



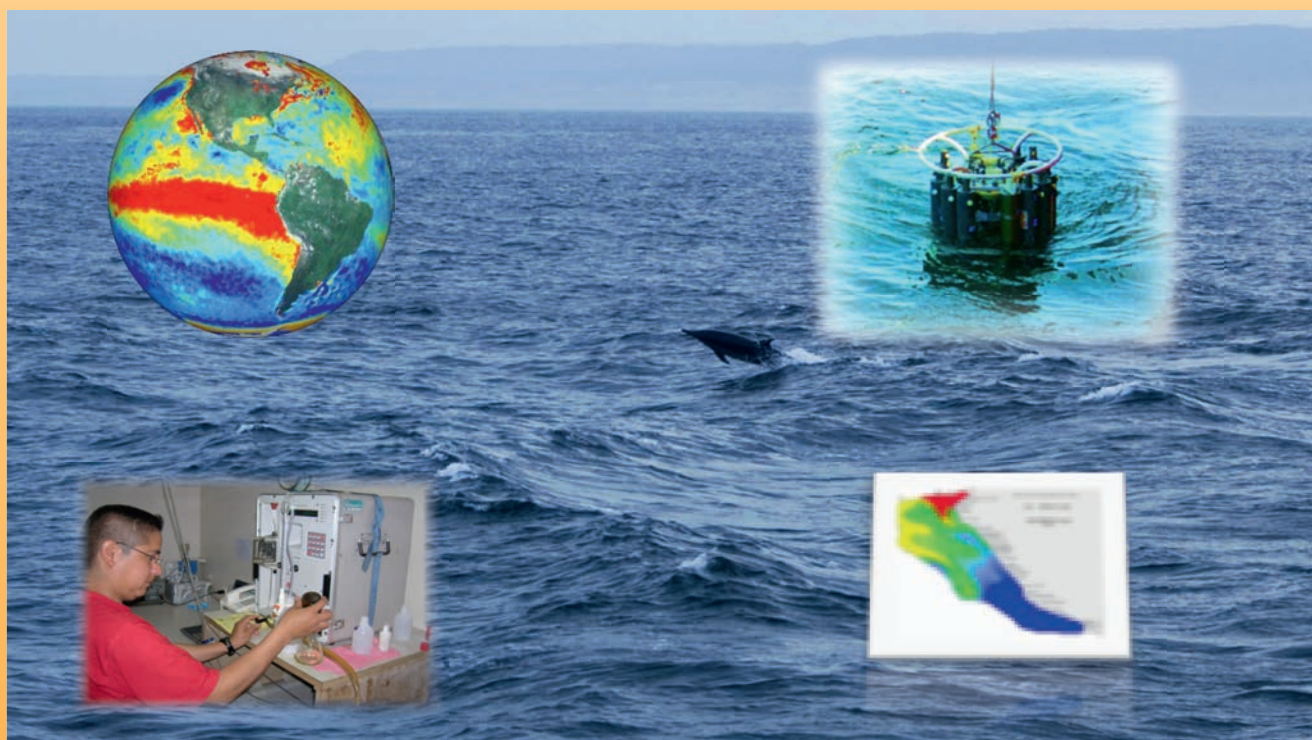
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

INFORME

ISSN 0378-7702

Volumen 38, Número 1

Aspectos oceanográficos del mar peruano en el periodo 2002 - 2008



Enero - Marzo 2011
Callao, Perú

ASPECTOS OCEANOGRÁFICOS EN EL INVIERNO 2008: CRUCERO PELÁGICO BIC HUMBOLDT 0806-07

OCEANOGRAPHIC ASPECTS IN WINTER 2008: PELAGIC CRUISE RV HUMBOLDT 0806-07

Octavio Morón Roberto Flores Walter García
Jesús Ledesma Jorge Quispe José Tenorio

Dirección de Investigaciones Oceanográficas, Instituto del Mar del Perú

RESUMEN

MORÓN O, FLORES R, GARCIA W, LEDESMA J, QUISPE J, TENORIO J. 2011. *Aspectos oceanográficos en el invierno 2008: Crucero pelágico BIC Humboldt 0806-07. Inf Inst Mar Perú. 38 (1): 153-164.*- El Crucero BIC Humboldt 0806-07 se desarrolló del 3 de junio al 17 de julio 2008 en todo el mar peruano, como una evaluación hidroacústica del jurel (*Trachurus murphyi*) y la caballa (*Scomber japonicus*). Se registraron condiciones atípicas y grandes áreas de mezcla para la época. Las observaciones más importantes fueron: (1) las temperaturas fluctuaron entre 15,9 y 24,8 °C originando anomalías térmicas superficiales hasta de 2,6 °C en la zona norte, y anomalías próximas a lo normal en la zona sur; (2) la salinidad entre los 5 y 10°S mostró rezagos de la proyección de aguas ecuatoriales y tropicales durante el verano; (3) en la zona central se observó una marcada advección hacia la costa de aguas subtropicales superficiales entre Huarmey y Cerro Azul, formando una barrera para las aguas frías procedentes del sur; (4) estas aguas, al no proyectarse hacia el norte, giraron hacia el oeste originando mezclas y desplazamiento longitudinal de isoterms; (5) el afloramiento en general se mostró débil y restringido a la zona costera, principalmente entre San Juan y Ocoña; (6) en el nivel subsuperficial se registró una proyección de la Extensión Sur de la Corriente de Cromwell hasta el Callao; (7) en el sur, frente a Ocoña, se observó la presencia de Aguas Templadas de la Subantártica entre 25-70 mn y en la sección La Concordia fuera de las 250 mn.

PALABRAS CLAVE: Anomalías térmicas, salinidad, afloramiento, Extensión Sur de la Corriente de Cromwell.

ABSTRACT

MORÓN O, FLORES R, GARCIA W, LEDESMA J, QUISPE J, TENORIO J. 2011. *Oceanographic aspects in winter 2008: Pelagic Cruise RV Humboldt 0806-07. Inf Inst Mar Perú. 38 (1): 153-164.*- The Cruise RV Humboldt 0806-07 took place from June 3 to July 17, 2008 in all the Peruvian sea; it was one hydroacoustic assessment for horse mackerel (*Trachurus murphyi*) and Pacific mackerel (*Scomber japonicus*). There were atypical conditions and large mixing areas for the time. The most important observations were: (1) the temperature fluctuated between 15.9 and 24.8 °C, surface temperature anomalies causing up to 2.6 °C in the north, and anomalies close to normal in the south; (2) salinity, between 5 and 10°S, showed remnants of the projection of equatorial and tropical waters during the summer; (3) in the central area were markedly shoreward advection of subtropical surface waters between Huarmey and Cerro Azul forming a barrier to the cold waters from the south; (4) not projected to the north, the waters turned west, causing mixing and longitudinal displacement of isotherms; (5) the general upwelling was weak and restricted to the coastal zone, mainly between San Juan and Ocoña; (6) in the subsurface level was a projection of the southern Extension of the Cromwell Current up to Callao; (7) in the south, offshore Ocoña, it was observed presence of warm waters of the Subantarctic between 25-70 nm and in La Concordia Section, out of 250 mn.

KEYWORDS: thermal anomalies, salinity, upwelling, Cromwell Current Southern Extension.

INTRODUCCIÓN

En el marco del Convenio de Cooperación Interinstitucional suscrito entre el Ministerio de la Producción y el Instituto del Mar del Perú para la ejecución del Programa "Prospección Bioceanográfica de los Recursos Jurel y Caballa", se desarrolló el crucero 0806-07 a bordo del BIC Humboldt, con el objetivo de determinar la distribución, biomasa y aspectos biológicos pesqueros del jurel, la caballa y otras especies pelágicas neríticas y oceánicas; así como una descripción de las condiciones oceanográficas.

En el primer semestre del 2008, el ambiente oceanográfico frente a la costa peruana se presentó anómalo, variando de condiciones frías del 2007 (ENFEN 2008) a condiciones cálidas. Las corrientes marinas en la línea ecuatorial a los 110°W y alrededor de 80 m

de profundidad (relacionadas con la Corriente de Cromwell), alcanzaron velocidades mayores de 130 cm/s en marzo, aumentando a más de 160 cm/s a fines de abril, motivo por el cual la extensión sur de esta corriente (ESCC) frente al Perú alcanzó mayor proyección hacia el sur de mayo a julio.

Durante los cruceros del verano 2008 (Cr. demersal 0801-02 y Cr. pelágico 0802-04), las aguas tropicales superficiales (ATS) con temperatura de hasta 27 °C y salinidad <34,0 ups, se proyectaron hasta los 7°30'S (frente a Pimentel). Las aguas ecuatoriales superficiales (AES), con 24 a 26 °C y 34,0 a 34,8 ups, alcanzaron los 11°S (Frente a Punta Bermejo), originando anomalías térmicas hasta de 4 °C frente a Salaverry y Casma. Estas aguas, al no estar asociadas al arribo de ondas Kelvin del Pacífico ecuatorial, no mostraron la normal profundización

de isoterms e isoxígenas que suelen caracterizar un evento El Niño (MORÓN 2000), aunque sus características superficiales muestran cierta similitud. Asimismo, la ESCC se presentó muy debilitada, tanto en Paita como en Punta Falsa (ZMO sobre los 100 m), donde, por lo regular, en condiciones normales muestra mayor profundización.

Los aspectos químicos en el verano mostraron un elevado contenido de oxígeno, a lo largo de la franja costera y concentraciones relativamente bajas de nutrientes, principalmente en el área de impacto de las AES y ATS. También fue resaltante el alto contenido de clorofila-a dentro de las 40-50 mn, principalmente al norte de Punta Doña María (IMARPE 2008).

En la segunda quincena de mayo, las cartas satelitales de TSM muestra-

ron una recuperación de las aguas costeras frías (ACF), avizorando una pronta normalización del ambiente. A partir de la segunda semana de junio impactaron ondas Kelvin en la costa sudamericana, dando lugar a que las anomalías cálidas permanezcan, y que isotermas de 19 y 20 °C se peguen a la costa entre Chicama y Huarmey, formando una especie de barrera para las aguas frías procedentes del sur.

MATERIAL Y MÉTODOS

El Crucero de Evaluación Hidroacústica de los Recursos Jurel y Caballa 0806-07 se ejecutó entre el 3 de junio al 17 de julio del 2008 a bordo del BIC Humboldt. El estudio se subdividió en dos etapas; la primera se realizó del 3 al 20 de junio, entre Paita y Callao cubriendo 300 mn frente a la costa; la segunda etapa se ejecutó del 24 de junio al 17 de julio del 2008 (Fig. 1).

En la primera etapa se realizaron 10 trayectos paralelos y perpendiculares a la línea de costa (excepción de Paita) con distancia máxima de 300 mn de la costa. Se realizaron 271 estaciones oceanográficas, 30 de ellas hidrográficas hasta una profundidad máxima de 300 m; se obtuvo información de temperatura y muestras para la determinación de salinidad, oxígeno disuelto, nutrientes y clorofila-a, obtenidas con botella Niskin de 5 L de capacidad.

En la segunda etapa se realizó en total 24 transectos perpendiculares a la costa, desde las 5 mn hasta las 420 mn, con intertransectos de 30 mn. Se obtuvieron 279 registros de temperatura superficial entre estaciones oceanográficas y calas de comprobación (usando un sensor Furuno modelo T-200 debidamente calibrado), asimismo se realizaron 72 lanzamientos de CTD hasta una profundidad de 550 m.

El oxígeno se analizó in situ empleando la metodología de Winkler modificado por CARRIT y CARPENTER (1966), las muestras para análisis de salinidad se colectaron en frascos plásticos herméticamente cerrados para su posterior análisis en la sede central del IMARPE. Se tomaron muestras de clorofila-a, empleando filtros de fibra de vidrio Whatman GF/F de 2,5 mm y preservadas en refrigeración, mientras que las muestras tomadas para determinación de nutrientes fueron congeladas para su posterior análisis en el laboratorio central. El estudio de la estructura vertical se

realizó en base a los lanzamientos de CTD Seabird 2560.

RESULTADOS

ASPECTOS OCEANOGRÁFICOS EN SUPERFICIE

Temperatura (°C)

La temperatura superficial del mar fluctuó entre 15,9 °C (a 5 mn de Chala) y 24,8 °C (alrededor de las 300 mn frente a Paita). La distribución de las isotermas no guardó relación con el cambio estacional, mostrando

una configuración atípica para la época, tanto en la zona norte como en la zona sur del área de estudio (Fig. 2).

Al norte de Chicamayo se registraron temperaturas mayores de 23 °C, lo que estuvo relacionado con el arribo de ondas Kelvin del Pacífico ecuatorial y los rezagos de las aguas cálidas, que en el verano se presentaron con gran impacto. Las aguas cálidas mostraron aproximación a la costa de las isotermas de 19 y 20 °C entre Chan-

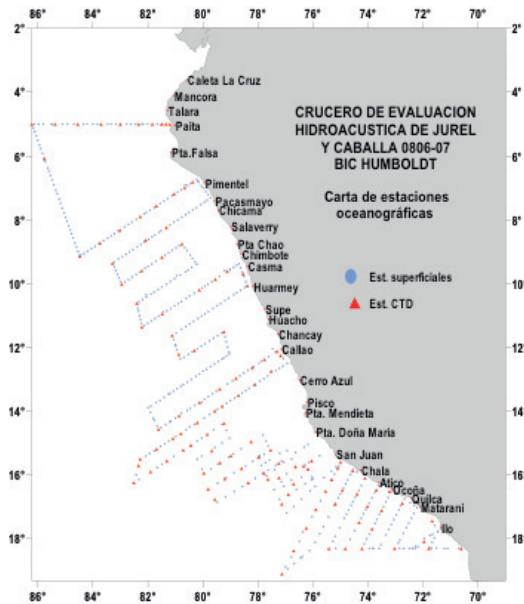


Figura 1.- Carta de ubicación de estaciones hidrográficas. Cr. de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos Jurel y Caballa. BIC Humboldt 0806-07

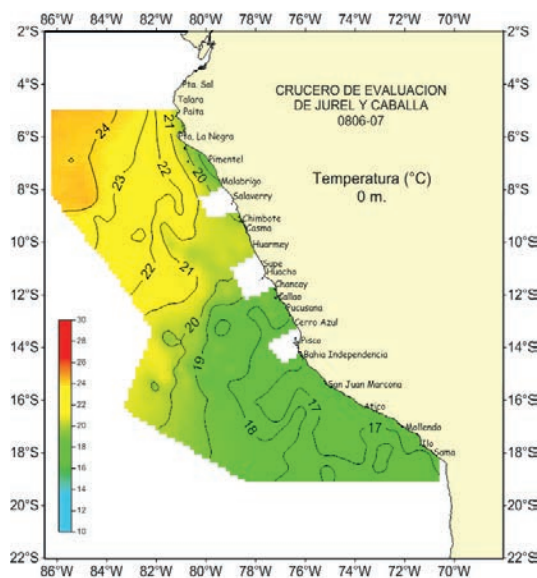


Figura 2.- Temperatura superficial del agua de mar. Cr. de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos Jurel y Caballa. BIC Humboldt 0806-07

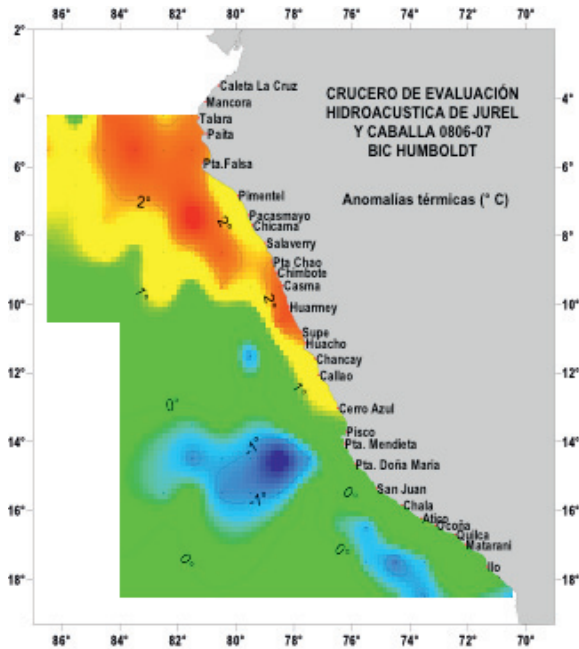


Figura 3.- Anomalía Térmica (°C) en la superficie del mar. Cr. de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos Jurel y Caballa. BIC Humboldt 0806-07

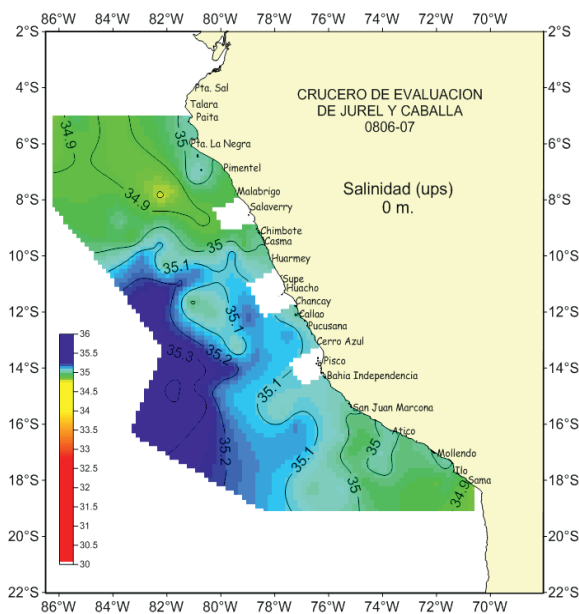


Figura 4.- Salinidad superficial del agua de mar (ups). Cr. de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos Jurel y Caballa. BIC Humboldt 0806-07

cay y Chimbote, lo que restringió la proyección del flujo costero de aguas frías procedentes del sur.

Al sur del Callao, los valores mínimos (<16 °C) se ubicaron en zonas muy próximas a la costa (San Juan y Ocoña), mientras que valores >20 °C estuvieron fuera de las 320 mn en los perfiles Callao y Cerro Azul.

Entre Callao y Quilca se observó un desplazamiento inusual de las isotermas <18 °C hacia el oeste, debido

a que la cercanía a la costa de las isotermas >19 °C al norte de Chancay, creó una especie de barrera a las ACF procedentes del sur, interrumpiendo la común proyección costera de estas aguas.

Anomalías térmicas (°C)

Los valores anómalos de temperatura, originaron predominancia de anomalías térmicas positivas de hasta +2,6 °C al norte de Cerro Azul; pero hacia el sur se distinguieron núcleos apartados de la costa con valores

negativos que alcanzaron -1,2 °C (Fig. 3). Valores mayores de 2 °C se registraron al norte de Huacho relacionados con los rezagos de las AES proyectadas en el verano y con la aproximación a la costa de isotermas de 19 y 20 °C. La franja próxima a la costa entre Pisco e Ilo (alrededor de 50 mn) presentó anomalías térmicas próximas a lo normal, pero mar afuera se registraron núcleos con valores negativos, que serían rezagos de la predominancia negativa de los meses anteriores.

Salinidad (ups)

La distribución y concentración de la salinidad durante el crucero mostraron características completamente atípicas para la época, con valores que fluctuaron de 34,787 a 35,406 ups (Fig. 4).

La zona al norte de los 10°S se caracterizó por las grandes mezclas ocasionadas por el remanente de Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) que, con valores <34,9 ups presentaron máxima proyección hacia el sur entre marzo y abril del 2008.

En la zona central, entre los 10 y 14°S se registraron aguas subtropicales superficiales (ASS) con concentraciones mayores de 35,10 ups, que presentaron una gran aproximación a la costa entre Supe y Callao.

Al sur de los 14°S, la salinidad superficial varió entre 34,842 ups (a 5 mn frente a la Línea de la Concordia) y 35,406 ups, (a 335 mn frente a Punta Doña María), las mismas que han estado relacionadas con ACF muy replegadas a la costa, ASS y en gran parte con mezcla (35,0-35,1 ups) entre ambas masas de agua.

La distribución de isohalinas e isotermas muestran cierta similitud. Al norte de Punta Doña María la salinidad >35,1 ups se relacionó con temperatura >18 °C; hacia el sur, salinidad de 35,0-35,1 ups, se relacionó con 17 y 18 °C; pero salinidad 35,3 a 35,4 ups correspondió a temperaturas >20°C.

Oxígeno disuelto (mL/L)

Frente a San Juan el oxígeno disuelto en superficie presentó las concentraciones mínimas y máximas: entre 3,45 y 6,35 mL/L a 5 y 78 mn, respectivamente. Concentraciones muy homogéneas, de alrededor de 5 mL/L predominaron al norte de los 13°S, dentro de las 40 mn; entre Paita y Chérrepe, se registraron valores menores de 4,5 mL/L asociados a procesos de afloramiento.

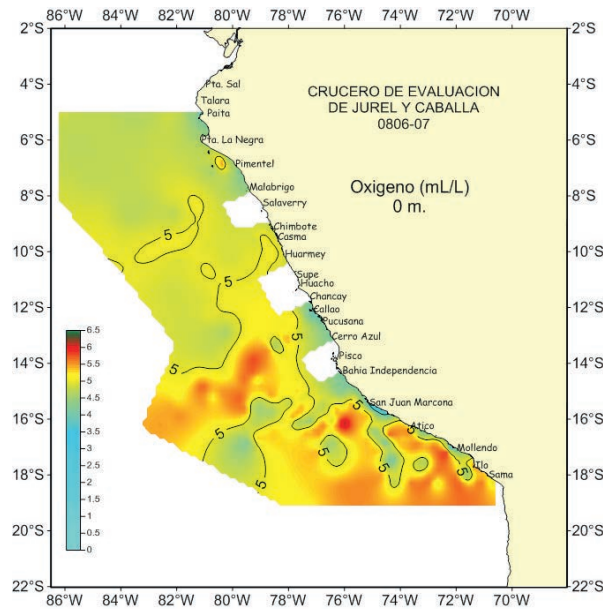


Figura 5.- Oxígeno disuelto en la superficie del mar (mL/L).
Cr. de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos Jurel y Caballa. BIC Humboldt 0806-07

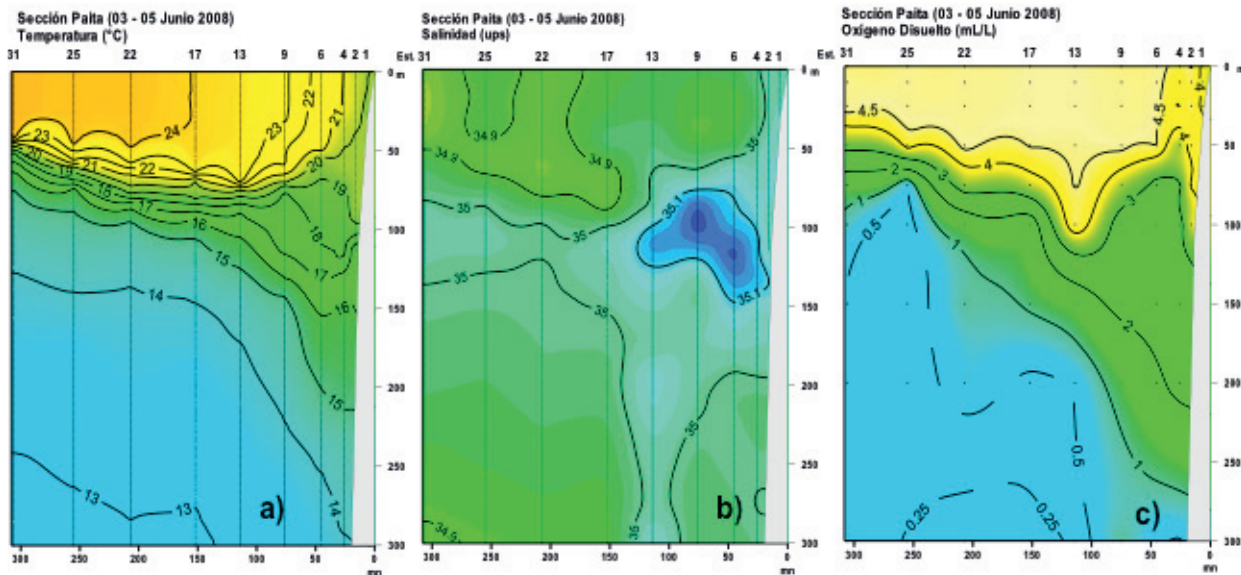


Figura 6.- Distribución vertical frente a Paita, a) Temperatura (°C), b) Salinidad (ups) y c) Oxígeno disuelto (mL/L).
Cr. de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos Jurel y Caballa. BIC Humboldt 0806-07

En la zona sur el afloramiento fue muy débil y restringido a la costa, focalizado dentro de las 30 mn al sur del Callao y frente a San Juan fue <4,5 mL/L. Las zonas de mezcla fueron muy amplias, con oxígeno entre 5 y 6 mL/L y algunos núcleos <5 mL/L, como producto de una rápida proyección de aguas frías al oeste.

Al sur de Atico, la advección a la costa de la isoterma de 17 °C, dio lugar a que concentraciones >5 mL/L de oxígeno disuelto muestren una mayor

aproximación, afectando las áreas de afloramiento (Fig. 5).

ASPECTOS OCEANOGRÁFICOS EN LA COLUMNA DE AGUA

Sección Paita

La capa de mezcla en la sección Paita tuvo espesor aproximado de 50 m; la termoclina muy fortalecida compuesta por 9 isotermas fuera de las 100 mn, pero cerca de la costa y alrededor de los 70 m de profundidad se observó la divergencia de isotermas

por efecto del afloramiento costero y presencia de la ESCC, con ascenso de temperaturas >20 °C y hundimiento de las <19 °C (Fig. 6a).

La salinidad fue <34,9 ups fuera de las 150 mn hasta profundidades mayores a 50 m, y un núcleo >35,1 ups entre 75 y 150 m dentro de las 130 mn, lo que estuvo asociado a la ESCC (Fig. 6b). Concentraciones de oxígeno <4,5 mL/L se hallaron dentro de las 40 mn, lo que tuvo relación con el afloramiento costero. Por efecto de la

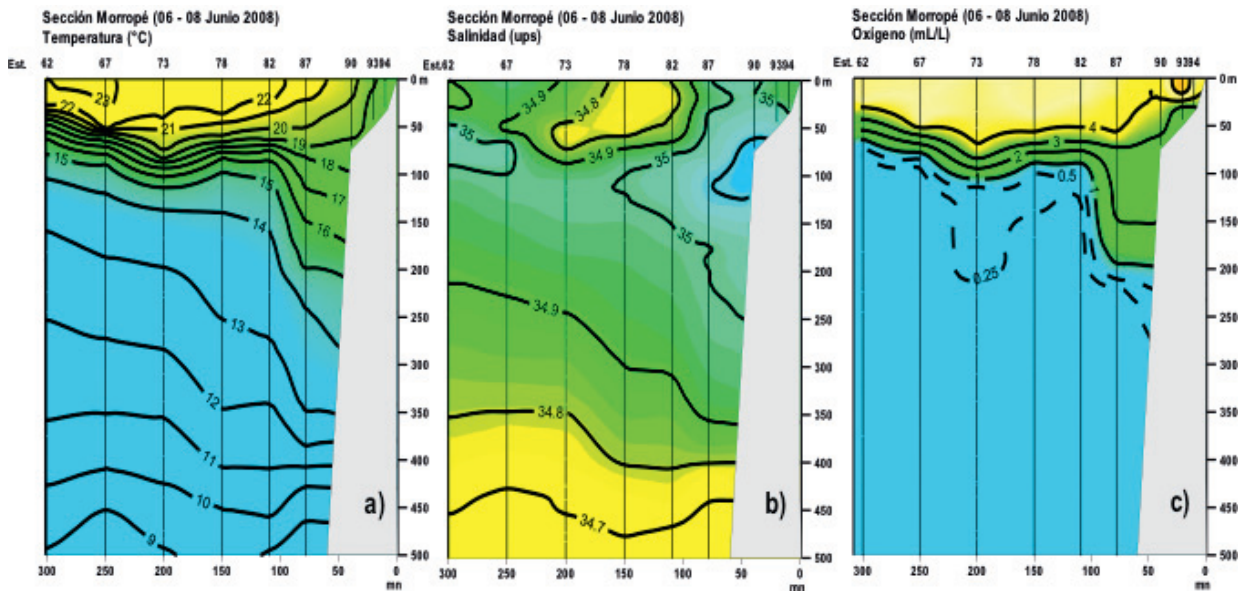


Figura 7.- Distribución vertical frente a Mórrope, a) Temperatura (°C), b) Salinidad (ups) y c) Oxígeno disuelto (mL/L). Cr. de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos Jurel y Caballa. BIC Humboldt 0806-07

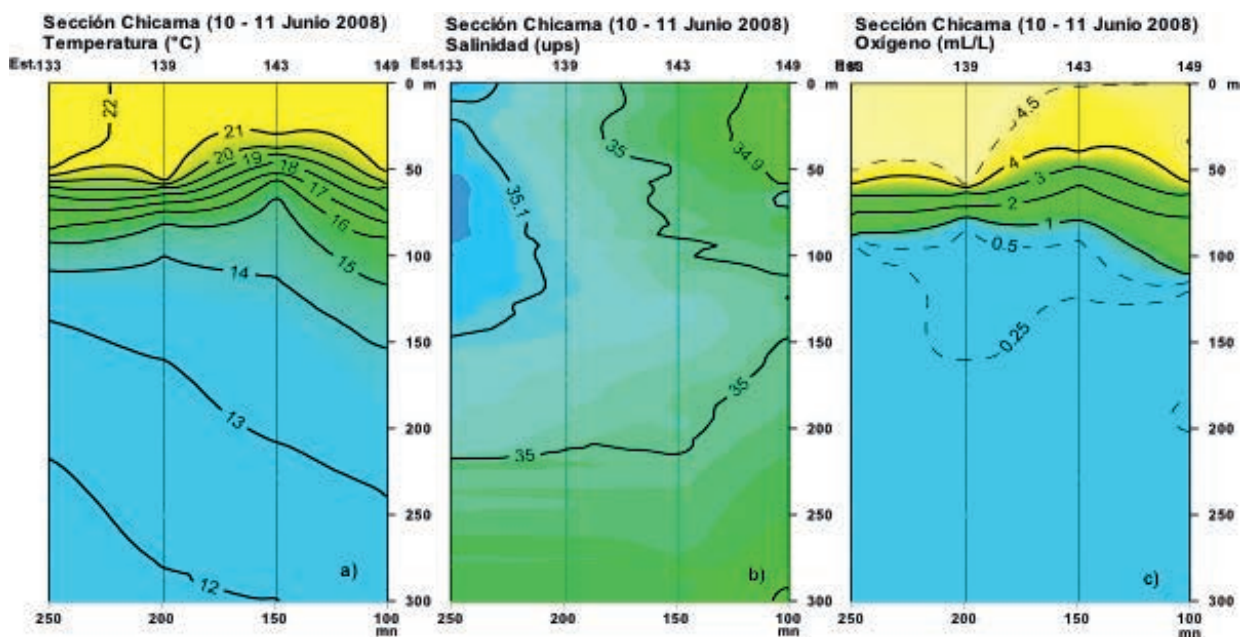


Figura 8.- Distribución vertical frente a Chicama, a) Temperatura (°C), b) Salinidad (ups) y c) Oxígeno disuelto (mL/L). Cr. de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos Jurel y Caballa. BIC Humboldt 0806-07

ESCC, la iso-oxígeno de 1 mL/L se registró hasta 270 m, no siendo posible determinar la máxima profundidad de la mínima de oxígeno.

Sección Mórrope

La distribución de isotermas fue similar a lo observado frente a Paita: una marcada termoclina compuesta por isotermas de 20 a 15 °C por fuera de las 100 mn; ascenso de isotermas >19 °C relacionado con el débil afloramiento y profundización de isotermas <18 °C dentro de las 100 mn por presencia de la ESCC (Fig. 7a).

La salinidad presentó un gran núcleo con valores <34,8 ups (AES) entre las 100 y 200 mn y hasta 70 m de profundidad; asimismo se registraron concentraciones mayores de 35,1 ups (ASS) entre 60 y 125 m dentro de las 75 mn, lo que asociado a las comunes ACF, dio lugar a amplias zonas de mezcla (Fig. 7b).

El afloramiento costero fue débil y restringido a la costa, entre 30 y 70 mn con concentraciones de 4,5 a 4,0 mL/L de oxígeno. La presencia de la ESCC ha sido muy marcada dentro de las

100 mn, profundizando la mínima de oxígeno hasta 220 m (Fig. 7c).

Sección Chicama

La sección Chicama se realizó entre las 100 y 250 mn, presentó una fuerte termoclina formada por isotermas de 21-15 °C entre los 50 y 100 m de profundidad (Fig. 8a).

Rezagos de AES y ACF originaron mezclas hasta 130 mn y 60 m de profundidad (Fig. 8b); las ASS se presentaron formando un gran núcleo fuera de las 210 mn y hasta 150 m de

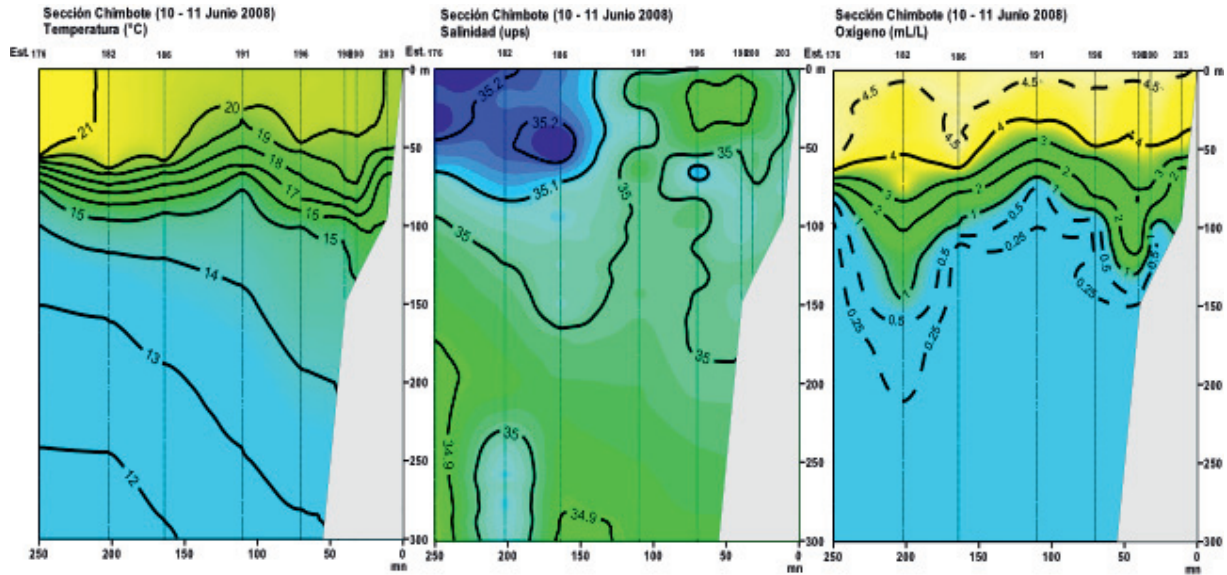


Figura 9.- Distribución vertical frente a Chimbote, a) Temperatura (°C), b) Salinidad (ups) y c) Oxígeno disuelto (mL/L). Cr. de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos Jurel y Caballa. BIC Humboldt 0806-07

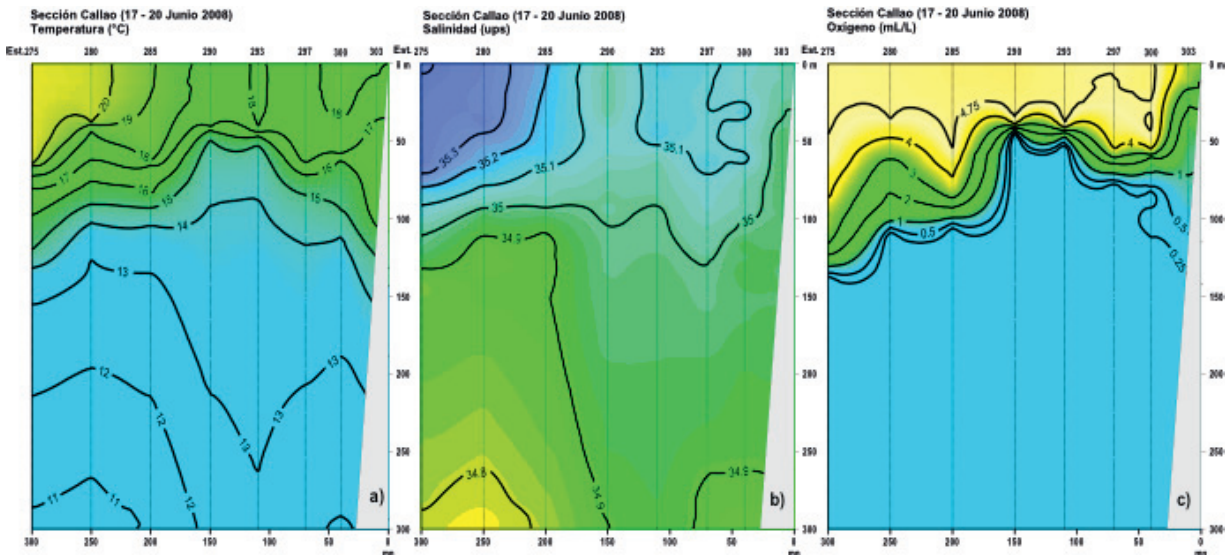


Figura 10.- Distribución vertical frente a Callao, a) Temperatura (°C), b) Salinidad (ups) y c) Oxígeno disuelto (mL/L). Cr. de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos Jurel y Caballa. BIC Humboldt 0806-07

profundidad. En la Fig. 8c se muestra una capa de mezcla de 50 m, con valores <5 mL/L; la oxiclina siguió la tendencia de la termoclina, y la mínima de oxígeno se ubicó alrededor de los 100 m de profundidad.

Sección Chimbote

En la sección Chimbote se mantuvo la fuerte termoclina entre 50 y 100 m de profundidad, con hundimiento de las isotermas <15 °C cerca de la costa (Fig. 9a). Se observaron ASS sobre la capa de 70 m fuera de las 150 mn, asociadas a isotermas >16 °C, causando profundización de la isohalina de 35,0 ups y de la isoxígena de 1,0 mL/L (Fig. 9b).

El oxígeno disuelto (Fig. 9c) no mostró indicativos de afloramiento, más bien una capa muy homogénea sobre los 50 m con concentraciones mayores de 4 mL/L; también se registraron altos contenidos de oxígeno en la capa subsuperficial cerca a la costa, con la isolínea de 1,0 mL/L alrededor de los 100 m de profundidad asociada a la presencia de la ESCC, lo que no es muy común en esta zona.

Sección Callao

En esta sección se pudo apreciar una clara intromisión de ASS entre las 40 y 130 mn (Fig. 10 b), asimismo, un fraccionamiento de isotermas >18 °C y debilitamiento de la termoclina en la zona mencionada (Fig. 10a). Estas ASS

alcanzaron una profundidad de 90 m, con valores >35,4 ups en la capa superficial y alrededor de las 300 mn, que se relacionaron con temperaturas >16 °C.

La Fig. 10c muestra un restringido afloramiento costero dentro de las 20 mn y una marcada profundización de la mínima de oxígeno dentro de las 40 mn, asociado a la presencia de la ESCC, situación que en condiciones normales no se presenta frente a Callao.

Sección entre Cerro Azul y Pisco

Esta sección desarrollada entre 180 a 400 mn de la costa, presentó una termoclina dispersa, propia de la zona oceánica, compuesta por isotermas

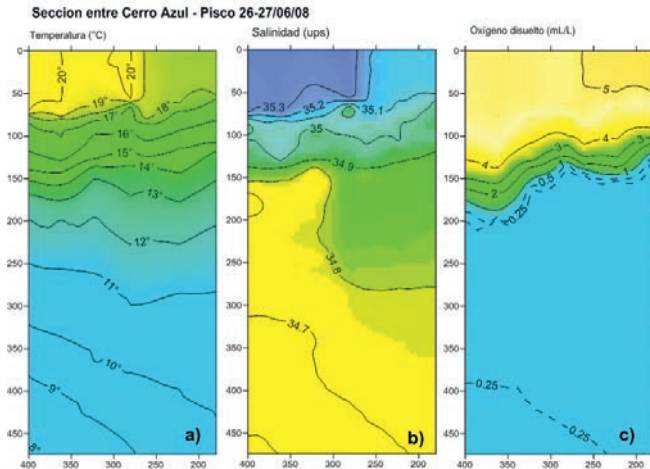


Figura 11.- Distribución vertical en la sección entre Cerro Azul y Pisco, a) Temperatura (°C), b) Salinidad (ups) y c) Oxígeno disuelto (mL/L). Cr. de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos Jurel y Caballa. BIC Humboldt 0806-07

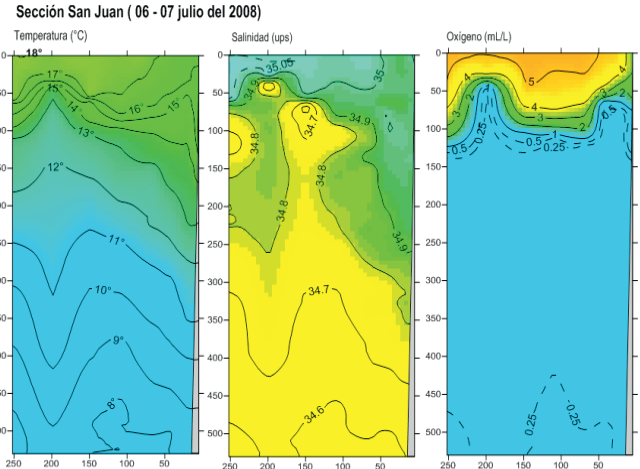


Figura 13.- Distribución vertical en la sección frente a San Juan, a) Temperatura (°C), b) Salinidad (ups) y c) Oxígeno disuelto (mL/L). Cr. de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos Jurel y Caballa. BIC Humboldt 0806-07

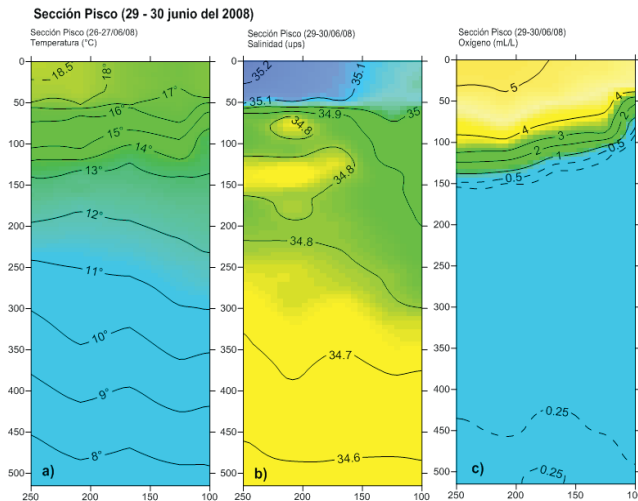


Figura 12.- Distribución vertical en la sección frente a Pisco, a) Temperatura (°C), b) Salinidad (ups) y c) Oxígeno disuelto (mL/L). Cr. de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos Jurel y Caballa. BIC Humboldt 0806-07

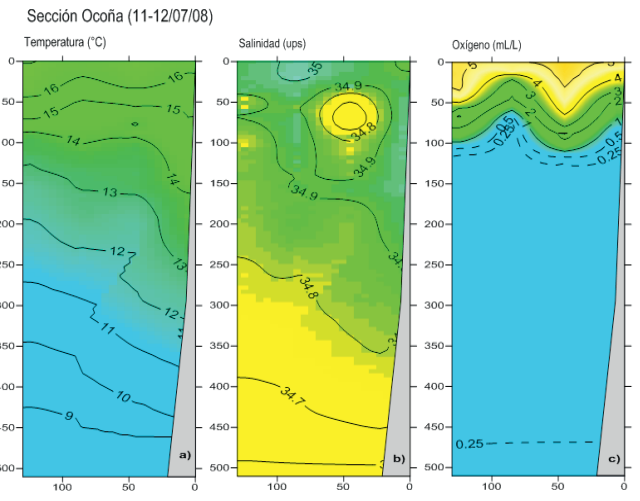


Figura 14.- Distribución vertical en la sección frente a Ocoña, a) Temperatura (°C), b) Salinidad (ups) y c) Oxígeno disuelto (mL/L). Cr. de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos Jurel y Caballa. BIC Humboldt 0806-07

de 18 y 13 °C entre 50 a 170 m de profundidad (Fig. 11a).

Las ASS se ubicaron a lo largo de las 220 mn de estudio, con temperaturas >18 °C. Es notable la relación de las isohalinas de 35,1 y 35,2 ups con temperatura de 18° y 19 °C, esta última se ubicó fuera de las 250 mn (Fig. 11b).

El oxígeno disuelto se mostró homogéneo (4 a 5 mL/L) hasta los 100 a 130 m, e inmediatamente debajo se registró la oxiclina compuesta por isoxígenas de 4 a 1 mL/L (Fig. 11c). Debajo de los 400 m se observó un ligero incremento del oxígeno, relacionado con la máxima de oxígeno subsuperficial.

Sección Pisco

Esta sección (100-250 mn) presentó una termoclina compuesta por iso-

termas de 17 a 14 °C entre 50 y 120 m de profundidad, incrementándose la de 18 °C fuera de las 170 mn; la isoterma de 15 °C se ubicó alrededor de los 100 m, ascendiendo a 60 m desde las 130 a 100 mn.

Se registraron ASS (>35,1 ups) fuera de las 150 mn y sobre los 50 m de profundidad; destacó la presencia de núcleos de Aguas Templadas de la Subantártica (ATSA) fuera de las 150 mn entre 70 y 150 m. El oxígeno disuelto mostró una oxiclina profunda entre 80 a 140 m fuera de las 120 mn; se registró un moderado ascenso de las isoxígenas cercanas a la costa, indicativo de afloramiento en la zona litoral (Figs. 12a, b y c).

Sección San Juan

Esta sección, hasta 250 mn de la costa mostró aguas de mezcla sobre los 50

m y fuerte presencia de las ATSA por fuera de 70 mn de la costa, de 40 a 150 m de profundidad. El afloramiento se desarrolló dentro de las 40 mn con valores menores de 17 °C, 35,0 ups y 5 mL/L de temperatura, salinidad y oxígeno, respectivamente. Debajo de los 50 m y dentro de las 30 mn se apreció un flujo hacia el sur (Figs. 13a, b y c).

Sección Ocoña

Esta sección presentó una débil termoclina, con la isoterma de 15 °C alrededor de los 50 m, y ligera profundización fuera de las 80 mn y dentro de las 20 mn; esto último debido al mencionado flujo subsuperficial hacia el sur (Figs. 14a, b, c).

Sobre los 200 m predominaron mezclas entre las ACF y ATSA, mostrando cierta profundización hacia la costa. La principal causa de la mezcla fue

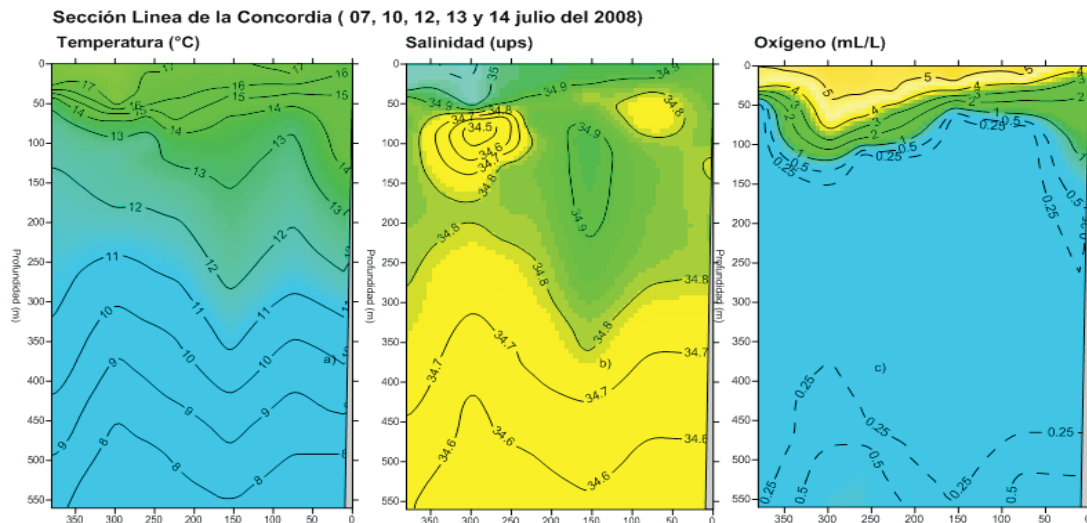


Figura 15.- Distribución vertical en la sección longitudinal 18°18', a) Temperatura (°C), b) Salinidad (ups) y c) Oxígeno disuelto (mL/L). Cr. de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos Jurel y Caballa. BIC Humboldt 0806-07

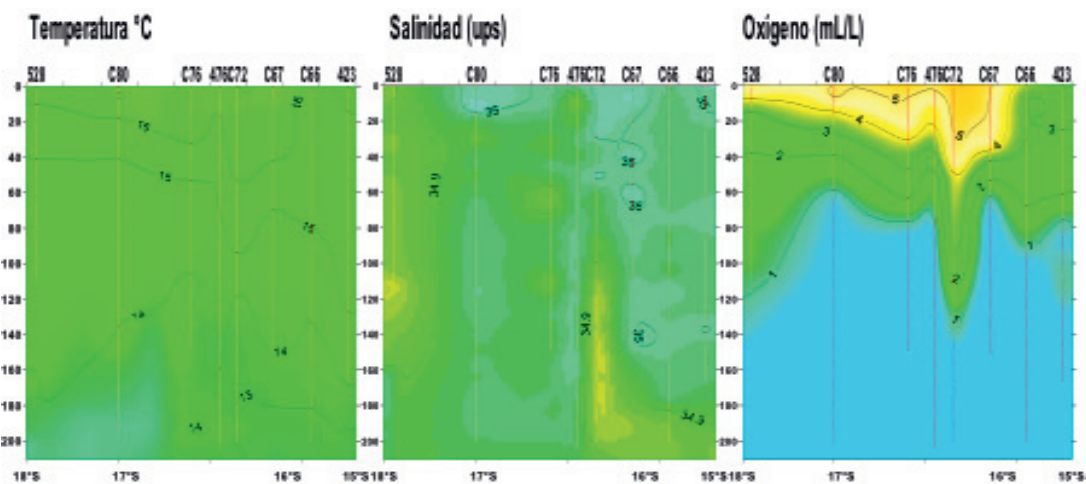


Figura 16.- Sección a 5 mn de la costa entre los 15 y 18°18' LS, a) Temperatura (°C), b) Salinidad (ups) y c) Oxígeno disuelto (mL/L). Cr. de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos Jurel y Caballa. BIC Humboldt 0806-07

la presencia de un núcleo de ATSA entre 50 y 100 m de profundidad y desde 25 a 70 mn. La distribución de isothermas, isohalinas e isoxígenas no mostraron desarrollo de afloramiento en esta sección.

Sección La Concordia

Esta sección longitudinal a lo largo de los 18°18'S mostró una termoclina en formación dentro de las 250 mn, y algo más compacta mar afuera con isothermas de 17 a 13 °C. La isoterma de 15 °C se ubicó a lo largo de la sección entre 40 y 50 m de profundidad (Figs. 15a, b y c).

Lo más notable fue la fuerte presencia de las ATSA, entre 225 y 360 mn de la

costa y entre 50 a 170 m de profundidad. Al parecer, por la distribución de isothermas, es la zona de ingreso al mar peruano de estas aguas, las que posteriormente se aproximan a la costa contribuyendo al afloramiento entre Matarani y San Juan; y asimismo, por la profundización de la isoterma cerca a la costa, es posible que se bifurquen hacia el norte y hacia el sur por efecto de la Corriente Costera y la Contra Corriente Peruano-Chilena, respectivamente, por lo que se podría deducir (por confirmar) que el núcleo pequeño de ATSA ubicado cerca de la costa, entre 40 y 90 m de profundidad (Fig. 15) puede ser parte del núcleo principal pero en sentido opuesto. Es importante el estudio de estas aguas

debido a que su presencia (bajas temperaturas y bajas salinidades) ejerce gran influencia sobre los recursos pelágicos en la zona sur del Perú.

Secciones Paralelas A La Costa

A 5 mn de la costa, entre San Juan y la frontera sur (Fig. 16), predominó temperatura de 16 °C en la capa superficial (0-20 m), salinidad alrededor de 35,0 ups y oxígeno entre 4 y 5 mL/L. Se observó un moderado afloramiento entre los 15 y 16° S, con cifras menores a 16 °C, 35,0 ups y 4 mL/L de oxígeno disuelto; debe resaltarse la profundización de las isothermas de 15 y 14°C y la isoxígena de 1 mL/L al norte de los 16°S y sur de los 17°S, indicativo de flujos costeros hacia el sur.

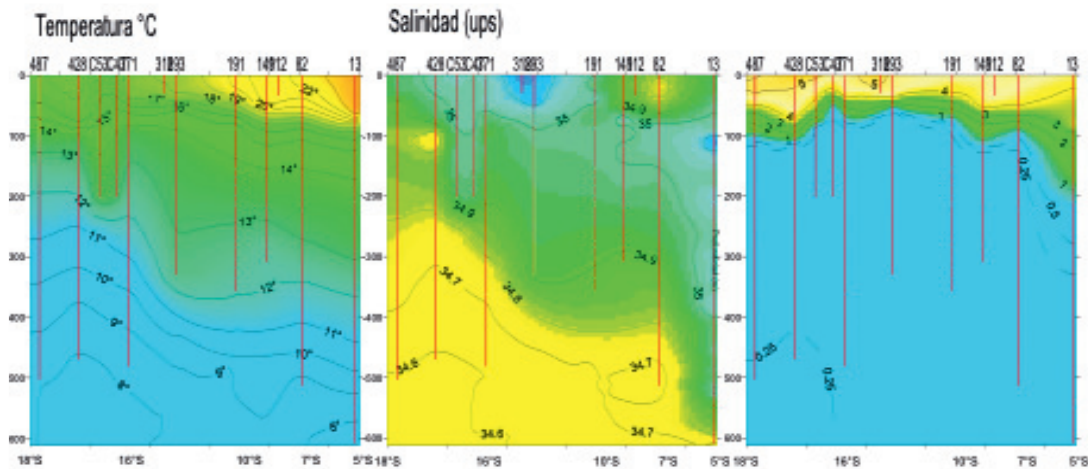


Figura 17.- Sección a 80 mn de la costa entre los 05 y 18°18' LS, a) Temperatura (°C), b) Salinidad (ups) y c) Oxígeno disuelto (mL/L). Cr. de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos Jurel y Caballa. BIC Humboldt 0806-07

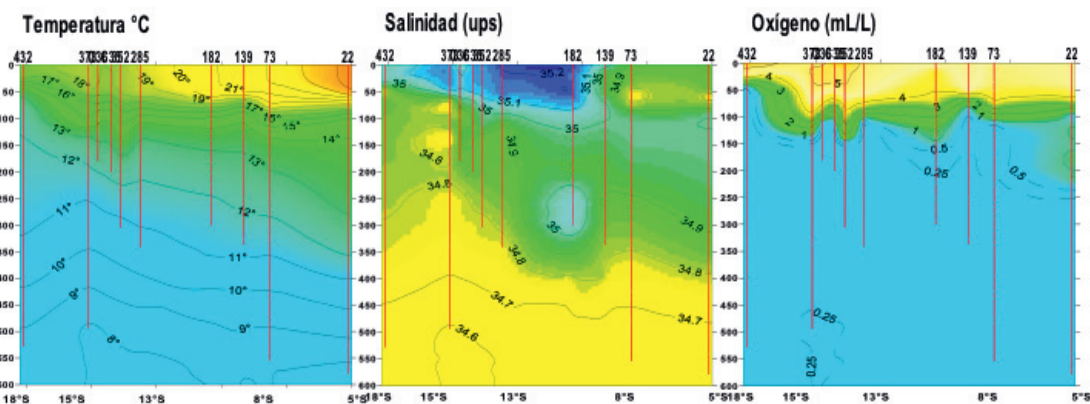


Figura 18.- Sección a 120 mn de la costa entre los 05 y 18°18' LS, a) Temperatura (°C), b) Salinidad (ups) y c) Oxígeno disuelto (mL/L). Cr. de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos Jurel y Caballa. BIC Humboldt 0806-07

En la sección a 80 mn de la costa (Fig. 17) se pudo observar un moderado ascenso de la termoclina desde los 5 a 16°S y una marcada profundización entre los 16-17°S; esto último ocasionado por un flujo hacia el sur.

También se han registrado rezagos de AES y mezcla al norte de los 10°S sobre los 50 m de profundidad, con temperatura >20 °C y salinidad <34,9 ups. Entre los 10 y 17°S fue evidente la mezcla de las ACF y las ASS hasta profundidades de 80 m, con temperatura >16°C y salinidad >35,0 ups.

También se pudo observar que el ascenso de la temperatura y de la salinidad fue mayor en la zona sur; y además, que la mínima de oxígeno llegó a mayor profundidad en el norte por influencia de la ESCC; y en la zona sur, su menor profundidad estuvo relacionada con el afloramiento costero.

A 120 mn de la costa (Fig. 18) se registró rezagos de las AES hasta los 8°S

sobre los 60 m de profundidad, mientras que hacia el sur las ASS (>35,1 ups) fueron las predominantes. Al sur de los 15°S y entre 60 a 180 m de profundidad se observaron núcleos menores de 34,8 ups, característicos de aguas templadas de la Subantártica.

CORRIENTE CROMWELL (CC) y su PROYECCIÓN HACIA EL SUR

En una de las boyas de la línea ecuatorial del Proyecto TAO de la NOAA situada a los 110°W, se encuentra anclado un arreglo de correntómetros, donde se obtiene información continua de las corrientes superficiales y subsuperficiales, como es el caso en la componente zonal de la velocidad, dirigida hacia el Continente Sudamericano (Fig. 19a). El flujo subsuperficial que se encontró entre los 20 y 120 m de profundidad, con un núcleo situado en promedio a los 80 m, correspondió a la Corriente Cromwell en la línea ecuatorial, dirigido hacia el Este.

En la serie mensual de la velocidad zonal (CC) (Fig. 19b), se observó un debilitamiento a fines de febrero 2008, cuando la intensidad disminuyó a 60 cm/s para luego iniciar una intensificación hasta junio, que en promedio llegó a 120 cm/s.

Cabe resaltar el incremento de la velocidad zonal, que alcanzó valores mayores a 170 cm/s en el núcleo (a 80 m de profundidad), en la quincena de mayo (color morado), lo que ha permitido que sea mayor su proyección hacia el sur, denominada Extensión Sur de la Corriente de Cromwell (ESCC).

La ESCC frente a la costa peruana durante enero - febrero (Crucero Demersal 0801-02), se observó debilitada y alejada de la costa frente a Paita, con ligera presencia hacia el sur de los 6°S (Punta La Negra). A partir de abril, la ESCC presentó una reactivación de su intensidad proyectándose hasta la altura de Chicama, lo que habría esta-

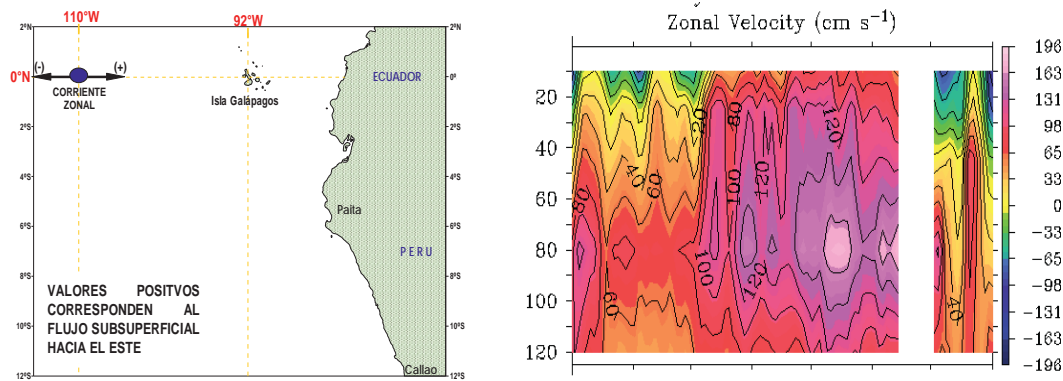


Figura 19.- a) Sistema de corrientes en el Pacífico Oriental, en la boya de la NOAA 0° N - 110°W, b) Serie mensual de la velocidad zonal (cm/s) durante el 2008

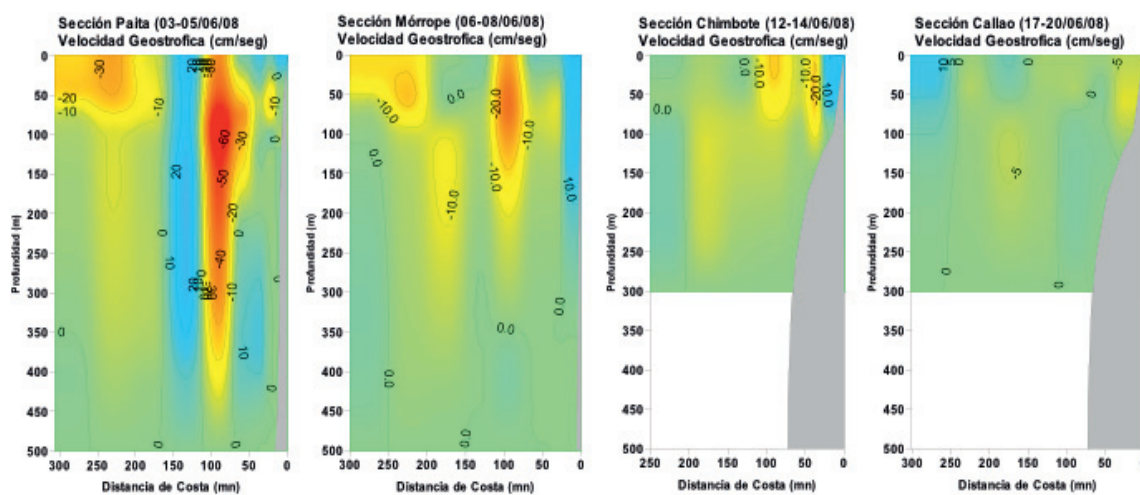


Figura 20.- Cálculos de flujos geostrofos de las secciones verticales de: a) Paita, b) Mórrope, c) Chimbote y d) Callao, durante el crucero de Jurel 0806-07

do relacionado con la intensificación de la CC presentada en los correntómetros de la boya 110°W de la línea ecuatorial. La CC desde esta boya emplea aproximadamente 40 días en llegar a las costas de Sudamérica.

En mayo y junio, la ESCC presentó una fuerte proyección hacia el sur (Cr. Demersal 0805-06) que fue corroborado por los flujos geostrofos calculados durante el presente crucero en las secciones verticales frente a Paita, Mórrope, Chimbote y Callao, donde se observó un gran desplazamiento de la ESCC que abarcó desde Paita a Callao, mostrando mayor intensidad frente a Paita y Mórrope, y menor intensidad frente a Chimbote y Callao (Fig. 20a, b, c y d). Esta proyección cuyo núcleo se centró alrededor de los 100 m de profundidad y entre 80-100 mn frente a Paita fue uno de los más fuertes de los últimos años.

Cabe anotar que los cálculos geostrofos realizados para este cruce-

ro, permitieron observar, en las secciones de Paita y Mórrope, la ESCC y otro flujo hacia el sur fuera de las 200 mn (Fig. 20 a, b), el mismo que se observó con menor intensidad en la sección de Chimbote (Fig. 20c).

La profundización de la isoterma de 15 °C, por el lado costero, está asociado a la ESCC (FLORES et al. 2009) y presenta la mayor intensificación entre abril y junio (Fig. 21). En el crucero 0806-07 la distribución vertical de la isoterma de 15° C y los cálculos geostrofos muestran una fuerte correlación (Figs. 6 y 20).

También fue fuerte la correlación entre la profundización de la isoterma de 15 °C y los valores de oxígeno de 1,0 a 2,0 mL/L, los que están asociados a la ESCC dando lugar a una mayor oxigenación en el fondo marino dentro de las 60 mn de la costa (Fig. 22).

Al sur de los 12°S (Callao) la proyección de la ESCC se manifiesta débil-

mente, predominando vorticidades frente a Pisco y San Juan.

DISCUSIÓN

Las condiciones atípicas observadas durante el Cr. 0806-07, no solamente han sido registradas en junio y julio, sino que son el producto de diversas alteraciones que se fueron registrando en el mar peruano desde inicios del 2008.

Después de culminar a fines del 2007, el evento La Niña más intenso de las últimas décadas, un relajamiento de los vientos Alisios del sur frente a la costa peruana e intensificación de vientos del norte en el Pacífico oriental (Fig. 23), fueron factores para que aguas cálidas de baja concentración de salinidad de la zona tropical se proyectaran hacia el sur desde los primeros días de enero del 2008, quedando claro que estas aguas no estuvieron relacionadas con el arribo de ondas Kelvin del Pacífico ecuatorial

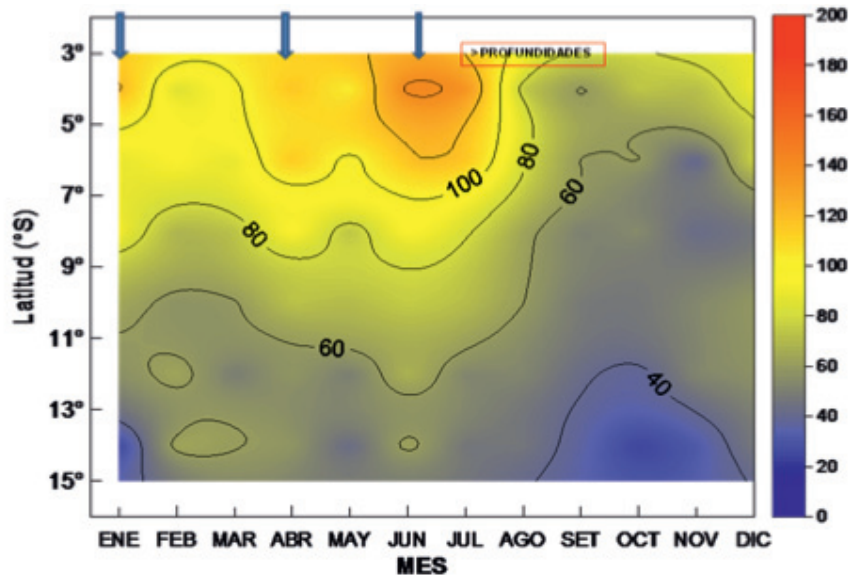


Figura 21.- Promedio mensual de la profundidad de la Isoterma de 15°C asociada con la extensión Sur de la Corriente Cromwell (dentro de las 60 mn de la costa entre los 3°-14° S)

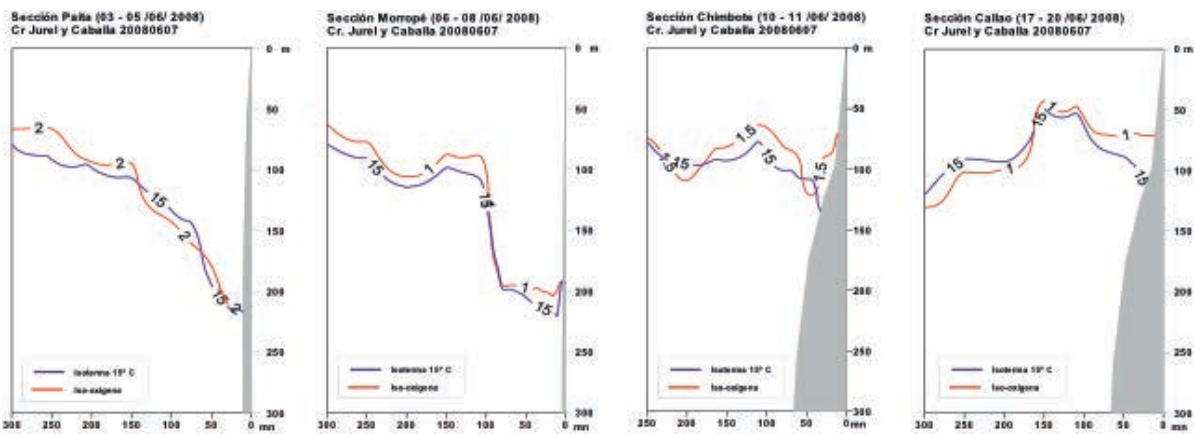


Figura 22.- Correlación entre la Isoterma de 15°C y la iso-oxigenas de 1,0 a 2,0 mL/L, en a) Paíta, b) Mórrope, c) Chimbote y d) Callao, (Cr. 0806-07)

ya que las anomalías registradas solo ocurrieron en la capa superficial, sin profundización de isotermas ni proyección de la ESCC como es común durante la llegada de las mencionadas ondas.

Durante el crucero pelágico del verano 2008 (Fig. 24), las AES asociadas a temperaturas >26 °C y salinidades de 34,0 a 34,8 ups, alcanzaron los 11°S (frente a Punta Bermejo), originando anomalías térmicas hasta de 4 °C en un núcleo frente a Salaverry y Casma.

Debido a la recuperación de las ACF con disminución de las anomalías térmicas (Crucero 0805), se pensó en una normalización de las condiciones oceanográficas a partir de mayo, pero en la segunda semana de junio, las ondas Kelvin impactaron en la costa de Sudamérica, incrementan-

do nuevamente las anomalías térmicas, mientras que ASS se pegaban a la costa entre Chicama y Huarmey, formando una barrera para las aguas frías procedentes del sur (Fig. 25) (NAVO-NOAA).

Relacionada con las altas velocidades de la corriente marina subsuperficial en el Pacífico ecuatorial, se presentó una fuerte proyección hasta el sur del Callao de la Extensión sur de la Corriente de Cromwell (ESCC), esta corriente muy debilitada durante el 2007 y en el verano del 2008, se registró muy reactivada desde abril (Estación San José 0804).

Las anomalías descritas, dieron lugar a que las aguas relativamente frías asociadas al afloramiento del sur (<19 °C), no discurrieran por la zona costera hacia el norte de los 12°S como

es usual, por lo que giraron hacia el oeste, originando una dispersión de isotermas y grandes áreas de mezcla en toda la zona al sur del Callao, lo que es desfavorable para la normal distribución de los recursos pelágicos, principalmente.

Otro factor negativo para los recursos en mención fue la presencia de las Aguas Templadas de la Subantártica al sur de Pisco, caracterizadas por concentraciones de temperatura y salinidad menores de 15,0 °C y 34,8 ups.

CONCLUSIONES

1. Las condiciones oceanográficas frente a la costa peruana durante el crucero 0806-07, presentaron serias alteraciones asociadas a fluctuaciones atípicas de las diferentes masas de agua.

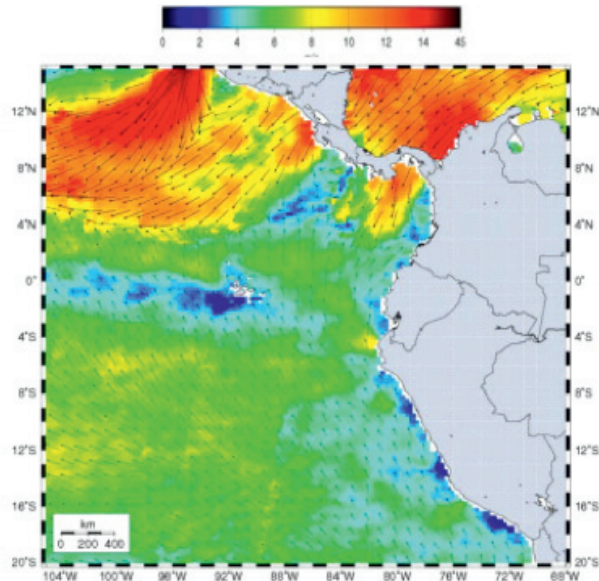


Figura 23.- Velocidad del viento del 03 al 05 enero 2008 (SSMI).

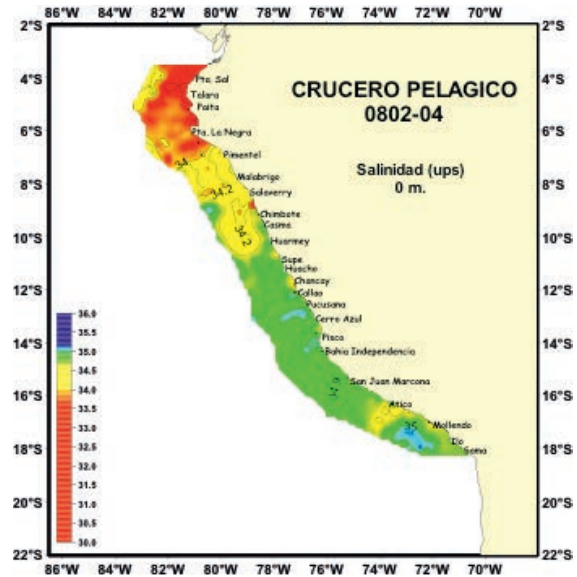


Figura 24.- Salinidad (ups) en la superficie del mar. Cr. Pelágico 0802-04

2. De acuerdo a los valores de temperatura, salinidad y oxígeno, el afloramiento costero fue muy débil y se vio restringido a la zona costera de Punta Falsa a Salaverry, y de San Juan a Ocoña.
3. La anomalía térmica de la superficie del mar varió de +2,6 °C a -2 °C; el primer valor ubicado en la zona norte entre Talara y Punta Falsa con un ramal oceánico hasta Punta Chao, y cerca de la costa desde Punta Chao a Supe, asociados a rezagos de AES y presencia de ASS, respectivamente. Las mínimas anomalías negativas se ubicaron por fuera de las 120 mn de Pisco, ligado a procesos de mezcla de las ASS con las ACF.
4. En el nivel superficial, las mezclas de agua fueron las predominantes, al norte de los 10°S fueron rezagos de Aguas Ecuatoriales y Aguas Costeras, entre los 10 y 14°S se registraron mezclas entre las ACF y ASS y por el sur predominaron las ACF y en menor proporción las Aguas Templadas de la Subantártica.
5. En el nivel subsuperficial, lo más notorio por el norte fue la gran intensidad que mostró la Extensión Sur de la Corriente de Cromwell (ESCC), registrándose incluso hasta el sur del Callao, mientras que en el sur, fueron predominantes las Aguas Templadas de la Subantártica.
6. En los 110°W del Pacífico ecuatorial, la velocidad de la Corriente de Cromwell empezó a incrementarse en marzo (100 cm/s), alcanzando en la quincena de junio más de 160 cm/s. Al llegar a la costa peruana como ESCC, dio lugar a la

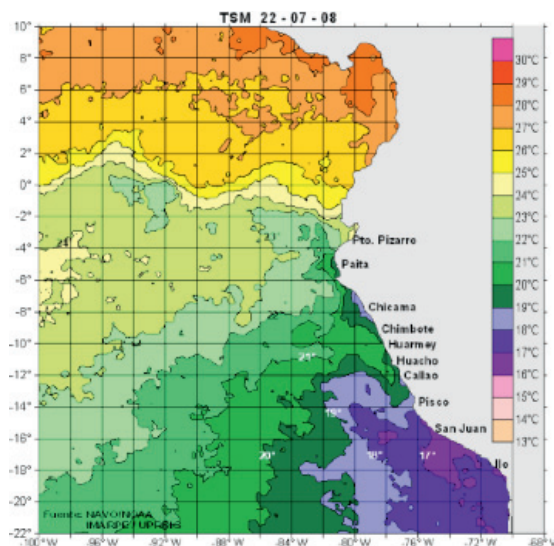


Figura 25.- Temperatura superficial del agua de mar (°C) del 22-07-08 en el Pacífico Oriental. (NAVO-NOAA).

7. Aguas Templadas de la Subantártica se registraron al sur de los 16°S conformando dos grandes núcleos, el primero entre las 40 y 120 mn de la costa, con espesor aproximado de 50 m (de 40 a 90 m de profundidad), y el núcleo principal que fue ubicado entre las 230 y 360 mn, con un espesor aproximado de 120 m (50 a 150 m de profundidad).

REFERENCIAS

CARRIT D, CARPENTER J. 1966. Comparison and evaluation of currently employed modification of the

Winkler method for determining dissolved oxygen in the sea water. J. Mar. Res. N° 24:286-318.
 ENFEN. 2008. Comunicado Oficial No. 01/2008 del 05 Febrero 2008.
 FLORES R, TENORIO J, DOMÍNGUEZ N. 2009. Variación de la Extensión Sur de la Corriente Cromwell frente al Perú entre los 3 y 14°S. Bol Inst Mar Perú. 24 (1-2): 45-58.
 IMARPE. 2008. Informe de las condiciones oceanográficas durante el Cr. Demersal 0801-02 (informe preliminar).
 IMARPE. 2008. Crucero de evaluación de recursos demersales 0805-06. Informe Ejecutivo.
 MORÓN O. 2000. Características del ambiente marino frente a la costa peruana. Bol. Inst Mar Perú 19 (1-2): 179-204.