



ISSN 0378-7702

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU

INFORME

Nº 127

Setiembre, 1997

Crucero de evaluación
hidroacústica de recursos pelágicos
BIC SNP-1 9702-03 y BIC Humboldt 9704



*Con apoyo del Programa de
Cooperación Técnica para la Pesca
CEE-VECEP ALA 92/43*

Callao, Perú

CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS DEL MAR PERUANO DESDE CALLAO A TACNA. CRUCERO BIC SNP-1 9702-03

*Luis Vásquez Espinoza*¹

RESUMEN

VÁSQUEZ L. 1997, Condiciones oceanográficas del mar peruano desde Callao a Tacna. Crucero BIC SNP-1 9702-03. Inf. Inst. Mar Perú 127: 24-30.

La temperatura y salinidad en la superficie del mar, fluctuaron entre 15,3 °C a 26,5 °C y 28,0 ‰ a 35,4 ‰ respectivamente; los bajos valores de salinidad (<34,8 ‰) se ubicaron próximos a la costa, relacionados con la descarga de los ríos.

Aguas Subtropicales Subsuperficiales ($S_{\text{‰}} > 35,1$), en forma de cuña se pegaron a la costa frente a Matarani y hasta aproximadamente 30 mn frente a San Juan, originado las mayores anomalías positivas del área de estudio (3,6 °C a 4,9 °C); anomalías negativas sólo se detectaron entre Callao y Pisco, en un rango de 0,7 °C a 2,9 °C.

Los principales núcleos de afloramiento se ubicaron al norte de Punta Doña María y de Atico, extendiéndose dentro de las 20 mn de la costa con temperaturas y salinidades menores de 19 °C y 39,9 ‰.

PALABRAS CLAVE: Condiciones oceanográficas, recursos pelágicos, verano 1997, mar peruano.

ABSTRACT

VÁSQUEZ L. 1997. Peruvian sea oceanographical conditions from Callao to Tacna. Cruise RV SNP-1 9702-03. Inf. Inst. Mar Perú 127: 24-30.

Superficial water temperatures and salinities ranged from 15,3 °C to 26,5 °C and from 28 ‰ to 35,4 ‰, respectively. Low salinities (< 34,8 ‰) were located close to the coast and were related to river water discharges.

Wedge shaped subsurface subtropical waters ($S > 35,1$ ‰) approached to the coast in front of Matarani and were present as far as 30 nm in front of San Juan, there waters originated the strongest positive anomalies of the study area (3,6 °C to 4,9 °C). Negative anomalies were detected only from Callao to Pisco, ranging from 0,7 °C to 2,9 °C.

Main upwelling areas were located north of Punta Doña María and Atico; and extended as far as 20 nm from the coast. These areas presented temperatures and salinities of less than 19 °C and 34,9 ‰, respectively.

KEY WORDS: Oceanographical conditions, pelagic resources survey, Summer 1997, Peruvian sea.

INTRODUCCION

La primera etapa del crucero "Evaluación de Recursos Pelágicos 9702-03" a bordo del BIC SNP-1 se ejecutó con el fin de determinar los niveles de abundancia, distribución, concentración y estructura de las poblaciones de los recursos anchoveta y sardina, y conocer las características del ambiente marino en el que se desenvuelven estos recursos.

Las condiciones oceanográficas frente a la costa peruana durante la primavera de 1996, se pre-

sentaron frías con una tendencia a normalizarse en los siguientes meses de acuerdo a lo encontrado en el Crucero Oceanográfico 9610-11 y el Crucero E. R. Pelágicos 9611-12. A nivel de macroescala las condiciones observadas durante los cruceros del IMARPE coincidieron con los reportes del Boletín de Alerta Climático en noviembre y diciembre de 1996 (BAC 74-75) en donde indicaron características típicas de un período de normalización para los primeros meses de 1997, con vientos alisios más intensos que los normales en la región del Pacífico

1. Área de Interrelación Ambiente-Recurso. Dirección de Información y Pronósticos Oceanográficos. DGIO. IMARPE.

Ecuatorial Central y Oriental y más intensos que lo normal en la región del Pacífico Occidental. Los BAC 76-77 (enero-febrero) indican la continuación del período de normalización, encontrándose la temperatura superficial del mar normalizada, estando los vientos alisios con valores ligeramente más bajos que lo normal en todo el Pacífico.

En este informe se presentan los resultados de las condiciones físicas observadas en superficie y capas subsuperficiales del mar durante la primera etapa (Frontera sur - Callao), febrero y marzo 1997.

MATERIAL Y METODOS

La Etapa I del crucero se efectuó a bordo del buque de investigación científica BIC SNP-1, del 13 de febrero al 13 de marzo de 1997, con una duración de 30 días; explorándose el mar peruano desde Tacna hasta Callao con una distancia variable de la costa, hasta 120 mn en el caso del rastreo acústico y en las secciones hidrográficas (Fig. 1).

Los trabajos oceanográficos comprendieron la realización de 22 estaciones hidrográficas correspondientes a secciones perpendiculares a la costa frente a Callao, Pisco, San Juan, Atico e Ilo.

En las secciones hidrográficas se realizaron lanzamientos de botellas Niskin hasta 300 m de profundidad. Se colectaron muestras de agua para análisis de salinidad, oxígeno disuelto, nutrientes, clorofila "a" y fitoplancton a las profundidades estándar de 0, 10, 25, 50, 75, 100, 150, 200 y 300 m. La información de temperatura se tomó con termómetros de inversión.

Las observaciones durante los lances de comprobación comprendieron lanzamientos de botellas Niskin y lanzamientos de redes Estándar y Hensen.

El oxígeno disuelto se determinó a bordo con una bureta por el método de WINKLER modificado por CARRIT y CARPENTER (1968), la salinidad por el método de inducción con el salinómetro PLESSEY 3062. Las muestras de nutrientes se colectaron en botellas de polietileno de 250 mL de capacidad y se preservaron por congelamiento para su análisis en la Sede Central.

Para el análisis y el procesamiento de los datos obtenidos durante el crucero se usó la hoja de cálculo Qpro y los resultados numéricos fueron tratados con el método KIRGING del programa SURFER 6,02 para elaborar mapas de distribución horizontal y vertical de temperatura y salinidad.

RESULTADOS

Condiciones oceanográficas superficiales

Temperatura y salinidad

La TSM fluctuó de 15,3 °C al sur de Pisco a 26,5 °C a 60 mn de San Juan. La distribución de la temperatura se caracterizó por presentar un acercamiento de aguas oceánicas frente a San Juan y otro más pronunciado frente a Matarani; así mismo, se observaron relativas altas temperaturas próximas a la costa frente a Pisco, siendo esto una característica común en esta zona debido a la forma del perfil costero, mientras que las temperaturas más frías se localizaron entre Punta Doña María y Pisco (Fig. 2).

Las anomalías térmicas (Fig. 3) fluctuaron entre -2,9 °C frente a Tambo de Mora y +4,9 °C frente a Matarani. Los valores mínimos y máximos están asociados al afloramiento costero dentro de las 20 mn al sur de Pisco ampliando su influencia hasta las 60 mn al norte de Pisco y al desplazamiento hacia la costa de ASS frente a San Juan y Matarani.

La salinidad superficial del mar osciló entre 26,52 ‰ al sur de Atico y 35,45 ‰ a 60 mn de la costa frente a San Juan. Zonas con aguas de mezcla (salinidades menores de 34,8 ‰), originadas por la interacción del agua de descarga de los ríos con las ACF, se ubicaron a lo largo de la costa al sur de San Juan con distancias variables (Fig. 4).

Masas de agua

En el área evaluada se presentaron masas de Aguas Subtropicales Superficiales (ASS), Aguas Costeras Frías (ACF) y aguas de mezcla (Fig. 4).

Las ASS se proyectaron hasta las 30 mn de la costa frente a San Juan y con mayor intensidad frente a Matarani llegando hasta la costa con salinidades superiores de 35,1 ‰. También se localizaron fuera de las 35 millas de Pisco, masas de agua asociadas a temperaturas mayores de 21,0 °C.

Las masas de ACF con salinidades entre 34,8 y 35,0 ‰ se localizaron en una franja costera a distancias variables de la costa al sur de San Juan debido a las incursiones de ASS en cambio al norte estas aguas amplían su influencia hasta las 60 mn. Por otro lado se apreciaron áreas muy próximas a la costa entre San Juan e Ilo principalmente, con concentraciones menores a 34,8 ‰ debido a la gran descarga de los ríos adyacentes a estas áreas.

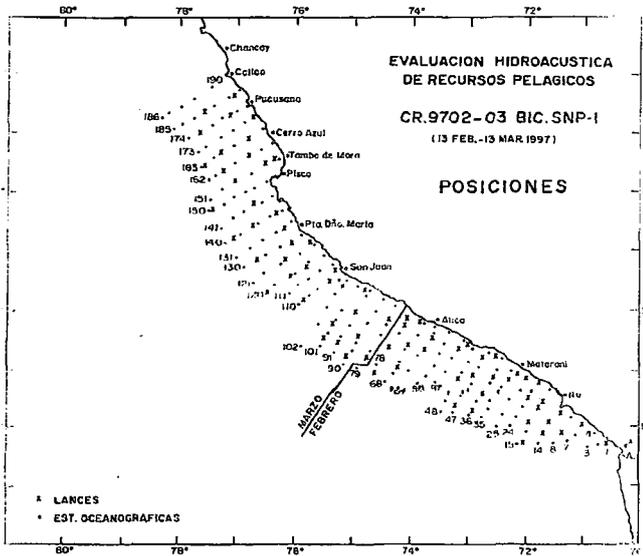


FIGURA 1. Carta de ubicación de estaciones.
Cr. BIC SNP-1 9702-04.

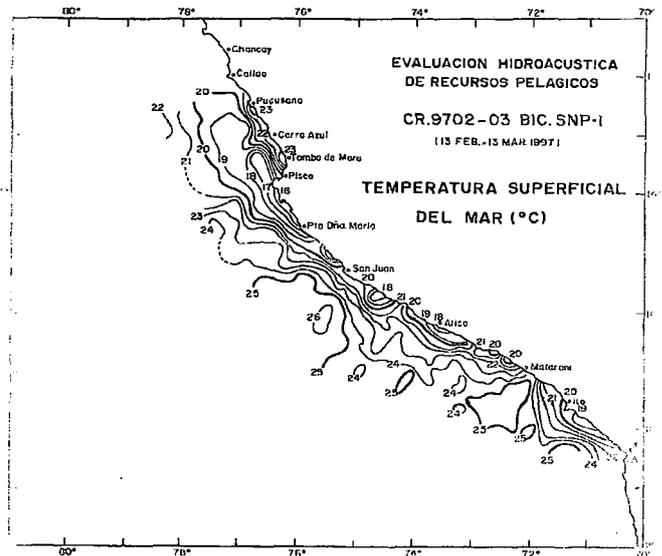


FIGURA 2. Carta de distribución de la Temperatura Superficial del Mar (°C). Cr. BIC SNP-1 9702-04.

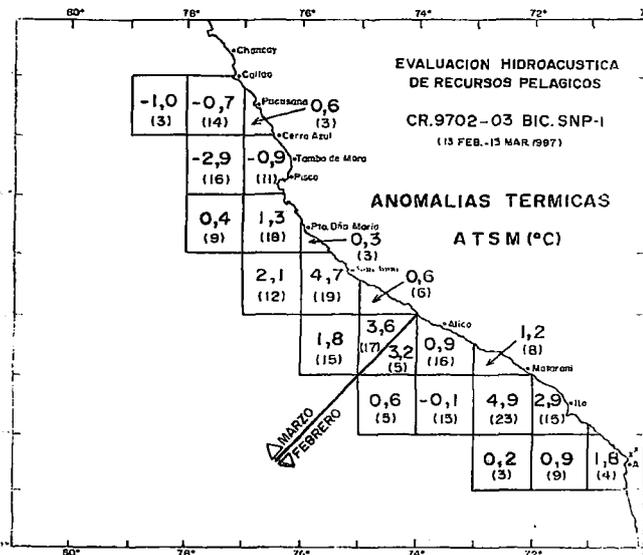


FIGURA 3. Anomalías Térmicas (°C).
Cr. BIC SNP-1 9702-04.

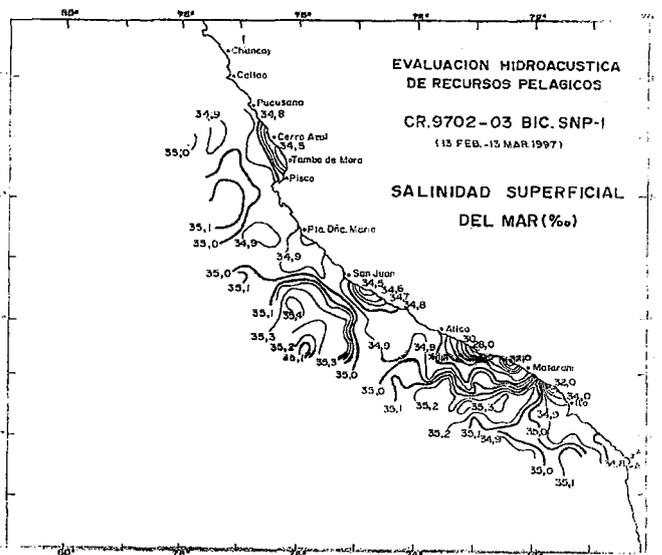


FIGURA 4. Carta de distribución de la Salinidad Superficial del Mar (‰). Cr. BIC SNP-1 9702-04.

Afloramiento costero

Las aguas de afloramiento se extendieron a distancias variables de la costa, delimitadas por la isoterma de 18-19 °C, principalmente dentro de las 20 mn de la costa (Fig. 2). El proceso de afloramiento se desarrolló en forma moderada al sur de Punta Doña María en áreas próximas a la costa asociado a anomalías próximas al promedio multianual, siendo más intenso al norte de Punta Doña María asociado a anomalías térmicas negativas.

Distribución del contenido de oxígeno disuelto

El oxígeno presentó un mínimo de 2,3 mL/L dentro de las 5 mn frente a Punta Doña María y un máximo de 7,9 mL/L al norte de Matarani. En general el oxígeno presentó una distribución homogénea con valores mayores de 4,0 mL/L exceptuando un área próxima a la costa entre Punta Doña María y Pisco y un pequeño núcleo frente a Tambo de Mora (Fig. 5).

Condiciones oceanográficas subsuperficiales

Estructura térmica y halina

En el perfil Callao (Fig. 8a, 8b) se presentó una termoclina conformada por las isotermas de 15 a 22 °C, ubicándose la isolínea de 15 °C entre los 70 y 40 m de profundidad. La salinidad presentó características de las ACF en una distribución homogénea en toda la columna de agua, observándose el máximo de salinidad (35,04 ‰) a los 0 m de profundidad y a 85 mn de la costa.

La sección de Pisco (Fig. 9) presentó una termoclina conformada con 9-10 isotermas sobre los 75 m de profundidad. Se presentaron salinidades con poca variación en sus concentraciones resaltando las ASS sobre los 35 m fuera de las 20 mn y por debajo de ésta se ubicaron las ACF. En la sección San Juan (Fig. 10) también se observó una buena estratificación térmica, con una termoclina formada por las isolíneas de 15 °C a 26 °C y teniendo su máxima profundidad (125 m) a las 50 mn de la costa, en cambio la salinidad mostró una distribución irregular con presencia de núcleos con bajas concentraciones (menores de 34,6 ‰) por debajo de los 100 m de profundidad asociadas posiblemente a aguas subantárticas; por otro lado, las ASS se localizaron sobre los 50 m entre las 20 y 75 mn fuera de la costa.

En el sur, frente a Atico (Fig. 11) e Ilo (Fig. 12) la termoclina estuvo conformada por 9-10 isotermas (15 °C - 24 °C), ubicándose sobre los 75 y 60 m de profundidad en Atico e Ilo respectivamente. Se observó ASS sobre los 10 m de profundidad y fuera de las 65 mn, también resalta la presencia de un núcleo con bajas concentraciones de sales en la sección Atico, en cambio en la sección Ilo sólo se apreciaron ACF en la columna de agua.

Distribución del oxígeno

En el perfil Callao, se observó un fuerte gradiente sobre los 35 m formado por las isolíneas de 1,0 a 6,0 mL/L, con valores más altos en la superficie y cerca de la Costa (Fig. 8c). La sección Pisco también presenta estratificación aunque ligeramente más profunda (sobre los 60 m) que la observada en el Callao (Fig. 9c).

En la zona frente a San Juan y Atico la oxiclina conformada por las isolíneas de 1,0 a 5,0 y 6,0 mL/L se localizó más profunda respecto a las secciones anteriores ubicándose sobre los 160 m en San Juan y sobre los 140 m en Atico. En general las isolíneas

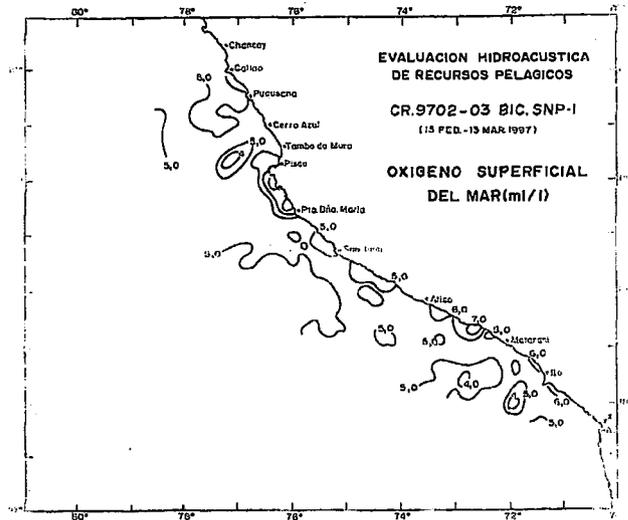


FIGURA 5. Carta de distribución del Oxígeno Disuelto Superficial (mL/L). Cr. BIC SNP-1 9702-04.

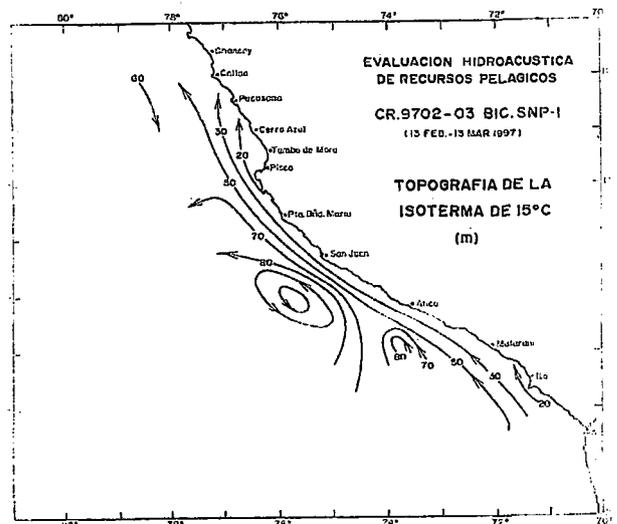


FIGURA 6. Topografía de la isoterma de 15 °C. Cr. BIC SNP-1 9702-04.

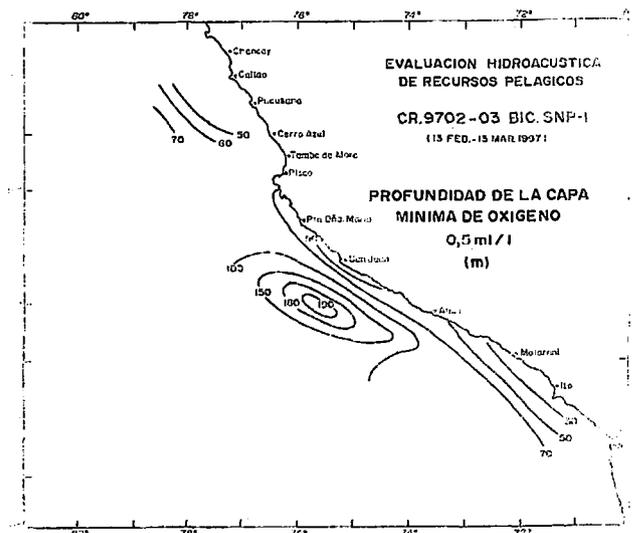
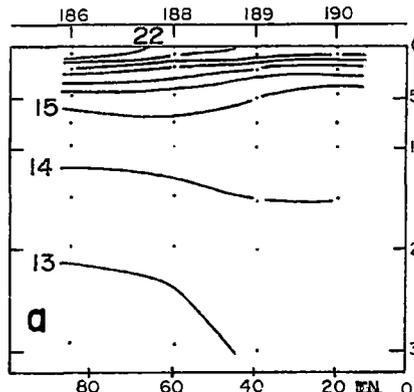
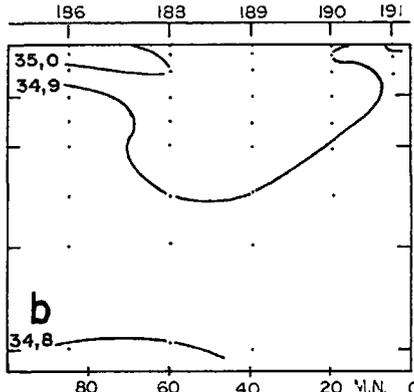


FIGURA 7. Tope superior de la capa mínima de Oxígeno (0,5 mL/L). Cr. BIC SNP-1 9702-04.

Sección: CALLAO
 Fecha: 13 Mar. 1997
 TEMPERATURA (°C)



SALINIDAD (‰)



OXIGENO (ml/l)

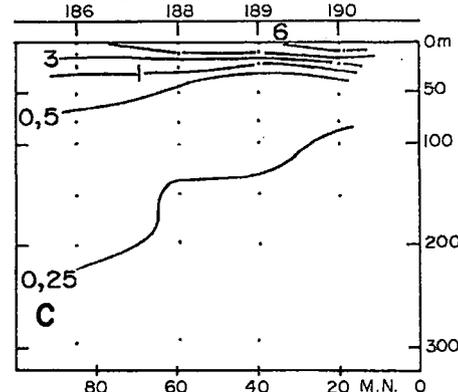
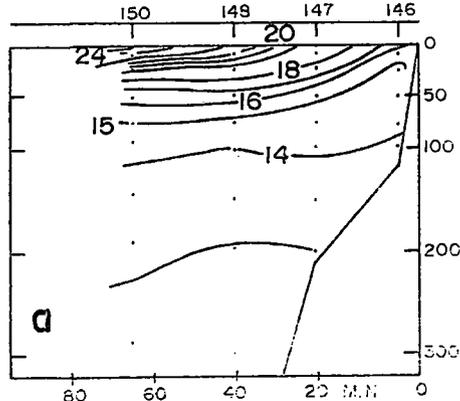
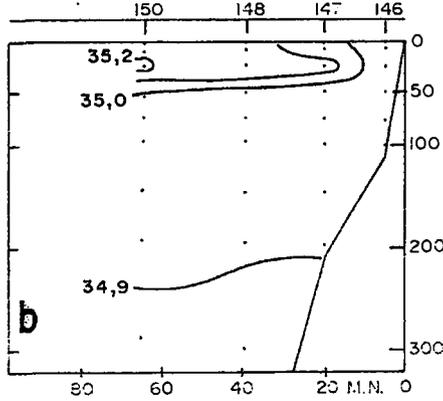


FIGURA 8. Distribución vertical de a) Temperatura (°C); b) Salinidad (‰) y c) Oxígeno Disuelto (mL/L) frente a Callao (13/03/1997). Cr. BIC SNP-1 9702-04.

Sección: PISCO
 Fecha: 09 - 10 Mar. 1997
 TEMPERATURA (°C)



SALINIDAD (‰)



OXIGENO (ml/l)

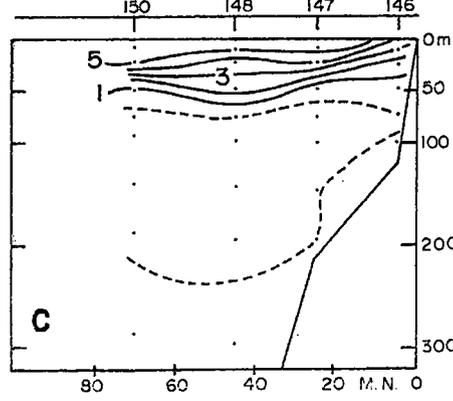
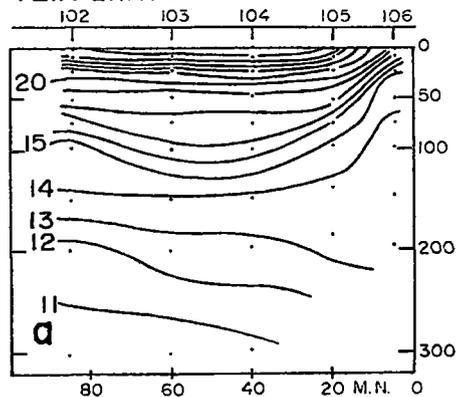
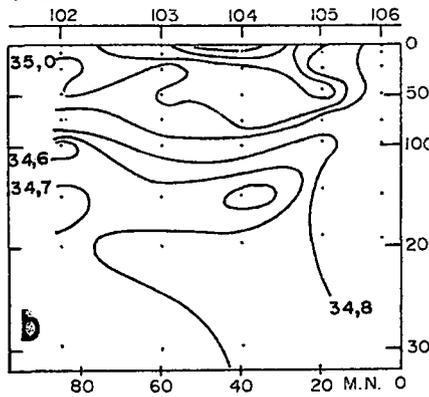


FIGURA 9. Distribución vertical de a) Temperatura (°C); b) Salinidad (‰) y c) Oxígeno Disuelto (mL/L) frente a Pisco (09-10/03/1997). Cr. BIC SNP-1 9702-04.

Sección: SAN JUAN
 Fecha: 03 Mar. 1997
 TEMPERATURA (°C)



SALINIDAD (‰)



OXIGENO (ml/l)

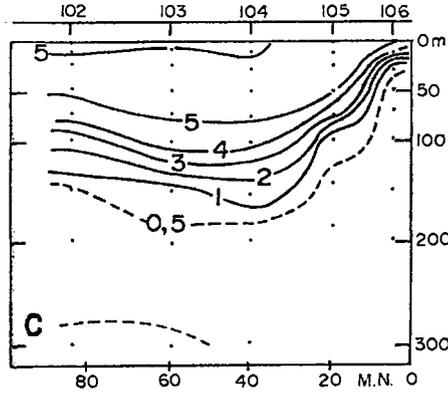
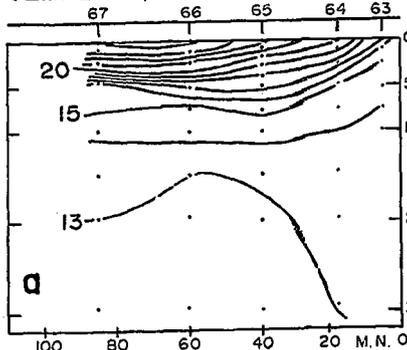
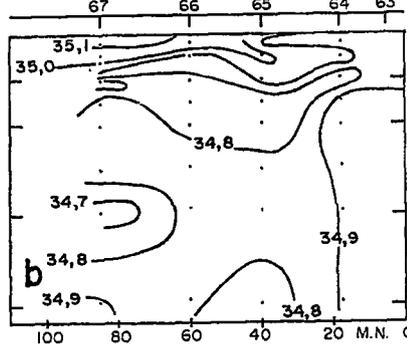


FIGURA 10. Distribución vertical de a) Temperatura (°C); b) Salinidad (‰) y c) Oxígeno Disuelto (mL/L) frente a San Juan (03/03/1997). Cr. BIC SNP-1 9702-04.

Sección: ATICO
Fecha: 27 Feb. 1997
TEMPERATURA (°C)



SALINIDAD (‰)



OXIGENO (ml/l)

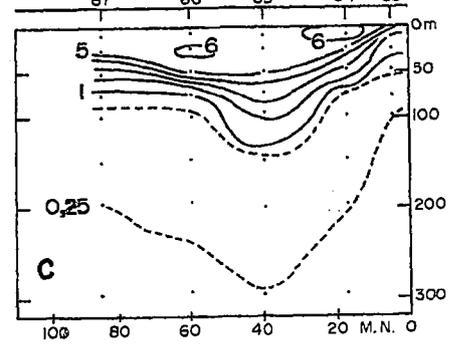
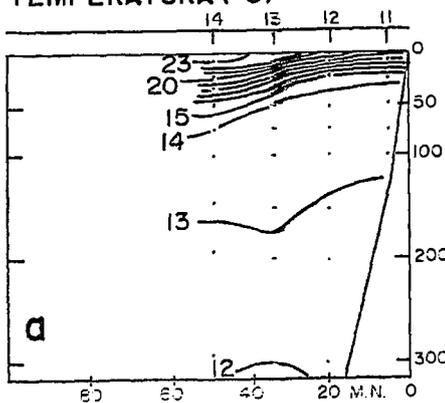
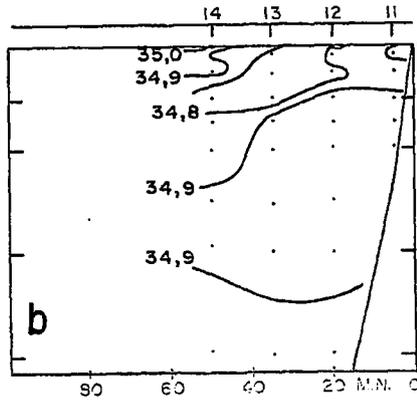


FIGURA 11. Distribución vertical de a) Temperatura (°C); b) Salinidad (‰) y c) Oxígeno Disuelto (mL/L) frente a Atico (27/02/1997). Cr. BIC SNP-1 9702-04.

Sección: ILO
Fecha: 20 Feb. 1997
TEMPERATURA (°C)



SALINIDAD (‰)



OXIGENO (ml/l)

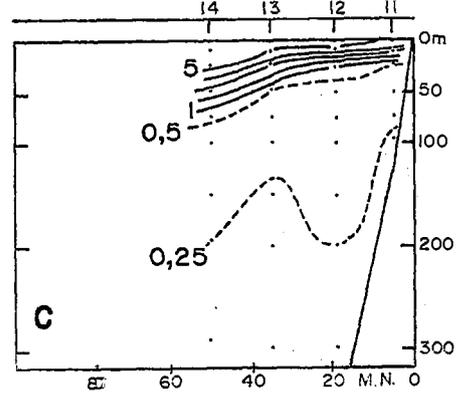


FIGURA 12. Distribución vertical de a) Temperatura (°C); b) Salinidad (‰) y c) Oxígeno Disuelto (mL/L) frente a Ilo (20/02/97). Cr. BIC SNP-1 9702-04.

presentaron un marcado ascenso a la superficie conforme se aproximaban a la costa dentro de las 30 mn (Figs. 11c y 12c).

Topografía de la isoterma de 15 °C

La topografía de la isoterma de 15 °C (Fig. 6) mostró un flujo predominante hacia el norte propio de la corriente costera peruana, presentándose la profundización de esta aislínea hacia mar afuera. Frente a San Juan se observó la formación de un remolino anticiclónico cuyo centro estuvo a 120 m de profundidad. Asimismo, frente a Atico se nota un cambio de dirección de los flujos paralelos a la costa hacia el sur.

La ubicación de la isoterma de 15 °C estuvo asociada a la presencia de masas de aguas cálidas, que provocaron la profundización de dicha isoterma.

Tope superior de la capa de mínima de oxígeno

El tope superior de la capa mínima de oxígeno (0,50 mL/L) se presentó a profundidades variables que se relacionan con los flujos subsuperficiales (Fig. 7).

La distribución vertical del oxígeno en las secciones hidrográficas indicó la ubicación sobre los 75 m del tope superior de esta capa en el Callao (Fig. 8c) y Pisco (Fig. 9c). En la distribución de este parámetro en San Juan (Fig. 10c) y Atico (Fig. 11c) se observa la depresión de capa mínima conforme nos alejamos de la costa alcanzando profundidades de 190 m frente a San Juan coincidiendo con la ubicación del remolino antes mencionado y 140 m frente a Atico. En Ilo (fig. 12c), mostró una ubicación sobre los 75 m ascendiendo hacia la costa.

DISCUSION

En los dos primeros meses de 1997, las condiciones oceanográficas de macro escala indican un proceso de normalización (BAC Nro. 76, 77), estando la TSM en febrero con valores normales frente a la costa sudamericana, aunque algunos modelos indican un progresivo ligero calentamiento en varias secciones del Pacífico. Las condiciones registradas en el presente crucero corroboran esta tendencia; aunque debido a los vientos alisios del sureste, que se encontraban ligeramente por debajo de su valor normal, contribuyeron a que las aguas cálidas del oeste se acercaran a la costa originando un fuerte incremento térmico y halino frente a Matarani y San Juan donde las anomalías térmicas fueron mayores de 4 °C. Por otro lado, la presencia de esta masa de agua contribuyó a que el afloramiento costero se viera reducido a áreas muy costeras al sur de San Juan, en cambio al norte de Pisco la poca influencia de las ASS permitió que el afloramiento se desarrollara en una mayor área y con mayor intensidad.

Otro factor que tuvo influencia en las condiciones ambientales de las áreas costeras fue la descarga de los ríos, que debido al incremento de sus volúmenes de descarga por al incremento en aproximadamente el 50% de las precipitaciones (Boletín Climático, SENAMHI; enero, febrero de 1997) en la sierra sur (Arequipa, Andahuaylas, Cusco), provocaron una disminución en las concentraciones de sales en áreas próximas a los lugares de descarga. Asimismo, durante la presente evaluación en las áreas antes mencionadas se observaron palizadas, las que no se presentan en años con descargas normales.

En general, respecto al Crucero Pelágico 9602-04 (PIZARRO y TELLO 1996) las condiciones ambientales fueron más cálidas debido a la fuerte incursión de las ASS. Además de las relativas altas temperaturas y concentraciones de sales se observó la profundización de la isoterma de 15 °C y la reducción de las áreas de afloramiento. El afloramiento se desarrolló en zonas muy costeras donde hubo influencia de las ASS, siendo más intenso en zonas donde las ASS no se presentaron o tuvieron poca influencia.

CONCLUSIONES

1. Las condiciones ambientales durante esta etapa del crucero fueron próximas a lo normal en la faja costera (CM 343-27, 36, 46, 45, 54 y 63), cálidas de Pisco al sur y ligeramente frías hacia el norte de Pisco. Las anomalías fluctuaron entre -2,9 °C (Tambo de Mora) y +4,9 °C (Matarani).

2. Las ASS se presentaron hasta las 30 mn frente a San Juan y hasta la costa frente a Matarani. Las masas de ACF se localizaron en una faja costera a distancias variables de la costa, también se observaron aguas con baja salinidad debido a la interacción de las ACF y aguas de los ríos.

3. El proceso de afloramiento se desarrolló en forma moderada al sur de Punta Doña María en zonas próximas a la costa, siendo más intenso al norte de Punta Doña María asociado a anomalías térmicas negativas.

Referencias

- BOLETÍN DE ALERTA CLIMÁTICO (BAC). Comisión Permanente del Pacífico Sur/CPPS, No. 76 y 77. Enero y febrero 1997.
- BOLETÍN CLIMÁTICO (BC). Monitoreo y Análisis Climático. Boletín enero, febrero de 1997. SENAMHI.
- GRADOS, C. y J. HURTADO. 1997. Boletín semanal de temperatura superficial del mar. Nos. 7 - 10. Dir. Gral de Inv. Oceanográficas. IMARPE.
- PIZARRO, L. y E. TELLO. 1996. Condiciones oceanográficas del mar peruano durante el Crucero Evaluación Acústica de los Recursos Pelágicos. BIC SNP-1 9602-04. Inf. Inst. Mar Perú 122:47-56.
- ZUTA, S. 1988. Variations of the Mass Field and Currents off the Peru Coast. Bol. 33, Inst. Mar del Perú: 55-73.
- ZUTA, S. y O. GUILLÉN. 1970. Oceanografía de las Aguas Costeras del Perú. Boletín Inst. Mar Perú 2 (5):157-324.
- ZUTA, S., I. TSUKAYAMA y R. VILLANUEVA. 1983. El ambiente marino y las fluctuaciones de las principales poblaciones pelágicas de la costa peruana. En: SHARP, G. D. y J. CSIRKE (Eds.). Proceedings of the Expert Consultation to examine changes in abundance and species composition of neritic fish resources. San José, Costa Rica, 18-29/04/83; FAO Fisheries Report 2(291): 179-253. Roma.