



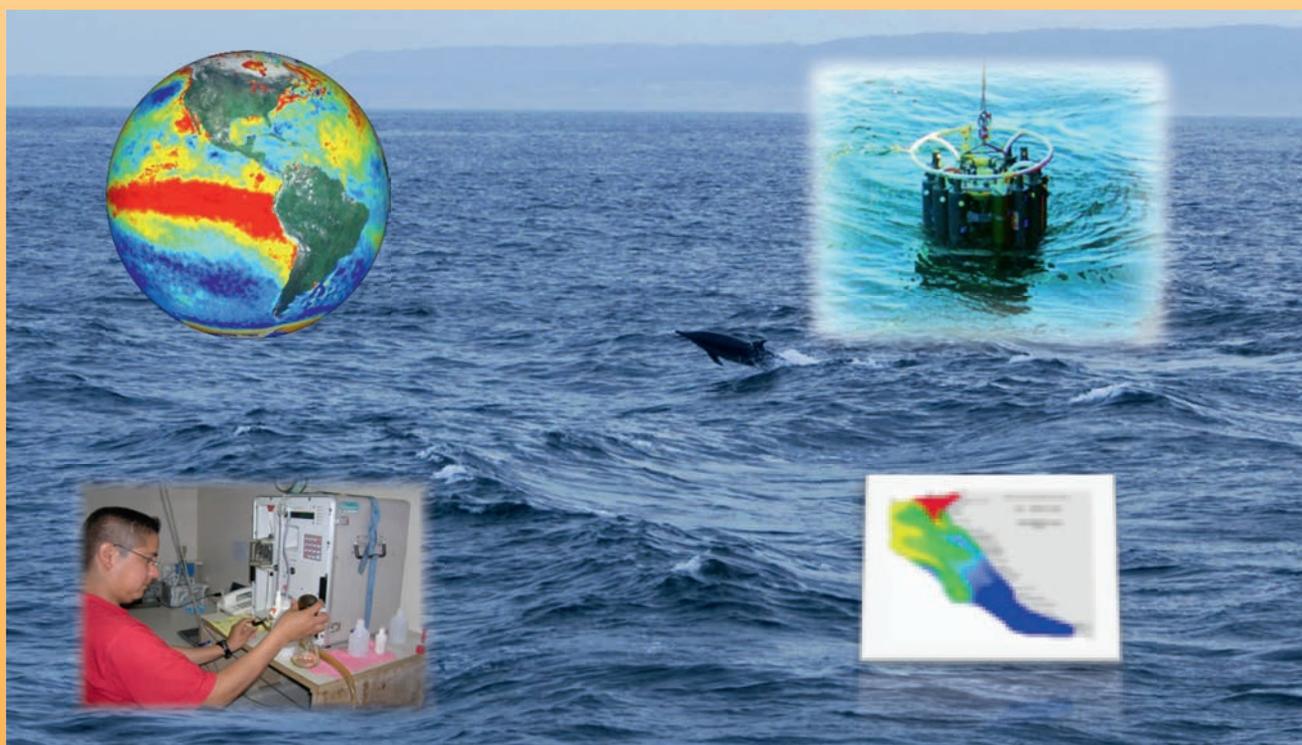
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

# 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 DE LA ZONA NORTE DEL MAR PERUANO EN VERANO 2003: CRUCERO BIC OLAYA 0301-02

## OCEANOGRAPHIC ASPECTS OF THE NORTHERN PERUVIAN SEA DURING SUMMER 2003: RV OLAYA 0301-02 CRUISE

José Tenorio    Octavio Morón

Dirección de Investigaciones Oceanográficas. Instituto del Mar del Perú. oMorón@imarpe.gob.pe

### RESUMEN

TENORIO J, MORÓN O. 2011. Aspectos oceanográficos de la zona norte del mar peruano en verano 2003: Crucero BIC Olaya 0301-02. *Inf Inst Mar Perú* 38(1): 53-58.- El Crucero BIC Olaya 0301-02 se realizó entre Callao y Puerto Pizarro. Las más importantes observaciones fueron: (1) Luego de registrarse en noviembre y diciembre de 2002 alteraciones termohalinas en superficie y columna de agua, las condiciones durante el verano 2003 presentaron un proceso hacia la normalización. (2) En enero, la profundización de isotermas hasta los 12°S se mantuvo, pero en febrero ascendió por la reactivación del afloramiento costero. (3) En enero, las aguas subtropicales superficiales (ASS) se ubicaron por fuera de las 30 mn del suroeste de Chicama hasta Callao, pero en febrero se desplazaron hacia el norte (Mórrope y Parachique) y las anomalías térmicas disminuyeron por la presencia de aguas costeras frías (ACF). (4) Las Aguas Tropicales Superficiales (ATS) y las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) se mantuvieron replegadas en el norte. (5) Al sur de Chicamote se observaron rezagos de la Extensión Sur de la Corriente de Cromwell (ESCC), fortalecida en los últimos meses del 2002 por arribo de las ondas Kelvin.

PALABRAS CLAVE: oceanografía física, afloramiento, verano 2003.

### ABSTRACT

TENORIO J, MORÓN O. 2011. Oceanographic aspects of the northern Peruvian sea during summer 2003: RV Olaya 0301-02 Cruise. *Inf Inst Mar Perú*. 38(1): 53-58.- The cruise RV Olaya 0301-02 was conducted from Callao to Puerto Pizarro. The most important observations were: (1) in spring 2002, November and December, occurred thermohaline changes in surface and water column, but during summer 2003 the normalization process began; (2) in January continued the deepening of isotherms to 12°S, but in February ascended because of the reactivation of coastal upwelling; (3) in January, Subtropical Surface Waters (SSW) were located outside the 30 nm southwest of Chicama to Callao, but in February moved to the North (Mórrope and Parachique) and decreased the thermal anomalies by the presence of Cold Coastal Waters (CCW); (4) Surface Tropical Waters (STW) and the Surface Equatorial Waters (SEW) remained folded in the north; (5) south of Chicamote lags were observed the Southern Extension of the Cromwell Current (SECC), strengthened in the last months of 2002 by Kelvin wave arrival.

KEYWORDS: physic oceanography, upwelling, summer 2003.

## INTRODUCCIÓN

Frente a la costa oriental de Sudamérica, en noviembre y diciembre 2002 e inicios del 2003, las condiciones ambientales se mostraron anormalmente cálidas, con anomalías (ATSM) positivas de hasta +2 °C. Los modelos numéricos y estadísticos continuaban pronosticando un segundo pico de El Niño para el verano del 2003. Durante el crucero 0301-02 se observó un calentamiento moderado en enero, menor que en diciembre 2002, con tendencia a la normalización en febrero por la reactivación de los afloramientos, contrario a lo descrito por los modelos internacionales.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El crucero BIC Olaya 0301-02 se realizó en dos etapas (Fig. 1). Se registraron datos de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto hasta 60 mn de la costa, dirección y velocidad del viento, presión atmosférica, humedad y temperatura del aire. Los análisis de salinidad y oxígeno disuelto, se realizaron a bordo con el Portasal Guildline modelo 8410A, y siguiendo el

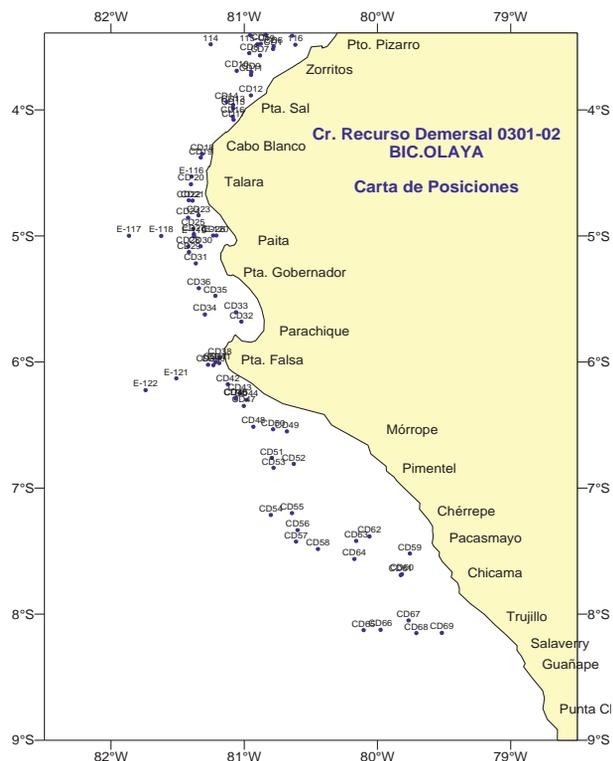


Figura 1.- Carta de posiciones. Cr. Demersal 0301-02

método de Winkler modificado por CARRIT y CARPENTER (1966).

Se operaron los siguientes equipos: registrador continuo de temperatura y salinidad (CTD), termómetros de superficie, botellas Niskin, equipo meteorológico, sensor de temperatura superficial, salinómetro, computadora, etc.

**La primera etapa** (24 enero a 2 febrero), se inició con un rastreo acústico en 4 perfiles oceanográficos del Callao a Puerto Pizarro (Callao, Huarmey, Chimbote, Chicama) con muestreos superficiales y en la columna de agua. Se realizaron 132 estaciones superficiales y 28 lanzamientos de CTD. Se analizó 192 muestras de agua de mar para determinar la salinidad.

**En la segunda etapa** (3 a 17 febrero), se realizó el estudio del recurso demersal, con calas de comprobación entre Puerto Pizarro y Salaverry; en el muestreo superficial, se realizaron 3 perfiles oceanográficos (Punta Falsa, Paita y Puerto Pizarro) y lanzamientos de CTD en las calas establecidas; se efectuaron 77 estaciones superficiales (incluidas las 3 estaciones hidrográficas), 61 lanzamientos de CTD a profundidades variables, para obtener registros continuos de temperatura y muestreos para registrar salinidad y oxígeno disuelto a diferentes niveles y del fondo marino. Se analizó 181 muestras de agua de mar para la obtención de salinidad y 94 muestreos para oxígeno disuelto.

**RESULTADOS**

**PRIMERA ETAPA (RASTREO ACÚSTICO, ENERO 2003)**

**Distribución superficial**

**Temperatura (°C).**- Varió de 19,2 °C (Punta Bermejo) a 26,8 °C frente a Zorritos (Fig. 2a). Las aguas de 20 °C se localizaron en una franja costera entre Callao y Pimentel, lo que tiene relación con los procesos de afloramiento. Aguas cálidas (>25 °C) se localizaron en la zona norte de Punta Sal, relacionada con las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES); las AES se ubicaron al norte de Cabo Blanco, posición ligeramente al norte de su ubicación normal. Las ASS presentaron concentraciones de hasta 35,25 ups y se ubicaron entre Salaverry y Callao, en aproximación hasta las 20mn frente a Huarmey (Fig. 3a).

**Anomalías térmicas (°C).**- Variaron de -0,3 °C al suroeste de Talara, re-

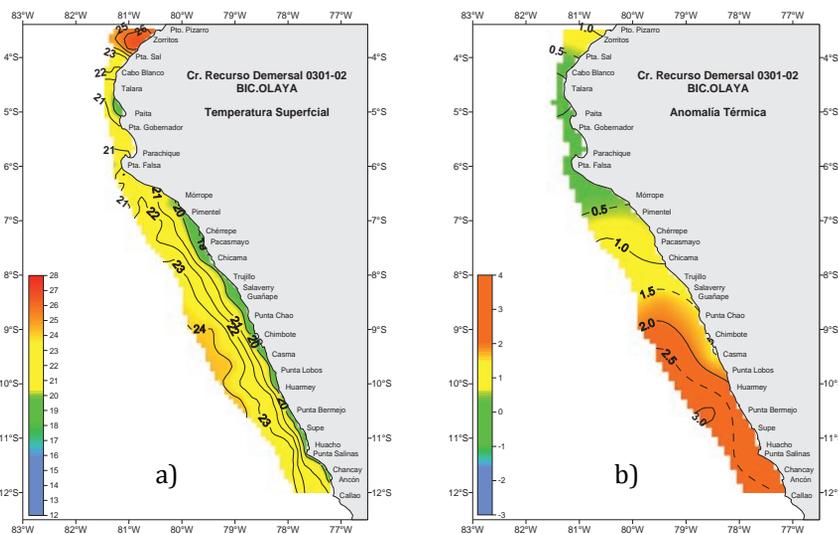


Figura 2.- Distribución superficial de a) Temperatura (°C), b) Anomalía Térmica (°C). Cr. Demersal 0301-02

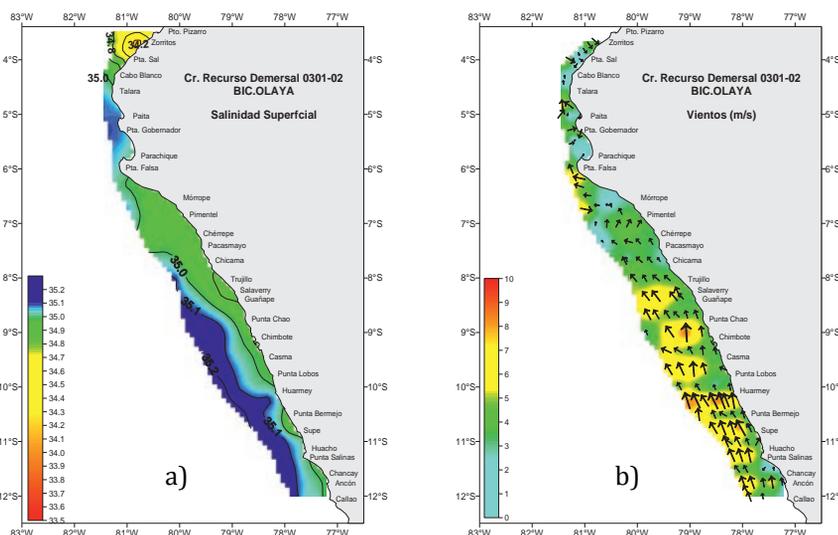


Figura 3.- Distribución superficial de a) Salinidad (ups), b) Vientos (m/s). Cr. Demersal 0301-02

lacionada con las zonas de afloramiento, a +3,1 °C fuera de las 40 mn de Punta Bermejo, relacionada con la presencia de ASS (Fig. 2b).

**Salinidad (ups).**- No se registraron Aguas Tropicales Superficiales (ATS); las AES se ubicaron al norte de Cabo Blanco, posición ligeramente al norte de su ubicación normal. Las ASS presentaron concentraciones de hasta 35,25 ups y se ubicaron entre Salaverry y Callao, en aproximación hasta las 20mn frente a Huarmey (Fig. 3a).

**Vientos (m/s).**- La intensidad varió de 1,0 a 9,3 m/s; predominaron vientos débiles a moderados (1 a 5 m/s) principalmente al norte de los 8°S (norte de Chicama) con algunos núcleos de vientos fuertes (frente a Huarmey y

Punta Chao). La dirección del viento mostró persistencia sureste al sur de los 8°S; en sentido opuesto, se registraron fluctuaciones hacia el norte y noreste, asociados a la poca intensidad. Frente a Punta Sal se registró dirección del viento noroeste (Fig. 3b).

**Distribución vertical**

En la sección **Callao**, la distribución vertical de isotermas, isohalinas e isoxígenas, no indicaron desarrollo de afloramiento costero; se distinguió la formación de una termoclina compuesta por 4 isotermas y sobre los 40 m de profundidad. Tanto la isoterma de 15 °C como la mínima de oxígeno (0,5 mL/L) se ubicaron alrededor de 100 m de profundidad, lo que ha estado relacionado con una

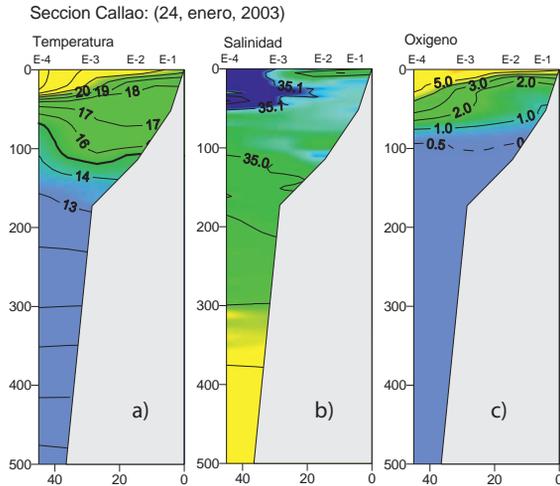


Figura 4.- Distribución vertical Callao. Cr. Demersal 0301-02

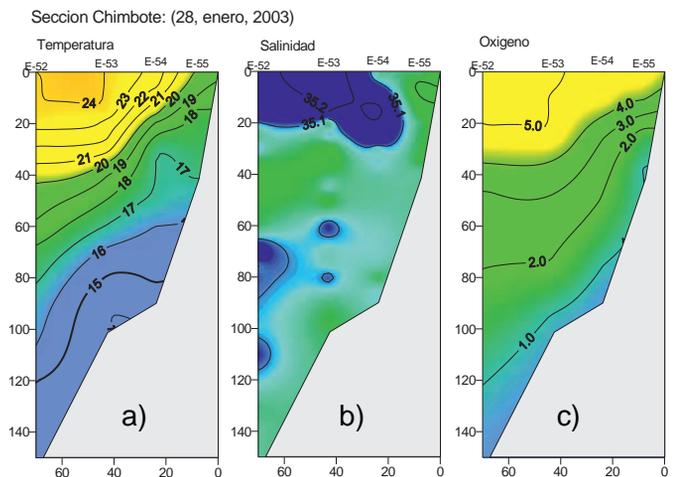


Figura 6.- Distribución vertical Chimbote. Cr. Demersal 0301-02

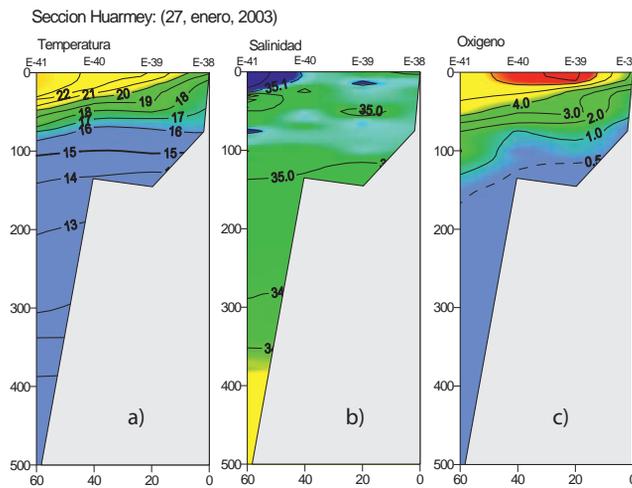


Figura 5.- Distribución vertical Huarmey. Cr. Demersal 0301-02

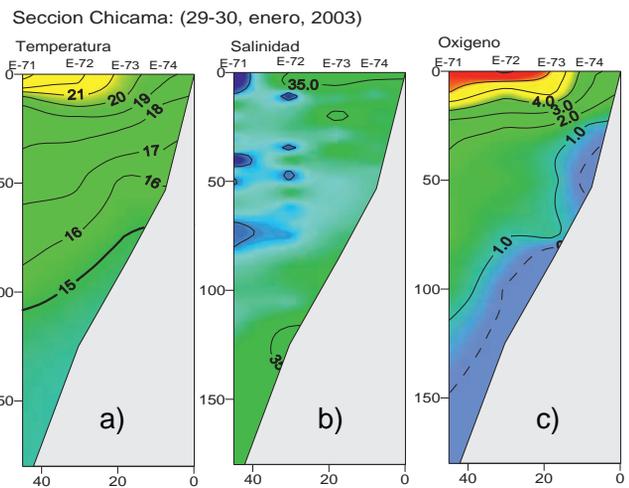


Figura 7.- Distribución vertical Chicama. Cr. Demersal 0301-02

proyección inusual de la Extensión Sur de la Corriente de Cromwell (ESCC), por efectos de ondas Kelvin registradas en noviembre y diciembre 2002 (Fig. 4).

Frente a **Huarmey**, se observó un débil afloramiento dentro de las 15 mn, con una termoclina en formación compuesta por 6 isotermas (16 a 21 °C) sobre los 80 m de profundidad; las ASS se registraron fuera de las 40 mn y hasta 20 m (Fig. 5). Tanto la isoterma de 15 °C como la mínima de oxígeno se ubicaron ligeramente debajo de los 100 m de profundidad, con salinidades entre 35,0 a 35,1 ups, coincidentes con los valores de la ESCC.

Frente a **Chimbote**, la presencia de temperaturas mayores de 24 °C asociadas a ASS dio lugar a una termoclina compuesta por 8 isotermas (16-23 °C) entre 20 y 80 m de profundidad y

alrededor de las 50 mn. La isoterma de 15 °C se ubicó a 90 m dentro de las 40 mn, profundizándose a 120 m y a 120 mn. Las ASS se presentaron en una capa superficial hasta 25 m, y en un núcleo profundo entre 60 a 120 m (Fig. 6). El afloramiento costero se estuvo desarrollando dentro de las 30 mn. La mínima de oxígeno no se registró dentro de los 150 m de profundidad, por lo que se deduce que la ESCC se encontraba desarrollada en esa zona.

Frente a **Chicama**, la distribución de temperatura y oxígeno, mostró el desarrollo del afloramiento costero dentro de las 20 mn y una termoclina en formación sobre los 100 m de profundidad. Por el ascenso de la isoterma de 15 °C, y de la mínima de oxígeno, al aproximarse a la costa, se dedujo la presencia de un flujo hacia el norte en esta sección (Fig. 7).

**SEGUNDA ETAPA (CRUCERO DEMERSAL, FEBRERO 2003)**

**Aspectos oceanográficos en la superficie del mar**

El estudio oceanográfico entre Puerto Pizarro a Salaverry mostró algunas variaciones del ambiente con respecto a lo observado en la primera etapa (Callao-Puerto Pizarro). No se registraron Aguas Tropicales Superficiales ATS, aunque las AES con temperatura >24 °C y salinidad <34,8 ups ampliaron su distribución hasta Cabo Blanco (Fig. 8a), aun así estas aguas se encuentran replegadas al norte, ya que normalmente en febrero se debe ubicar entre Talara y Paita. Las anomalías térmicas (ATSM) (Fig. 8b) presentaron su máximo (>1,0 °C) frente a Pimentel; los mínimos estuvieron situados frente a Talara (<-1,0 °C). Por otro lado, las ASS que en enero mostraron aproximación a la costa entre Salaverry y

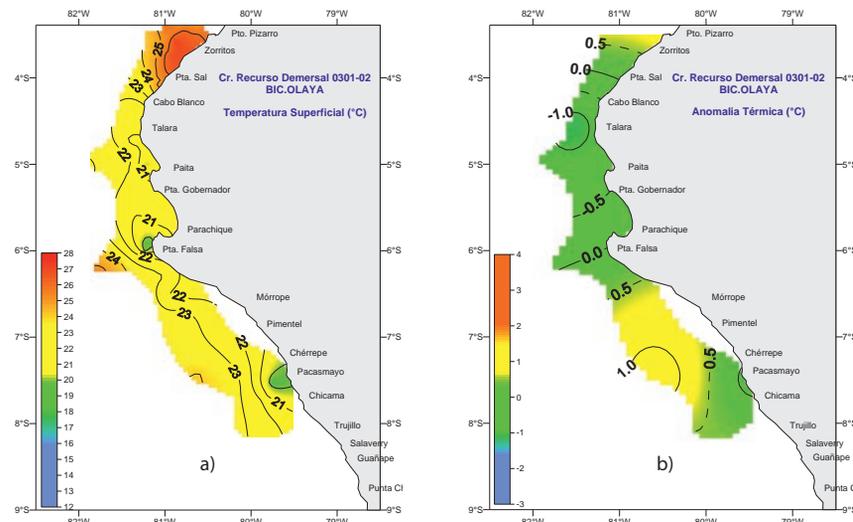


Figura 8.- Distribución superficial de a) Temperatura (°C), b) Anomalia Térmica (°C).  
Cr. Demersal 0301-02

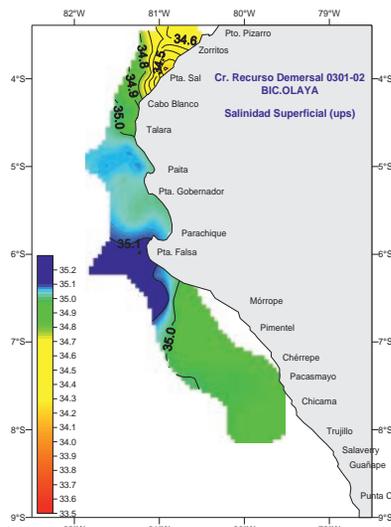


Figura 9.- Distribución superficial de Salinidad (ups).  
Cr. Demersal 0301-02

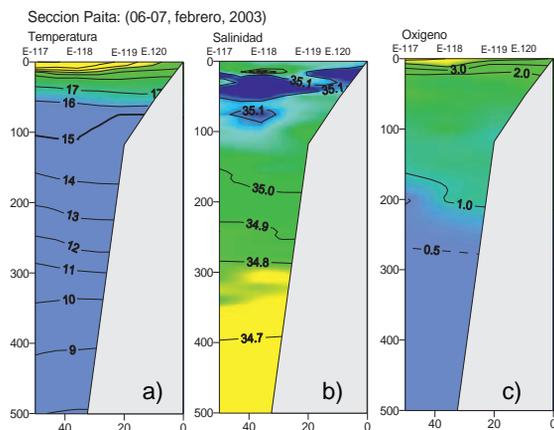


Figura 11.- Distribución vertical Paita.  
Cr. Demersal 0301-02

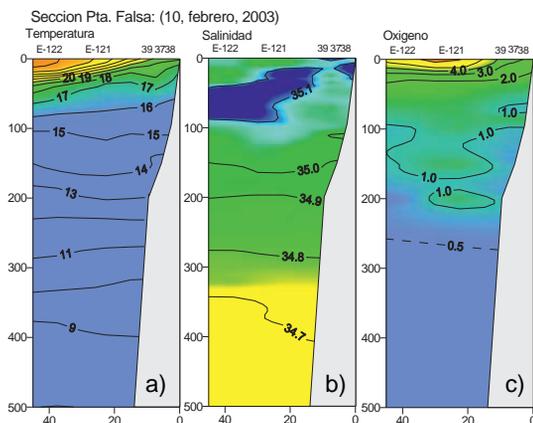


Figura 10.- Distribución vertical Punta Falsa.  
Cr. Demersal 0301-02

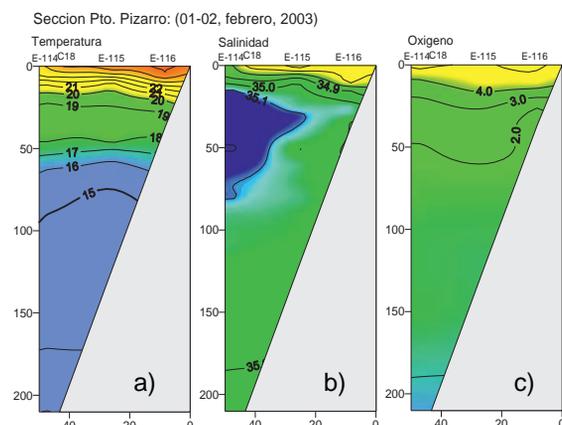


Figura 12.- Distribución vertical Puerto Pizarro.  
Cr. Demersal 0301-02

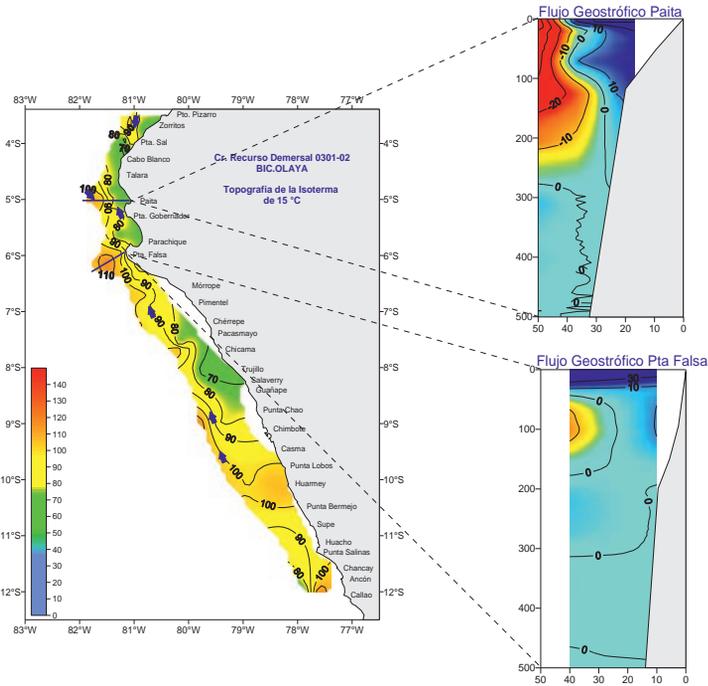


Figura 13.- Distribución de la Topografía de 15°C en relación a los flujos geostrofos de Paita y Pta. Falsa. Cr. Demersal 0301-02

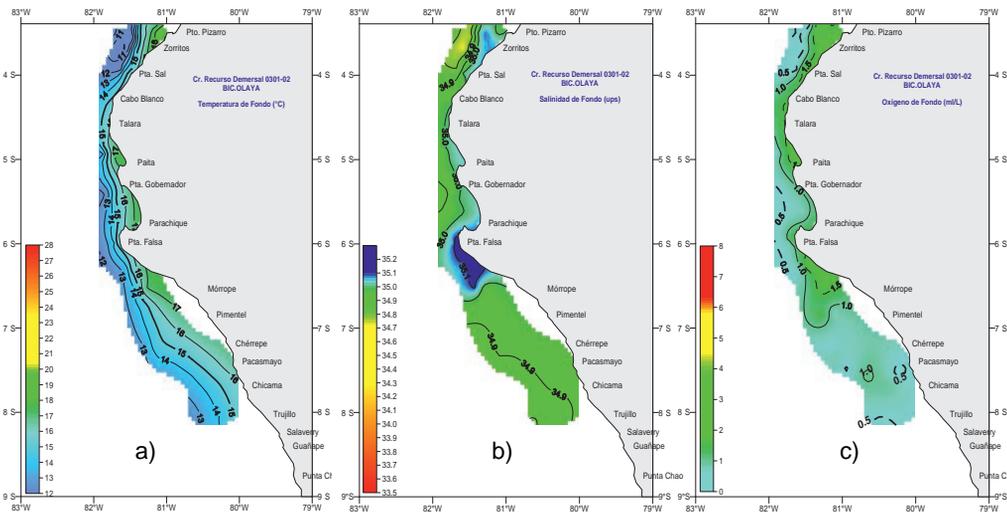


Figura 14.- Distribución en el fondo marino de a) Temperatura (°C), b) Salinidad (ups), c) Oxígeno (mL/L). Cr. Demersal 0301-02

Callao, en febrero se registraron de Parachique a Mórrope, alcanzando la línea costera frente a Punta Falsa con valores moderados (>35,1 ups).

Este desplazamiento hacia el norte de las ASS se debió en parte a la intensificación de los vientos, que motivó una reactivación inusual para la época del afloramiento costero entre Chicama e Isla Lobos de Tierra, lo que está en relación con la salinidad <35,0 ups que cubre el área de estudio al sur de los 6°30'S y a la disminución de los valo-

res positivos de las anomalías térmicas registradas el mes anterior.

La presencia de las ASS alrededor de los 6°S, y las desplazadas ACF, ocasionaron una gran mezcla de agua entre Talara y Parachique, con valores halinos entre 35,0 y 35,1 ups (Fig. 9).

**Distribución vertical**

En la sección **Punta Falsa**, se apreció el desarrollo del afloramiento costero dentro de las 15 mn (<19 °C y O<sub>2</sub> <4

mL/L), además de la presencia de ASS y zonas de mezcla. Tuvo una termoclina fortalecida (17-23 °C) sobre los 30 m de profundidad, y una lengua subsuperficial de ASS por debajo de la termoclina. La distribución vertical de oxígeno mostró la mínima a 250 m de profundidad aproximadamente, aunque no se observó un flujo definido hacia el sur en la zona costera (Fig. 10).

Frente a **Paita** se observó una termoclina muy superficial ubicada sobre los 20 m de profundidad y ligera-

mente debilitada, comparada con la de Punta Falsa (18-22 °C). La salinidad muestra una primera capa (sobre los 15 m) con aguas de mezcla, seguida de un núcleo de ASS, debajo de ellas se ubicaron Aguas Costeras Frías (ACF). El oxígeno presentó una oxiclina similar a la termoclina (sobre los 20 m), resaltando la profundización de la isolínea de 1,0 mL/L dentro de las 30 mn; la mínima de oxígeno (0,5 mL/L) se observó a una profundidad alrededor de 280 m (Fig. 11).

Frente a **Puerto Pizarro** se observó una termoclina superficial sobre los 20 m, conformada por 6 isotermas (20-25 °C) y una termoclina subsuperficial de 3 isotermas (16-18 °C) alrededor de los 50 m; las AES se registraron sobre los 15 m; por debajo de esta capa y dentro de las 20 mn se encontraron ACF; las ASS se ubicaron entre los 20 y 80 m, por fuera de las 25 mn. La isoterma de 15 °C se ubicó alrededor de los 80 m, y las concentraciones de oxígeno >1,0 mL/L hasta profundidades >180 m (Fig. 12).

**Topografía de la isoterma de 15 °C y la relación de los flujos.**- La profundidad de la isoterma de 15°C varió de 66 a 120 m, con flujos predominantes del sur. En la zona al norte de Cabo Blanco y fuera de las 30 mn frente a Punta Falsa, se registraron flujos hacia el sur a profundidad entre 80 a 100 m. Aunque los flujos geostróficos no necesariamente tienen que relacionarse con la topografía de la isoterma de 15 °C, (mayor relación es con la isoterma base de la topografía), se pudo apreciar frente a Paita flujos hacia el norte dentro de las 35 mn y hacia el sur a mayor distancia, lo que se observó también en la topografía de 15 °C. La sección Punta Falsa mostró flujos predominantes hacia el norte, con mayor intensidad en la capa superficial (sobre los 30 m). Fuera de las 35 mn, se observó un pequeño núcleo hacia el sur, alrededor de los 100 m de profundidad, lo que también se visualizó en la topografía de 15 °C. Entre Casma y Callao se registraron flujos anormales hacia el sur y próximos a la costa, situación atípica debido a que la ESCC no se registra en las secciones de Chimbote y Chicama (Fig. 13).

### Aspectos oceanográficos en el fondo del mar

**La temperatura** del agua sobre la plataforma continental fluctuó entre 15 °C (Punta Sal) a 18,7 °C (Puerto Pizarro) en profundidades de 57 y 34 m, respectivamente, registrándose también valores de hasta 9,9 °C a 340 m de profundidad (cala 10). La isoterma de 15 °C presentó gran aproximación a la costa frente a Punta Falsa y de Cabo Blanco a Punta Sal, debido a la estrechez de la plataforma, con un mayor distanciamiento entre Mórrope y Chérrepe (Fig. 14).

**La salinidad** varió entre 34,72 ups (cala 10) y 35,177 ups (cala 44); sobre la plataforma continental predominaron valores ligeramente mayores de 34,9 ups, con la isohalina de 35,0 ups extendiéndose en la zona costera desde el norte de Mórrope hasta Puerto Pizarro. Los mínimos valores halinos han estado relacionados principalmente con las profundidades máximas, y los máximos con las áreas someras y la presencia de ASS en la zona costera de Punta Falsa.

**El oxígeno disuelto** en fondo presentó valores relativamente bajos (<1,0 mL/L) al sur de Mórrope, y de 1,0 a 1,5 mL/L sobre la plataforma hacia el norte.

### DISCUSIÓN

Las condiciones ambientales durante el desarrollo del crucero 0301-02 mostraron un proceso hacia la normalización, luego de registrarse en noviembre y diciembre 2002 anomalías térmicas de hasta +2 °C y una marcada profundización de las isotermas hasta 12°S. Esta tendencia a la normalización se reflejó en la reactivación gradual del afloramiento costero, en las anomalías próximas a lo normal y en los flujos hacia el norte representados por las isotermas de 15 y 16 °C.

En verano 2002 las anomalías positivas se debieron al desplazamiento de AES hasta Chimbote; en otoño e invierno (agosto), fueron influenciadas por las ASS, que se ubicaron muy cerca de la costa, notándose una mayor presencia de esta masa de agua en agosto. A pesar que los modelos y pronósticos estadísticos que indicaron un eminente episodio El Niño, esto

quedó descartado para el año 2003.

En la primera etapa, donde se realizaron las secciones verticales de Callao y Casma se logró visualizar la proyección de los flujos hacia el sur, con tendencia de las isotermas e isoxígenas propias de la ESCC. Esta visualización se mostró atípica, ya que el desplazamiento habitual de ese flujo es hasta Pimentel y en algunas ocasiones hasta Chimbote, a excepción de los periodos El Niño que logran desplazarse hasta el Callao. Estas condiciones no se tuvieron durante el crucero, además en las zonas de Chimbote y Chicama no se pudieron observar estos flujos. En general esta proyección ha sido producto de la Contracorriente Subsuperficial Ecuatorial desplazada hacia el sur por la zona oceánica y no se visualizó en Chimbote y Chicama, debido a que la plataforma de estas zonas es más ancha y por ende este flujo estuvo alejado de la costa y más profunda.

### CONCLUSIONES

1. El cambio de condiciones cálidas a ligeramente frías de la zona norte del Perú, se registró alrededor de la segunda semana de enero 2003.
2. El repliegue de las Aguas Ecuatoriales en el norte originó anomalías térmicas negativas de -1,2 °C (frente a Talara) y debilitamiento de la Extensión Sur de la Corriente de Cromwell.
3. Las condiciones físico-oceanográficas del ambiente marino muestran características próximas a la normal.
4. Se registraron flujos anormales hacia el sur entre Casma y Callao, situación atípica debido a que las ESCC no se observaron en Chimbote y Chicama, posiblemente este flujo de esta zona se proyecte alejado de la costa.

### REFERENCIAS

- IMARPE 2002. Informe ejecutivo del Crucero de Evaluación de la Merluza y Otros Recursos Demersales en el Verano del 2002. Inst. Mar Perú, Informe Interno.
- IMARPE 2002. Informe ejecutivo del Crucero de Evaluación de la Merluza y Otros Recursos Demersales en el Verano del 2001. Inst. Mar Perú, Informe Interno.