



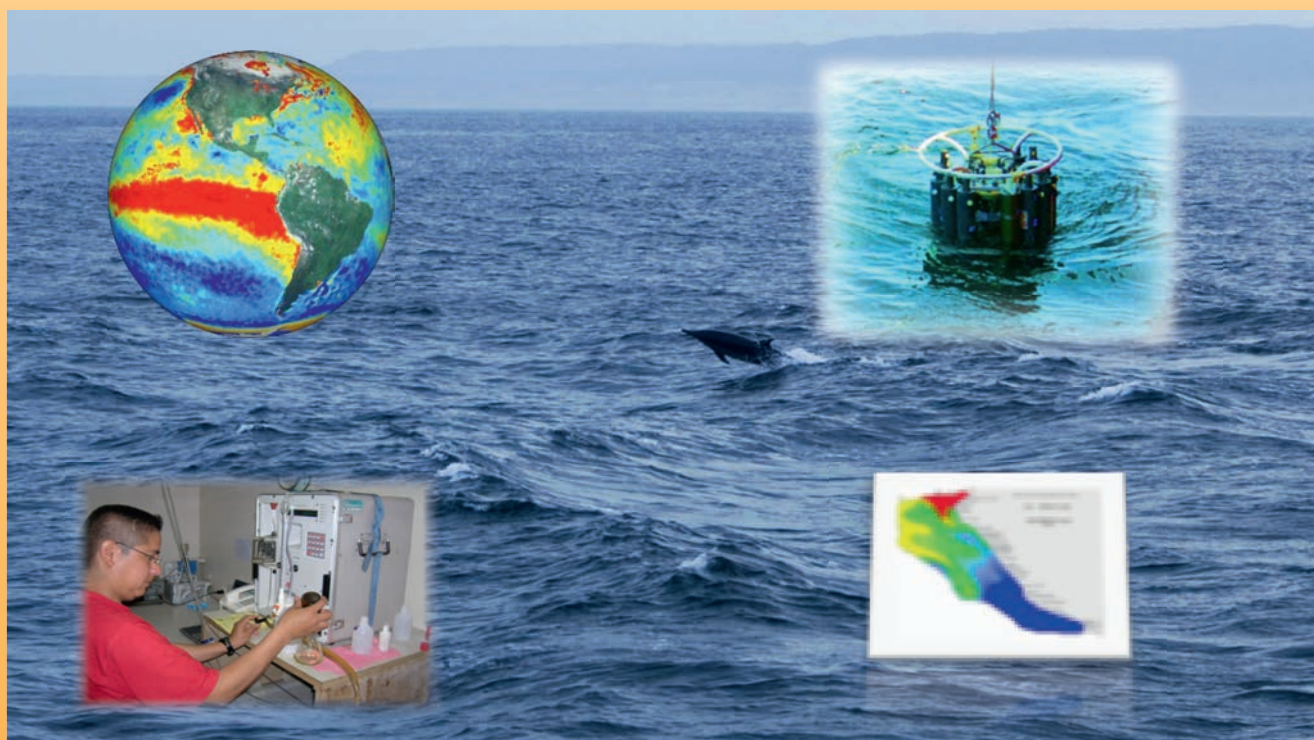
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

# 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 PRIMAVERA 2003: CRUCERO PELÁGICO BIC HUMBOLDT Y OLAYA 0310-12

## OCEANOGRAPHIC ASPECTS OBSERVED IN SPRING 2003: RV HUMBOLDT AND OLAYA PELAGIC CRUISE 0310-12

Octavio Morón Enrique Tello Noel Domínguez

Dirección de Investigaciones Oceanográficas. IMARPE

### RESUMEN

MORÓN O, TELLO E, DOMÍNGUEZ N. 2011. *Aspectos oceanográficos en primavera 2003: Crucero pelágico BIC Humboldt y Olaya 0310-12. Inf Inst Mar Perú. 38(1): 81-87.* - El estudio se realizó a bordo de dos barcos y en forma simultánea: BIC Humboldt que cubrió de 100 a 200 mn y BIC Olaya, dentro de las 100 mn. Las observaciones más importantes fueron: (a) presencia de las aguas subtropicales superficiales (ASS) de Pimentel (8°S) hasta la frontera sur (18°S), con una notable advección a la costa de Huarney (10°S), al Callao (12°S) y al sur de los 15°S (San Juan de Marcona); (b) proyección de aguas ecuatoriales superficiales (AES) hasta los 5°20'S, por el arribo de una nueva onda Kelvin; (c) registro de aguas ecuatoriales superficiales (AES) entre 6°30' y 8°S por fuera de las 140 mn, constituyendo rezagos de las ondas que arribaron en agosto; (d) predominancia de anomalías térmicas positivas de hasta +1,5 °C, relacionadas con la persistencia de las ondas Kelvin y el relajamiento de los sistemas atmosféricos que debilitaron los vientos Alisios del sudeste, y que redujeron las áreas de afloramiento costero; (e) registro de dos pequeños núcleos con anomalías negativas.

PALABRAS CLAVE: oceanografía física, afloramiento, crucero pelágico, primavera 2003.

### ABSTRACT

MORÓN O, TELLO E, DOMÍNGUEZ N. 2011. *Oceanographic aspects observed in spring 2003. RV Humboldt and Olaya pelagic cruise 0310-12. Inf Inst Mar Perú. 38(1): 81-87.* - The study was conducted aboard two ships, and simultaneously: RV Humboldt covering 100 to 200 nm and RV Olaya within 100 nm. The most important results were: (a) presence of subtropical surface waters (SSW) between Pimentel to the southern border (8 to 18°S), with a notable advection to the coast of Huarney (10°S), Callao (12°S) and south of 15°S (San Juan de Marcona); (b) projection of equatorial surface waters (ESW) to 5°20'S, by the arrival of a new Kelvin wave; (c) registration equatorial surface waters (ESW) between 6°30' and 8°S outside the 140 nm, constitute remnants of waves that arrived in August; (d) predominance of positive thermal anomalies of up to +1.5°C, related to the persistence of Kelvin waves and relaxation of weather systems that weakened the southeast trade winds, and reduced coastal upwelling areas; (e) there were only two small nuclei with negative anomalies.

KEYWORDS: physical oceanography, upwelling, pelagic cruise, spring 2003.

## INTRODUCCIÓN

Los cruceros para la evaluación de los recursos pelágicos en la primavera 2003 (Cr. 0310-12), se programaron conjuntamente con la Japan Deep Sea Trawler Association con el fin de estudiar la vinciguerría y otras especies pelágicas. Se utilizó el BIC Humboldt en el área entre 100 y 200 mn; simultáneamente el BIC Olaya complementó la evaluación dentro de las 100 mn. Las condiciones oceanográficas habían mostrado, principalmente en la zona norte, fuertes anomalías termohalinas ocasionadas por la llegada de ondas Kelvin en agosto y setiembre 2003 (Crucero de Evaluación de la Biomasa Desovante 0308-09) (IMARPE 2003a).

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se estudiaron los recursos pelágicos peruanos de sur a norte. El BIC Humboldt navegó del 24 octubre al 7 diciembre; y el BIC Olaya del 30 de octubre al 10 diciembre. Los trabajos se iniciaron en la frontera sur el día 27 de octubre, a bordo del BIC Hum-

boldt. Para el estudio oceanográfico se integró la información recopilada y analizada a bordo de ambos barcos (Fig. 1). Se elaboraron cartas superficiales y verticales de temperatura, salinidad, oxígeno; y cartas horizontales de anomalías térmicas, vientos e isoterma de 15 °C.

Se tomó datos y muestras superficiales cada 10-15 mn, en los transectos de ambos barcos. En las calas de comprobación se obtuvo información de superficie y cerca al fondo. Se realizaron 11 secciones hidrográficas programadas con distancias variables y hasta 500 m de profundidad frente a Ilo, Atico, San Juan, Callao, Punta Bermejo, Chimbote, Chicama, Punta Falsa, Paita y Puerto Pizarro. Los análisis de salinidad y oxígeno se realizaron a bordo empleando el Portasal Guildline modelo 8410a; y el método de Winkler modificado por CARRIT y CARPENTER, 1966. Los gráficos se efectuaron con programa Surfer 8.0; para la denominación de las masas de agua se siguió a WYR- TKI (1967) y ZUTA y GUILLÉN (1970).

## RESULTADOS

### DISTRIBUCIÓN HORIZONTAL

**Temperatura (TSM, °C).**- Varió entre 14,16 °C (Bahía Independencia, zona costera) y 24,71 °C (norte de Cabo Blanco) (Fig. 2). Temperaturas <18 °C, relacionadas con el afloramiento se presentaron circunscritas a la costa; las >20 °C se acentuaron al sur de Atico (codo peruano chileno) y al norte del Callao, como indicativo del cambio estacional. Las altas temperaturas, a excepción del norte de Talara, se relacionan con la aproximación a la costa de las aguas subtropicales superficiales (ASS). Al sur de San Juan y fuera de las 100 mn se observó un núcleo <18 °C, que en agosto y setiembre fue parte de las aguas frías y luego fraccionado por el cambio estacional.

**Anomalías térmicas (ATSM, °C).**- Predominaron las anomalías positivas hasta +1,8 °C. Las >1,0 °C se relacionaron con ASS al sur de los 7°S, y la mezcla con aguas ecuatoriales superficiales (AES) en el norte. Anoma-

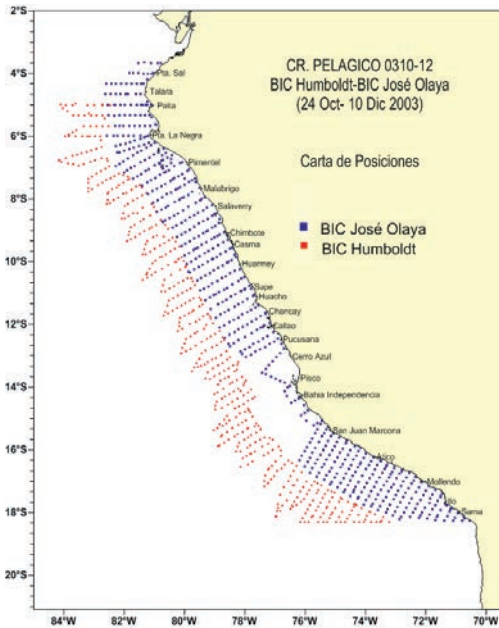


Figura 1.- Carta de ubicación de estaciones Cr. Pelágico 0310-12 BIC Humboldt-BIC J. Olaya.

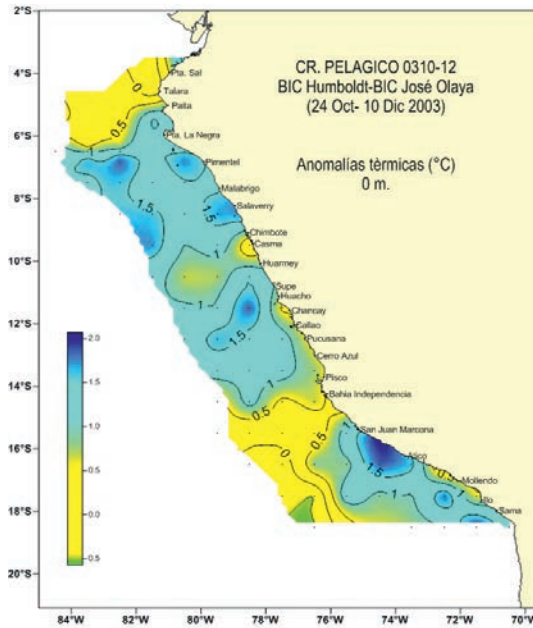


Figura 3.- Anomalía Térmica en superficie del mar (°C). Cr. Pelágico 0310-12 BIC Humboldt-BIC J. Olaya.

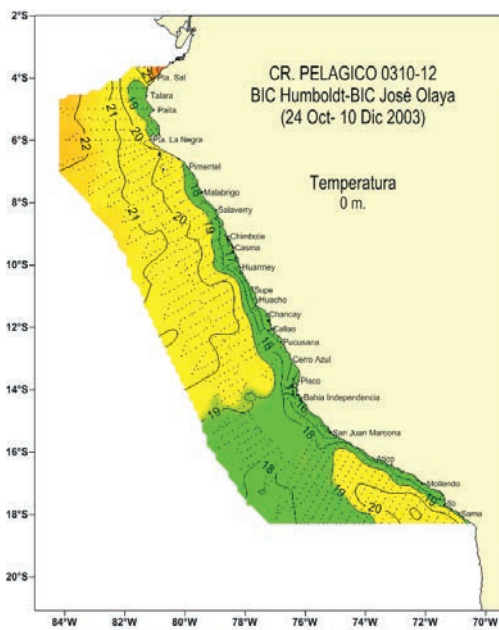


Figura 2.- Temperatura superficial del mar (°C). Cr. Pelágico 0310-12 BIC Humboldt-BIC J. Olaya.

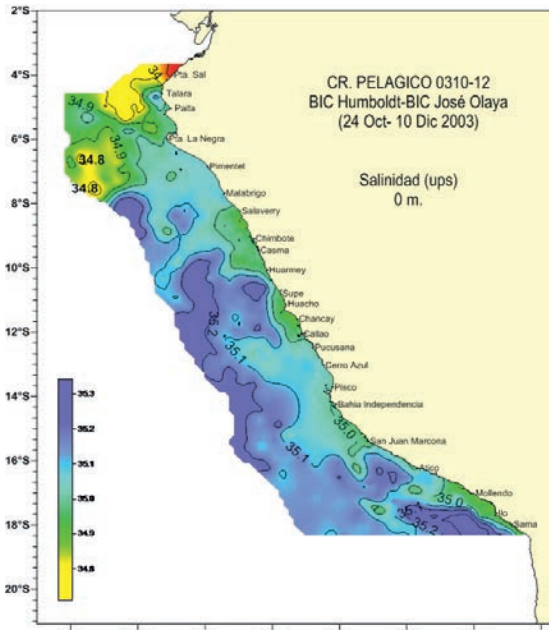


Figura 4.- Salinidad superficial del mar (ups). Cr. Pelágico 0310-12 BIC Humboldt-BIC J. Olaya.

lías dentro de lo normal (-0,5 a +0,5 °C) se registraron al sur de los 14°S en la zona oceánica (fuera de las 100 mn), donde hubo un mayor volumen de aguas frías en los meses de invierno, por lo que fue más lento el cambio estacional en dicha zona (Fig. 3). Otros núcleos con valores dentro de lo normal se registraron al norte de Punta La Negra, frente a Casma y en zonas próximas a la costa alrededor de Chancay y Mollendo.

**Salinidad superficial (ups).-**

La salinidad superficial se presentó en un rango de 33,76 a 35,34 ups. Los valores halinos menores de 34,0 ups estuvieron relacionados con aguas tropicales superficiales (ATS) y se ubicaron en la zona costera al norte de Cabo Blanco, mientras que valores más elevados relacionados con ASS se distribuyeron fuera de la costa, entre los 8–18°S.

Las AES, de salinidades entre 34,0 a 34,8 ups, mostraron una atípica pro-

yección para la época por fuera de las 50 mn (del norte de Talara al sur de Paita), lo que tuvo relación con el arribo de una nueva onda Kelvin (Fig. 4), también se registraron rezagos de estas AES fuera de las 140 mn entre los 6-8°S, formando un notable frente halino con las ASS (34,8-35,2 ups) frente a los 8°S. Este rezago fue parte de lo registrado entre agosto y setiembre 2003 (Cr. 0308-09 Biomasa Desovante) con la llegada de la primera onda Kelvin, que, después de impactar en la costa, parte de ella



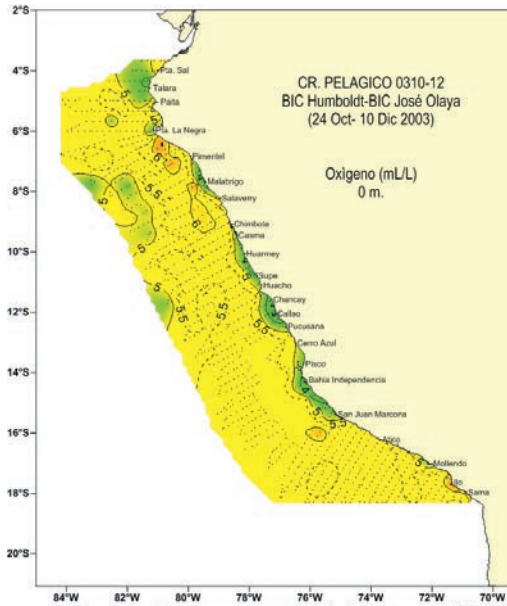


Figura 5.- Oxígeno superficie del mar (mL/L).  
Cr. Pelágico 0310-12 BIC Humboldt-BIC J. Olaya.

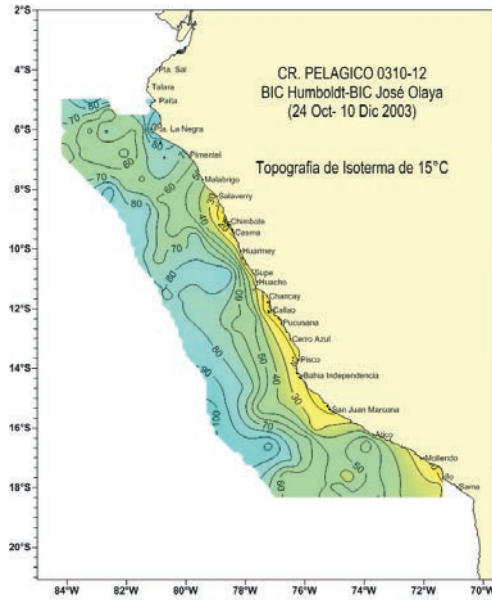


Figura 6.- Profundidad de la isoterma de (15°C).  
Cr. Pelágico 0310-12 BIC Humboldt-BIC J. Olaya.

regresó en sentido contrario con la denominación de ondas Rossby (Mc PHADEN 1999).

Valores mayores de 35,1 ups, propios de ASS presentaron una amplia distribución, entre los 8 y 18°S, con aproximación a la costa entre Callao y Huarmey y al sur de los 15°S, presentando en el codo Peruano-Chileno la más alta concentración. Las aguas costeras frías (ACF), se presentaron próximas a la costa y originaron grandes mezclas con las ASS (35,0-35,1 ups), principalmente entre San Juan y Callao y de Salaverry a Punta La Negra. Al norte de los 6°S las ACF se observaron en menor proporción y mezclas con AES.

**Oxígeno superficial (mL/L).-**

El oxígeno superficial presentó reducidos núcleos de afloramiento; por lo general, predominaron valores >5,0 mL/L, propios de ASS y de mezcla (Fig. 5).

Las zonas de San Juan a Pisco, de Pucusana a Huacho y de Salaverry a Pimentel, mostraron surgencia de la iso-oxígena de 4,0 mL/L, que en ningún caso sobrepasó las 15 millas de la costa, indicativo de una débil intensidad del afloramiento. Entre Paita y sur de Punta Sal se registraron concentraciones <5 mL/L, lo que indicó un foco de afloramiento y mezcla con otro tipo de agua. Cabe mencionar que, durante la primavera 2002, se presentaron condiciones bastante similares a las registradas durante la primavera 2003 (IMARPE, 2002).

**Isotherma de 15 °C.-**

La topografía de la isoterma de 15 °C (Fig. 6), mostró profundidad entre 20 a 100 m, con flujos subsuperficiales costeros hacia el sur hasta la altura de Pimentel; asimismo, en la zona oceánica, alrededor de 6 y 8°S, se apreció la formación de un gran remolino en sentido horario a 60 m de profundidad, que pudo tener relación con la permanencia del núcleo de AES mencionado anteriormente.

Al sur de 8°S, predominaron los flujos hacia el norte. La zona de convergen-

cia con los flujos proyectados hacia el sur, fue entre Pimentel y Malabrigo.

Remolinos anti-horario se registraron entre Huacho y Huarmey, a 80 m de profundidad fuera de las 50 mn, y al sur de San Juan entre 50 y 60 m y ligeramente más cerca de la costa que el anterior, extendiéndose hacia el sur de los 18°20'S.

**Viento superficial.-**

Los vientos Alisios mostraron dirección predominante del SE (Fig. 7); se presentaron en gran parte del área

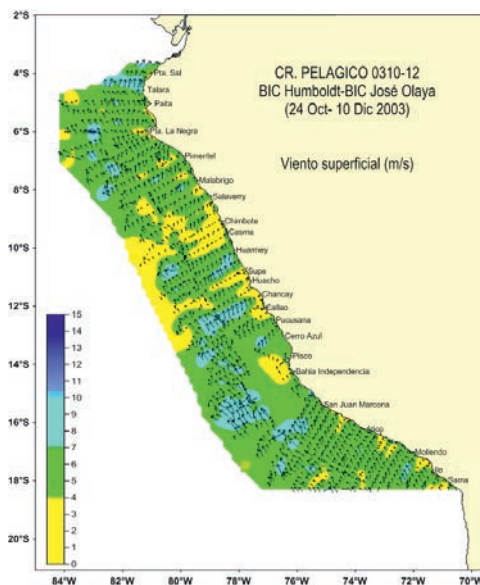


Figura 7.- Dirección y velocidad del viento superficial.  
Cr. Pelágico 0310-12 BIC Humboldt-BIC J. Olaya.

de estudio con velocidad entre débiles (<4 m/s) a moderadas (4-7 m/s), con pequeñas zonas de vientos fuertes (>8 m/s).

Los vientos débiles se registraron principalmente cerca de la costa y en la zona oceánica entre Callao y Supe y de Casma a Salaverry, afectando el desarrollo del afloramiento costero y dando lugar a una aproximación de las aguas cálidas hacia la costa en las zonas mencionadas. Vientos moderados o dentro de lo normal predominaron al sur del Callao y al norte de Salaverry, habiéndose debilitado con respecto a lo observado durante el Cr. Demersal 0310 (IMARPE 2003b).

Vientos de intensidad fuerte se registraron especialmente en la zona oceánica, con aproximación a la costa principalmente frente a Chancay, Huarmey y norte de Talara.

**DISTRIBUCIÓN VERTICAL**

La Sección **Ilo** presentó una fuerte termoclina superficial entre 15 y 30 m de profundidad y fuera de las 20 mn (Fig. 8a), el afloramiento fue muy débil debido a que las isotermas no alcanzaron la superficie. La salinidad en la capa de 0 a 25 m presentó ACF dentro de las 5 mn, aguas de mezcla entre 5 a 20 mn y ASS fuera de las 20 mn (Fig. 8b). Entre los 50 y 250 m se registraron temperaturas de 14 a 12 °C, y salinidad de 34,9 a 34,8 ups.

No se registró presencia de aguas templadas de la Subantártica (ATSA), lo que es muy común en esta zona.

La Sección **Atico**, mostró una termoclina compuesta por 5 isotermas (18-14 °C) a 30 y 60 m de profundidad; termoclina atípica en su configuración debido a la presencia de dos núcleos de ASS, ubicados alrededor de las 30 mn y fuera de las 80 mn, con temperaturas y salinidades mayores de 17 °C y 35,1 ups (Figs. 9a y 9b).

Debajo de la termoclina, de 60 a 140 m y fuera de las 110 mn, se observó presencia de las ATSA, caracterizadas por temperaturas y salinidades menores de 15 °C y 34,8 ups (Fig. 9b).

En la Sección **San Juan**, la capa de mezcla se presentó con un espesor de 40 m de profundidad fuera de las 75 mn, debajo de ésta (40-90 m) se ubicó una termoclina con cuatro isotermas (17-14 °C) (Fig. 10).

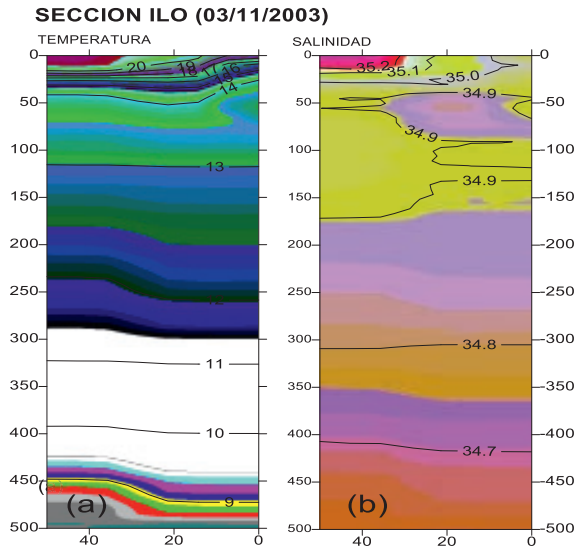


Figura 8.- Sección frente a Ilo. a) Temperatura, b) Salinidad. Cr. Pelágico 0310-12 BIC Humboldt-BIC J. Olaya.

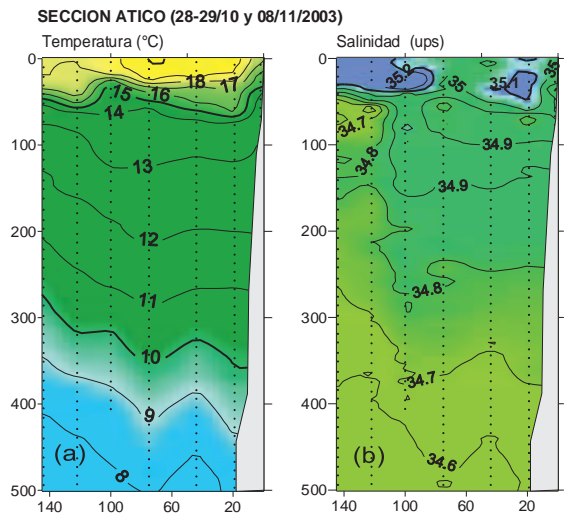


Figura 9.- Sección frente a Atico. a) Temperatura, b) Salinidad. Cr. Pelágico 0310-12 BIC Humboldt-BIC J. Olaya.

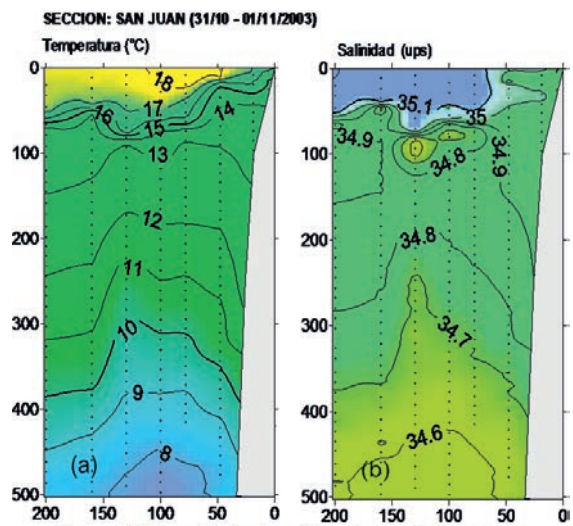


Figura 10.- Sección frente a San Juan. a) Temperatura, b) Salinidad c) Oxígeno. Cr. Pelágico 0310-12 BIC Humboldt-BIC J. Olaya.

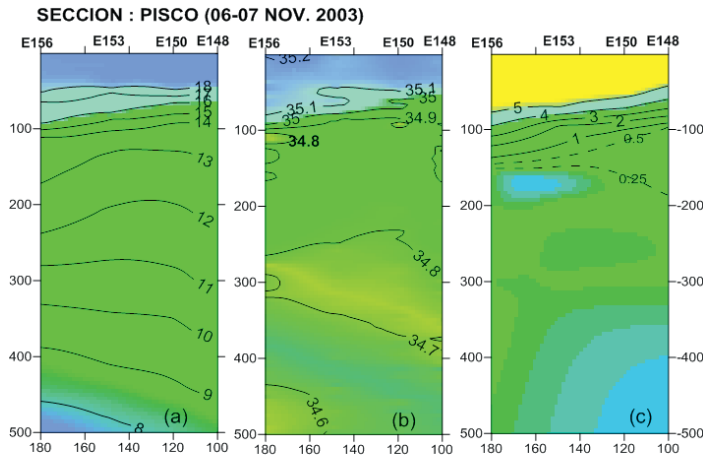


Figura 11.- Distribución vertical frente a Pisco. a) Temperatura, b) Salinidad y c) Oxígeno. Cr. Pelágico 0310-12 BIC Humboldt-BIC J. Olaya.

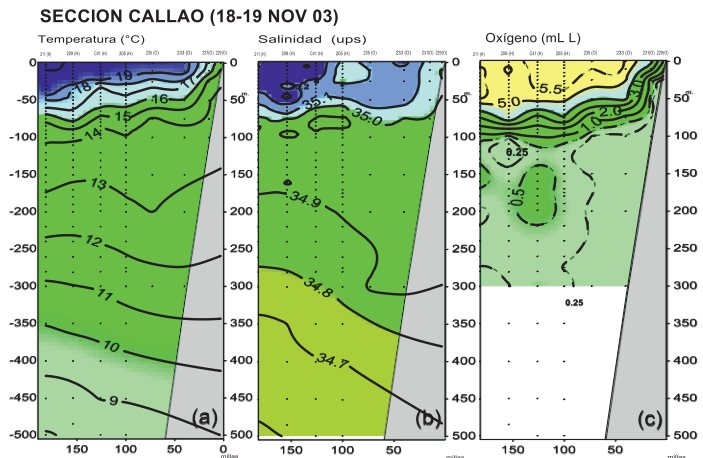


Figura 12.- Distribución vertical frente a Callao. a) Temperatura, b) Salinidad y c) Oxígeno. Cr. Pelágico 0310-12 BIC Humboldt-BIC J. Olaya.

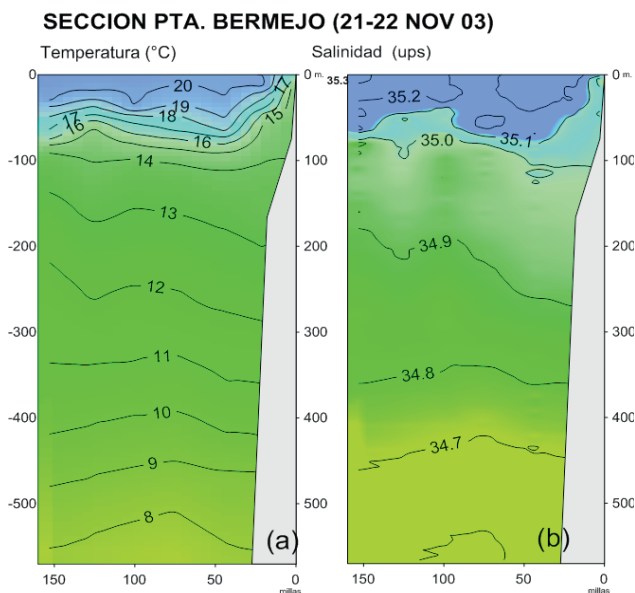


Figura 13.- Sección frente a Punta Bermejo. a) Temperatura, b) Salinidad y c) Oxígeno. Cr. Pelágico 0310-12 BIC Humboldt-BIC J. Olaya.

Las ASS alcanzaron 70 m de profundidad, proyectándose aproximadamente a 65 mn de la costa. Las ATSA se ubicaron entre 80 y 100 m y de 80 a 135 mn. El afloramiento costero se estuvo desarrollando dentro de las 40 mn y desde aproximadamente 80 m de profundidad.

En la sección **Pisco** (100 a 180 mn) se registró una capa de mezcla sobre los 50 m de profundidad, debajo de ella la termoclina compuesta por 5 isoterms (18-14 °C, Fig. 11a); asociadas a la termoclina se presentaron salinidades de 35,1 a 34,9 ups (Fig. 11b) y la oxiclina de 5 a 1 mL/L (Fig. 11c). Por la distancia a la costa no se registró el característico ascenso a la superficie de los 3 parámetros en mención, solo pequeños núcleos de ATSA. La mínima de oxígeno se observó a 100 m en las 100 mn, y a 135 m a 180 mn.

La Sección **Callao**, mostró una termoclina en formación entre los 30 y 100 m de profundidad, teniendo como base la isoterma de 14 °C (Fig. 12a). Las ASS se ubicaron fuera de las 30 mn alcanzando profundidades de 50 a 60 m, con núcleo de hasta 35,3 ups (Fig. 12b). Por la distribución termohalina y del oxígeno se deduce que el afloramiento se desarrolló dentro de las 30 mn de la costa, ubicándose la mínima de oxígeno a 25 m cerca de la costa (Fig. 12c).

La Sección **Punta Bermejo** se caracterizó por presentar una fortalecida termoclina compuesta por 5 isoterms (19-15 °C) ubicada entre los 30 y 75 m de profundidad, teniendo como base la isoterma de 15 °C (Fig. 13a). Las ASS se presentaron con un espesor de hasta 80 m de profundidad, con núcleos mayores de 35,2 ups, proyectándose hasta aproximadamente 10 mn de la costa, reduciendo el área de afloramiento costero (Fig. 13b). Valores de salinidad de 35,1-35,2 ups estuvieron asociados a temperaturas mayores de 17 °C. La isohalina de 35,0 ups se ubicó alrededor de los 100 m de profundidad, marcando la presencia de las ASS.

La sección **Chimbote** presentó una termoclina de 6 isoterms (20 a 15 °C) entre 20 y 80 m de profundidad, tendiente a fortalecerse con la proximidad de la estación de verano (Fig. 14a). Las ASS se registraron hasta 50 m de profundidad, con un núcleo mayor de 35,2 ups sobre los 30 m entre las 50 y 140 mn. Las ACF se presentaron profundizadas (debajo de 70 m) y sobre ellas agua de mezcla (Fig. 14b). El afloramiento en esta sección se presentó muy débil y bas-



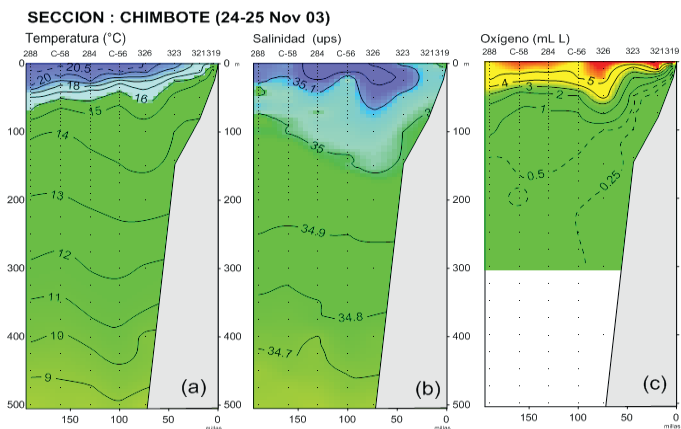


Figura 14.- Distribución vertical frente a Chimbote. a) Temperatura, b) Salinidad y c) Oxígeno. Cr. Pelágico 0310-12 BIC Humboldt-BIC J. Olaya.

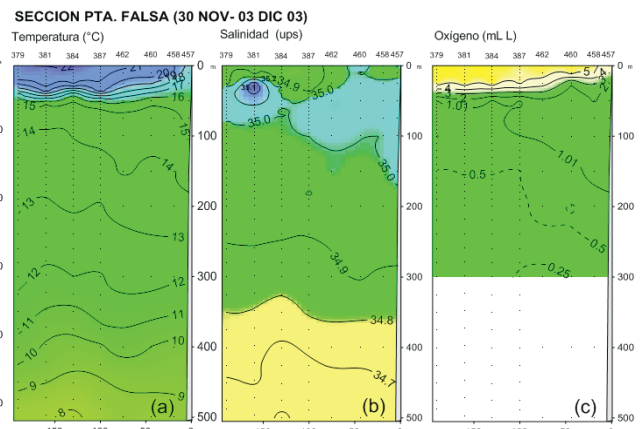


Figura 16.- Distribución vertical frente a Punta Falsa. a) Temperatura, b) Salinidad y c) Oxígeno. Cr. Pelágico 0310-12 BIC Humboldt-BIC J. Olaya.

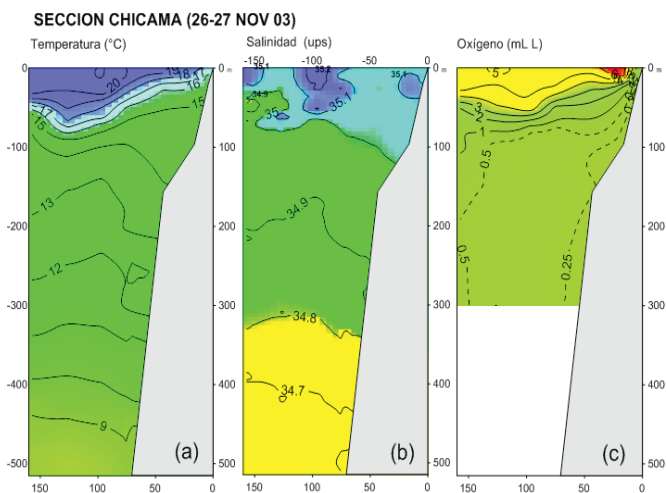


Figura 15.- Distribución vertical frente a Chicama. a) Temperatura, b) Salinidad y c) Oxígeno. Cr. Pelágico 0310-12 BIC Humboldt-BIC J. Olaya.

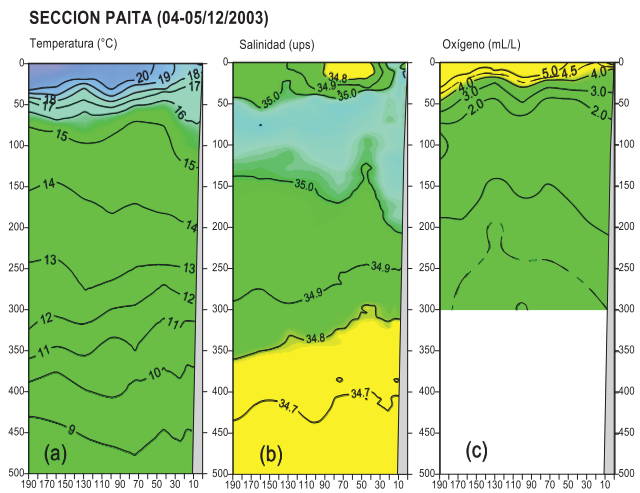


Figura 17.- Distribución vertical frente a Paita. a) Temperatura, b) Salinidad y c) Oxígeno. Cr. Pelágico 0310-12 BIC Humboldt-BIC J. Olaya.

tante limitado a la costa, registrándose la mínima de oxígeno entre 10 a 15 m en la zona costera (Fig. 14c).

En la Sección **Chicama** la termoclina (19–15 °C) se ubicó entre 40 y 90 m de profundidad (Fig. 15a), observándose dentro de las 70 mn el hundimiento de las isotermas de 14 y 13 °C, conjuntamente con la isohalina de 34,9 ups (Fig. 15b), que no indicó necesariamente la presencia de la extensión sur de la corriente de Cromwell (ESCC) por los bajos valores de oxígeno debajo de los 70 m (Fig. 15c).

A diferencia de otras secciones, frente a Chicama no se presentó una masa uniforme de ASS, subdividiéndose en tres núcleos sobre los 80 m de profundidad. Por la disposición de las iso-oxígenas e isohalinas, el afloramiento costero no ha tenido mayor desarrollo en esta sección.

La sección **Punta Falsa**, mostró una termoclina entre 20 y 60 m de profundidad (Fig. 16a), siendo atípica la capa superficial por fuera de las 80 mn con valores menores de 34,9 ups (Fig. 16b), producto del remanente de las AES, las ASS se ubicaron debajo de ellas.

Dentro de las 100 mn predominan valores ligeramente mayores de 35,0 ups (aguas de mezcla) y valores mayores de 5 mL/L de oxígeno hasta 15 mn de la costa (Fig. 16c), indicativos de un pobre afloramiento en esta sección. La profundización de las isotermas de 14 y 15 °C, así como la isohalina de 35,0 y la iso-oxigena de 1,0 mL/L fueron evidencias de la presencia de la ESCC, la que mostró una ubicación dentro de lo normal para la época.

La sección **Paita** presentó una capa de mezcla de 20 a 30 m de profundi-

dad fuera de las 40 mn, con temperaturas mayores de 20 °C y valores halinos de procedencia ecuatorial entre las 50 y 90 mn (Fig. 17 b).

La termoclina estuvo compuesta por 5 isotermas entre los 30–55 m de profundidad (Fig. 17a). El oxígeno mostró la iso-oxigena de 1 mL/L entre 150 a 200 m de profundidad, revelando una profundización moderada, indicativo de la presencia de la ESCC. Esta sección manifestó un débil afloramiento dentro de los 30 m.

## CONCLUSIONES

1. El ambiente océano-atmosférico frente a la costa peruana presentó alteraciones originadas principalmente por el debilitamiento de los vientos Alisios del SE.
2. Las Aguas Ecuatoriales mostraron una atípica proyección por fuera

de las 50 mn frente a Paita y rezagos por fuera de las 140 mn como consecuencia de ondas Kelvin en nuestras costas.

3. Se detectó marcada presencia de Aguas Subtropicales Superficiales entre los 8 y 18°S, con gran aproximación a la costa entre Huarmey y Callao y al sur de los 15°S.
4. Las anomalías térmicas alcanzaron valores positivos de hasta 1,5 °C en gran parte de las zonas centro norte.
5. El afloramiento costero se presentó muy debilitado, tal como lo muestra la predominancia de los altos valores de oxígeno.

## 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 2002. Informe ejecutivo del Crucero de Evaluación de Recursos Pelágicos 0209-11. Inst. Mar Perú, Informe Interno. BIC Humboldt, BIC José Olaya y BIC SNP-2.
- IMARPE 2003a. Informe ejecutivo del Crucero de Evaluación de la biomasa desovante de la anchoveta, Cr. 0308-09. Inst. Mar Perú, Informe Interno. BIC José Olaya, BIC SNP-2.
- IMARPE 2003b. Informe ejecutivo del Crucero Bento Demersal 0310. Informe Interno. BIC Humboldt.
- MC PHADEN M. 1999. Genesis and Evolution of the 1997-98 El Niño. *Science*, 283: 950-954.
- WYRTKI K. 1967. Circulation and water masses in the eastern Equatorial Pacific Ocean. *Inf. Jour. Oceanol. and Limnol.*, 1 (2): 117-147.
- ZUTA S, GUILLÉN O. 1970. Oceanografía de las Aguas Costeras del Perú, *Bol. Inst. Mar Perú* Vol. 2 (3).