



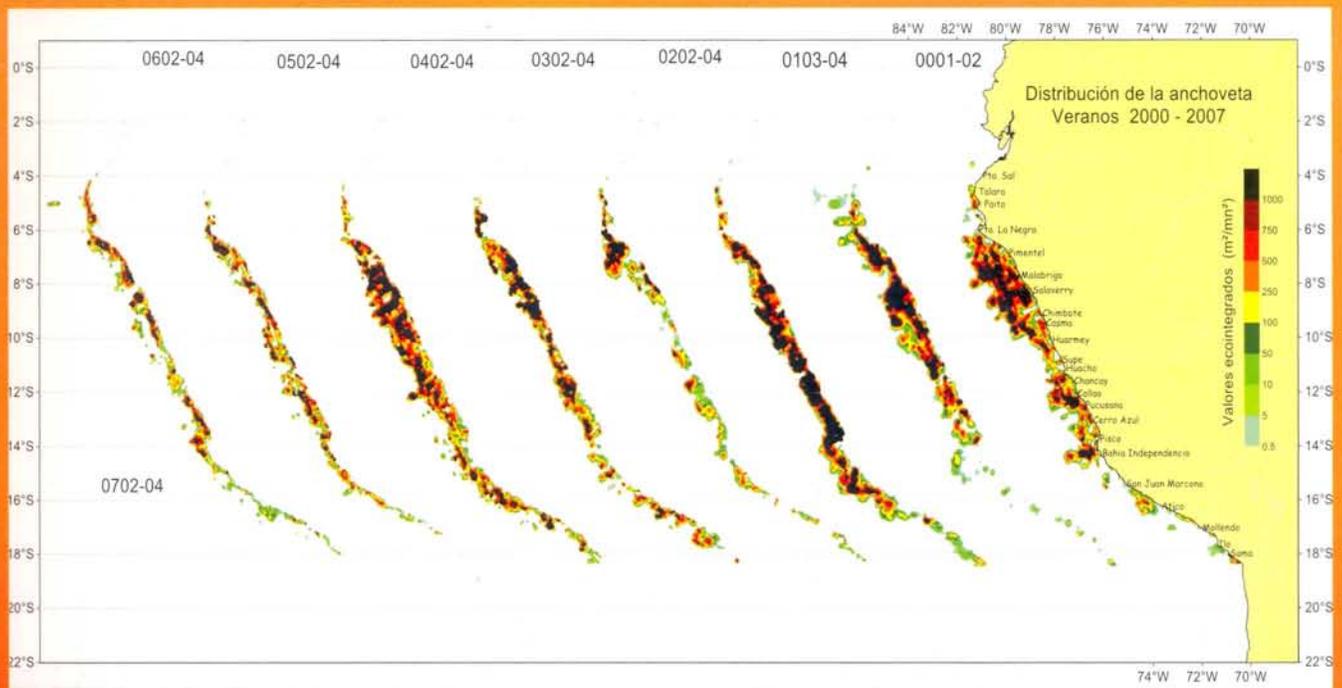
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

INFORME

ISSN 0378 - 7702

Volumen 36 Números 3-4

Evaluación hidroacústica de la distribución y biomasa de recursos pelágicos frente a la costa peruana. Años 2005, 2006, 2007



CONDICIONES AMBIENTALES DEL MAR PERUANO DURANTE EL VERANO 2006

ENVIRONMENTAL CONDITIONS OF PERUVIAN SEA DURING SUMMER 2006

Noel Domínguez¹

Luis Vásquez¹

RESUMEN

DOMÍNGUEZ N, VÁSQUEZ L. 2009. *Condiciones ambientales del mar peruano durante el verano 2006*. *Inf Inst Mar Peru* 36(3-4):137-143.- El trabajo se realizó en el Crucero de investigación hidroacústica de recursos pelágicos BIC Olaya 0602-04 del 20 febrero al 12 abril 2006, desde Puerto Pizarro a Punta Bombón. El ambiente marino se encontró muy perturbado debido principalmente a la variación de la salinidad. Las anomalías térmicas (ATSM) fluctuaron de +4,3 a -2,0 °C; por fuera de las 50 mn, las positivas predominaron al norte de 6°S en relación con aguas ecuatoriales superficiales (AES), y al sur de los 15°S estuvieron relacionadas con aguas subtropicales superficiales (ASS). Entre Pucusana y Tambo de Mora las anomalías negativas se asociaron a aguas tropicales de la Subantártica (ATSA). Los vientos mostraron intensidades entre 0,3 y 11,5 m/s, con dirección predominante del SE hacia el NO. Al sur de 12°S, los vientos se incrementaron entre San Juan y Atico, favoreciendo áreas de afloramiento costero y la proyección de aguas relativamente frías al oeste. La capa subsuperficial presentó una termoclina fortalecida, hasta con ocho isotermas, propia del verano, con ascenso de isotermas en el sur, y fortalecimiento de la Extensión Sur de la Corriente de Cromwell (ESCC) en el norte. La presencia de ATS y AES sufrieron un debilitamiento en la primera quincena de marzo debido principalmente al incremento de la Contracorriente Peruano Chilena (CCPC).

PALABRAS CLAVE: anomalías térmicas, vientos, isotermas, verano 2006, mar peruano.

ABSTRACT

DOMÍNGUEZ N, VÁSQUEZ L. 2009. *Peruvian sea environmental conditions during summer 2006*. *Inf Inst Mar Peru* 36(3-4):137-143.- The work was done in the Hydroacoustic research cruise of pelagic resources RV Olaya 0602-04, from February 20th to April 12th, 2006, from Puerto Pizarro to Punta Bombon. The marine environment was found very disturbed due mainly to changes in salinity. The thermal anomalies (SSTA) ranged from +4.3 to -2.0 °C outside 50 nm; positive ones predominated north of 6°S, in conjunction with equatorial surface waters (ESW); and south 15°S, associated with subtropical surface waters (ASS). From Pucusana to Tambo de Mora, negative anomalies associated with tropical waters of the Subantarctic (TSAW). The winds showed intensities between 0.3 and 11.5 m/s, with predominant direction from SE to the NW. South of 12°S, the winds increased between San Juan and Atico, favoring coastal upwelling areas and the projection of relatively cold waters to the west. The subsurface layer presented a stronger thermocline, up to eight isotherms, typical of summer, with the rise of isotherms in the south, and strengthening of the Southern Extension of the Cromwell Current (ESCC) in the north. The presence of TSW and ESW suffered a weakening in the first half of March due mainly to the increase of Chilean Peruvian Counter Current (JPAC).

KEYWORDS: thermal anomalies, winds, isotherms, summer 2006, Peruvian sea.

INTRODUCCIÓN

Durante la última semana de noviembre y de diciembre 2005, ocurrieron grandes cambios a nivel superficial y subsuperficial en el Pacífico sur oriental, especialmente frente a la costa central del Perú y menores en la costa norte y sur. El crucero 0511-12, comprobó la proyección de aguas oceánicas cálidas (ASS de 19 a 21 °C) ubicadas cerca de 100 y 420 mn a fines de noviembre 2005, hasta cerca de 10 a 23 mn frente al Callao en la primera quincena de diciembre 2005.

Durante el Crucero 0601-02 (IMARPE 2006a) las ACF, estuvieron restringidas dentro de las 20 mn al sur de Punta La Negra, con un núcleo de afloramiento entre Chicama y Mórrope. Las ASS se registraron por fuera de las 50 mn frente a Chicama, con temperaturas >22 °C observándose una ligera aproxima-

ción con respecto a la primavera 2005. Las AES (de 20 a 23 °C y de 34,0 a 34,8 ups), mostraron una proyección hacia el sur hasta Punta La Negra (6°S) y 30 m de profundidad frente a Paita. Las ATS (<34,0 ups y 23 a 27,8 °C) se registraron al norte de Talara y, al igual que las AES, mostraron marcada proyección hacia el sur.

El 16 y 17 febrero, la estación fija Paita mostró presencia de ATS hasta alrededor de 30 m de profundidad (IMARPE 2006b). En la estación fija San José, el 21 y 22 de febrero se observó que las AES alcanzaron 25 m de profundidad, con 19 a 23 °C. Por otro lado, las estaciones fijas de los laboratorios costeros de la zona norte mostraron un descenso paulatino de las temperaturas en la última semana de febrero (Boletines semanales-mensuales de temperatura, IMARPE), indicando que la proyección al sur de las masas de

agua había alcanzado su máximo desarrollo.

Este informe muestra las condiciones ambientales ocurridas durante el verano del 2006 utilizando información obtenida en el Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 0602-04.

MATERIAL Y MÉTODOS

El Crucero de Evaluación de Recursos Pelágicos BIC Olaya y SNP2 0602-04, del 20 febrero al 12 abril 2006, cubrió el área entre Puerto Pizarro en Tumbes y Punta Bombón, en Arequipa, hasta 100 mn de dominio marítimo (Fig. 1).

Se realizaron registros continuos de TSM, SSM, temperatura del ambiente, humedad relativa, presión atmosférica y viento (dirección y velocidad). El estudio de la estruc-

1. Unidad de Oceanografía Física. DIO. IMARPE.

tura térmica se realizó en base a los lanzamientos de CTD Seabird 2679, con registros continuos hasta 650 m de profundidad, en ocho perfiles: Puerto Pizarro, Paita, Punta Falsa, Chicama, Chimbote, Callao, San Juan, Atico. Para la colección de muestras de estructura halina vertical, se utilizó botellas Niskin de 2,5 L de capacidad, a profundidades estándar (hasta 500 m). Se procesó a bordo la información de 39 lanzamientos de CTD, se determinó la concentración de 360 muestras de salinidad usando el salinómetro Portasal Guidline. La circulación subsuperficial se determinó por método indirecto (flujos geostrofic) en base a cálculos de anomalías geopotenciales.

RESULTADOS

NIVEL SUPERFICIAL

Temperatura (°C).- La TSM (Fig. 2), rango 14,4 a 28,3 °C, mostró la isoterma máxima (27 °C) dentro de las 50 mn entre Puerto Pizarro y Talara. Las mínimas temperaturas (isotermas de 16 y 17 °C) se ubicaron dentro de las 7 mn entre Punta Chao y Punta Bermejo y al sur de Atico.

Alteraciones térmicas contrastantes se observaron al norte de 6°S y al sur de 13°S. En el norte, la temperatura más elevada de lo normal, se debió principalmente al debilitamiento de los vientos alisios del SE en febrero y marzo. Esto motivó el cese del afloramiento costero en toda la zona norte y una mayor proyección hacia el sur, dentro de las 80 mn de las aguas tropicales y ecuatoriales asociadas a >24 °C. Hacia el sur de 12°S (excepto en 15 y 16°S) se registraron valores térmicos por debajo de lo normal, relacionados a la presencia de aguas frías procedentes del afloramiento.

Anomalías térmicas (°C).- Las anomalías térmicas (Fig. 3) variaron entre +4,3 y -2,5 °C. Las anomalías positivas predominaron al norte de los 6-7°S y sur de los 15°S (por fuera de las 50 mn). Las máximas, >3,0 °C, entre Punta Sal y Punta Gobernador se relacionaban con ATS; en cambio frente a San Juan, se relacionaron con ASS. Las anomalías negativas predominaron entre 9 y 14°S y alcanzaron su máximo valor (< -2,0° C) por fuera de las 40 mn frente a Cerro Azul.

Anomalías <-1,0 °C se registraron entre Pucusana y Tambo de Mora. En comparación con el Crucero 0502-03, al sur de 10°S, en el presente crucero 0602-04 se presentaron mayores anomalías térmicas positivas, debiendo considerarse que en el año 2005 se presentaron condiciones frías.

Salinidad (ups).- El ambiente marino se ha encontrado muy perturbado debido principalmente a la variación de este parámetro respecto a su climatología (Fig. 4). Las ATS (<34,0 ups) mostraron proyección sur dentro de 40 mn hasta Talara; las AES (<34,8 ups) cubrieron toda el área de estudio al norte de los 7°S, hubo zonas de mezcla con ASS y ACF. Las ASS (>35,1 ups) se presentaron fuera de las 40 mn entre los 8 y 11°S y por fuera de las 70 mn al sur de Punta Infiernillos. La franja costera al norte de 9°S tuvo valores típicos de mezcla de ASS, ACF, AES y las descargas de aguas continentales (<34,8 ups). Al sur de esta latitud se apreció zonas de afloramiento dentro de las 10 mn, ubicándose las zonas principales entre Punta Bermejo - Chancay,

Bahía Independencia - San Juan y Atico - Mollendo. Las ATSA (34,6 a 34,8ups) superficiales al sur de 16°S, mezcladas con ASS y ACF, tuvieron valores propios de ACF o ligeramente menores a éstos.

Anomalías halinas (ups).- La proyección de las ATS y las AES provocaron anomalías negativas hasta los 7°S, mostrando ingreso de aguas cálidas del norte, en tanto que los valores registrados entre los 7 y 17°S, mostraron anomalías positivas debido a una mayor influencia de las ASS respecto al promedio histórico. Hacia el sur de los 17°S (Atico), el área presentó valores por debajo de su promedio patrón lo que significó la presencia de aguas frías del sur asociadas a las ATSA (Fig. 5).

Vientos (m/s).- Los vientos alisios del sur han presentado intensidades entre 0,3 y 11,5 m/s, con dirección predominante del SE, excepto al norte de los 5°S que presentaron direcciones variables asociados a la poca intensidad de los vientos. En general, durante todo el crucero han predominado vientos entre débiles (<4 m/s) y moderados (4 a

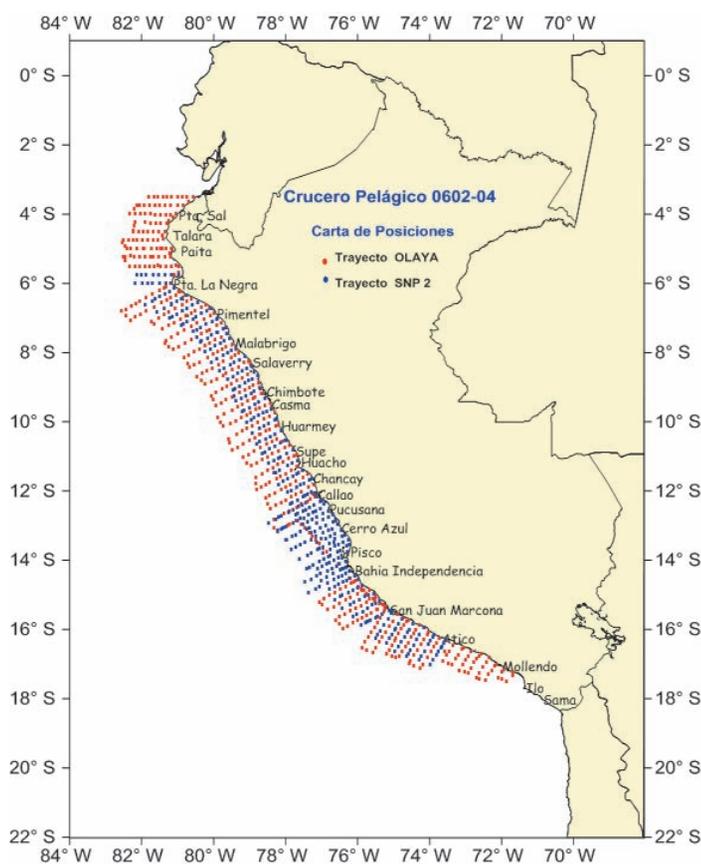


Figura 1.- Carta de localización de estaciones oceanográficas Cr. BIC Olaya y SNP2 0602-04

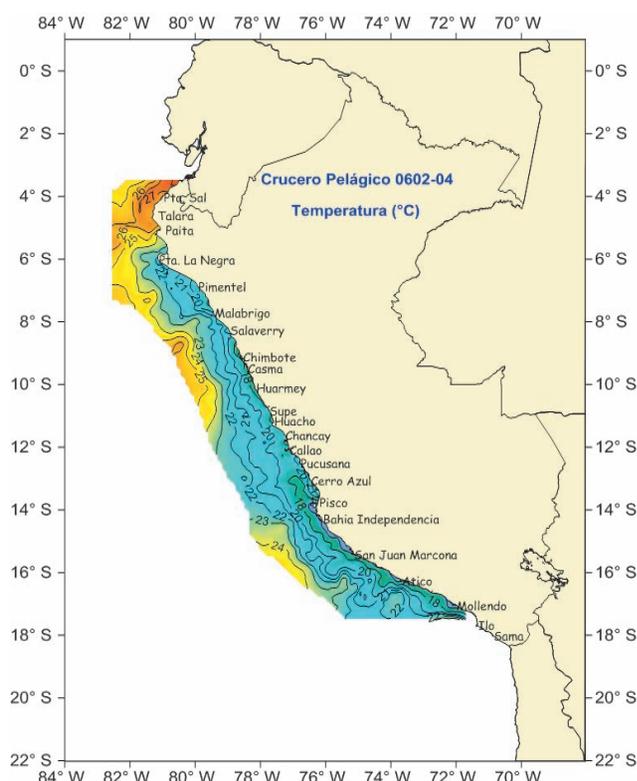


Figura 2.- Distribución superficial de la TSM. Verano 2006

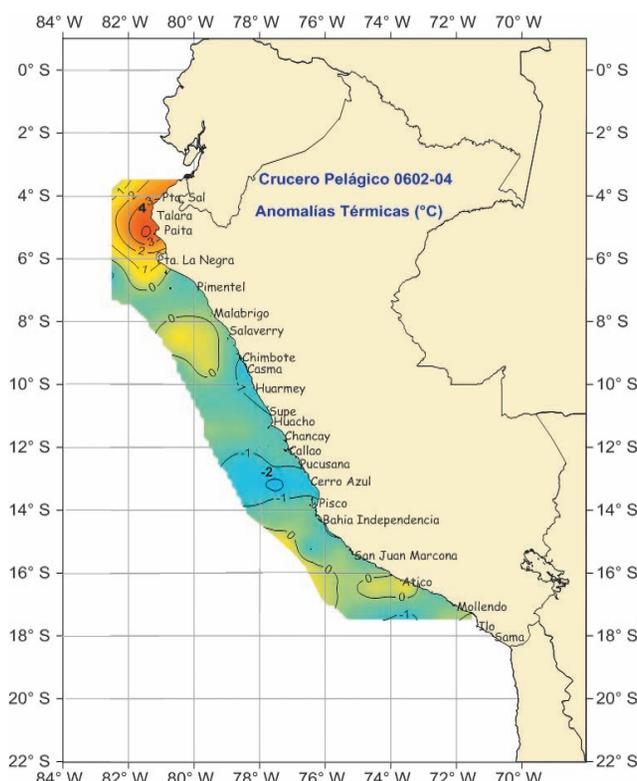


Figura 3.- Carta de Anomalías Térmicas ATSM. Cr. 0602-04.

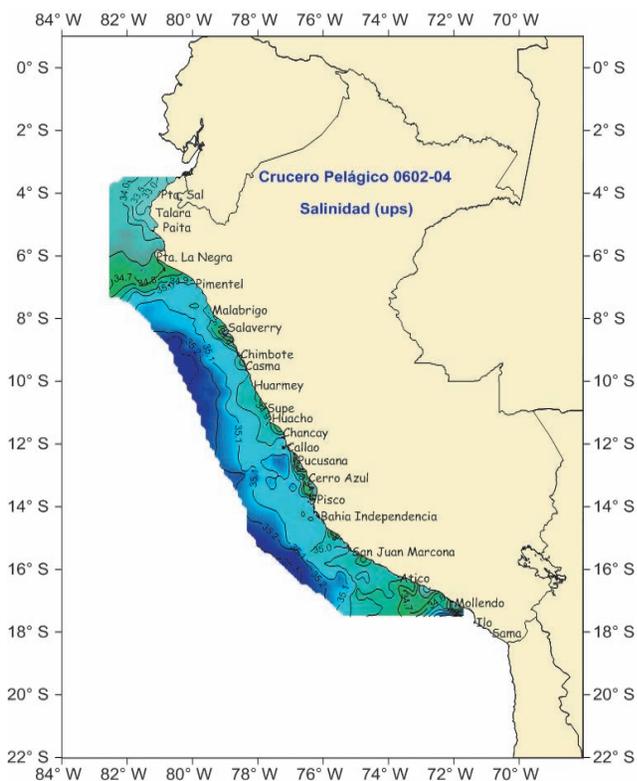


Figura 4.- Distribución superficial de la SSM

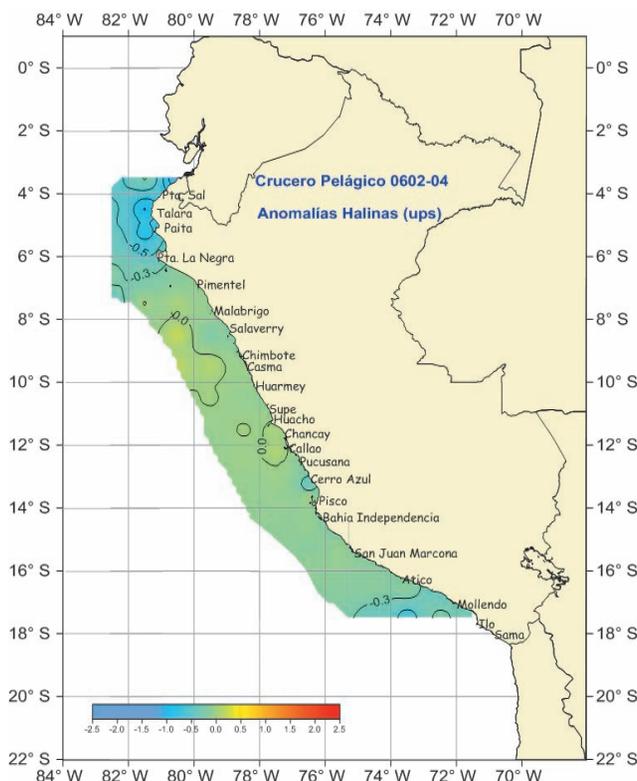


Figura 5.- Carta de anomalías halinas. Cr. 0602-04

8 m/s), con algunas áreas con vientos >8 m/s principalmente al sur de los 12 °C, lo que favoreció el afloramiento costero y la proyección hacia el oeste de aguas relativamente frías, asimismo la dispersión y mezcla de las ATSA (Fig. 6).

Topografía de la isoterma de 15 °C (m).- La isoterma de 15 °C varió de 8 a 79 m de profundidad; las mayores distancias de la superficie se ubicaron a 80 mn frente a Salaverry y Atico; y las menores, dentro de las 20 mn frente al Callao (Fig. 7).

Al observar la variación de la hondura de la isoterma de 15 °C, se apreciaron flujos hacia el norte, a pesar que la distribución termohalina mostró desplazamientos al sur de las ATS y AES, lo que indicaría que el desplazamiento de estas

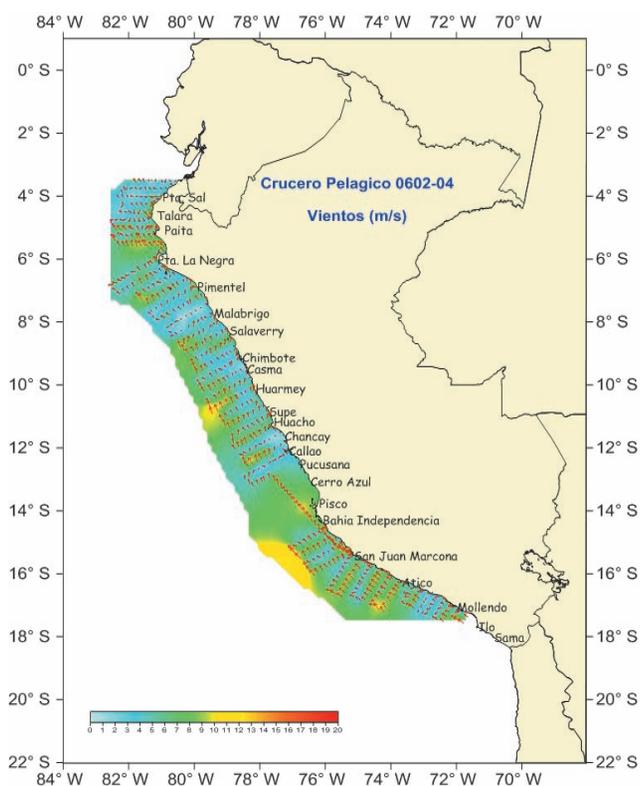


Figura 6.- Carta superficial de vientos (m/s). Cr. pelágico 0602-04

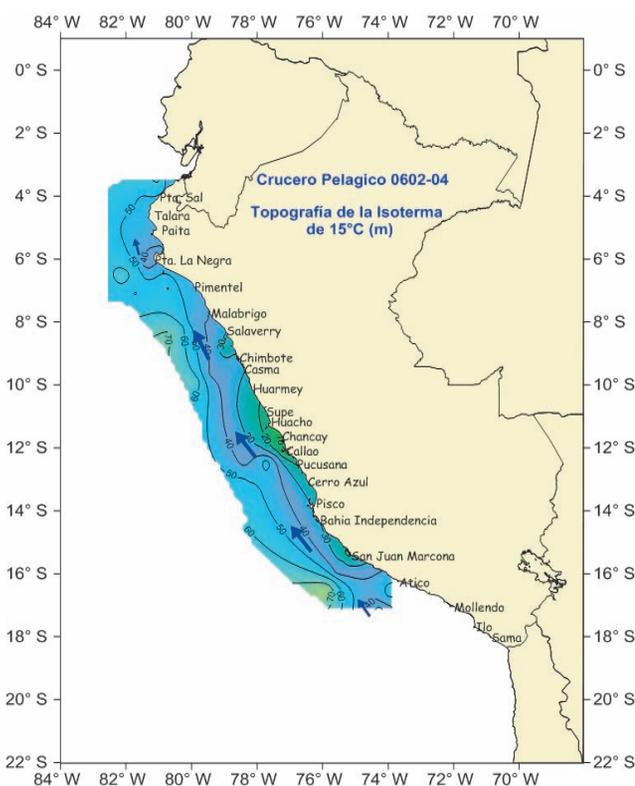


Figura 7.- Topografía de la isoterma de 15°C. Cr. pelágico 0602-04

masas de agua se dio sobre los 40 m de profundidad. También debemos mencionar que, al norte de los 7°S la profundidad de la isoterma de 15 °C, presentó pocos cambios en su ubicación, lo que hizo difícil determinar la orientación de los flujos. Por otro lado, por fuera de las 80 mn frente a Salaverry y Atico se observó alguna vorticidad producto de la influencia de flujos del oeste.

NIVEL SUBSUPERFICIAL

Sección Puerto Pizarro (25 de Febrero, 2006)

La Sección Puerto Pizarro (Fig. 8) presentó en su estructura vertical hasta los 600 m de profundidad, temperaturas entre 7,25 y 28,35 °C, asociadas a salinidades entre 30,22 a 35,03 ups, mostrando una termoclina muy fortalecida con 10 isotermas sobre los 60 m de profundidad (sin embargo fue de menor intensidad que lo registrado el 8-9 de febrero del 2006). Las ATS han estado ubicadas dentro de las 50 mn de la costa y hasta 25 m de profundidad, mientras que las AES (< 34,8 ups) se extendieron hasta 80 mn, con un espesor de 40 m cerca de la costa, el mismo que disminuyó ligeramente hacia el oeste. Las ACF se presentaron por debajo de los 50 m.

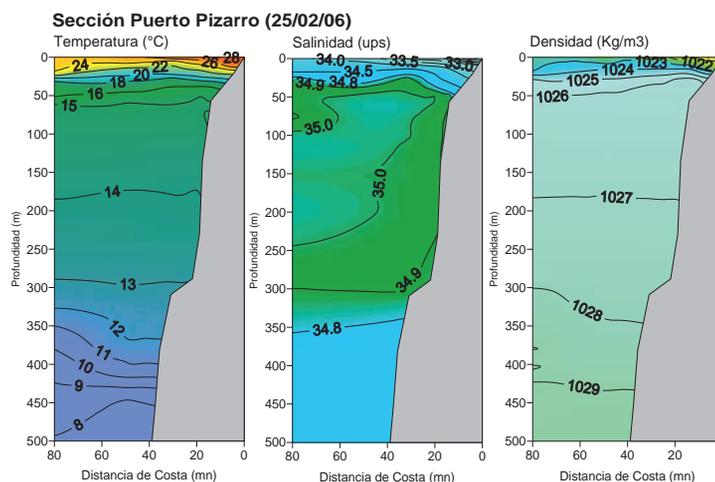


Figura 8.- Sección vertical frente a Puerto Pizarro. Verano 2006

Sección Paita (28 Febrero) y Punta Falsa (03-04 de Marzo, 2006)

La capa superficial de la sección Paita (Fig. 9) estuvo ligeramente cubierta con ATS sobre los 10 m de profundidad y hasta las 10 mn (esta masa de agua no se encontró en Punta Falsa). Las AES se encontraron en una capa con un espesor entre 20 y 25 m de profundidad y hasta las 80 mn frente a Paita (excepto dentro de las 10 mn, que se encontraron por debajo de las ATS), en tanto que, en Punta Falsa (Fig.

10) se extendieron hasta las 100 mn de la costa y desde la superficie hasta los 20 m de profundidad. En ambas secciones, las AES estuvieron relacionadas con temperaturas entre 19 y 26 °C y con salinidades de 34,00 a 34,80 ups. Respecto al Crucero 0601-02 (IMARPE 2006a) podemos decir que la presencia de AST y AES es similar a la que se observó en el crucero 0602-04. Las ACF frente a Paita se ubicaron por debajo de los 35 m, con pequeños núcleos de AES dentro de las 20 mn y por debajo de los 50 m frente

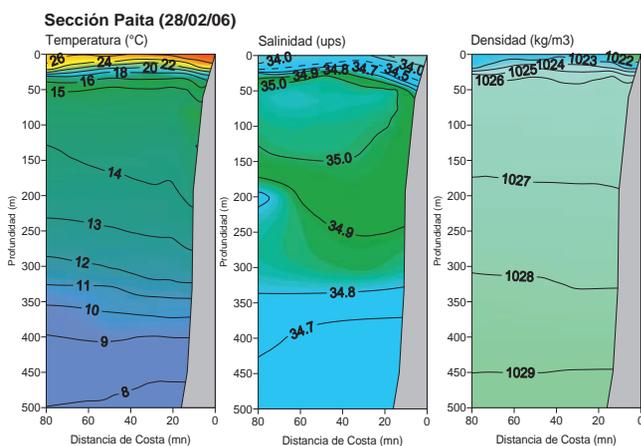


Figura 9.- Sección vertical frente a Paita

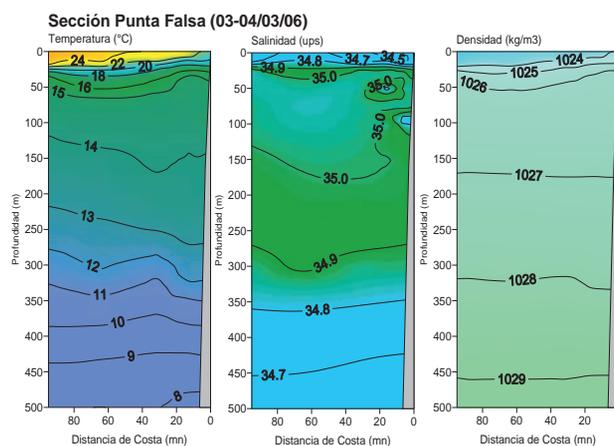


Figura 10.- Sección vertical frente a Punta Falsa

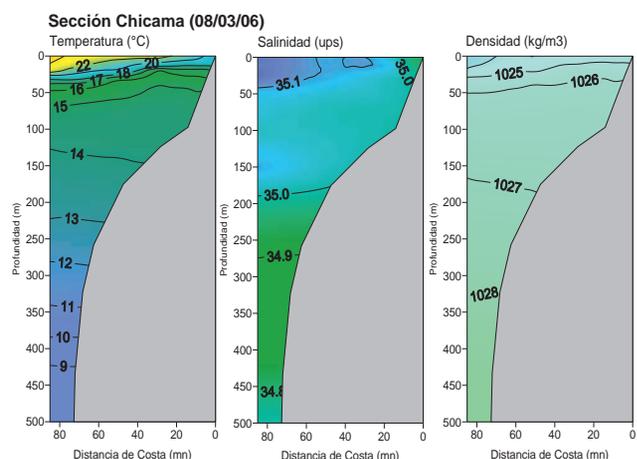


Figura 11.- Sección vertical frente a Chicama

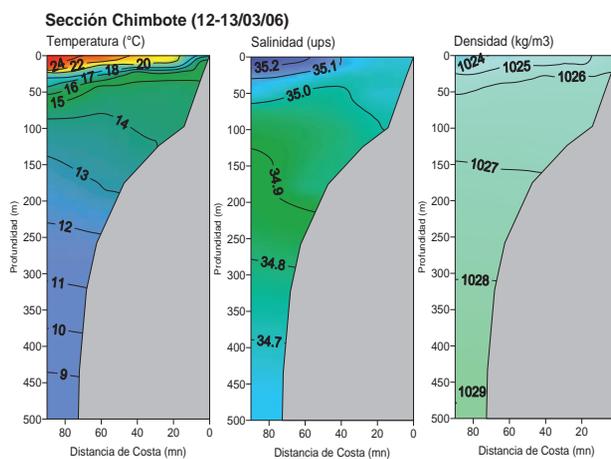


Figura 12.- Sección vertical frente a Chimbote

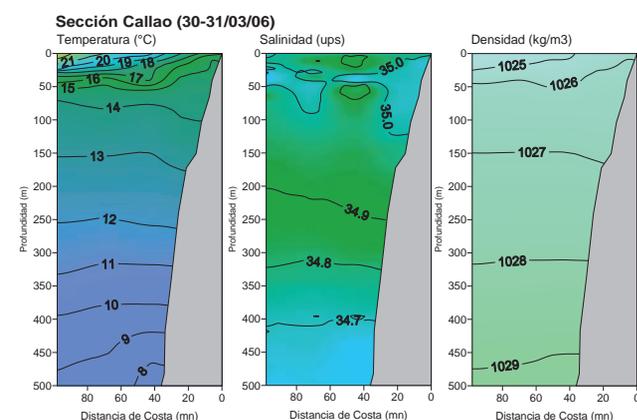


Figura 13.- Sección vertical frente a Callao

a Punta Falsa, presentando flujos subsuperficiales hacia el sur, lo que se refleja en la profundización de las isoterma de 14 °C en su aproximación a la costa (también la de 15 y 16 °C dentro de las 10 mn) y la ligera profundización de la isopieca de 1026 kg/m³ por debajo de 200 m. Los estratos de densidad por debajo de los 100 m se mostraron muy estables.

Sección Chicama (08 Marzo del 2006) y Chimbote (12-13 Marzo del 2006)

Las ASS se presentaron en las dos secciones (Figs.11 y 12) sobre los 50 m de profundidad y por fuera de las 40 mn de costa, relacionadas con temperaturas mayores de 18 °C. La estructura vertical mostró una termoclina fortalecida (igual que en

las secciones anteriores) sobre los 60 m de profundidad con 9 isoterma (15-24 °C). También estas secciones mantuvieron características de temperatura y salinidad igual con lo observado durante el Cr. 0601-02. Las ACF se ubicaron por debajo de los 50 m, presentando flujos subsuperficiales hacia el sur por debajo de los 100 m de profundidad por fuera de las 10 mn. También se observó la elevación de las isoterma sobre los 40 m muy pegados a la costa, indicando procesos de afloramientos cerca de la costa.

Sección Callao (30-31 marzo del 2006)

La estructura vertical mostró una termoclina sobre los 60 m de profundidad con 7 isoterma (15 -22 °C, Fig. 13) asociada a la presencia principalmente de aguas de mezcla (ASS y ACF) las que se ubicaron sobre los 80 m de profundidad. Las ACF estuvieron por debajo de los 80 m, presentando flujos subsuperficiales hacia el sur por debajo de

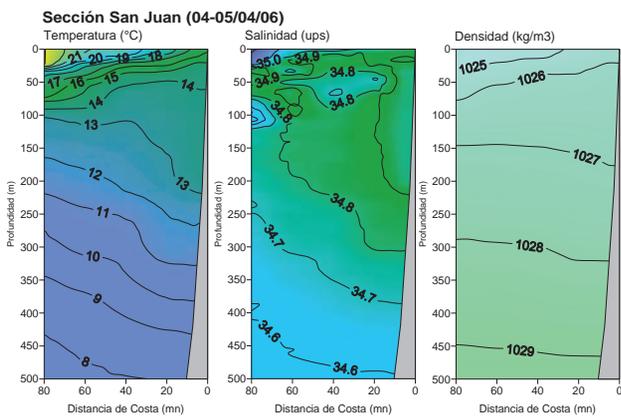


Figura 14.- Sección vertical frente a San Juan

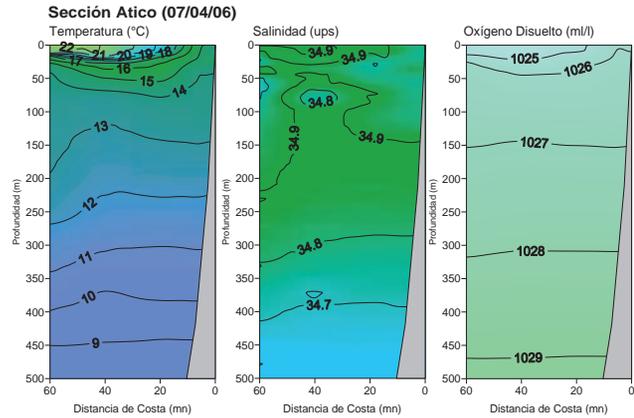


Figura 15.- Sección vertical frente a Atico

los 100 m de profundidad dentro de las 40 mn reflejados en la isopícnica de 1027Kg/m³. Las isopícnas presentaron estratos muy estables por debajo de los 50 m de profundidad, también debemos resaltar que el área de afloramiento se amplió.

Sección San Juan (04-05 Abril) y Atico (07 de Abril, 2006)

Las estructuras térmicas (Figs. 14 y 15) presentaron termoclinas moderadas que se debilitaron en la zona costera debido a los procesos de afloramiento que se intensificaron en estas zonas. En cambio en la estructura halina podemos apreciar fuertes procesos de mezcla principalmente sobre los 120 m de profundidad por la presencia de tres masas de agua, ASS, ACF y ATSA que se pudieron observar formando núcleos con relativas bajas de salinidad en ambas secciones. No se observó en forma clara la presencia de las ASS, solo en San Juan y por fuera de las 80 mn, pero por la distribución térmica podemos suponer que la influencia fue hasta las 30 mn. Las isopícnas reflejaron estratos muy estables por debajo de los 150 m de profundidad.

CIRCULACIÓN SUB-SUPERFICIAL

La circulación sub-superficial (Fig. 16) mostró en la última semana de febrero y primera semana de marzo flujos con dirección hacia el sur por fuera de las 20 mn, presentando las máximas velocidades (hasta 32 cm/s) frente a Paita y las mínimas velocidades (de 5 cm/s) frente a Chicama. Estos flujos que estuvieron asociados a la ESCC y a la presencia de ATS y AES sufrió un debilitamiento en la primera quincena de marzo debido principalmente al incremento de la corriente costera peruana CCP, la

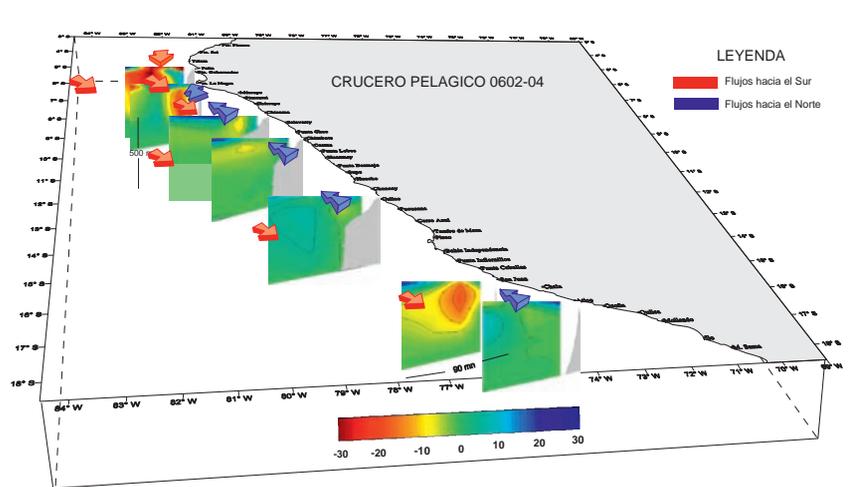


Figura 16.- Carta sub-superficial de Circulación marina

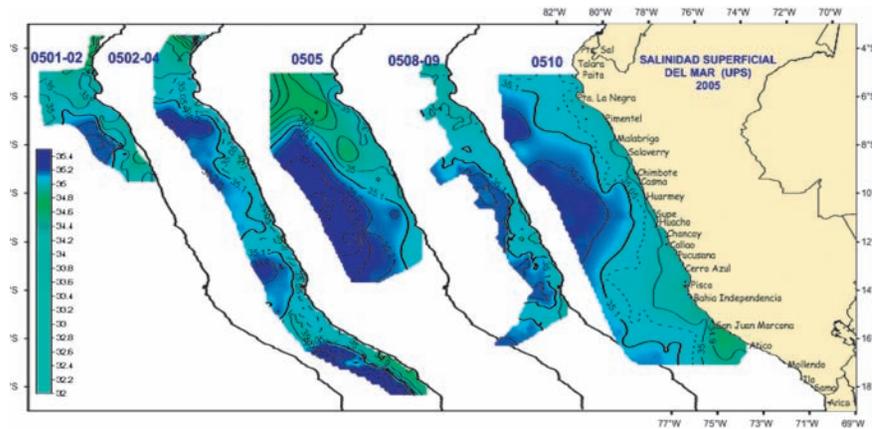


Figura 17.- Distribución superficial halina de Cruceros realizados durante 2005

misma que se vio fortalecida gracias al incremento de los vientos a finales de marzo y la primera semana de abril. Para la segunda semana de abril frente a San Juan se encontraron flujos con dirección sur probablemente asociado a la Contracorriente Peruano Chilena la cual se aproximó a la costa con velocidades moderadas de hasta 15 cm/s en su núcleo principal y débiles en los extremos.

DISCUSIÓN

En las figuras 17 y 18 se puede ver que la distribución halina de los diferentes cruceros realizados por el IMARPE, muestran una casi permanente presencia de ASS principalmente al sur de los 6°S, a pesar que el año 2005 fue caracterizado como un año frío. Las condiciones frías del ambiente marino del 2005 se han visto modificadas

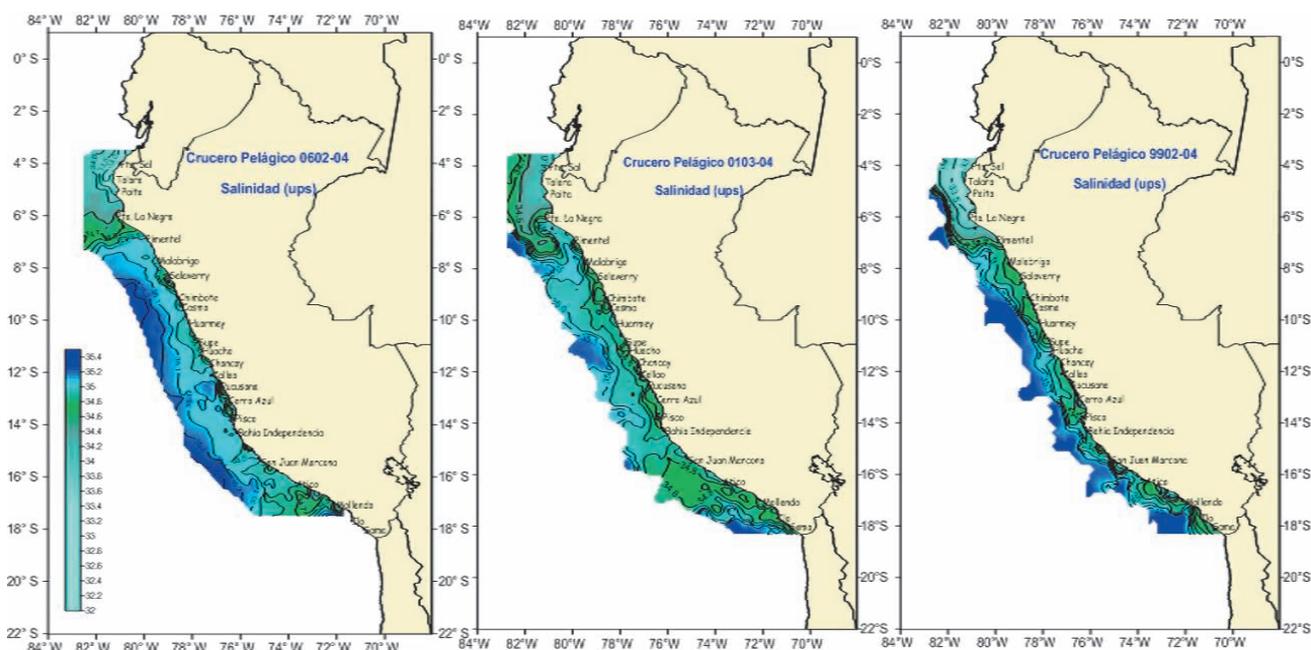


Figura 18.- Distribución superficial halina durante Cruceros Pelágicos realizados en 1999, 2001 y 2006

abruptamente por un repentino calentamiento superficial, asociadas directamente con fluctuaciones meteorológicas, arribo de ondas Kelvin (BAC 2006), entre otros factores ambientales.

En general, el arribo de la onda Kelvin, aunado al relajamiento de los vientos en el verano, alteró rápidamente las condiciones ambientales en la zona norte principalmente en los primeros 30-40 m de profundidad, ocasionando el desplazamiento de ATS y AES hasta Mórrope, lo que a su vez causó la interrupción de los procesos de afloramiento costero al norte de los 7°S. En cambio al sur de esta latitud se mantuvieron, pero restringidos a áreas muy costeras. En la capa sub-superficial las condiciones mantuvieron las características de un año normal a frío; en general, la isoterma de 15 °C en promedio se mantuvo alrededor de los 50 m de la superficie, sin mostrar en la zona norte la profundidad característica asociada a la ESCC, a excepción de Paita donde se notó una ligera profundización.

Las zonas de mayor concentración de anchoveta se localizaron dentro de las 40 mn al norte de los 8°S y dentro de las 60 mn entre los 8 y 13°S, áreas donde se registraron temperaturas superficiales entre 18 y 24 °C. En cambio al sur de los 13°S, a pesar de haberse presenta-

do amplias zonas de temperatura entre 16 y 23 °C, zonas aparentes para la anchoveta, no se encontraron buenas concentraciones de este recurso, esto se debería a la fuerte influencia de las ATSA (masas de agua fría y de baja salinidad) y a las ASS (masas de agua cálida y de alta salinidad), aguas no muy favorables para el recurso anchoveta.

CONCLUSIONES

1. Las condiciones ambientales se encontraron alteradas principalmente al norte de los 7°S, zona donde las anomalías alcanzaron valores mayores a 3 °C, debido al desplazamiento de las ATS y AES, en cambio al sur de los 7°S las condiciones fueron próximas a lo normal con excepción de un área fría frente a Cerro Azul y otra cálida frente a San Juan asociada a la presencia de ASS.
2. Los vientos predominantes fueron de débiles a moderados lo cual originó una reducción de las áreas de afloramiento.
3. Para la estación de verano falta más conclusiones en relación con los otros parámetros.

REFERENCIAS

BOLETÍN DE ALERTA CLIMÁTICA. BAC. 2006. Comisión Permanente del Pa-

cífico Sur/CPPS No.185-187. Febrero - Abril.
 IMARPE 2004. Informe Final del Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 0402-04.
 IMARPE 2005. Informe Final del Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 0502-04. Informe Interno de Oceanografía.
 IMARPE 2006a. Informe Final del Crucero Demersal 0601-02. Informe Interno de Oceanografía.
 IMARPE 2006b. Informe estación Fija Paita. Informe Interno
 LEVITUS S, BURGERT R, BOYER TP. 1994. World Ocean Atlas. 1994. Volume 3, Salinity. NOAA Atlas NESDIS 3 U. S. Washington, D.C. 99 pp.
 NOAA, 2006. Compilación El Niño. www.elnino.noaa.gov
 REYNOLDS RW 1982 A monthly average climate logy of Sea Surface Temperature. Technical Report NWS31. National Meteorological Center, NOAA, Silver Spring MD. 1-35.
 UNESCO 1983. Manual N° 12 de Técnicas para análisis de parámetros oceanográficos.
 WOOSTER W, GILMARTIN M. 1961. The Peru-Chile Undercurrent. J. Mar. Res. 19:3, 97-122.
 WYRTKI K. 1967. Circulation and water masses in the Eastern Equatorial Pacific Ocean. International Journal Oceanology and Limnology, 1(12):117-147.
 ZUTA S, GUILLÉN O. 1972. Oceanografía de las Aguas Costeras del Perú. Inst. Mar Perú.