marinas o atmosféricas durante su proyección hacia el este.

Como consecuencia del arribo de una de estas ondas Kelvin en setiembre, durante el Cr. Oceanográfico Regional 0409-10 se observó presencia de

núcleos de Aguas Ecuatoriales frente a Paita y Punta La Negra, y fortalecimiento de la extensión sur de la corriente de Cromwell (ESCC) principalmente entre Paita y Punta La Negra, aunque con profundización de isotermas de 14 y 13 °C, lo que no es común en esta corriente (MORÓN et al. 2001).

Durante ese crucero, las anomalías térmicas presentaron valores próximos a lo normal con excepción de la zona costera de Paita, donde, por la presencia de las aguas ecuatoriales superficiales (AES) se registró hasta +2,3 °C; asimismo, el afloramiento costero ocurrió entre Callao y Punta La Negra en una franja de 10 a 25 m de la costa, mientras que los vientos predominantes fueron del SE con velocidades de 4 a 7 m/s. También se registró tenuemente, a fines de octubre,

el arribo de una nueva onda Kelvin lo que se vio reflejado en un nuevo núcleo de aguas ecuatoriales superficiales (AES) observado dentro de las 50 mn frente a Paita. Para el seguimiento de esta nueva onda y sus posibles efectos en las pesquerías, se programó este crucero.

MATERIAL Y MÉTODOS

El Crucero Oceanográfico 0411, se realizó entre el 2 y 12 de noviembre del 2004 a bordo del BIC Olaya. Se cubrió el área comprendida entre Callao y Paita y de la costa a 180 mn de dominio marítimo (Fig. 1).

Se realizaron en total 134 estaciones, de las cuales 91 fueron superficiales y 43 hidrográficas. Para el estudio de la capa superficial del mar se obtuvieron datos de temperatura, salinidad, oxígeno, nutrientes, clorofila-a, CO₂

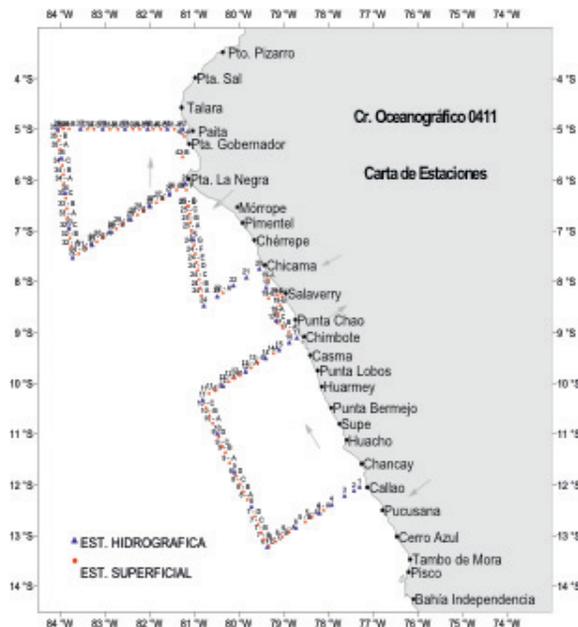


Figura 1.- Carta de ubicaciones. Cr. 0411
BIC José Olaya B. (02-12 Nov. 2004)

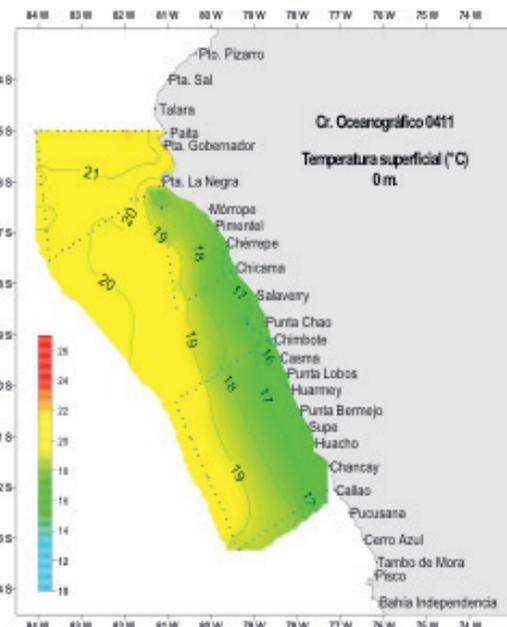


Figura 2.- Temperatura superficial del mar (°C). Cr. 0411
BIC José Olaya B. (02-12 Nov. 2004)

fitoplancton y zooplancton, también se realizaron 12 lances con draga a una profundidad máxima de 165 m para estudio de bentos y sedimentológicos, además se tomaron registros horarios de temperatura del ambiente, humedad, presión atmosférica y viento (dirección y velocidad). En este informe se presentan los resultados de los aspectos físicos además de la distribución del oxígeno y del viento superficial.

El estudio de la estructura térmica y halina vertical, se realizó en base a los lanzamientos de CTD hasta un máximo de 550 m, en 5 perfiles: Callao (150 mn), Chimbote (150 mn), Chicama (95 mn), Punta La Negra (180 mn) y Paita (180 mn) y en los inter-transectos de los perfiles; en tanto que, para la colección de muestras para determinación de salinidad y oxígeno se utilizó botellas Niskin de 5 L de capacidad, a profundidades estándar (hasta 300 m).

Se procesó a bordo la información de 43 lanzamientos de CTD, se determinó la concentración de 305 muestras de salinidad por el método de inducción, 275 muestras de oxígeno siguiendo el método de Winkler modificado por CARRIT y CARPENTER (1966). Los aspectos químicos, biológicos y geológicos son parte de otros informes.

Las anomalías térmicas se calcularon siguiendo el patrón de ZUTA y URQUI-

ZO, 1972, mientras que para la denominación de masas de agua se siguió a WIRTKY 1966 y a ZUTA y GUILLÉN 1970.

RESULTADOS

Temperatura.- La temperatura superficial del mar fluctuó en un rango de 14,84 a 21,94 °C. La zona más fría se ubicó entre Punta Chao a Huarney con valores menores a 16 °C, mientras que la isoterma de 17 °C se registró entre Callao y Huarney alrededor de 40 mn de la costa, y con mayor aproximación de Salaverry a Chérrepe (Fig. 2).

Temperaturas mayores de 21°C se registraron fuera de las 20 mn al norte de Punta La Negra con proyección al oeste y alrededor de las 180 mn al norte de los 7°S, relacionadas principalmente con la presencia de AES.

Anomalías térmicas.- Se registraron anomalías térmicas en un rango de -1,74 a +2,58 °C, con un promedio de +0,3 °C. A excepción de un pequeño núcleo fuera de las 80 mn frente a Chancay, anomalías negativas predominaron al sur de los 7°30'S, principalmente entre Callao y Salaverry.

Las anomalías positivas estuvieron relacionadas con la presencia de AES, registrándose los máximos valores (mayores de 2 °C), dentro de las 60 mn frente a Paita, disminuyendo mar afuera y hacia el sur. A 150 mn frente a Chancay se registró un núcleo con valor de +0,5 °C en promedio (Fig. 3).

Salinidad.- La superficie del mar presentó concentraciones halinas entre 34,261 y 35,334 ups, destacando la presencia atípica para la época de AES ($S = 34,0$ a $34,8$ ups) al norte de los 6°S, y con mayor ocurrencia en los 5°S (frente a Paita), donde se registraron los valores más bajos (Fig. 4). Estos valores tienen relación directa con el arribo de una onda Kelvin ocurrida los primeros días de octubre 2004 (MORÓN y CAMPOS 2011).

Las aguas subtropicales superficiales (ASS) ($S > 35,1$ ups) se ubicaron fuera de las 60 y 120 mn de la costa entre Callao y Chicama, mostrando una mayor aproximación al sur de Huarney. Las Aguas Costeras Frías (ACF), relacionadas con temperaturas menores de 17 °C y salinidades de 34,9 a 35,0 ups, se distribuyeron dentro de las 40 mn entre Callao y Chérrepe, mezclándose con AES en su proyección hacia el norte.

Oxígeno disuelto.- Predominaron valores $>5,0$ mL/L, que corresponden a aguas de mezcla, ASS y AES. Frente al Callao y Chimbote, los núcleos $>6,0$ mL/L se relacionaron con altas concentraciones de clorofila-a (com. pers. de Oceanografía Química).

Las zonas de afloramiento, delimitadas por valores $<5,0$ mL/L se ubicaron principalmente dentro de las 30 mn frente a Chimbote y Chicama (Fig. 5).

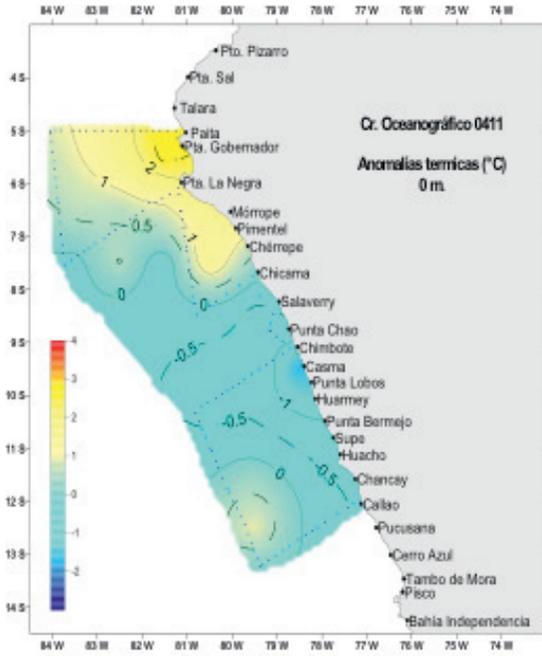


Figura 3.- Anomalia de la Temperatura (°C). Cr. 0411 BIC José Olaya B. (02-12 Nov. 2004)

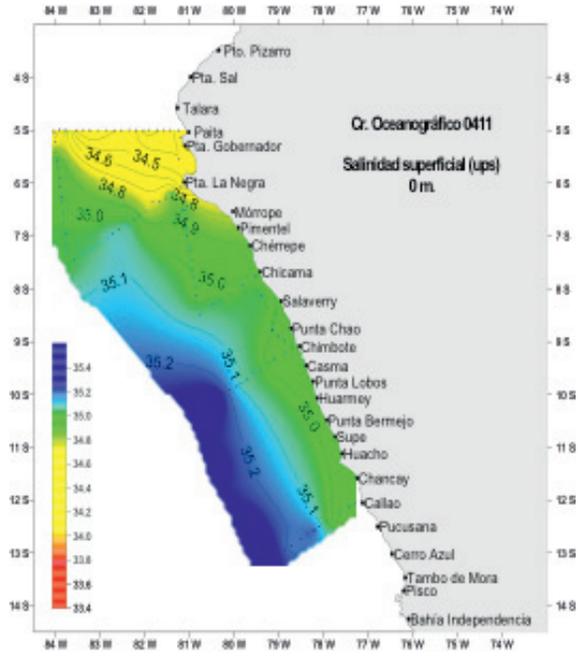


Figura 4.- Salinidad superficial del mar (ups). Cr. 0411 BIC José Olaya B. (02-12 Nov. 2004)

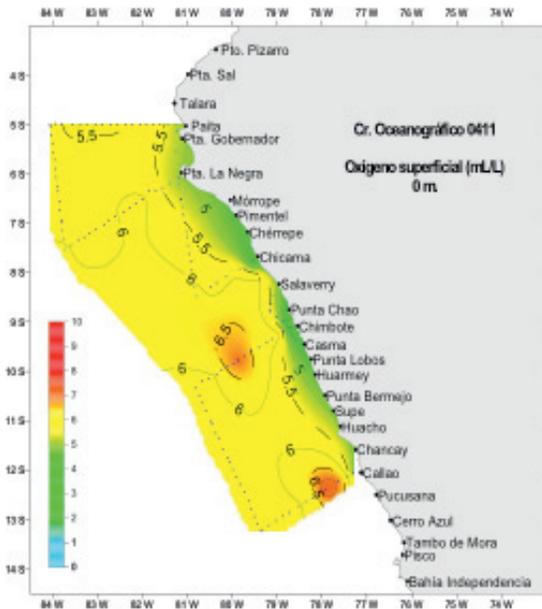


Figura 5.- Oxígeno superficial del mar (mL/L). Cr. 0411 BIC José Olaya B. (02-12 Nov. 2004)

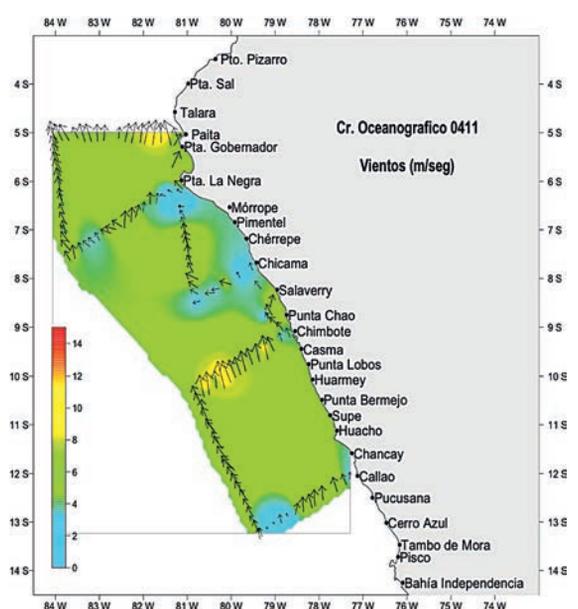


Figura 6.- Distribución del Viento superficial (m/s). Cr. 0411 BIC José Olaya B. (02-12 Nov. 2004)

Vientos.- La velocidad varió de 0,8 a 11,5 m/s; predominaron vientos de velocidad moderada (4 a 7 m/s). Núcleos con intensidades <4 m/s se registraron fuera de las 100 mn del Callao, frente a Chicama y dentro de las 40 mn de Punta la Negra. Intensidades >7 m/s fueron más frecuentes que en el Cr. 0409-10, registrándose frente a Chimbote, Paita y durante el regreso entre Paita y Mórrope (Fig. 6).

La dirección del viento varió entre 120 a 220°SE, con predominancia de 140°SE. Las mayores variaciones se

registraron en zonas de poca intensidad del viento.

Isoterma de 15 °C.- La profundidad de la isoterma de 15 °C fluctuó entre 20 y 110 m; las mayores de 100 m solo se registraron en la zona costera, al norte de Punta La Negra y están relacionados con flujos hacia el sur por efecto de la onda Kelvin, la misma que también favorece la proyección de la ESCC.

Se distinguieron flujos convergentes entre Chérrepe y Pimentel. Los flujos

hacia el norte asociados a la Corriente Costera Peruana (CCP) se han registrado dentro de las 75 mn hasta el norte de Chicama, mientras que flujos hacia el sur, relacionadas con la ESCC mostraron una amplitud de 90 mn frente a Pta. La Negra, disminuyendo en su proyección hacia el sur (Fig. 7).

DISTRIBUCIÓN VERTICAL

Callao.- La sección Callao, mostró una mayor concentración y profundización de las ASS con respecto a lo observado durante el Cr. 0409-10 (35,3 ups y 85 m, fuera de las 140 mn), (Fig. 8b), mante-

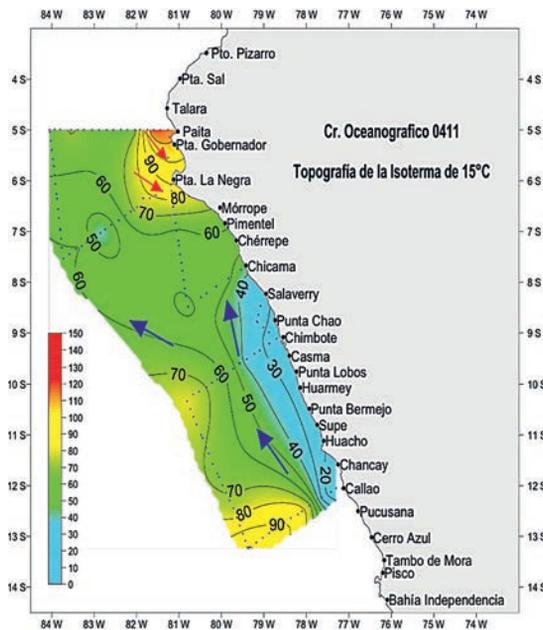


Figura 7.- Topografía de la Isoterma de 15°C. Cr. 0411
BIC José Olaya B. (02-12 Nov. 2004)

niéndose alrededor de 50 mn de la costa y dando lugar a que la isoterma de 15 °C (Fig. 8a) se ubicó alrededor de los 100 m (aproximadamente 20 m más que el crucero anterior). Por el mayor volumen vertical de ASS, las ACF se presentaron restringidas a la costa dando lugar al débil afloramiento, tal como lo muestran las isotermas e isoxígenas (Fig. 8c) que no afloran a superficie. La mínima de oxígeno (0,5 mL/L), ascendió desde los 90 m de profundidad a 70 mn, hasta 25 m en la zona costera.

Chimbote.- Esta sección presentó una termoclina más superficial a lo observado el mes anterior (Fig. 9a), asimismo la isoterma de 15 °C se ubicó sobre los 75 m (a 95 m en el Cr. 0409-10).

Por otro lado, fue evidente la surgencia de las isotermas de 15 a 17 °C y el repliegue hasta fuera de las 80 mn de las ASS (Fig. 9b). Las ACF se fraccionaron por la mezcla con las ASS, lo que no impidió el afloramiento costero dentro de las 20 mn, tal como lo mostró la distribución de temperatura y oxígeno cerca de la costa.

La mínima de oxígeno se ubicó alrededor de los 25 m en la zona costera (Fig. 9c).

Chicama.- En esta sección, se registró una débil termoclina sobre los 40 m de profundidad (Fig. 10a) asociada a un restringido afloramiento costero dentro de las 15 mn de la costa y con temperaturas <17 °C; la isoterma de 15

°C se ubicó alrededor de los 50 m; la distribución halina mostró mezcla de ACF y ASS (Fig. 10b) que predominó sobre los 100 m; las ASS estuvieron presentes en la capa subsuperficial en forma de una lengua alrededor de los 50 m y fuera de las 20 mn. La oxiclina (Fig. 10c) mostró isoxígenas <5 mL/L asociadas al afloramiento dentro de las 15 mn, y la mínima de oxígeno que ascendió de 100 a 50 m de profundidad en la zona costera.

Punta La Negra.- En la sección Punta la Negra, al igual que en Chimbote, se apreció un marcado ascenso de la termoclina con respecto al mes anterior, quedando como base la isoterma de 16 °C, la misma que ascendió alrededor de 25 m fuera de las 100 mn (Fig. 11a). Esta termoclina compuesta por 6 isotermas (20–16°C) se ubicó fuera de las 40 mn y sobre los 50 m de profundidad.

Esta sección mostró pequeños núcleos de AES dentro de las 70 mn (Fig. 11b), que no sobrepasaron los 15 m de profundidad. El afloramiento costero estuvo restringido por la presencia de estas AES en la zona costera. Se registraron pequeños núcleos de ASS en superficie y en la capa subsuperficial; pero, en general, predominaron aguas de mezcla. La distribución de la oxiclina (Fig. 11c) mostró cierta similitud con la termoclina, y la ESCC se mantuvo fortalecida (para la época), a juzgar por la ligera profundización de la isoxígena de 1 mL/L y la isoterma de 15 °C.

Sección Callao (02-03 Nov. 2004)

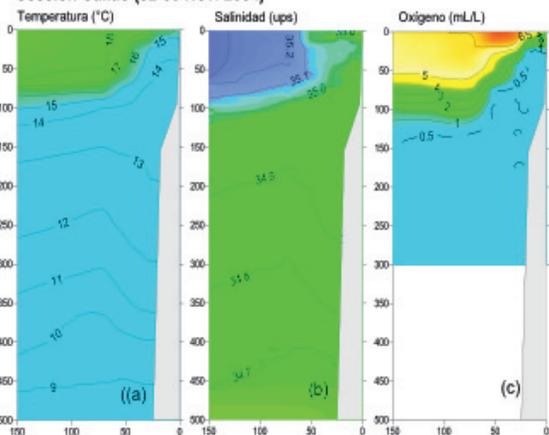


Figura 8.- Distribución vertical frente al Callao. a) Temperatura, b) Salinidad y c) Oxígeno Cr. 0411. BIC José Olaya B.

Paita.- La sección Paita fue la más afectada por el arribo de la onda Kelvin, que dio lugar a la proyección de las AES, las que alcanzaron profundidades de 30 a 40 m a lo largo de toda la sección (Fig. 12b); aun así, la termoclina fuera de las 50 mn mostró un ligero ascenso con respecto al mes anterior (Fig. 12a), las ASS se presentaron en pequeños núcleos por debajo de los 50 m. Por la misma presencia de las AES, el afloramiento costero no se desarrolló con las características propias de la estación. Por otro lado, dentro de las 50 mn se registró una profundización de la isoterma de 15 °C, de la isohalina de 35,0 ups y de la isoxígena de 1,0 mL/L (Fig. 12c), asociada a la presencia de la ESCC.

DISCUSIÓN

Las condiciones bioceanográficas, al norte de los 6°30'S mostraron las anomalías previstas por el arribo de ondas Kelvin del Pacífico ecuatorial (MORÓN y CAMPOS 2011); éstas se acentuaron en la zona costera frente a Paita con la presencia de AES, mostrándose débiles frente a Punta La Negra.

En la capa subsuperficial la termoclina, en vez de profundizarse por las anomalías superficiales, presentó un ascenso de 10 y 20 m en las secciones de Chimbote, Punta la Negra y Paita, con respecto a lo observado el mes anterior. Asimismo, se registró la intensificación de la ESCC al arribo de una onda Kelvin, lo que mantuvo fortalecida esta corriente en la zona norte (Paita, Punta La Negra). Esta onda se proyecta más al sur cuando llega con mayor intensidad como sucede durante los eventos El Niño (Ej. Cr. Oceanográfico 9706-07).

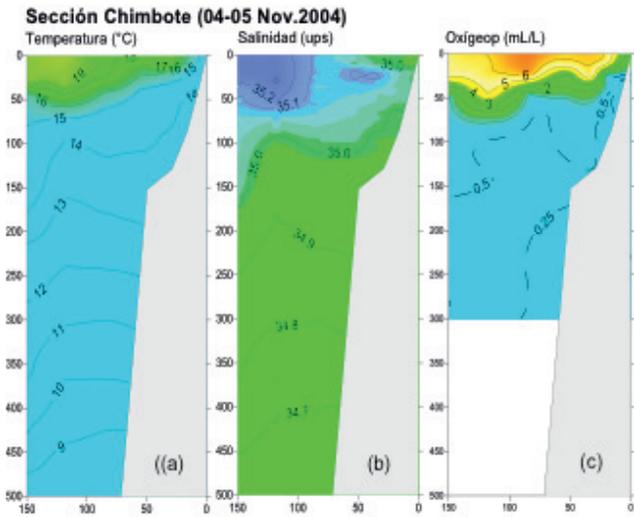


Figura 9.- Distribución vertical frente al Chimbote. a) Temperatura, b) Salinidad y c) Oxígeno Cr. 0411. BIC José Olaya B.

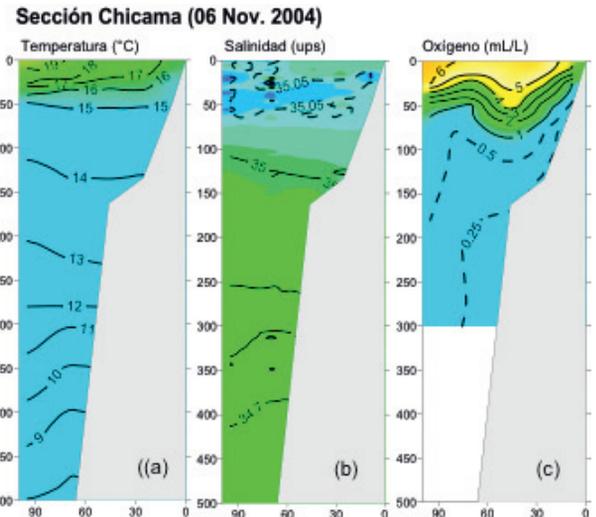


Figura 10.- Distribución vertical frente al Chicama. a) Temperatura, b) Salinidad y c) Oxígeno Cr. 0411. BIC José Olaya B.

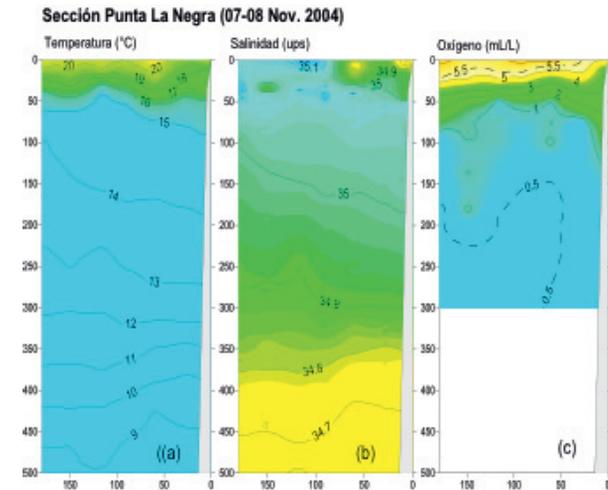


Figura 11.- Distribución vertical frente a Punta Negra. a) Temperatura, b) Salinidad y c) Oxígeno Cr. 0411. BIC José Olaya B.

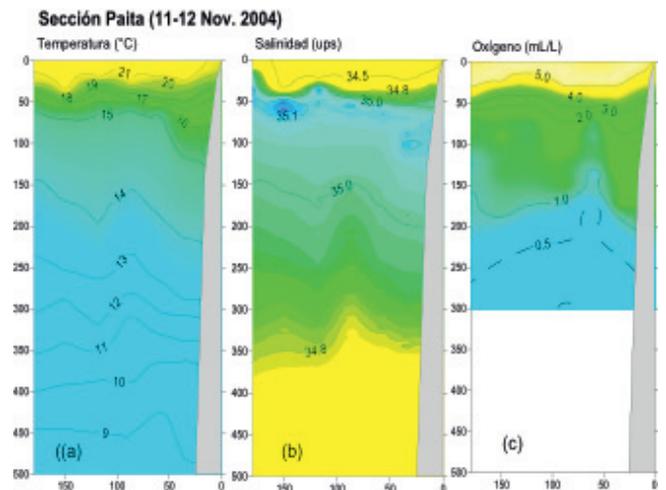


Figura 12.- Distribución vertical frente a Paita. a) Temperatura, b) Salinidad y c) Oxígeno Cr. 0411. BIC José Olaya B.

Al sur de los 7°30'S, se registraron anomalías negativas muy próximas a lo normal, al contrario de las anomalías positivas cercanas a lo normal observadas en la misma zona el mes anterior (MORÓN Y CAMPOS 2011). Indudablemente, que el ascenso paulatino de las isoterms son indicativos de cierta normalización en la zona norte; pero la zona centro y sur del Perú tendía a un ligero enfriamiento dentro de lo normal.

Por otro lado, a pesar de la proyección de las AES descritas, se pudo registrar presencia de huevos y larvas de anchoveta, relacionadas con las ACF, las larvas se registraron a 167 mn frente a Punta La Negra.

CONCLUSIÓN

1. El arribo de una nueva onda Kelvin a la costa del Perú motivó condiciones ligeramente cálidas al norte de los 7°30'S, relacionadas con la proyección de Aguas Ecuatoriales Superficiales, y condiciones frías cerca de lo normal al sur de esta latitud.
2. La capa subsuperficial entre Chimbote y Paita registró un ascenso de la termoclina con respecto al mes anterior, indicativo de un ligero enfriamiento de esa capa, asimismo registró la presencia fortalecida, para la época, de la Extensión Sur de la Corriente de Cromwell.
3. El afloramiento costero en general ha sido débil, desarrollándose en-

tre Chimbote y Chicama, en una franja de 10 a 20 mn de la costa.

4. La velocidad del viento varió de 0,8 a 11,5 m/s, predominando vientos de velocidad moderada (4 a 7 m/s).

REFERENCIAS

CARRIT D, CARPENTER Y 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.

IMARPE. 1997. Crucero Oceanográfico 9706-07. BIC Humboldt (16 junio-17 julio 1997). Informe interno IMARPE

- MORÓN O, VÁSQUEZ L, TELLO E. 2001. Variabilidad de la Extensión Sur de la Corriente de Cromwell (ESCC) en la costa peruana. pp. 29-35. En: FORUM La merluza peruana (*Merluccius gayi peruanus*). Biología y Pesquería. Eds. M. Espino, M Samamé, R. Castillo. Callao, junio 2001. 120 pp. Imarpe. Lima, Perú.
- MORÓN O, CAMPOS M. 2011. Condiciones oceanográficas y ondas Kelvin en primavera 2004. Inf Inst Mar Perú 38(1): (93-102).
- WIRTKY K. 1967. Circulation and water masses in the eastern Equatorial Pacific Ocean. Inst. Jour. Oceanol. and Limnol., 1 (2): 117-147.
- ZUTA S, GUILLÉN O. 1970. Oceanografía de las aguas costeras del Perú. Departamento de Oceanografía del Instituto del Mar del Perú. Boletín 2 (5): 157-324.
- ZUTA S, URQUIZO W. 1972. Temperatura Promedio de la Superficie del Mar frente a la Costa Peruana, Periodo 1928-1969. Bol. Inst. Mar Perú. 2(8).