



ISSN 0378 - 7702

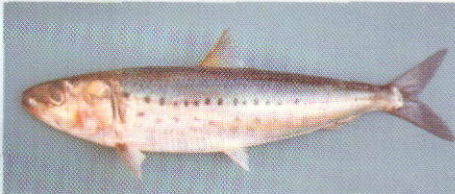
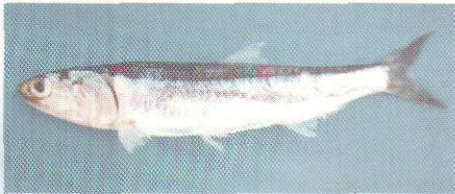
INSTITUTO DEL MAR DEL PERU

# INFORME

Nº 157

Diciembre, 2000

**Crucero de evaluación hidroacústica de recursos pelágicos  
BICs José Olaya Balandra y SNP-2 9911-12,  
de Punta Falsa (6°S) a Punta Caballas (15°S)**



Callao, Perú



# TEMPERATURA Y SALINIDAD DEL MAR DURANTE EL CRUCERO PELAGICO BICs JOSE OLAYA BALANDRA Y SNP-2 9911-12

Octavio Morón A.<sup>1</sup> Miguel Sarmiento<sup>1</sup>

## RESUMEN

MORÓN, A. y M. SARMIENTO. 2000. Temperatura y salinidad del mar durante el Crucero Pelágico BICs José Olaya Balandra y SNP-2 9911-12. Inf. Inst. Mar Perú 157: 63-71.

Se registró un predominio de las Aguas Costeras Frías al norte de los 10°S y al sur de los 13°S, con valores hasta 18 °C ó 19 °C y 35,1 ups. Estas aguas frías, provenientes principalmente del afloramiento costero, han tenido en la zona sur gran influencia de las Aguas Templadas de la Subantártica. Las máximas anomalías térmicas negativas se presentaron cerca de la costa entre Chimbote y Casma (-1,8 °C) y de Tambo de Mora a Pisco (-1,2 °C).

Las Aguas Subtropicales Superficiales con 35,1 ups presentaron gran aproximación a la costa (25 mn) entre Huarmey y Huacho; otro núcleo, con valores mayores de 35,4 ups, se ubicaron entre 40 y 50 mn en esta misma zona. La máxima anomalía positiva relacionada con estas aguas + 0,9 °C.

Las principales zonas de afloramiento se ubicaron desde el sur de Punta Falsa a Punta Chao y entre Cerro Azul a Bahía Independencia. La extensión Sur de la Corriente de Cromwell se presentó fortalecida por fuera de las 80 mn, y muy debilitada cerca de la costa frente a Punta Falsa.

PALABRAS CLAVE: temperatura, salinidad, mar peruano, fines primavera 1999.

## ABSTRACT

MORÓN, A. and M. SARMIENTO. 2000. Temperature and salinity during the BIC José Olaya Balandra and SNP-2 9911-12 Pelagic Cruise. Inf. Inst. Mar Perú 157: 63-71.

The thermal and haline distribution showed the prevalence of the Cold Coastal Waters north of 10° S and south 13° C, with values until 18° or 19 °C and 35,1 ups. These cold waters come mainly from upwellings influenced by the subantarctic temperate waters in the southern area. The maximum negative thermal anomalies were observed near the coastline between Chimbote and Casma (-1,8 °C) and from Tambo de Mora to Pisco (-1,2 °C).

The Superficial Subtropical Waters with 35,1 ups were close to the shoreline (25 mn) between Huarmey and Huacho, the nucleus >35,4 ups was located between 40 and 50 mn in the same area. The maximum positive anomaly related with these waters was of + 0,9 °C.

The main upwelling areas were located from the southern area of Punta Falsa to Punta Chao and between Cerro Azul to Bahía Independencia. The southern extension of the Cromwell current was strengthened out of the 80 mn and weakened near the coast in front of Punta Falsa.

KEY WORDS : temperature, salinity, Peruvian sea, end of Spring 1999.

## INTRODUCCION

El año 1999 se ha caracterizado por condiciones moderadamente frías, excepto en febrero y marzo, cuando por una moderada proyección de las Aguas Ecuatoriales Superficiales, se originaron anomalías térmicas positivas al norte de los 8°S (VÁSQUEZ y TELLO 1999).

En mayo se registraron condiciones termohalinas que indicaban cierta normalización del ambiente marino frente al Perú (IMARPE 1999) con anomalías positivas y negativas alrededor de 1,0 °C, presentando principales zonas de surgencia entre Chicama y Chimbote, Callao e Ilo, mientras que la mayor influencia de las ASS era

determinada en la zona sur.

Durante el crucero pelágico 9906 se pudo observar que entre los 6-8° S y al sur de los 13°30' S, las ACF presentaron un gran desplazamiento hacia el oeste, mientras que ASS en la zona central se intensificaba, mostrando fluctuaciones en forma de meandros con aproximación a la costa (MORÓN Y TELLO 1999).

El cambio estacional y la intensificación del afloramiento costero motivaron que en los meses de agosto y setiembre y dentro de las 80 mn predominaran las ACF, con cierta mezcla zonales con valores moderados, por el remanente de las ASS. Estas características motivaron un ambiente propicio para el recurso anchoveta, como se pudo comprobar por la distribución de huevos y larvas de este recurso (MORÓN Y MARQUINA 2000).

<sup>1</sup> Dirección de Oceanografía Química. DGIO. IMARPE

En el presente crucero se determina la variación que ha sufrido el ambiente con el cambio estacional y su posible efecto en el recurso pelágico.

## MATERIAL Y METODOS

La información oceanográfica para el presente informe, se ha obtenido del trabajo simultáneo realizado a bordo de los BICs José Olaya Balandra y SNP-2 entre el 25 de noviembre y 14 de diciembre de 1999. Se basa principalmente en datos de temperatura y salinidad relacionados con el oxígeno, los mismos que han sido analizados, procesados e integrados durante el recorrido.

Se ha efectuado un total de 470 registros de temperatura superficial del mar (TSM) y se tomaron 421 muestras para el análisis de salinidad; por otro lado se han analizado 378 muestras de oxígeno disuelto, se han preservado para su posterior análisis en el laboratorio central 334 muestras para nutrientes, 132 de fitoplancton, 110 de zooplancton, 257 filtros de clorofila y 108 frascos de agua para el análisis de fitoplancton cuantitativo. Los resultados de estos análisis serán presentados por separado.

Se realizaron 5 perfiles oceanográficos entre 80 y 110 mn de la costa y hasta 150 m de profundidad (frente a Punta Falsa, Pacasmayo, Chimbote, Callao y Pisco), obteniéndose información de temperatura, salinidad del equipo CTD, y muestras de agua para el análisis de oxígeno, nutrientes, clorofila y fitoplancton cuantitativo de las botellas Niskin. Al sur de Huarney se realizó un perfil oceanográfico hasta 60 mn de la costa utilizando el equipo CTD.

En cada una de las estaciones se han registrado datos meteorológicos: dirección y velocidad del viento, temperatura del aire, humedad y presión.

## RESULTADOS

### Temperatura superficial

El área de estudio mostró un ligero predominio de temperaturas moderadamente frías, como consecuencia del fuerte afloramiento registrado en el invierno. Se registraron valores en un rango de 13,9 °C (Zona costera al sur de Playa Mendieta), a 20,8 °C (65 mn frente a Supe) (Fig. 1a). Las Aguas Costeras Frías (ACF), con temperaturas de 18 y 19 °C cubren una amplia banda a lo largo del litoral, principalmente al norte de 10° S y sur de 13° S, en donde, con fluctuaciones en forma de meandros, alcanzan distancias de 55 a 90 mn de la costa.

La zona norte mencionada presenta aguas propias de la corriente costera asociada al afloramiento, mientras que en el sur estas aguas se encuentran en parte mezcladas con las Aguas Templadas de la Subantártica, caracterizadas

por su baja temperatura y salinidad (< 15 °C y < 34,9 ups).

La zona más fría (<17 °C) y de mayor amplitud, se ubicó entre Cerro Azul y Punta Doña María, proyectándose hasta aproximadamente 50 mn de la costa frente a Punta Mendieta; otras zonas frías se ubicaron entre el sur de Punta Falsa y Salaverry, así como entre Casma y Huarney.

El mayor impacto de las aguas cálidas, por su aproximación a la costa, se observó entre Huarney y Huacho, en donde la isoterma de 20 °C se ubicó aproximadamente a 35 mn de la costa; esta misma isoterma se encontró por fuera de las 90 y 80 mn al norte de 10° S y sur de 13° S respectivamente.

### Anomalías térmicas

En el mes de noviembre y al norte de 9°S, predominaron las anomalías térmicas negativas sobre las positivas, aunque con valores próximos a la media mensual, fluctuando de 0,7 a -0,5 °C (Fig. 1b).

Para diciembre, al sur de 8° S, se acentuaron los valores negativos, principalmente al norte de Huarney y sur de Pisco, como efecto de la mayor surgencia, alcanzando un máximo de -1,9 °C, mientras que los valores positivos se han presentado en la zona central, relacionados con la mayor aproximación de las aguas cálidas a la costa, alcanzando 1,1 °C sobre el promedio del mes.

### Salinidad superficial

Este parámetro ha presentado un rango de 34,79 ups (sur de Infiernillos) a 35,48 ups (fuera de 60 mn frente a Punta Bermejo) predominando concentraciones menores de 35,1 ups (Fig. 2a).

Las aguas de menor salinidad, relacionadas con el afloramiento costero (< 35,00 ups) presentan una mayor amplitud entre Cerro Azul y Punta Mendieta, debido a la presencia subsuperficial de las Aguas templadas de la Subantártica, lo que a la vez determina una menor temperatura, pero que por estos mismos factores es hasta cierto punto algo limitante para el recurso anchoveta.

Al norte de 10° S, las ACF, con una moderada mezcla con ASS, da lugar a que afloren aguas hasta con 35,1 ups (Perfil Pacasmayo), teniendo estas aguas mayor proyección hacia el oeste, dando lugar a que una amplia franja costera de aproximadamente 55-90 mn muestre características de las ACF.

La mayor aproximación a la costa de las aguas cálidas con alto contenido de salinidad (ASS), se registró entre Casma y Huacho, observándose la isohalina de 35,1 ups alrededor de 25 mn, y la de 35,4 ups entre 40 y 50 mn de la costa. Salinidades moderadas entre 35,15 y 35,25 ups se han presentado con regularidad por fuera de 60 mn, y están relacionadas con la presencia del calamar gigante (pota), jurel y caballa, principalmente en la zona norte.

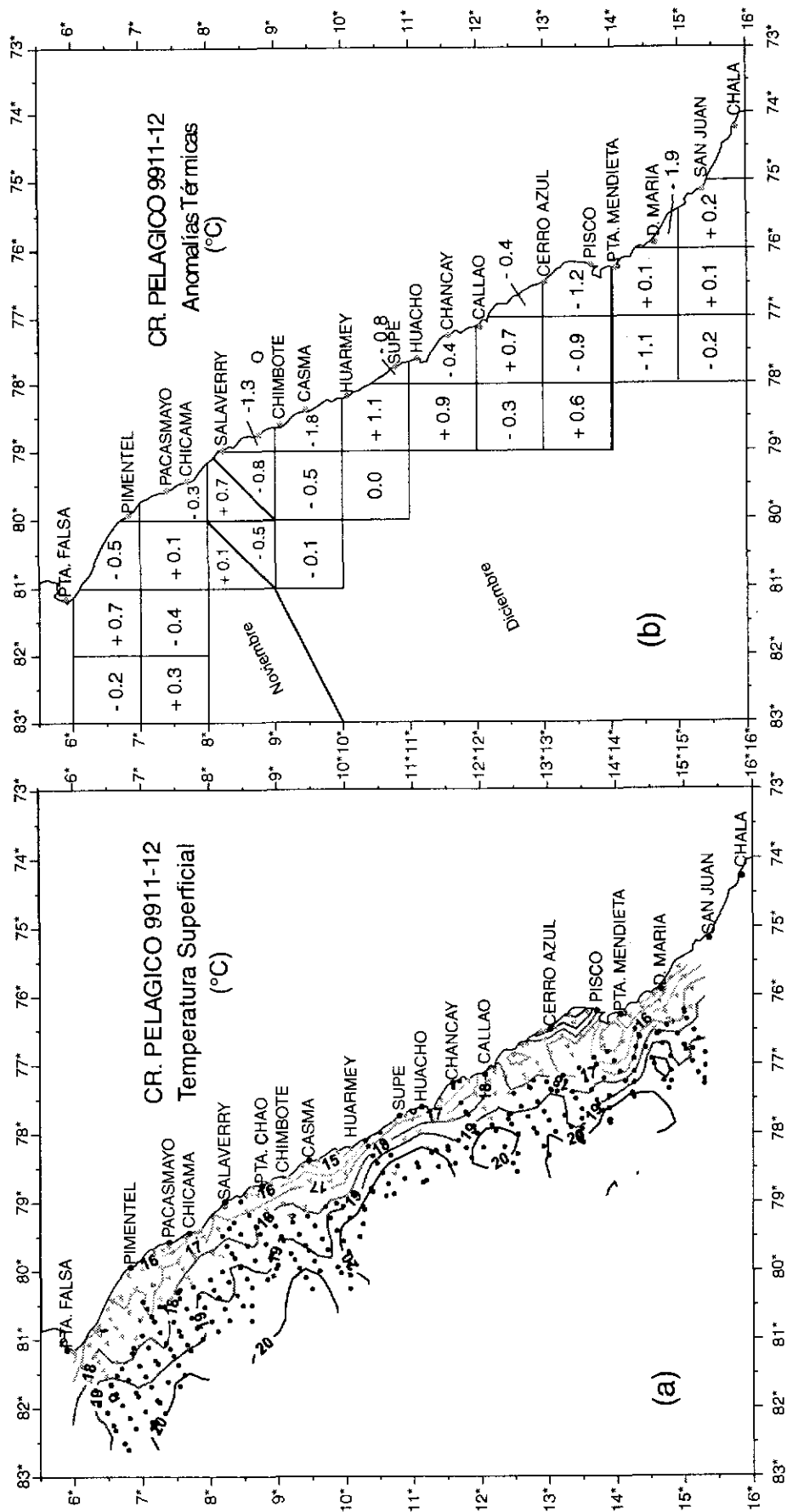


FIGURA 1. (a) Distribución de la temperatura superficial del mar (°C). (b) Anomalías térmicas por cuadrados Marsden (°C). Crucero BICs José Olaya Balandra y SNP-2 9911-12 (25 nov. - 14 dic. 1999).

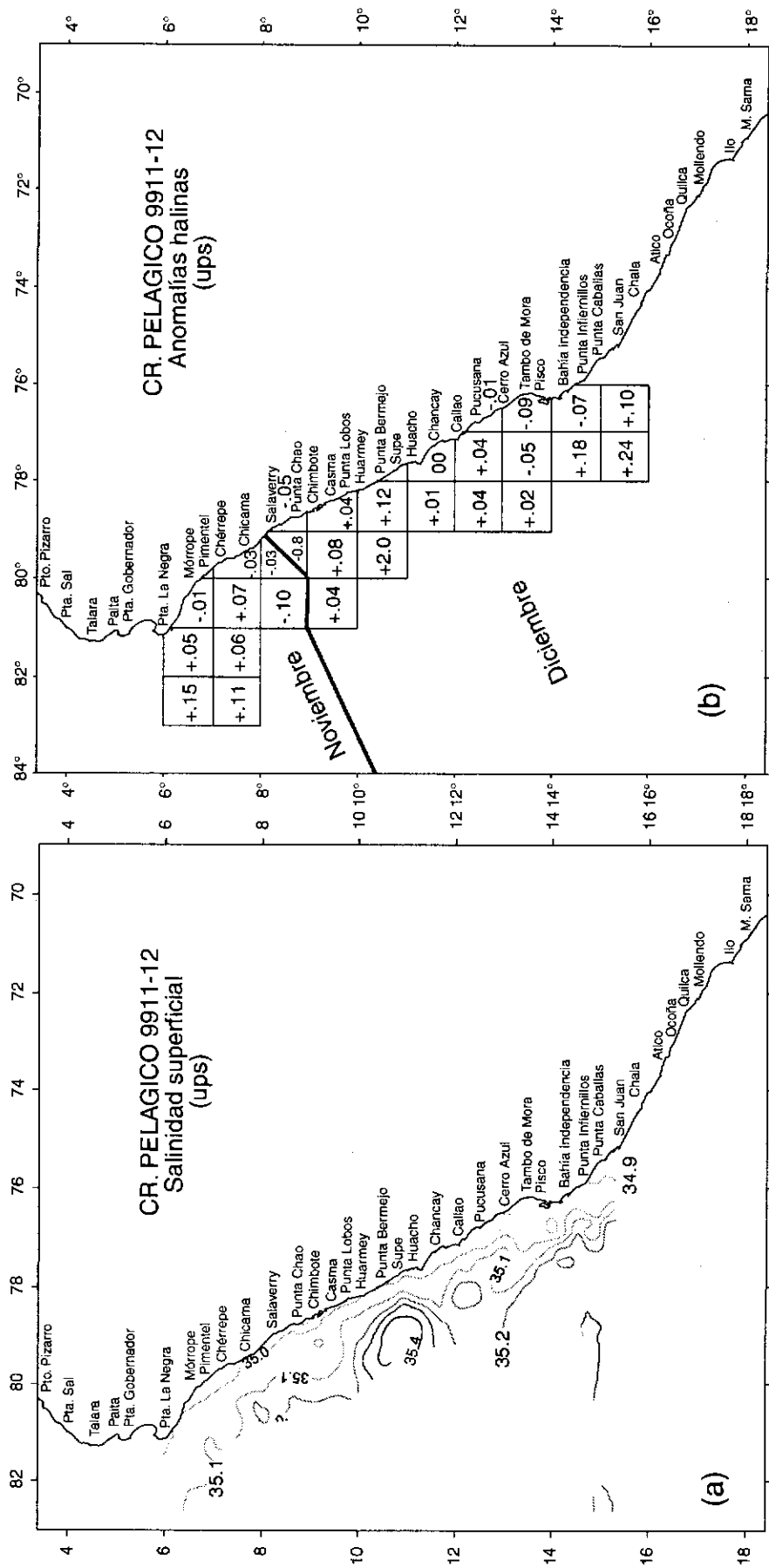


FIGURA 2. (a) Distribución de la salinidad superficial del mar (ups). (b) Anomalías halinas (ups). Crucero Peláxico BICs José Olaya Balandra y SNP-2 9911-12 (25 nov. - 14 dic. 1999).

## Anomalías halinas

Para una mejor interpretación de las anomalías halinas es necesario conocer que las ACF generalmente se identifican con salinidades entre 34,9 y 35,0 ups; las ASS con concentraciones mayores de 35,1 ups, las AES y las Aguas Tropicales Superficiales (ATS) presentan al norte de 8° S valores menores de 34,8 ups.

Asimismo, las cartas de promedio mensual muestran que desde el mes de noviembre, las AES tienden a proyectarse hacia el sur, por lo que anomalías halinas positivas al norte de los 8° S es común cuando hay predominio sobre las AES de las ACF ó asociadas a las ASS.

En el mes de noviembre, la salinidad presentó anomalías halinas negativas al norte de 9°S y en la zona costera, en un rango de -0,01 a -0,08 ups, mientras que la zona oceánica las anomalías positivas fluctuaron entre 0,05 y 0,15 ups, lo que está relacionado con el predominio de las ACF (Fig. 2b).

Para diciembre, entre los 9°S y 12°S, se muestran anomalías halinas positivas, con mayor intensidad entre Huarmey y Supe, por la mayor aproximación a la costa de las ASS, llegando a alcanzar 0,2 ups sobre el promedio mensual. Un núcleo intenso de anomalías negativas para este mes, relacionados con el afloramiento costero así como con las ATSA se ubicó entre los 13 y 15° S alcanzando valores de hasta -09 ups.

## PERFILES OCEANOGRÁFICOS

### Sección Punta Falsa

La distribución térmica en esta sección mostró una termoclina bastante superficial, debido a la misma frialdad de las aguas (Fig. 3a). Esta termoclina ha estado compuesta de 4 isotermas (18 a 15 °C) y sobre los 40 m de profundidad, las mismas que afloran dentro de las 30 mn de la costa, asociadas a salinidades de alrededor de 35,00 ups y oxígeno disuelto menores de 5 mL/L.

Las ASS con valores ligeramente mayores a 35,1 ups, se presentaron formando dos pequeños núcleos (superficial y alrededor de 40 m de profundidad) y por fuera de 60 mn (Fig. 3b). No se han registrado valores menores de 34,8 ups, característica de las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES).

La Extensión Sur de la Corriente de Cromwell, caracterizada por temperaturas menores de 15 °C y relativo alto contenido de salinidad y oxígeno (alrededor de 35,0 ups y de 1,0 a 2,0 mL/L respectivamente), se presentó muy debilitada en la zona costera, como lo demuestra la poca profundidad de la mínima de oxígeno (0,5 mL/L), la que en condiciones dentro de lo normal se ubica por debajo de los 100 m. Esta corriente se muestra bastante oceánica (fuera de 80 mn) debido tal vez a que la gran proyección de las ACF hacia el norte.

### Sección Pacasmayo

En esta sección que se extendió hasta 80 mn de la costa, es apreciable un ligero debilitamiento de la termoclina en relación a lo observado frente a Punta Falsa, lo que está asociado a la presencia de las ASS, las que con valores moderados (ligeramente mayores de 35,1 ups) se ubicaron hasta 90 m de profundidad entre las 40 y 60 mn, disminuyendo de espesor mar afuera (Figs. 4a y 4b).

Las aguas del afloramiento provienen de profundidades entre 100 y 120 m, ascendiendo por el borde costero de las ASS, dentro de 40 mn, con valores menores de 18°C y 35,1 ups.

La isoterma de 15 °C que constituye la base de la termoclina, se ubicó alrededor de los 50 m de profundidad por fuera de 30 mn, asendiendo en la zona costera como efecto del afloramiento, presentando una gran relación con la iso-oxígena de 1.0 mL/L, aflorando ambas paralelamente.

### Sección Chimbote

La sección frente a Chimbote presentó una termoclina de 15 °C bastante superficial dentro de las 50 mn frente a Chimbote (25 m) y compuesta por tres isotermas, la misma que se profundiza y fortalece mar afuera, esto último relacionado con las ASS que con valores entre 35,1 y 35,2 ups se ubicaron fuera de 55 mn y hasta 50 m de profundidad (Figs. 5a y 5b).

Por debajo de la isoterma de 15 °C se han presentado condiciones termohalinas muy homogéneas con valores alrededor de 35,0 ups de salinidad, indicativo de que las ACF se presentan con gran intensidad

Las aguas cálidas cuyo núcleo principal se presenta entre Huarmey y Huacho, repercute en la capa superficial frente a Chimbote, por lo que el afloramiento costero se presentó muy restringido a la costa (<20 mn), con temperaturas y salinidades menores de 17°C y 35.0 ups, provenientes de profundidades entre 60 y 80 m.

### Sección Sur de Huarmey

La termoclina en esta sección se muestra bastante fortalecida entre los 40 y 80 m de profundidad y por fuera de las 40 mn, está compuesta por 6 isotermas (20 – 15 °C), las que están asociadas a salinidades de 35,1 a 35,4 ups (Figs. 6a y 6b).

La distribución vertical de temperatura y salinidad en esta sección, muestra el gran espesor de las ASS, las mismas que impactaron con mayor intensidad en esta zona. Estas aguas que alcanzaron valores de hasta 35,5 ups alrededor de los 5 m de profundidad alcanzan profundidades mayores de 70 m por fuera de las 25 mn de la costa.

### SECCION PUNTA FALSA (26 noviembre 1999).

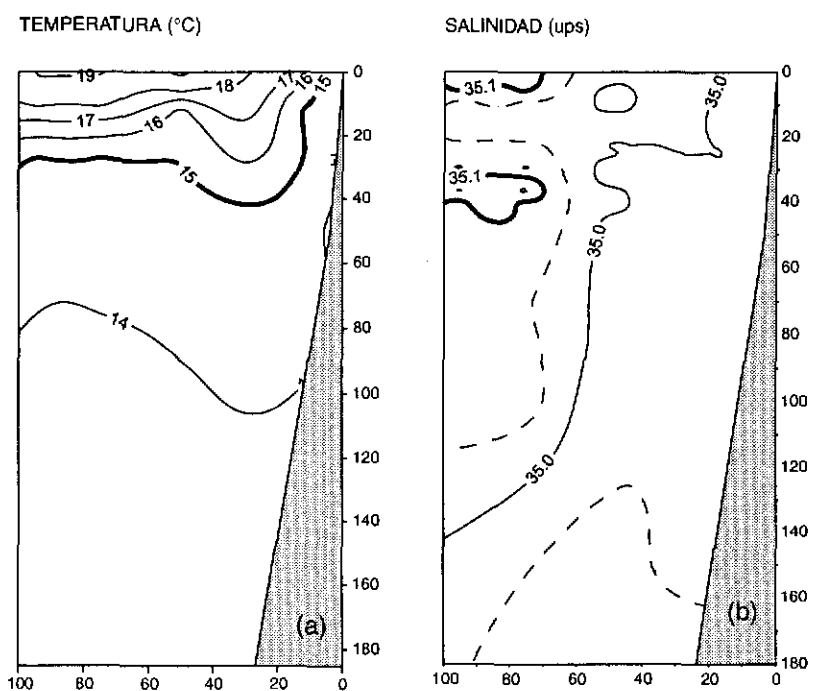


FIGURA 3. Sección Punta Falsa. (a) Temperatura (°C) y (b) Salinidad (ups). Crucero Pelágico BICs José Olaya Balandra y SNP-2 9911-12 (25 nov-14 dic. 1999).

### SECCION PACASMAYO. (29 noviembre 1999)

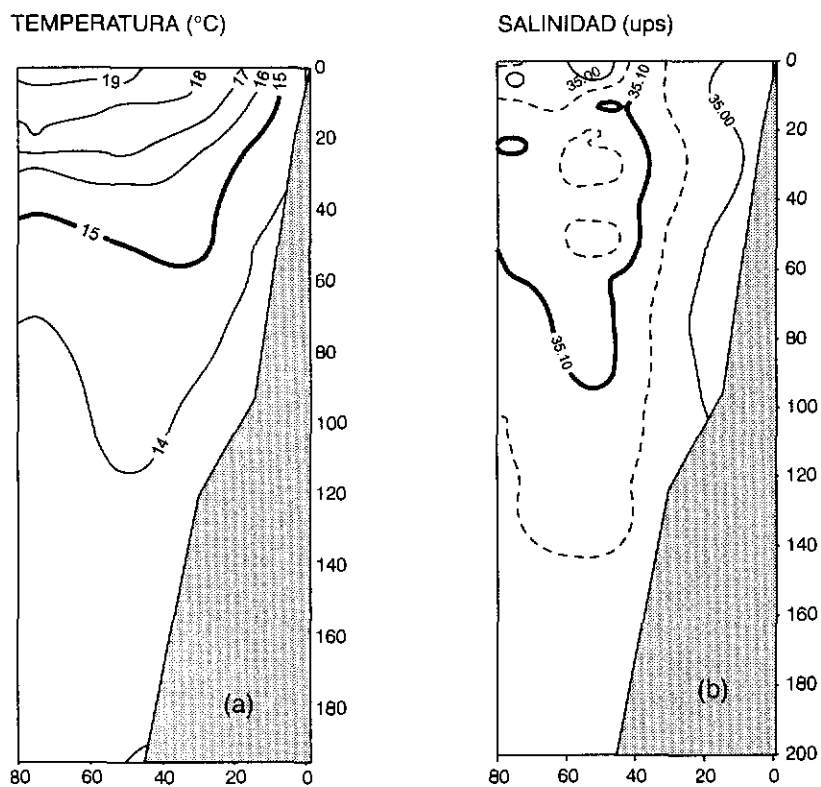
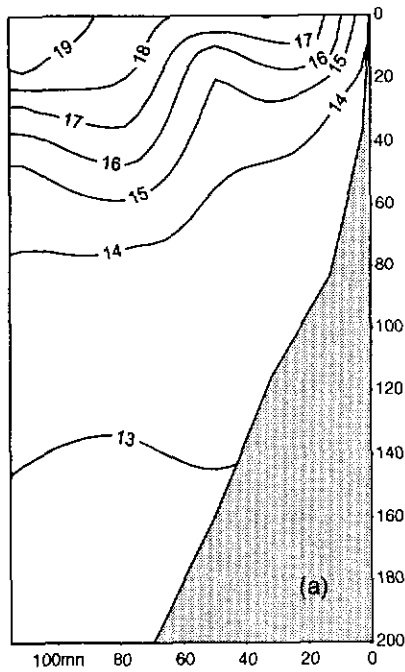


FIGURA 4. Sección Pacasmayo. (a) Temperatura (°C) y (b) Salinidad (ups). Crucero Pelágico BICs José Olaya Balandra y SNP-2 9911-12 (25 nov-14 dic. 1999).

### SECCION CHIMBOTE (4 diciembre 1999)

Temperatura



Salinidad

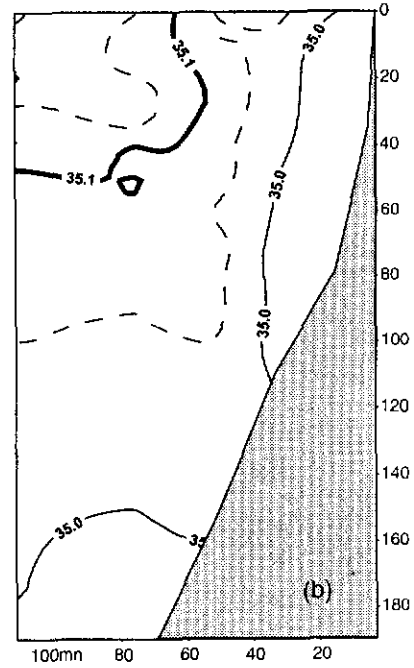


FIGURA 5. Sección Chimbote. (a) Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) y (b) salinidad (ups). Crucero Pelágico BICs José Olaya Balandra y SNP-2 9911-12 (25 nov-14 dic. 1999).

### SECCION SUR DE HUARMEY (5 diciembre 1999)

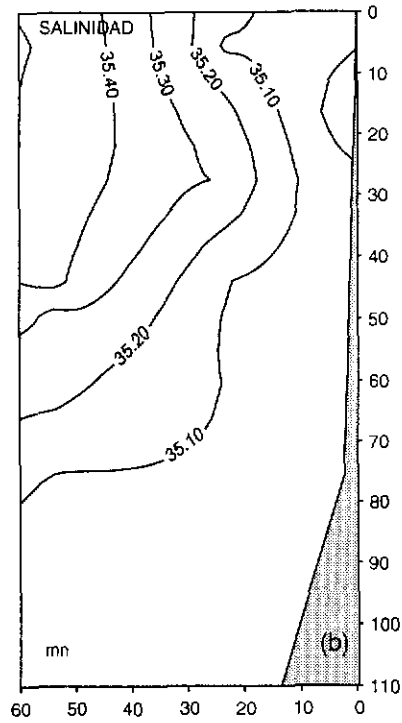
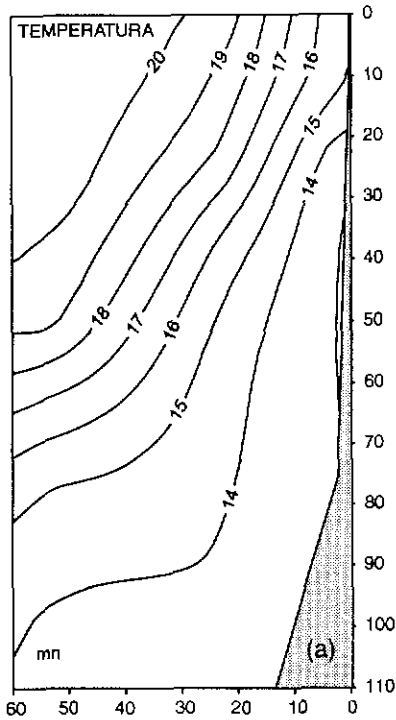


FIGURA 6. Sección Sur de Huarmey. a) Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) y b) Salinidad (ups). Crucero Pelágico BICs José Olaya Balandra y SNP-2 9911-12 (25 nov-14 dic. 1999).



### SECCION CALLAO (9 diciembre 1999)

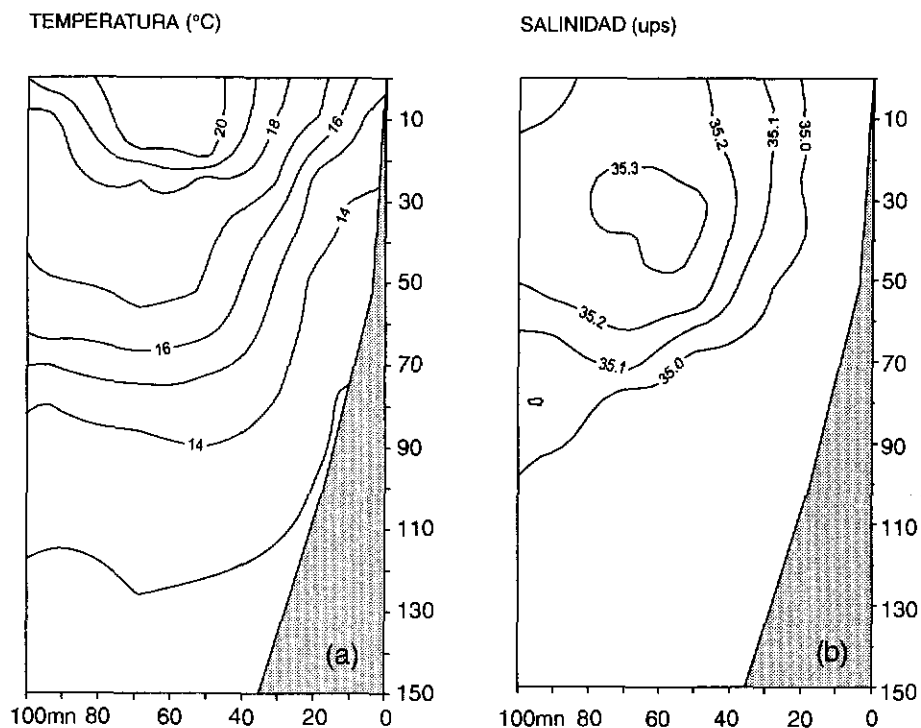


FIGURA 7. Sección Callao. (a) Temperatura (°C) y (b) Salinidad (ups). Crucero Pelágico BICs José Olaya Balandra y SNP-2 9911-12 (25 nov-14 dic. 1999).

### SECCION PISCO (12 diciembre 1999)

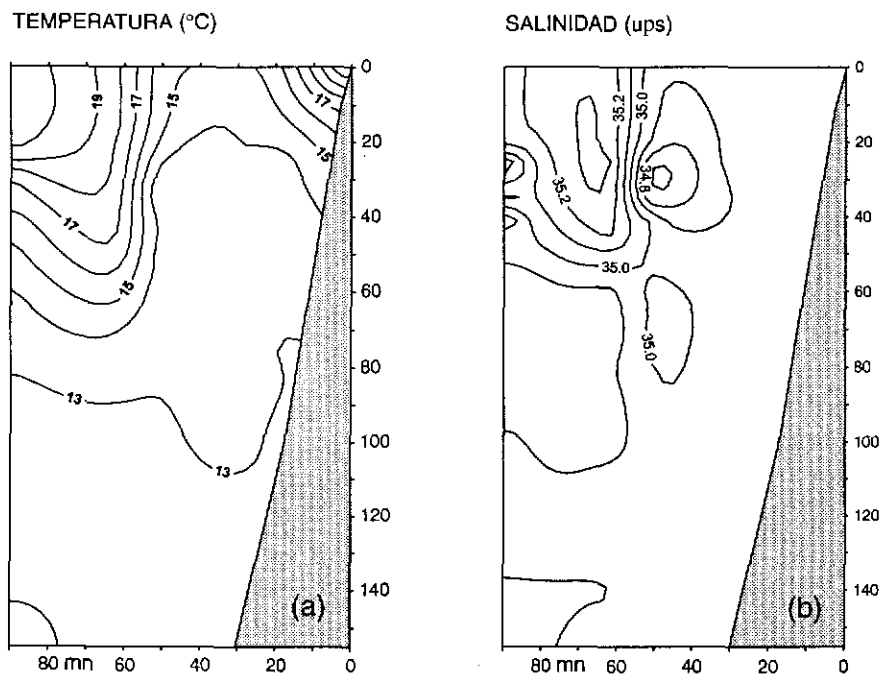


FIGURA 8. Sección Pisco. (a) Temperatura y (b) Salinidad (ups). Crucero Pelágico BICs José Olaya Balandra y SNP-2 9911-12 (25 nov-14 dic. 1999).

A pesar de la gran aproximación a la costa de estas aguas, el afloramiento costero se manifiesta a profundidades de 80 a 100 m, aunque no propiamente con valores de las ACF sino con ligera mezcla con ASS.

### Sección Norte del Callao

Al igual que en Chimbote, la sección al norte del Callao presenta la influencia de las ASS, las que se ubicaron por fuera de las 35 mn y hasta 70 m de profundidad.

Esta sección mostró una distribución irregular de isotermas, con una termoclina fraccionada tal vez por la presencia de un núcleo de altas salinidades (>35,3 ups) con temperatura homogénea, que se detectó entre los 25 y 50 m de profundidad fuera de las 45 mn (Figs. 7a y 7b).

Observando la figura, podríamos denominar termoclina principal ó profunda, a la fracción que se ubicó entre los 60 y 90 m, compuesta por isotermas de 17 °C a 14 °C y asociadas a salinidades de 35,2 a 35,0 ups. Debido a la presión de las ASS, el afloramiento proviene de los 100 a 120 m de profundidad y hasta aproximadamente 40 mn de la costa.

### Sección Pisco

Esta sección presentó características complejas por la presencia de masas de agua muy diferenciadas, como las ACF, ASS y Aguas Templadas de la Subantártica (ATSA), así como también por el calentamiento local, bastante superficial y característico de la zona, lo que motiva un afloramiento oceánico fuera de lo común (Figs. 8a y 8b).

La presencia de las ATSA con temperaturas <15 °C y salinidades <34,9 ups entre 20 y 40 m de profundidad, ha dado lugar a la surgencia de bajos valores termohalinos entre las 30 – 50 mn de la costa, debido a la presión que ejercen sobre ella las ACF y las ASS.

### DISCUSION

El año 1999 se ha caracterizado por la persistencia de las condiciones frías, las que han alcanzado valores moderados de anomalías térmicas negativas frente a nuestras costas; estas anomalías asociadas a otras características del ambiente, no han sido tan extremas como para que se le catalogue como un evento "La Niña".

Para justificar lo anteriormente mencionado y tomando como referencia anteriores eventos "La Niña" como el último de 1996, podemos describir que la presencia permanente con grandes fluctuaciones latitudinales y longitudinales de las ASS, caracterizadas por su relativa alta temperatura y salinidad, no ha permitido un desplazamiento en forma uniforme por fuera de las 100 mn de las aguas costeras frías como sucedió el año 1996, esto mismo ha dado lugar que las anomalías térmicas no sobrepasen mayormente los -1,5 °C.

La gran proyección de las aguas frías hacia el oeste durante 1999 han sido sólo zonales, y se han presentado

especialmente al norte de los 8°S y sur de los 12°S (MORÓN y MARQUINA 2000), habiéndose detectado presencia de la especie anchoveta hasta más de 120 mn de la costa en los meses de julio y agosto; durante el presente crucero 9911-12, si bien es cierto por el cambio estacional, estas aguas se aproximan a la costa, aún se mantienen grandes zonas frías propicias para el recurso anchoveta.

### CONCLUSIONES

1. El ambiente oceanográfico durante el Crucero 9911-12 se ha visto favorecido por el fuerte afloramiento del invierno, lo que ha permitido una amplia zona de condiciones favorables para los recursos pelágicos.

2. En la superficie del mar se registraron temperaturas de 13,9 a 20,8 °C y salinidades entre 34,79 y 35,48 ups.

3. Predominaron anomalías térmicas negativas. En noviembre se presentaron próximas al promedio. En diciembre alcanzaron -1,9 °C.

4. Las anomalías halinas muestran dos grandes áreas costeras con valores negativos, al norte de los 8°S y sur de los 13°S, mientras que las máximas positivas se presentaron entre Huarmey y Supe.

5. Las ACF mostraron una amplitud de 55 a 90 mn de la costa al norte de los 10°S y sur de los 13°S.

6. La mayor cercanía a la costa de las ASS se ubicó entre Casma y Huacho (aproximadamente 25 mn de la costa), con la isohalina de 35,4 ups entre 40 y 50 mn.

7. El afloramiento costero proviene de profundidades entre 80 y 120 m, ubicándose las principales zonas al norte de Pacasmayo, de Casma a Huarmey y entre Cerro Azul y Punta Mendieta.

8. La ESCC se encuentra muy debilitada en la zona costera de Punta Falsa, observándose con mayor claridad en la parte oceánica.

9. La presencia en la zona sur de las ATSA con sus bajas temperaturas y salinidades restringe la presencia del recurso anchoveta.

### Referencias

- IMARPE. 1999. Informe Ejecutivo del II Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste. BIC José Olaya Balandra 03 – 28 Mayo 1999. Inf. Interno.
- MORÓN, O. y L. ESCUDERO. 1991. Salinidad promedio de la superficie del mar frente a la costa peruana, periodo 1928-1985. Informe interno.
- MORÓN, O. y E. TELLO. 1999. Condiciones oceanográficas durante el Crucero de evaluación de los recursos pelágicos 9906. BIC José Olaya y BIC Humboldt. Informe Interno.
- MORÓN, O. y R. MARQUINA. 2000. Características físicas y oceanográficas del mar peruano en un área seleccionada (7°-9° S) a fines del invierno 1999. Inf. Inst. Mar Perú 154: 59-64.
- VÁSQUEZ, L. y E. TELLO. 1999. Condiciones oceanográficas del mar peruano durante el Crucero BIC José Olaya Balandra 9902-03, de Tumbes a Tacna. Inf. Inst. Mar Perú 147: 71-82.
- ZUTA, S. y W. URQUIZO. 1972. Temperatura promedio de la superficie del mar frente a la costa peruana, periodo 1928-1969. Bol. Inst. Mar Perú 2 (8): 459-520.