

Grupo de Trabajo Institucional El Niño

Informe de las Condiciones Oceanográficas y Biológico Pesqueras

Abril 2016

1. CONDICIONES FÍSICAS DE MACRO-ESCALA EN EL PACÍFICO ECUATORIAL Y SUDORIENTAL.

1.1 Aspectos Meteorológicos

1.1.1 Distribución del campo de presión a nivel del mar

Se analizó el campo de presión a nivel del mar promedio de abril usando datos del re-análisis NCEP/NOAA (Kalnay et al. 1996). Se observó que el Anticiclón del Pacífico Sur (APS) presentó un núcleo ligeramente extendido hacia el noroeste, con su máximo ubicado alrededor de los 90°W, 30°S y con una intensidad de ~1020 hPa, (Figuras 1 y 2). Asimismo, se observó en el Pacífico Occidental la presencia de anomalías negativas alrededor de los 2 hPa, mientras que en el Pacífico Oriental la presencia de anomalías cercanas a cero (Figura 2a).

1.1.1.2 Índice del Anticiclón del Pacífico Sur (IAPS)

Con el fin de caracterizar la variación temporal de la intensidad del Anticiclón del Pacífico Sur (APS) se empleó el Índice del Anticiclón del Pacífico Sur (IAPS) (Chamorro, en prep.) basado en la media móvil trimestral de la anomalía de la presión atmosférica máxima en el núcleo del APS, con datos de NCEP/NOAA (Kalnay et al. 1996). Para el trimestre FMA 2016 el IAPS presentó un valor (0,67) mayor que su valor anterior ubicado en el rango neutro (Figura 3).

1.1.3 Distribución de las anomalías del campo de vientos a nivel de 850 hPa.

En este mes, el viento a 850 hPa fue cercano a lo normal con algunas zonas de 3 a 6 m/s en el sector central y occidental del Pacífico tropical. A nivel de 200 hPa fue notoria la presencia de vientos del Este en el Pacífico ecuatorial central y occidental. En el sector central tropical del Pacífico la intensidad del viento alcanzó hasta 20-25 m/s a 25°S y ~150°W-160°W (Figura 4).

1.1 Aspectos oceanográficos

1.2.1 Condiciones superficiales

El Océano Pacífico continuó registrando calentamiento en extensas zonas oceánicas como en la mayoría de sectores costeros con excepción del Pacífico Oriental frente a Sudamérica, particularmente en la Cuenca Pacífica Colombiana, sector ecuatorial (donde se registró el mayor enfriamiento, asociado a anomalías de temperatura superficial del mar (TSM) entre -1°C a -2°C) y zona sur de Perú y norte de Chile. Por el contrario, condiciones cálidas con anomalías de TSM entre +1°C y +2°C persistieron en zonas costeras del hemisferio norte y en zonas oceánicas, principalmente al sur de 10°N (Figura 5a).

La diferencia entre la TSM del 27 de abril y del 30 de marzo de 2016 (Figura 5b) muestra que la región del Pacífico Oriental frente a Sudamérica ha registrado un notable enfriamiento de hasta 2°C frente a Perú y en el sector ecuatorial (lengua de agua fría ecuatorial).

1.2.2. Condiciones sub-superficiales

Las anomalías promedio semanales del contenido de calor del océano superior (0-300 m) entre 180° y 100°W indican que el calentamiento de esta capa de agua declinó en la primera semana de marzo cambiando de fase a un escenario frío, que a fines de abril se sitúa en -0,9°C (Figura 6).

No obstante, la estructura promedio mensual de temperatura del agua de mar y su anomalía térmica para los primeros 500 m superiores entre 2°N y 2°S, adaptados de TAO/TRITON continuaron registrando calentamiento en los primeros 75 m (sector central) y 25 m en los sectores oriental y occidental. Por debajo, ocurrió enfriamiento de hasta -3°C entre 75 m y 140 m entre las longitudes 120°W y 165°W. Los promedios cada 5 días de las anomalías térmicas centradas los días 7, 17 y 27 de abril, refieren de la progresión de la onda Kelvin de enfriamiento a través del Pacífico ecuatorial registrándose núcleos de anomalías de hasta -3°C (Figura 7).

La anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C disminuyó notoriamente, registrándose condiciones neutrales entre ± 6 m desde inicios de mes. Las anomalías de la temperatura del mar a niveles de 55 m y 105 m, promediado cada 5 días entre 2°N y 2°S de acuerdo al producto GODAS, culminaron su declinación a condiciones neutrales a inicios del mes. Hacia el este, prevalecieron condiciones entre neutrales y frías (Figura 8).

2. CONDICIONES FRENTE A LA COSTA PERUANA

2.1 Aspectos Meteorológicos

2.1.1 Velocidad y dirección del viento a lo largo de la costa peruana

Durante el mes de abril del 2016 (del 01 al 30), el viento frente y a lo largo de la costa peruana (aproximadamente a 40 km), presentó las siguientes variaciones:

En general, los vientos presentaron velocidades moderadas a altas, tanto en la zona costera y oceánica, a excepción de las zonas extremas norte y sur del Perú donde los vientos presentaron velocidades <4,0 m/s. En la zona oceánica se presentaron vientos fuertes con velocidades >6,0 m/s, llegando a alcanzar velocidades >10 m/s los días 19 a 23 de abril. (Figura 9).

A 40 km frente y a lo largo de la franja costera de Perú, se registraron vientos de menor intensidad a los registrados en la zona oceánica. La velocidad del viento varió entre 2,0 y 8,0 m/s, presentándose valores <4,0 m/s en la zona norte y sur del Perú, y velocidades entre 5,0 a 8,0 m/s entre los 5° y 17°S de latitud en la franja costera (aproximadamente 50 mn). Respecto a la dirección del viento, al norte de los 5°S se registraron vientos de dirección Sur suroeste (SSW) y Suroeste (SW), entre 5°S y 15°S predominaron vientos del Sudeste (SE), mientras que al sur de los 15°S se presentaron vientos de dirección Sudsudeste (SSE) (Figura 10). La anomalía de la velocidad de viento varió entre -2,0 y +2,0 m/s. En el extremo norte (0° - 5°S) predominaron anomalías negativas <1,0 m/s, mientras que entre los 5° y 16°S predominaron anomalías entre -1,0 a +2,0 m/s y en la zona sur (frente a Ilo) se presentaron anomalías negativas <1,0 m/s.

La intensificación del viento ocurrido entre el 19 y 23 de abril produjo anomalías $>+1,5$ m/s en gran parte de la costa peruana (Figura 11).

El Índice de Afloramiento Costero (IAC) varió alrededor de $100 \text{ m}^3/\text{s}/100\text{m}$, presentándose una mayor intensificación del afloramiento costero frente a Pisco y San José, principalmente durante los días de mayor intensificación de los vientos (19-23 de abril del 2016), (Figura 12).

2.2 Aspectos Oceanográficos

2.2.1 Anomalía de la altura del nivel medio del mar

Se presentan mapas de distribución horizontal de la anomalía del nivel medio del mar (ANMM), obtenidos a partir de datos de altimetría satelital (CMEMS). Para la elaboración de los mapas se procesaron datos diarios promediados cada 5 días.

Durante abril, continuó el progresivo descenso de los valores de ANMM, apreciándose durante todo el mes mayoritariamente condiciones neutras dentro de las 200 mn. El valor inferior (negativo) fue registrado hacia mediados de mes al norte de los 4°S (-3cm). Los mayores valores se registraron por fuera de las 200 mn ($+20 \text{ cm}$), (Figura 13).

La serie pentadal de ANMM promedio entre los 0 y 100 km para Galápagos mantuvo sus valores neutrales ($\pm 5 \text{ cm}$), apreciándose descenso de las anomalías desde la segunda pentada, debido a la Onda Kelvin fría, presentándose valores de $+2 \text{ cm}$ la segunda pentada y de -5 cm al finalizar el mes. Las zonas norte-centro y sur presentaron progresivo descenso durante todo el mes, pero, manteniéndose en el rango de valores neutrales. Las ANMM para la zona norte-centro (5°S a 14°S) disminuyeron de $+7 \text{ cm}$ (al inicio del mes) a -2 cm (al final del mes), en tanto, en la zona sur (14°S a 18°S) la variación fue de $+6$ a $+1 \text{ cm}$, registrándose los mayores cambios la última pentada (Figura 14).

2.2.3. Temperatura superficial del mar frente al litoral.

2.2.3.1 Laboratorios Costeros

La TSM presentó valores que variaron de $16,4^\circ\text{C}$ (Ilo) a $29,6^\circ\text{C}$ (Tumbes), mientras que las anomalías térmicas variaron en el rango de $-2,4^\circ\text{C}$ (Pisco) a $+3,9^\circ\text{C}$ (Paíta). Los valores mínimos y máximos para abril por laboratorios se muestran en la Tabla 1 y los valores promedio del mes en la Tabla 2.

Durante abril en los laboratorios costeros, se observó predominio de anomalías positivas, con tendencia a disminuir principalmente los últimos días del mes. Es así que en la segunda quincena se registraron valores negativos mayores a $-1,5^\circ\text{C}$ frente a Tumbes, mientras que Chimbote registró valores negativos cercanos a cero los últimos 10 días. Al sur, a partir de la segunda semana Ilo presentó valores cercanos a cero, entre $-0,8^\circ\text{C}$ a $+0,8^\circ\text{C}$, (Figura 15).

2.2.3.2 Información satelital de TSM y ATSM.

Abril mostró una tendencia a la normalización de la TSM (satelital), favorecida por el paso de la Onda Kelvin fría y el comportamiento de los vientos, observándose dentro de las 100 mn las anomalías de la TSM más débiles, en cambio por fuera de las 100 mn predominaron valores neutros. En los últimos días del mes se observó un ligero incremento de las anomalías positivas, que podrían estar asociadas al debilitamiento del viento (Figura 16).

Las anomalías promedio diarias de la TSM (satelital) para la franja de ~0 a 50 millas náuticas adyacentes al litoral, indican al sur de Paita condiciones normales la primera quincena de abril, pasando a condiciones frías la segunda quincena, cuando predominaron anomalías alrededor de -1°C . Sin embargo en los últimos días se regresó a un predominio de condiciones neutras (Figura 17).

Con el fin de caracterizar la variación interanual oceanográfica frente a la costa peruana se empleó el Índice Térmico Costero Peruano (ITCP) (Quispe et al 2012) que integra mediante un análisis de funciones ortogonales empíricas las anomalías de TSM de las aguas costeras frente al Perú entre 4°S - 16°S y dentro de los 80 km usando la base de datos de NOAA-NCDC OISST v2 (Reynolds et al 2007) (Figura 18). Durante el trimestre FMA 2016, El ITCP alcanzó un valor de $+0,62$ indicando que continúa la condición cálida en la franja costera frente al Perú.

El Índice térmico LABCOS (Quispe, J y Vásquez, L.; 2016), basado en la TSM de los laboratorios de Paita, Chicama, Chimbote, Callao, Pisco e Ilo del IMARPE y San Juan de la DHN, muestra una clara disminución en lo que va del año 2016, alcanzando un valor temporal para abril de $0,89$ asociado a una condición cálida moderada (Figura 19).

2.2.4 Condiciones Oceanográficas Superficiales

Durante el Crucero de Evaluación Hidro-acústica de Recursos Pelágicos 1603-04, la superficie del mar en el área de estudio presentó valores de temperatura entre $15,6$ y $26,0^{\circ}\text{C}$, con un promedio para el área evaluada de $21,0^{\circ}\text{C}$. La distribución térmica mostró un incremento térmico de la costa hacia océano abierto (gradiente costa-océano) e isotermas casi paralelas a la costa principalmente al norte de Callao y sur de Pisco. Por otro lado se observó un predominio de temperaturas menores a 20°C al sur del Callao, en tanto al norte fueron mayores, exceptuando la franja costera donde se localizaron las más bajas TSM asociadas a procesos de afloramiento (Figura 20a).

Así mismo, las ATSM fluctuaron en el rango de $-2,6^{\circ}\text{C}$ (San Juan) a $+5,70^{\circ}\text{C}$ (50 mn de Punta La Negra). Anomalías mayores a $+2^{\circ}\text{C}$ prevalecieron entre Talara-Pimentel y por fuera de 20 mn de la costa entre Malabrigo y Supe; así como en núcleos frente a Bahía Independencia y San Juan. Valores menores a $+1^{\circ}\text{C}$ se encontraron al sur de Pimentel en áreas adyacentes a la costa, mientras que anomalías negativas de -1 a -2°C se localizaron en la zona costera frente a San Juan (Figura 20b).

En el área de estudio se registraron concentraciones de sales que variaron de $34,383$ a $35,375$ ups con un promedio de $35,140$ ups (Figura 20c). Se observaron Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) entre Talara y San Juan, mostrando aproximaciones hasta la costa frente a Paita, Chicama, Casma, Huacho y entre Callao y Bahía Independencia; esta proyección originó procesos de mezcla entre las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES), ASS y posiblemente aguas costeras frías (ACF) en la zona de Talara-Paita, así como entre ASS y ACF al sur de Punta Falsa, como son los casos de Pimentel-Chicama, Huarney-Huacho y frente a San Juan. Por otro lado se observó una ligera presencia de AES frente a Talara y de algunos núcleos de ACF principalmente próximos a la línea de costa de Supe y San Juan.

2.2.5 Condiciones oceanográficas en la columna de agua.

La Sección Paita (03-04/04/2016), mostró temperaturas menores a las registradas durante la ejecución del monitoreo del marzo. Es así que las isotermas de 24° y 25°C no fueron observadas en el presente crucero, observándose también una termoclina menos intensa que en marzo (Figura 21a). Sin embargo se continuó observando anomalías térmicas mayores a +1°C sobre los 150 m de profundidad, lo cual indica la continuación del calentamiento aunque en menor magnitud respecto al mes de marzo (Figura 21b).

Las ASS predominaron a lo largo de la sección hasta una profundidad promedio de 70 m, con presencia de pequeños núcleos que estarían asociados a mezcla entre ASS y AES. Entre los 80-110 m de profundidad se presentaron agua de mezcla entre las ASS y ACF (Figura 21c). Las anomalías positivas mayores a 0,20 ups predominaron sobre los 20 m de profundidad, corroborando el predominio de las ASS en toda la sección.

Los flujos dominantes fueron hacia el norte, cuyo eje se mantuvo alrededor de las 40 mn donde superaron intensidades de 30 cm/s, en tanto por fuera de las 60 mn se presentaron flujos hacia el sur (Figura 21e).

La Sección Punta La Negra (06/04/2016), se caracterizó por presentar una termoclina intensa conformada por 7 isotermas (19°-25°C), debilitándose dentro de las 20 mn, apreciándose procesos de afloramiento a juzgar por el comportamiento (ascenso) de las isotermas mayores a 20°C. Por otro lado, en la zona costera y por debajo de los 40 m se observó la profundización de las isotermas de 17°, 18° y 19°C, asociado probablemente a flujos hacia el sur (Figura 24a). Las anomalías térmicas mostraron valores mayores a +1°C sobre los 150 m y de +2°C sobre los 20 m de profundidad (Figura 22b).

En la estructura halina se evidenció la presencia de ASS hasta 60 m de profundidad, agua de mezcla dentro de las 20 mn, en una capa superficial (10 m) por la interacción de las ASS con rezagos de AES y ACF (Figura 24c). Así mismo, las anomalías halinas indicaron la influencia de las ASS en las primeras capas, ya que alcanzaron valores superiores a +0,1 y +0,2 ups sobre los 50 y 30 m respectivamente (Figura 22d).

En esta zona se presentaron flujos hacia el sur dentro de las primeras 25 mn con velocidades mayores a 30 cm/s en el núcleo. También se detectaron flujos hacia el norte, con dos núcleos ubicados alrededor de los 30 y 150 m de profundidad y por fuera de las 30 mn, ambos con velocidades de 40 cm/s (Figura 22e).

La distribución vertical del oxígeno disuelto presentó una oxiclina débil (2-4 mL/L) sobre los 30 m, desapareciendo dentro de las 20 mn. Por otro lado, el tope superior de la zona de mínima de oxígeno ZMO (0,5 mL/L) se localizó entre los 120 y 200 m de profundidad, encontrándose menos profunda en la zona costera (Figura 22f)

Sección Chicama (09-10/04/2016) no presentó una termoclina definida, observándose el ascenso de las isotermas ubicadas sobre los 30 m y dentro de las 80 mn, en tanto la isoterma de 15°C se localizó alrededor de los 100 m de profundidad, estando 50 m más somera que durante el monitoreo de marzo. Así mismo las anomalías térmicas han disminuido respecto a marzo, alcanzando alrededor de +1°C sobre los 100 m (Figura 23b). Por otro lado las concentraciones de sales continúan altas, asociadas a ASS, las que tuvieron una mayor influencia respecto al mes anterior (Figura 23c). Las anomalías halinas positivas confirmaron la presencia de dicha masa de agua en la capa de 0-100 m (Figura 23d)

El oxígeno presentó cambios en su distribución vertical con la distancia de la costa, resaltando un núcleo costero con valores de 6 mL/L en la superficie, posiblemente debido a la presencia de una marea roja, sobre una oxiclina muy superficial. El tope de la ZMO se ubicó entre 20 y 140 m de profundidad (Figura 23e).

En la Sección Chimbote, se observó un notable desplazamiento de aguas cálidas y salinas hacia la costa, las que generaron anomalías positivas tanto de temperatura y salinidad sobre los 100 m de profundidad, resaltando núcleos con anomalías de temperatura y salinidad de +5°C y +0,3ups sobre los 40 m, respectivamente. Por otro lado el comportamiento de las isotermas y valores de salinidad en la zona costera (dentro de las 15 mn) sugieren afloramiento activo (Figura 24a, b, c y d).

La distribución del oxígeno presento un núcleo con altos valores (7 mL/L) asociado a una floración fitoplanctónica, en tanto el tope de la ZMO se ubicó entre 100 y 130 m de profundidad (Figura 24e).

La Sección Callao (19-20/04/2016) presentó una termoclina débil (Figura 25a) sobre los 40m, con la isoterma de 15°C ubicada entre los 80 y 100 m, menos profunda que el mes anterior, aunque continuaron presentándose anomalías positivas de +1°C sobre los 100 m de profundidad (Figura 25b). La estructura halina mostró presencia de ASS hasta 50 m de profundidad, las que generaron anomalías mayores a +0,1ups sobre los 40 m (Figura 25d). La distribución de oxígeno disuelto mostró una oxiclina débil entre los 20 a 30 m de profundidad, mientras que el tope de la ZMO se localizó entre los 30 y 40 m de profundidad (Figura 25e).

En la Sección Pisco (24-25/04/2016) no se encontró una termoclina definida principalmente en la zona costera (Figura 26a); sin embargo persistieron las anomalías positivas sobre los 150 m. Así mismo, las ASS también generaron anomalías halinas principalmente sobre los 50 m, donde el predominio de esta masa de agua fue mayor (Figura 26 c y d). La distribución de oxígeno disuelto mostró una oxiclina sobre los 50 m de profundidad, mientras que el tope de la ZMO bordeó los 60 m de profundidad (Figura 26e).

Sección San Juan. Presentó una termoclina moderada, conformada por 7 isotermas (14°-21°C) sobre 60 m de profundidad, debilitándose dentro de las 20 mn, debido a los procesos de afloramiento (Figura 27a). A diferencia de las secciones anteriores en San Juan solo se presentaron anomalías positivas (+1°C) fuera de las 30 mn en una capa de 50 m; en cambio cerca de la línea de costa se presentaron anomalías negativas (-1°C). Por otro lado, las anomalías negativas de la salinidad (-0,1 ups) sugieren la presencia de las Agua Intermedia del Pacifico Sur Este (AIPSE, Wolfgang Schneider et al), por debajo de los 50 m de profundidad (Figura 27d). El comportamiento de las iso-oxígenas indicó intensos procesos de afloramiento sobre los 50 m y dentro de las primeras 20 mn. El límite superior de la ZMO se localizó entre los 75 y 10 m, encontrándose más somero en la zona costera (Figura 27e).

2.2.5 Monitoreo Bio-Oceanográfico de Alta Frecuencia

2.2.5.1 Punto Fijo Paita

El calentamiento del mar declinó a 7 mn de Paita. Se registró a inicios de mes valores de temperatura de 17°C (80 m de profundidad) a 22°C (en superficie) asociados a anomalías de hasta +2°C y a aguas de mezcla mayormente. A fines de la primera quincena se inició el ascenso paulatino de las isotermas de 17° a 21°C, siendo las isotermas de 18° a 21°C las que alcanzaron la superficie.

La segunda quincena se caracterizó por la declinación del calentamiento alcanzando una condición neutral, con presencia de aguas de mezcla entre las ACF y ASS (Figura 28).

2.2.5.2 Punto Fijo Chicama

Continuó la tendencia a la normalización de las condiciones oceanográficas, siendo notorio el ascenso rápido de las isotermas de 16°C y 17°C, la isohalina de 35,1 ups y del tope de la ZMO (0,5 mL/L) hasta ~20 m. En tanto las aguas de mezcla continuaron predominando aunque con mayor influencia de las ACF (Figura 29).

2.2.5.3 Punto Fijo Callao

En la capa superficial se observó la declinación del calentamiento registrado desde fines de diciembre de 2015. Esto fue acompañado por el enfriamiento de capas subsuperficiales, donde la presencia de la isoterma de 15°C en los niveles más profundos se registró por primera vez después de un año (febrero-marzo de 2015). Las concentraciones de sales también corroboraron esta tendencia a la normalización. La influencia persistente de las ASS desde diciembre disminuyó significativamente, encontrándose una mayor influencia de ACF en las aguas de mezcla (Figura 30).

2.2.5.4 Punto Fijo Ilo

En este punto fijo fue notorio el ascenso de las isotermas de 15° a 17°C en la segunda quincena de abril, así mismo, destacó la aparición de la iso-oxigena de 1 mL/L y el ascenso de las iso-oxigenas de 1 y 2 mL/L. En la temperatura y el oxígeno se notó la tendencia a la normalización desde marzo del 2016 (Figura 31).

2.2.6 Fertilidad y Productividad

2.2.6.1 Nutrientes

La sección Paita realizado entre el 03 y 04 de abril del 2016, se encontraron concentraciones pobres de nutrientes sobre la capa de los 20 m, los nitratos sobre el nivel de los 100 m mostraron una distribución heterogénea y una disminución a 5,0 μM por denitrificación alrededor de los 75 m. En la Estación Fija Paita para abril 2016, predominaron anomalías térmicas inferiores a +1,0 °C en toda la columna de agua, con fosfatos de 1,5 μM y silicatos entre 10,0 a 15,0 μM sobre la capa de los 20 m, las anomalías de silicatos presentaron valores de -2,0 μM relacionado al arribo de una onda Kelvin. (Figuras 32 y 33).

2.2.6.2. Variabilidad espacio-temporal de Clorofila-a en base a datos satelitales

Usando información del satélite MODIS a una resolución espacial de 9 km, se determinó la distribución superficial de clorofila-a. Para el mes de abril la clorofila-a exhibió concentraciones mesotróficas de 2,6 a 15,0 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ a distancias de costa entre las 80 a 120 mn.

Los mayores núcleos de productividad (10–15 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$) se visualizaron en la región costera entre 06°S y 14°S, superando lo observado en marzo, donde estos núcleos tuvieron una menor extensión, asociados al predominio de las ASS. Frente a la zona de Paita se observó un crecimiento del área productiva por un desplazamiento de las concentraciones de 2,5 a 5,0 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ hacia la zona oceánica. También frente a Callao se ubicó un núcleo de máxima productividad de 20,0 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$. (Figura 34).

Así mismo, se utilizó información proveniente del satélite MODIS diaria con una resolución espacial de 4 km. Además, se construyó una climatología cada 5 días de clorofila-a superficial tomando en cuenta la información del 2002 al 2013. En base a ello, se obtuvieron anomalías promedio de la clorofila-a superficial (mg/m^3) cada 5 días.

Durante el mes de abril, en las primeras semanas se observó disminución en las concentraciones de clorofila-a con anomalías cercanas a -3 mg/m^3 . Sin embargo en el transcurso del mes estas concentraciones se han ido recuperando hasta llegar a anomalías en promedio dentro de la costa peruana de $+4 \text{ mg/m}^3$. Esta tendencia positiva ha hecho que las concentraciones de la última semana de abril del 2016 sean una de las mayores dentro de los últimos 3 años, Figura 35. Especialmente, desde comienzos de abril hasta la quincena las principales anomalías positivas se presentaron al norte de los 7°S y en la zona centro, pero para finales del mes de abril se presentaron anomalías positivas intensas ($>+4 \text{ mg/m}^3$) en casi toda la costa norte centro del Perú. Además, para el mes de abril la zona norte presentó mayores concentraciones de clorofila-a que la zona centro. Así mismo, ambas zonas presentaron mayores concentraciones dentro y fuera de la costa con respecto a abril 2014 (Figuras 36).

2.2.7 Indicadores Biológicos del Plancton

2.2.7.1 Indicadores del Fitoplancton

En Paita, se determinó a *Ceratium praelongum* y *Ceratium incisum*, indicadores de ASS, a partir de las 30 mn de la costa hasta las 100 mn (Figura 37). Se encontraron las mayores abundancias del fitoplancton dentro de las 11 mn, destacando *Chaetoceros compressus*, con categoría de “Abundante”, seguida de *Helicotheca thamesis*, *Thalassiosira subtilis*, *Detonula pumila*, y *Chaetoceros socialis* con categorías de “Escaso”. Además, se apreció disminución de la riqueza de especies termófilas (*Ceratium gibberum* v. *dispar*, *C. vultur*, *C. contortum* v. *karstenii*, *C. trichoceros*, *C. lunula*, *Gonyaulax spinifera*, *Pyrocystis fusiformis*, *Amphisolenia bidentata*, y *Goniodoma polyedricum*).

Frente a Chicama, dentro de las 15 mn de la costa se registró a *Protoperidinium obtusum*, indicador de ACF. *Ceratium praelongum* y *Ceratium incisum* (indicadores de ASS) fueron localizados a 70 y 100 mn (Figura 38). Las mayores abundancias del fitoplancton estuvieron distribuidas a 5, 30 y 100 mn donde las diatomeas *Coscinodiscus perforatus*, *Chaetoceros affinis*, *Ch. didymus*, *Ch. socialis* *Cylindrotheca closterium* obtuvieron categorías de “Muy Abundante”, seguido de los dinoflagelados *Protoperidinium depressum*, *Ceratum furca*, *Ceratium fusus* y *C. tripos* con categorías de “Escaso”. A partir de las 45 mn hasta las 100 mn se presentaron los dinoflagelados termófilos como *Protoperidinium grande*, *P. elegans*, *Dinophysis tripos*, *Ceratium macroceros*, *C. massiliense*, *C. candelabrum*, *Pyrocystis lunula*, y *C. gibberum* v. *dispar*, *C. contortum* v. *karstenii* y *Ceratium azoricum*, entre otros.

2.2.7.2 Indicadores del zooplancton

Frente a Paita, se determinó al copépodo *Centropages furcatus* especie asociada a AES, localizado a 30, 70 y 100 mn de la costa, mientras que el copépodo *Acartia danae* especie indicadora de ASS, se observó a 50 mn (Figura 39). Por otro lado, a nivel del ictioplancton se determinó la presencia larvas de engráulidos entre las 30 y 50 mn de la costa.

En Chicama, se determinó la presencia del copépodo *C. brachiatus*, especie asociada a ACF, localizado dentro de las 15 mn de la costa, mientras que *Centropages furcatus* especie indicadora de AES, se localizó a 50 y 100 mn de la costa (Figura 40).

Al nivel del ictioplancton se determinó la presencia de huevos de *Engraulis ringens* “anchoveta” distribuidos dentro de las 5 mn de la costa.

En el Punto Fijo de Callao se determinó al copépodo *C. brachiatus*, especie indicadora de ACF, con valores de 8479 y 1404 Ind. /100m³, para marzo y abril respectivamente (Figura 41). En ambos meses no se observó la presencia de otro indicador de masa de agua. A nivel del ictioplancton el 14 de marzo se determinó huevos y larvas de anchoveta con valor de 225 703 huevos/100m³ y 266 larvas/100m³, mientras que durante el 15 de abril solo se observaron huevos de esta especie con valor de 184 724 huevos/100m³, indicando un desove costero de la especie.

Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 1603-04

Durante este Crucero se observó gran diversidad de organismos, siendo mayor la presencia de radiolarios en el área de muestreo pero con mayor incidencia en la zona norte de Punta La Negra. También se observaron organismos gelatinosos (hidromedusas y quetognatos), moluscos pterópodos (*Clio* sp. y *Cresseis* sp.), eufáusidos, copépodos (*Calanus chilensis*), entre otros.

De la distribución de copépodos indicadores de masas de aguas superficiales, en la zona norte entre Talara y Punta La Negra se determinaron aguas de mezcla, en las cuales se encontraron a *Centropages furcatus* (indicador de AES) y a *Mecynocera clausi* y *Acartia danae* (indicador de ASS) muy cercanos a la costa. Del mismo modo, entre Punta La Negra y hasta Huacho se encontró aguas de mezcla entre ASS y ACF con la presencia de los copépodos *Acartia danae* en núcleos frente a Pimentel y Chimbote. El copépodo *Centropages brachiatus* (indicador de ACF) se encontró dentro de las 20 mn muy cerca de costa, distribuido en bahía Sechura y desde Punta La Negra hasta Huacho. Por otro lado, hubo presencia de huevos y larvas de engráulidos al norte de Punta La Negra, y huevos y larvas de anchoveta cerca a costa entre Punta La Negra a Huarmey y frente a Huacho (Figura 42 a y b).

3. MONITOREO DIARIO DE INDICADORES BIOLÓGICOS MARINOS PROVENIENTES DEL SEGUIMIENTO DE LA PESQUERÍA Y PROGRAMA BITÁCORAS DE PESCA

3.1 Condiciones Biológico – Pesqueras

El desembarque de los recursos pelágicos proveniente de la flota industrial en el litoral peruano del 01 enero al 30 de abril ascendió a 289 597 toneladas (t). La especie *Engraulis ringens* “anchoveta” fue la de mayor desembarque con el 98,6%. Los desembarques de otros pelágicos como “jurel” y “caballa” continuaron siendo mínimos (Tabla 3).

Mediante la RM 017-2016-PRODUCE, se autorizó la primera temporada de pesca 2016 de anchoveta en la región Sur, que se ejecutará entre el 02 de febrero y el 30 de junio del 2016, estableciendo un Límite Máximo Total de Captura Permisible (LMTCP) de 382 mil t. Hasta el 30 de abril se ha registrado desembarques de 19 227 t de anchoveta, que representa un avance del 5,03 % del LMTCP. Los principales puertos de desembarques fueron Mollendo (35%) e Ilo (32%), los desembarques promedios por día fue aproximadamente de 1 050 t. Las actividades extractivas se reanudaron en la primera semana del mes, luego de escasos desembarques registrados en febrero y marzo, debido a la baja disponibilidad del recurso (Tabla 4).

La información de la región norte-centro corresponde a los registros de observaciones a bordo y del desembarque de embarcaciones de la flota artesanal y/o menor escala. La anchoveta estuvo replegada a la zona costera, entre Chimbote (09°) y Pisco (13°).

Mientras que en la región sur, con información que proviene de la flota industrial, en esta región la anchoveta se distribuyó dentro de las 10 millas náuticas (mn) de la costa, entre Ático (16°) e Ilo (17°) (Figura 43).

La estructura de tallas de anchoveta en la región norte-centro, evidenciaron la permanencia del contingente de juveniles frente a Pisco con un porcentaje que alcanzó el 30%. Mientras que frente a Paíta, Chimbote y Callao la estructura de tallas fue de adultos. En la región sur la anchoveta presentó un fuerte contingente de juveniles alcanzando el 41%, estos juveniles se presentaron a lo largo de su zona de distribución en el litoral sur, con una rango de tallas desde 9,0 hasta 14,5 cm de longitud total (LT) y moda en 12,0 cm LT (Figura 44).

Los indicadores reproductivos de la anchoveta en el stock Norte - Centro en el mes de abril, muestran que el recurso culminó el desove secundario de verano. Para este mes los valores de la Fracción Desovante (FD) (indicador directo del desove) y el Índice Gonadosomático (IGS) (indicador de maduración y desove), presentaron cifras superiores a sus patrones históricos respectivos. El proceso reproductivo en general presentó una intensidad mayor al patrón siendo favorecido, por la atenuación de las condiciones cálidas hacia condiciones ligeramente normales principalmente en zonas muy costeras; teniendo su punto más alto en marzo y en abril declinó gradualmente hasta su finalización (Figura 45).

El Seguimiento de la Pesquería Pelágica y el Programa Bitácoras de Pesca, registraron captura incidental en la flota destinada a la extracción de anchoveta. En la primera quincena de abril se continuó registrando la presencia de especies indicadoras del ingreso de masas de aguas cálidas como *Katsuwonus pelamis* "barrilete", *Anchoa nasus* "samasa" y *Scomber japonicus* "caballa", dentro de las 40 mn entre Chimbote (09°) y Callao, (12°), mientras que en la segunda quincena se registró la presencia de *Pleuroncodos monodon* "munida", especie asociada a aguas frías, frente al Callao dentro de las 10 mn (Figura 46).

4. PRONÓSTICO DE LAS CONDICIONES DEL PACIFICO ECUATORIAL Y FRENTE A LA COSTA PERUANA

4.1 Pronósticos a gran escala de las agencias internacionales

Los modelos globales para el Pacífico Ecuatorial Central (región Niño 3.4) continúan indicando, en su mayoría, la declinación de El Niño, alcanzando condiciones de La Niña en el Pacífico Central a partir de julio. Para el Pacífico Oriental (región Niño 1+2), si bien la mayoría de modelos globales pronostica anomalías negativas de la TSM en los próximos meses, estas aún se encuentran en el rango de condiciones neutras.

4.2 Propagación de ondas Kelvin

Con el fin de detectar la propagación de las ondas Kelvin hacia el Pacífico Ecuatorial Oriental, siguiendo la metodología de Illig et al. (2004) y Dewitte et al. (2002) se estimó la contribución de los modos baroclínicos 1 y 2 de las ondas Kelvin a las anomalías del nivel del mar (cm) en el Pacífico Ecuatorial (Figura 48). Los valores positivos corresponden a ondas Kelvin tipo "hundimiento o cálidas" y los valores negativos corresponden a ondas Kelvin tipo "afloramiento o frías". La proyección de las ondas Kelvin a partir del 30 de abril 2016 se realizó sin el forzante de vientos. Según la simulación de la propagación de las OKE a lo largo del Pacífico Ecuatorial, una onda Kelvin fría (modo 1) llegaría frente a las costas de Sudamérica en junio 2016.

4.3 Pronósticos de la TSM frente a la costa del Perú

Durante el trimestre FMA 2016 el Índice Térmico Costero Peruano (ITCP) evidenció condiciones cálidas. Para los próximos cuatro meses, los pronósticos del ITCP por medio de una relación empírica con las salidas de un modelo acoplado océano-atmósfera de complejidad intermedia del Pacífico Tropical Ecuatorial (referencia) indican una tendencia a disminuir hacia condiciones neutras entre julio y agosto 2016, pero manteniéndose aun en condiciones cálidas entre mayo y junio 2016 (Figura 49). En base al modelo estadístico basado en el volumen de agua cálida ecuatorial y el anticiclón del Pacífico Sur se pronostica una tendencia del ITCP a seguir disminuyendo sin embargo este se mantendrá dentro del rango de condiciones neutras entre mayo y agosto 2016 (Figura 50).

5. CONCLUSIONES

- El Anticiclón del Pacífico Sur (APS) presentó su intensidad ligeramente mayor que su valor climatológico, exhibiendo su núcleo ligeramente expandido hacia el noroeste de su posición normal. El índice IAPS presentó en el trimestre FMA 2016 un valor de 0,67 valor ubicado en el rango neutro.
- Las anomalías positivas de la temperatura superficial del mar en el Pacífico Ecuatorial indican condiciones de El Niño en una magnitud débil y en proceso de declinación.
- Las anomalías del NMM se mantuvieron dentro del rango neutro, variando para la zona norte-centro (5°S a 14°S) de +6,8 cm a -2,4 cm y para la zona sur (14°S a 18° S) de +6,0 a +0,9 cm.
- La temperatura superficial del mar frente al Perú registró, en promedio, un enfriamiento notorio especialmente a partir de mediados de mes, asociado con el arribo de una onda Kelvin de enfriamiento y con la ocurrencia de pulsos de vientos intensos paralelos a la costa mar adentro.
- Se observó una tendencia positiva de las concentraciones de clorofila, pasando de anomalías negativas (-3 mg/m³) a anomalías positivas mayores a +4 mg/m³ (a fines de mes). En la última semana de abril del 2016 se registraron las mayores concentraciones superficiales de clorofila-a de los últimos 3 años.
- Los indicadores de masas de agua asociados al fitoplancton, continuaron indicando una fuerte incidencia ASS a juzgar por la presencia de *Ceratium praelongum* y *Ceratium incisum* a 30 mn de Paita y a 70 mn de Chicama. En cambio el indicador de ACF *Protoperdinium obtusum* se localizó dentro de las 15 mn frente a Chicama.
- El copépodo *Centropages furcatus*, indicador de AES, fue localizado por fuera de las 30 y 50 mn de Paita y Chicama respectivamente. El copépodo *Acartia danae*, especie indicadora de ASS, se encontró a 50 mn de Paita y el copépodo *C. brachiatus*, especie asociada a ACF, se localizó dentro de las 15 mn de la costa de Chicama.
- La anchoveta estuvo replegada a la zona costera, principalmente entre Chimbote (09°) y Pisco (13°) y dentro de las 10mn entre Ático (16°) e Ilo (17°); con un alto porcentaje de juveniles, 30% frente a Pisco y 41% en la zona sur.

- Los indicadores reproductivos de la anchoveta en el stock Norte - Centro en el mes de abril, mostraron que el recurso culminó el desove secundario de verano.

6. PERSPECTIVAS

Se espera que continúe la gradual disminución de la TSM, asociado a la declinación del evento cálido. Sin embargo, las agencias internacionales (IRI, abril 2016), pronosticaron la declinación de El Niño hasta alcanzar condiciones neutrales hacia el mes de junio 2016 y condiciones de La Niña en el Pacífico Central a partir de julio. Para el Pacífico Oriental (región Niño 1+2), la mayoría de modelos globales pronostica anomalías negativas de la TSM en los próximos meses, aunque en el rango de condiciones neutras.

Frente al litoral peruano, debido al arribo de ondas Kelvin frías y la previsible intensificación de los vientos costeros del sur (por su estacionalidad) continuaría el proceso de normalización de las condiciones océano-atmosféricas hacia el invierno. Sin embargo en el corto plazo no se descarta un debilitamiento temporal del APS que podría incidir en la desaceleración del enfriamiento costero, pero sin alterar la tendencia general a la normalización. Por otro lado el modelo acoplado océano-atmosfera de complejidad intermedia y el modelo empírico basado en el volumen de agua cálida ecuatorial y el anticiclón del Pacífico Sur, indican una tendencia a que la TSM de las aguas costeras sigan disminuyendo dentro del rango de las condiciones neutras entre mayo y agosto 2016.

Tabla 1. Temperaturas y Anomalías extremas en la superficie del mar, de los registros de los Laboratorios Costeros del IMARPE durante el mes de abril 2016.

Estación	Tmin, °C	Tmáx, °C	ΔT_{min} °C	$\Delta T_{máx}$ °C
Tumbes	26,33	29,57	-1,17	2,07
Paita	18,77	24,17	-1,53	3,87
San José	20,60	22,73	0,0	2,13
Chicama	18,97	21,30	0,97	3,30
Huanchaco	18,03	20,63	0,03	2,63
Chimbote	20,75	23,43	-0,35	2,33
Huacho	17,47	19,60	0,17	2,30
Callao	17,50	20,30	0,30	3,10
Pisco	19,87	25,07	-2,43	2,77
Ilo	16,43	19,83	-0,27	3,13

Tabla 2. Promedio mensual de las Temperaturas y sus Anomalías, de los Laboratorios Costeros del IMARPE durante el mes de abril 2016.

Estación	Tmensual, °C	$\Delta T_{mensual}$ °C
Tumbes	28,40	0,90
Paita	20,97	0,67
San José	21,98	1,38
Chicama	19,97	1,97
Huanchaco	19,43	1,43
Chimbote	21,95	0,85
Huacho	18,71	1,41
Callao	18,63	1,43
Pisco	22,65	0,35
Ilo	17,40	0,70

Especie \ Flota \ Región		Año Calendario (01 Ene. al 30 Abr. 2016)					
		Norte	Centro	N+C	Sur	Total	%
Anchoveta	FI Acero	113 700	86 044	199 745	19 111	218 856	75.57
	FI Madera	57 062	9 500	66 562	116	66 678	23.02
Sub-total		170 763	95 544	266 307	19 227	285 534	98.60
%		59.80	33.46	93.27	6.73	100.00	
Sardina		0	0	0	0	0	0.00
Jurel		0	0	0	0	0	0.00
Caballa		20	94	114	2	116	0.04
Samasa		1 852	0	1 852	0	1 852	0.64
*Otros		117	1 922	2 039	57	2 096	0.72
Total		172 751	97 560	270 311	19 286	289 597	100.00
%		59.65	33.69	93.34	6.66	100.00	

* Otros incluye principalmente: Bonito, jurel fino, bagre, melva.

Cifras preliminares de uso científico

Fuente: AFIRNP

Tabla 3. Desembarque (t) acumulado de recursos pelágicos proveniente de la flota industrial (01 enero – 30 abril 2016). Fuente: AFIRNP/IMARPE.

Especie \ Flota \ Puerto		Aíco	Planchada	Quilca	Mollendo	Ilo	Total	%
Anchoveta	FI Acero	2 234	4 083	0	6 671	6124	19 111	99.40
	FI Madera	116	0	0	0	0	116	0.60
Total		2 350	4 083	0	6 671	6 124	19 227	100.00
%		12.22	21.23	0.00	34.69	31.85	100.00	
<i>CUOTA (382 000 t) en la región SUR</i>				5.03 % de la cuota total				

Tabla 4. Desembarque (t) de anchoveta según puertos al 30 de abril durante la Primera Temporada de Pesca de anchoveta en la Región Sur (R.M N° 017-2016-PRODUCE)
Fuente: AFIRNP/IMARPE.

FIGURAS

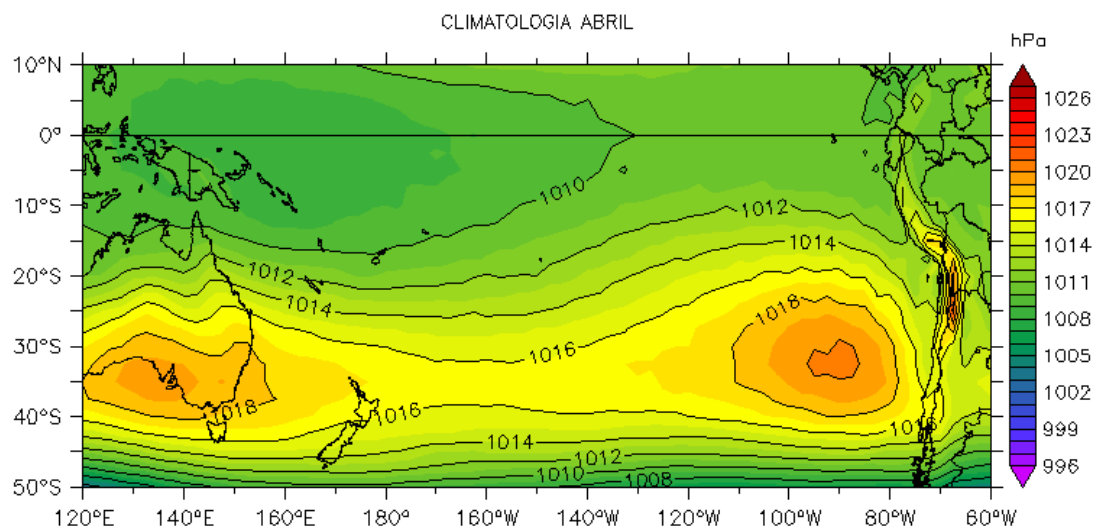


Figura 1. Presión atmosférica a nivel del mar (PNM) en hPa, promedio 1-26 abril 2016, Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

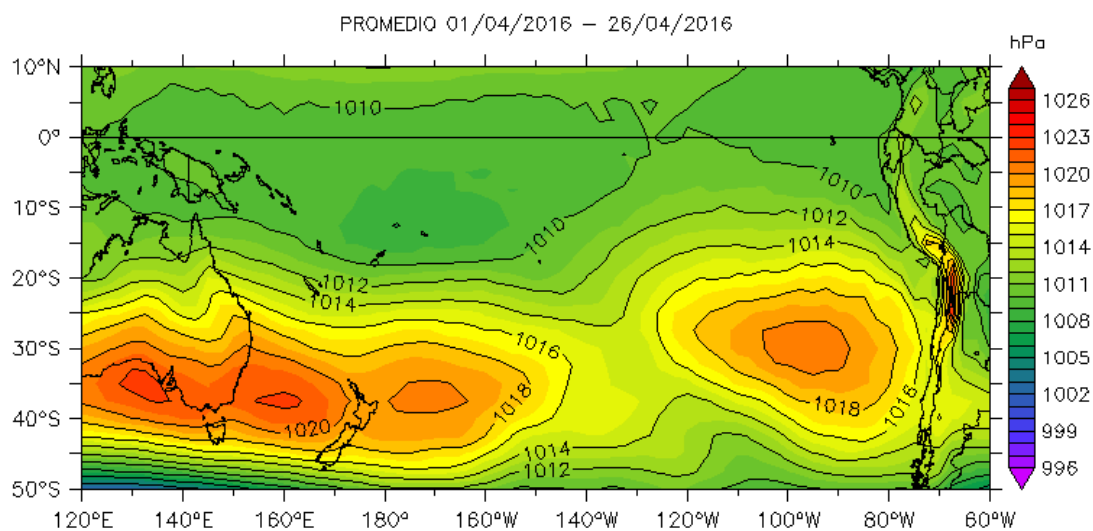


Figura 2. Presión atmosférica a nivel del mar (PNM) en hPa, climatología abril. Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

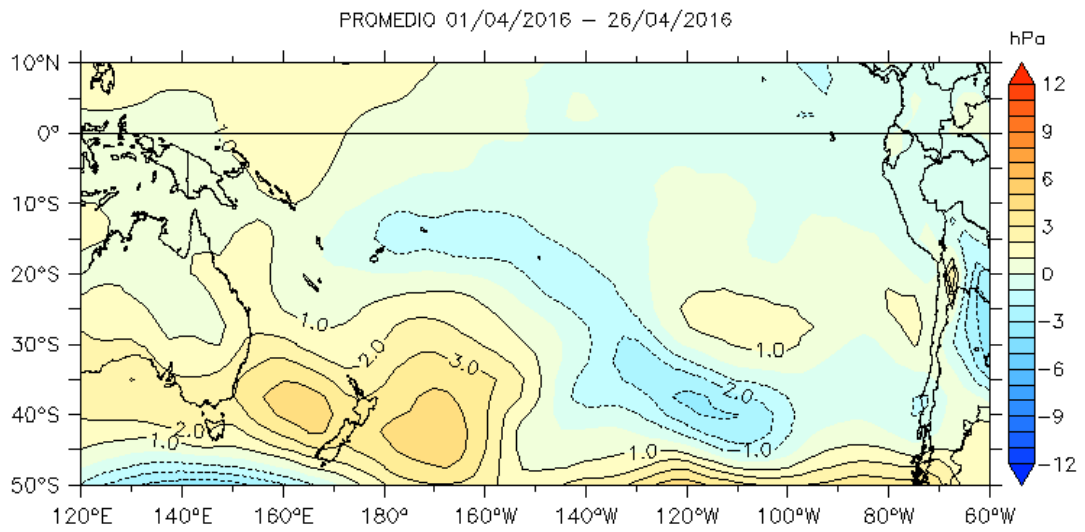


Figura 2a. Anomalías de presión atmosférica a nivel del mar en hPa, promedio 1-26 abril 2016. Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

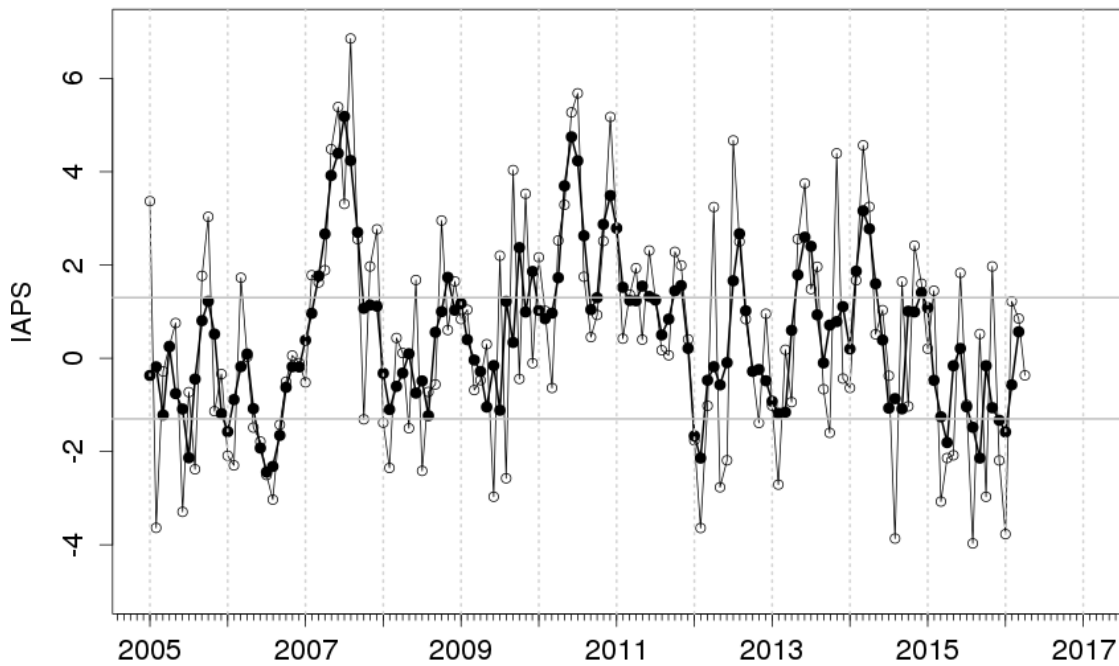


Figura 3. Variación temporal del IAPS hasta el trimestre FMA 2016. La variación temporal del IAPS (circulo negro) y de la anomalía mensual de la presión atmosférica a nivel mar del núcleo del APS (circulo blanco).

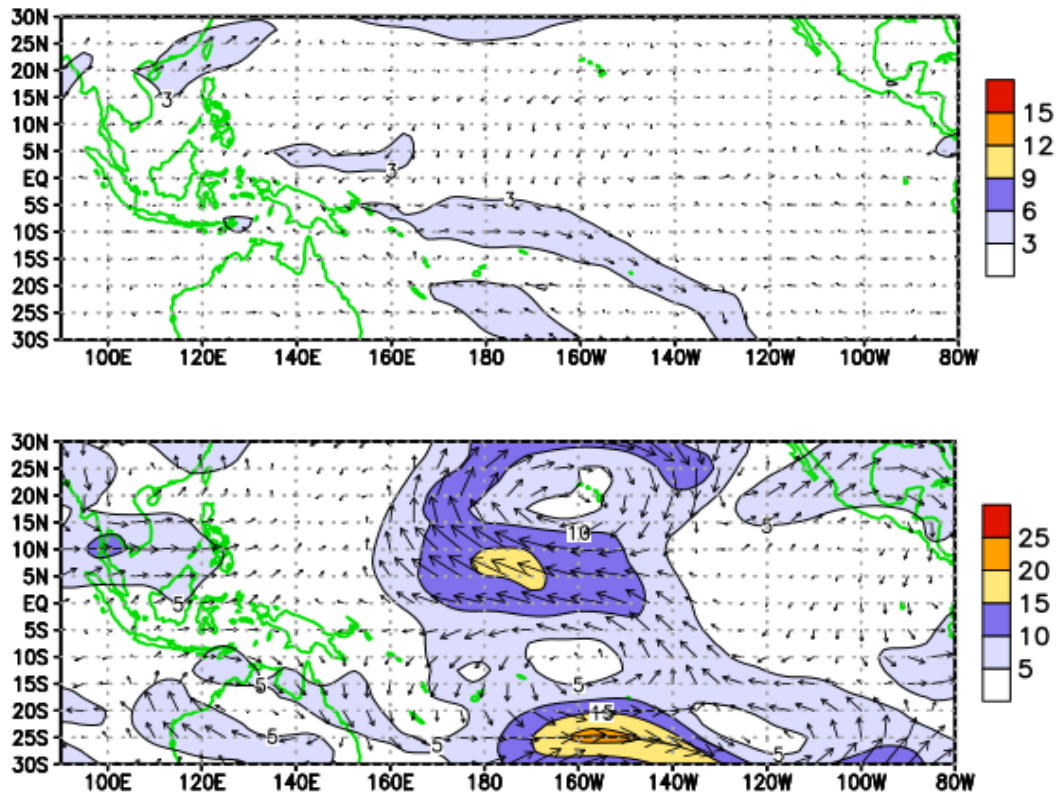
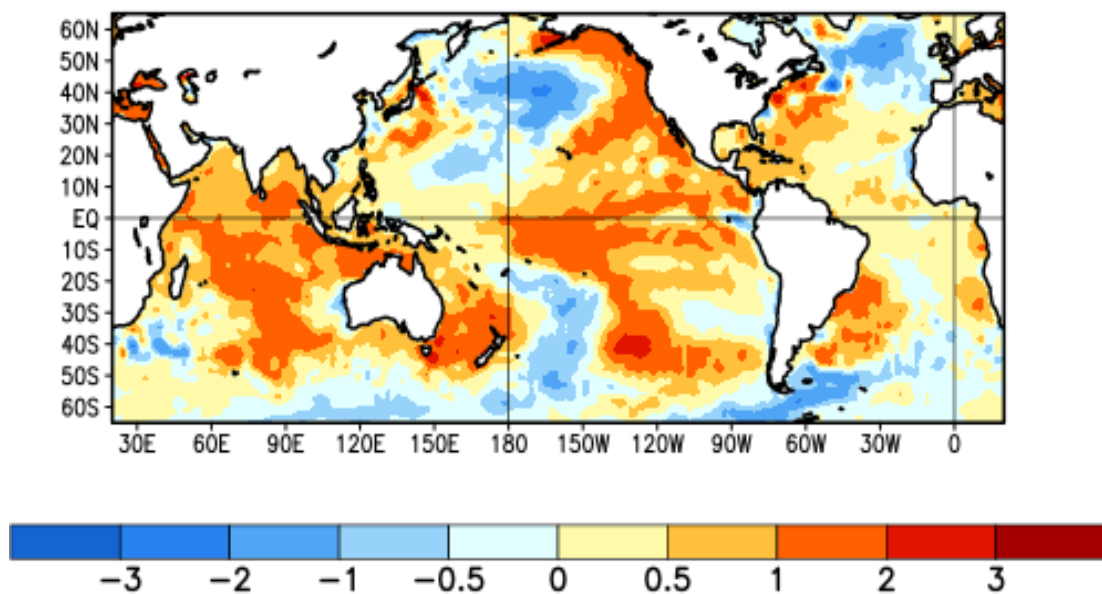


Figura 4. Distribución espacial del viento (m/s) a nivel de 850 hPa (panel superior) y a 200 hPa (panel inferior) del 01 al 30 de abril de 2016. Adaptado del CPC/NCEP/NWS/NOAA.



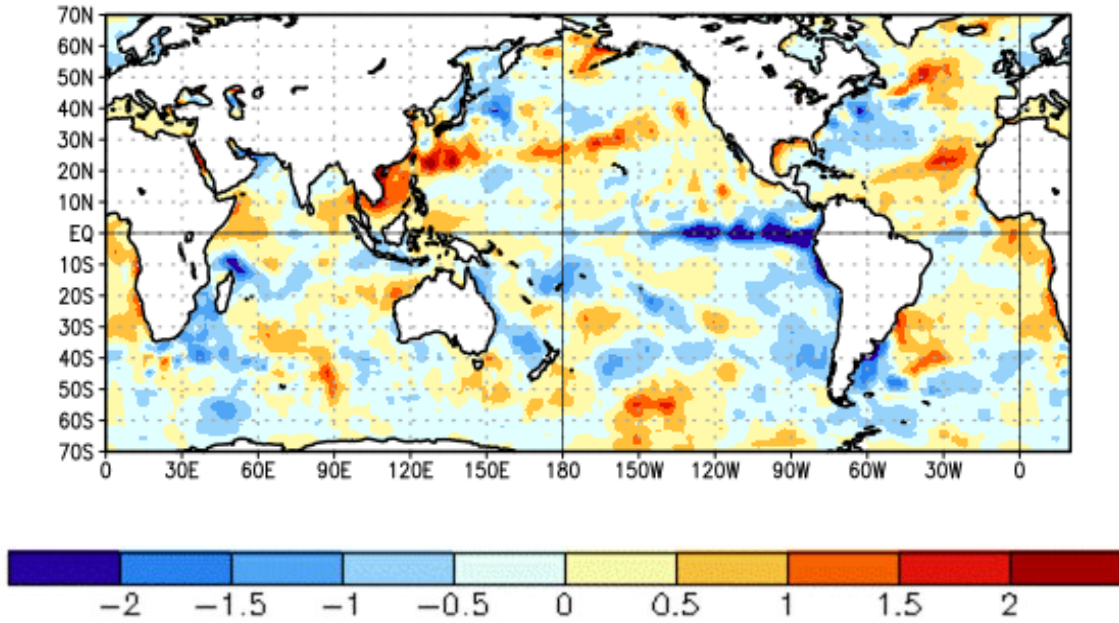


Figura 5. a) Anomalías promedio mensuales de la temperatura superficial del mar (°C) en el panel superior y b) Cambio de las anomalías térmicas semanales de 27 de abril menos el 30 de marzo de 2016 en el panel inferior. Adaptado de CPC/NCEP/NWS/NOAA.

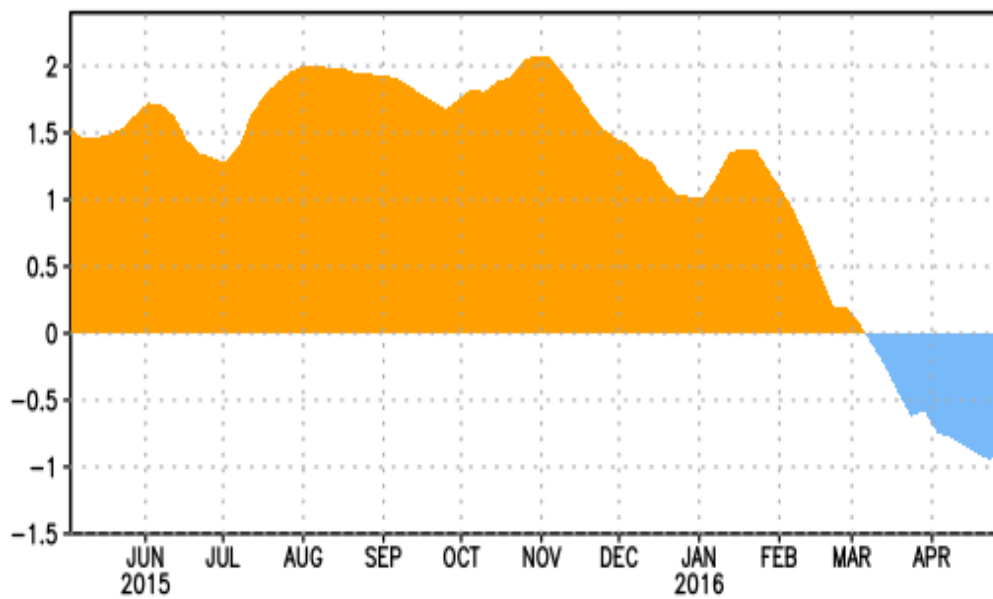


Figura 6. Anomalías promedio semanales del contenido de calor del océano superior (0-300 m) entre 180-100°W (Tomado de NOAA).

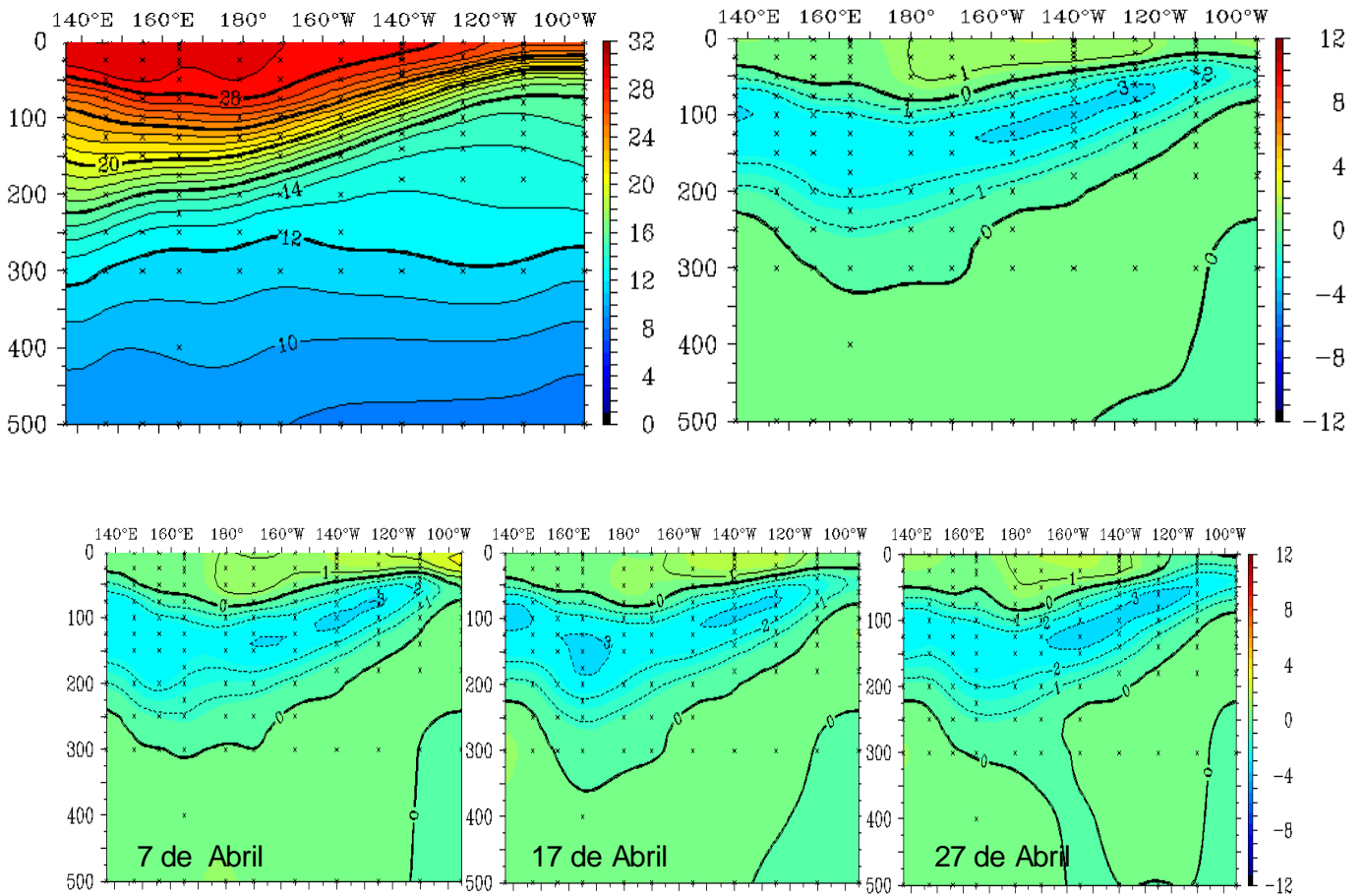


Figura 7. Estructura promedio mensual de: temperatura del agua de mar (°C) y las anomalías (panel superior) para los primeros 500 m superiores del océano Pacífico entre 2°N y 2°S en abril de 2016. En el panel inferior se aprecian las secciones promedio de 5 días entre 2°S y 2°N para los periodos del 3 al 7 de abril (a la izquierda), del 13 al 17 de abril (al centro) y del 23 al 27 de abril (a la derecha). Los gráficos se han adaptado de TAO Project Office/PMEL/NOAA.

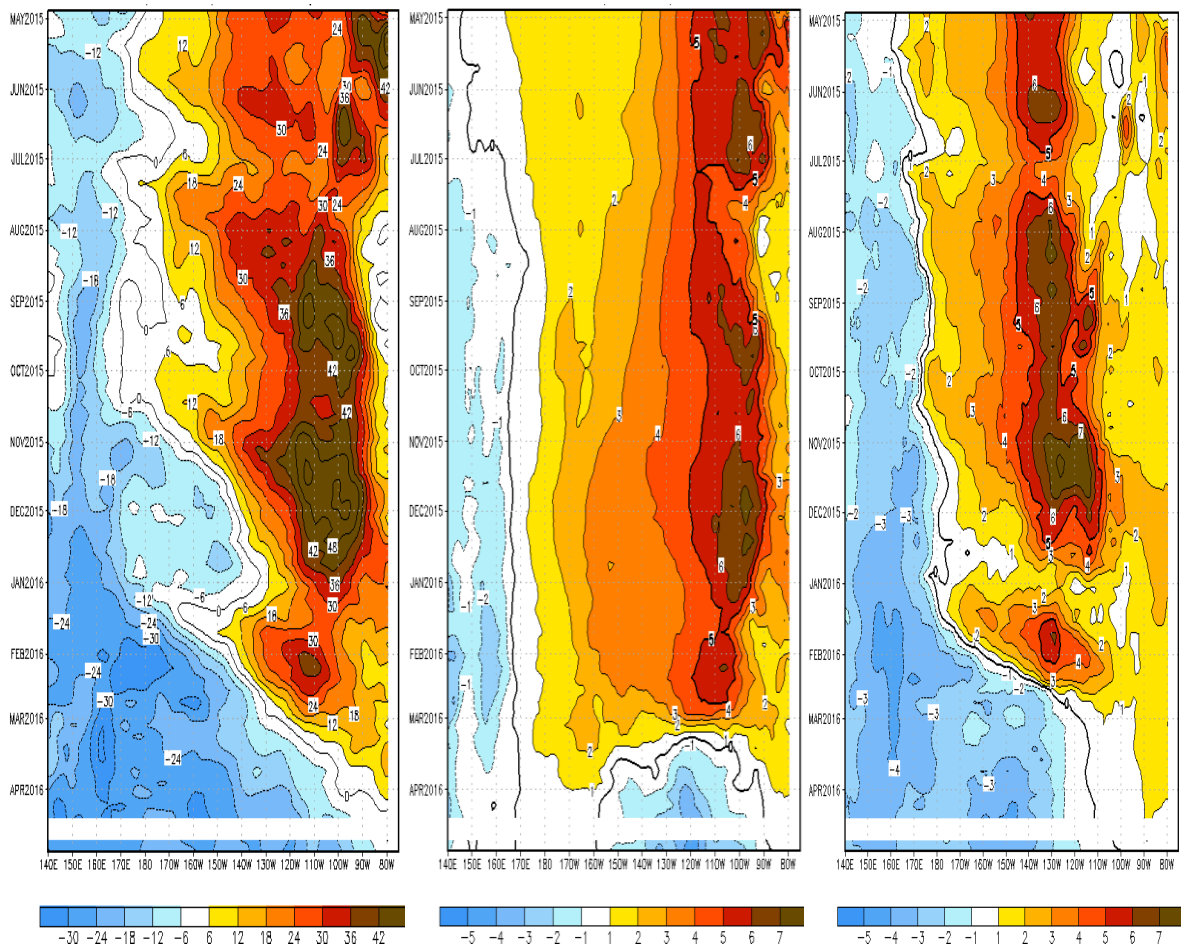


Figura. 8. Evolución de las anomalías de la profundidad de la isoterma de 20°C entre 2°N y 2°S al 30 de abril de 2016 (panel a la izquierda) tomado de TAO/NCEP. En los paneles al centro y a la derecha se aprecian los diagramas Hovmoller de la evolución de las anomalías térmicas promediadas cada 5 días entre 2°S y 2°N a los niveles de 55 y 105 m, respectivamente. Información de GODAS, tomado de CPC/NCEP/NOAA.

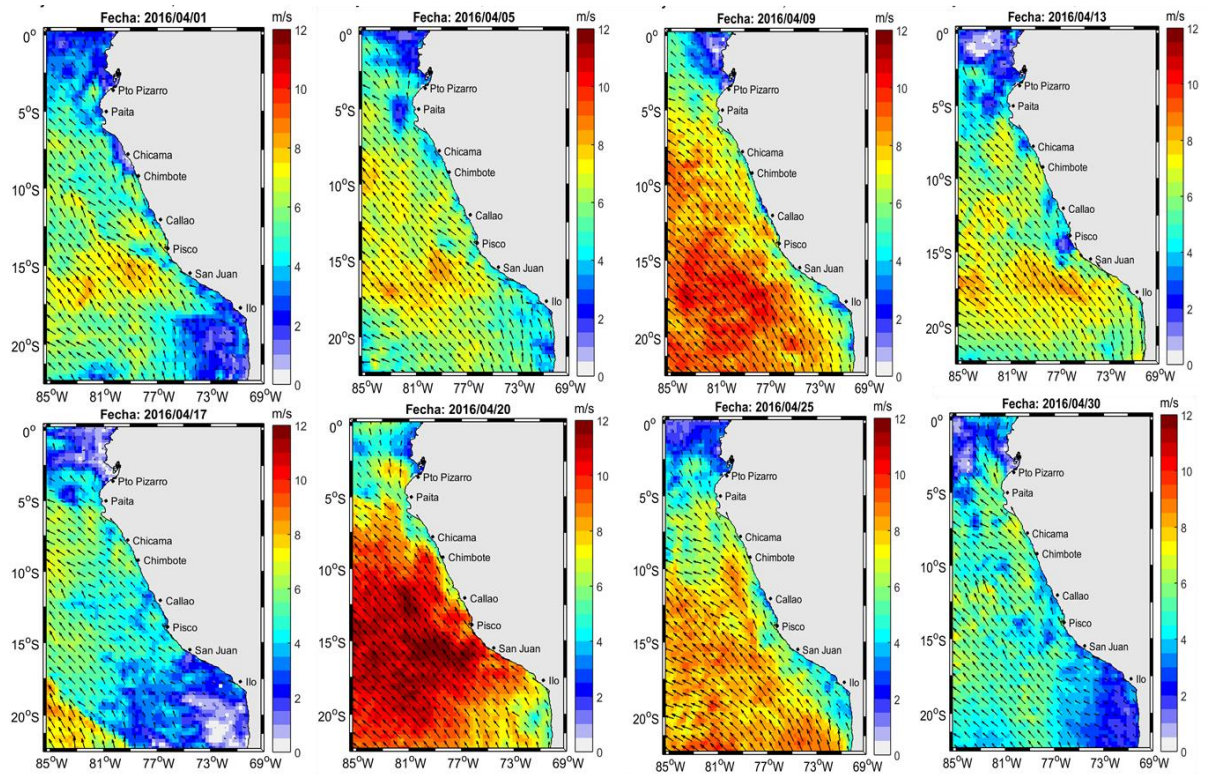


Figura N° 9: Mapas de la Velocidad del Viento frente a la costa peruana, durante el mes de abril del 2016 (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 30/04/2016.

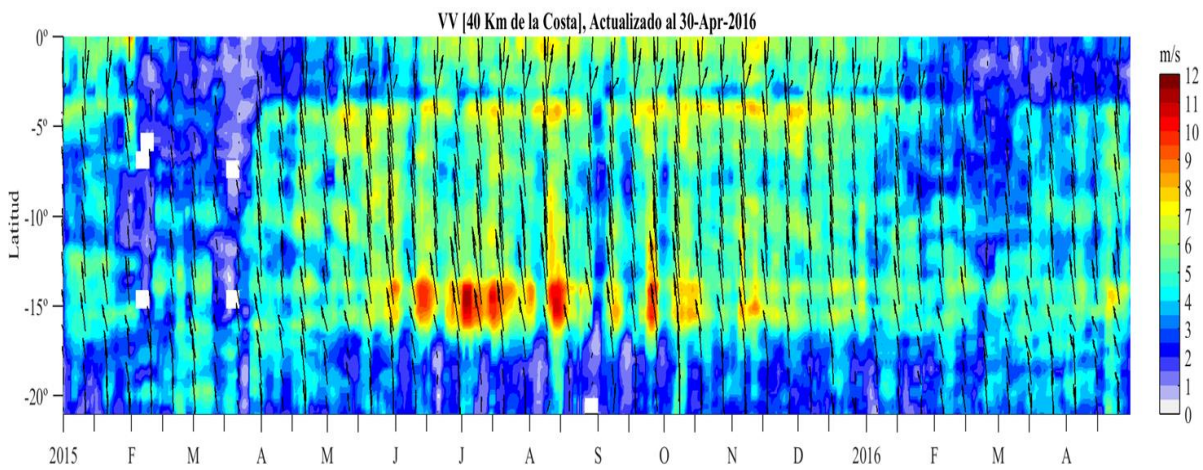


Figura N° 10: Diagrama Howmøller de la Velocidad del Viento a lo largo de la costa peruana, durante los últimos seis meses (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 30/04/2016.

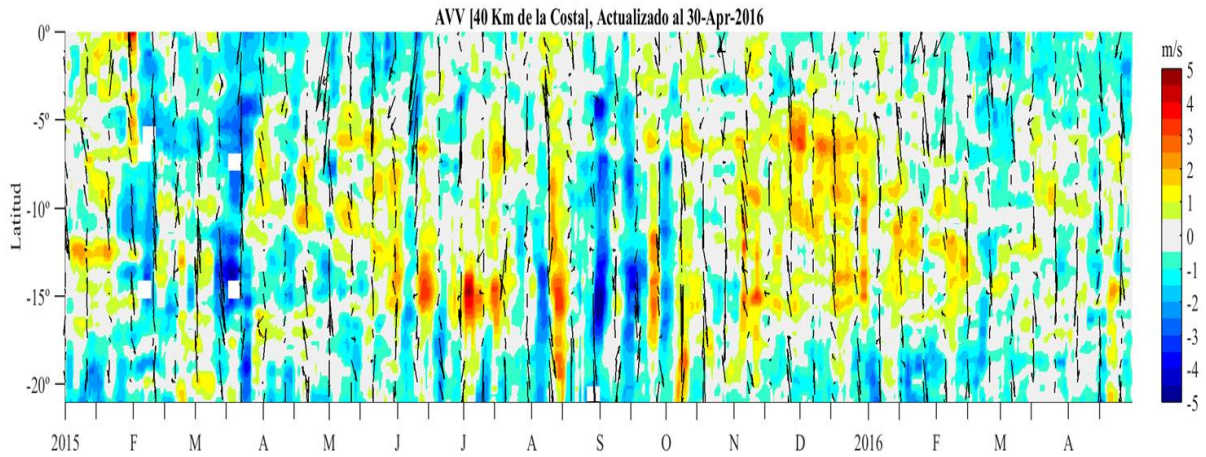


Figura N° 11: Diagrama Hovmöller de la Anomalia de la Velocidad del Viento a lo largo de la costa peruana, durante los últimos seis meses (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 30/04/2016.

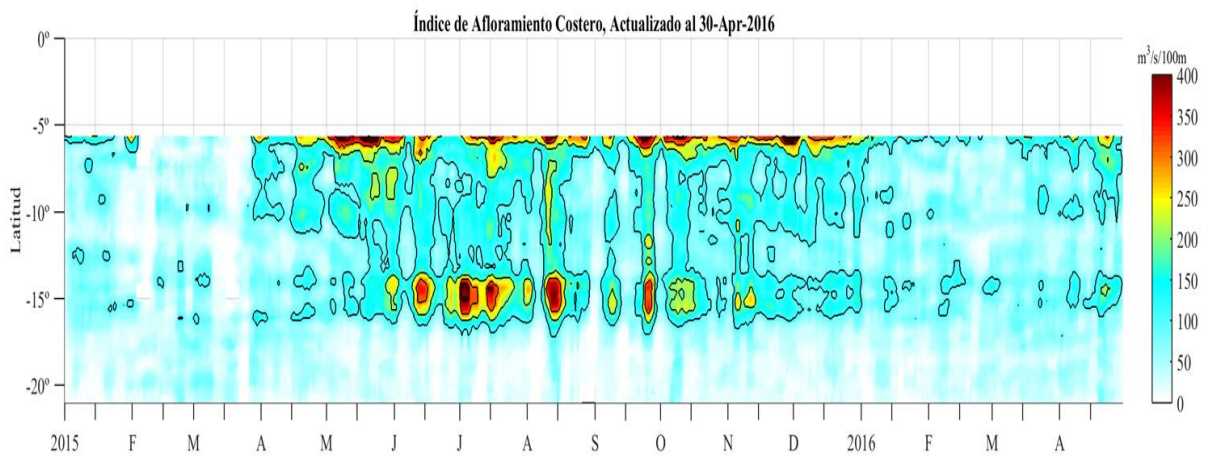


Figura N° 12: Índice de Afloramiento Costero ($m^3/s \times 100m$), Calculado a partir del viento satelital ASCAT a 40 Km frente a la costa del Perú. Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE. Actualizada hasta el 30/04/2016.

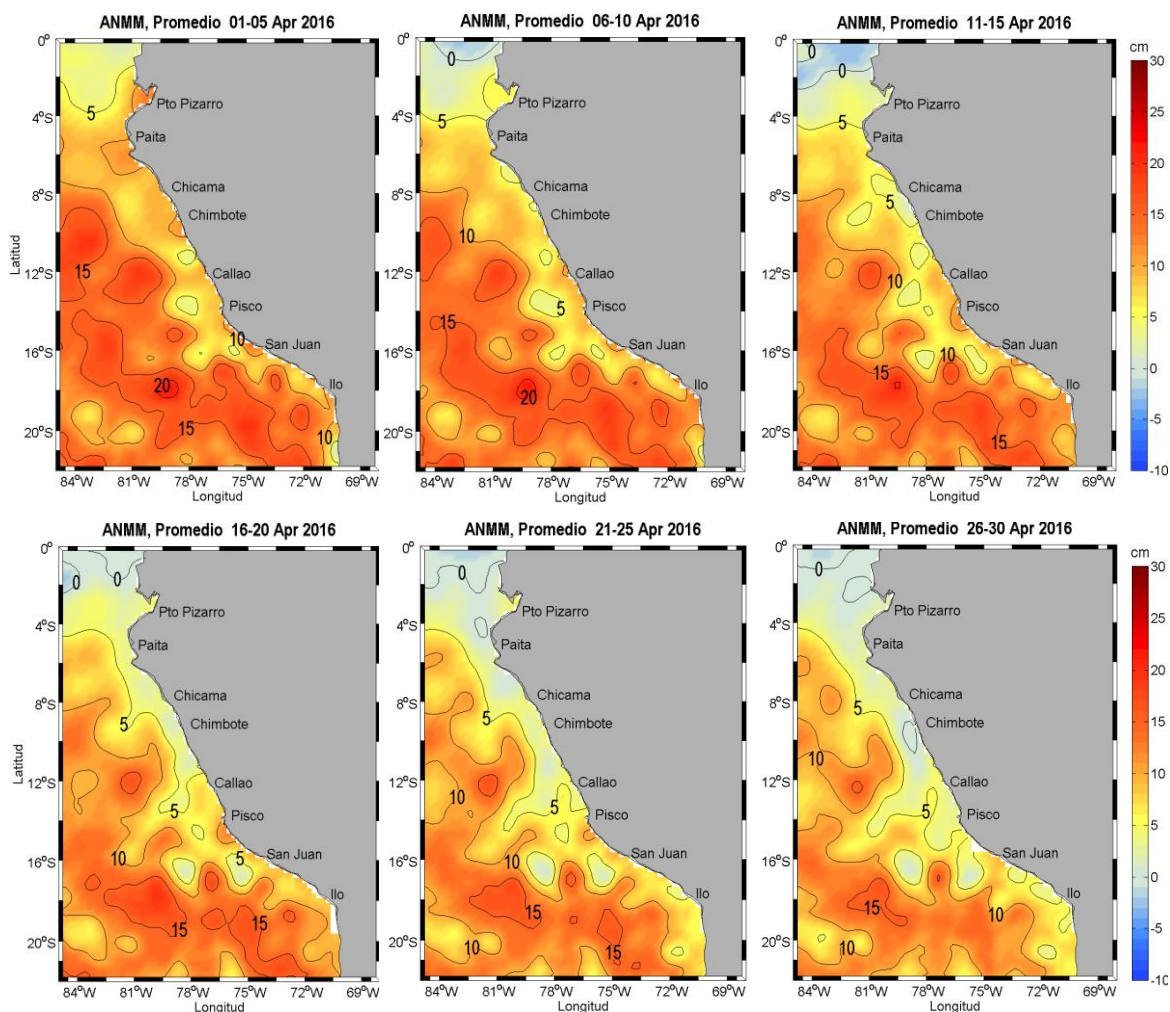


Figura 13. Anomalia de altura del nivel del mar (cm). Pentadas del 1-30 de abril 2016. (Fuente: CMEMS. Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física marina, IMARPE).

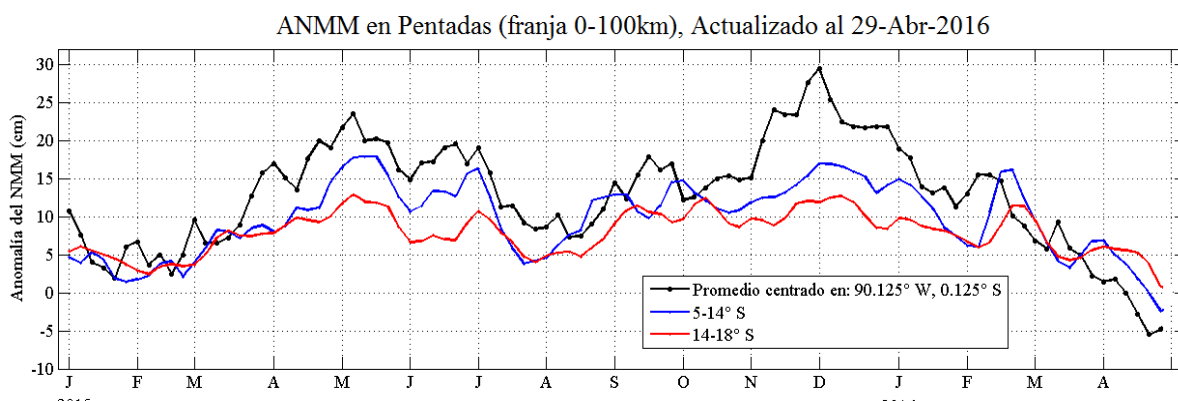


Figura 14. Variación temporal en promedios cada 5 días de la ANMM, período 2015--2016. (Fuente: CMEMS. Procesamiento: Laboratorio de Hidro-física marina, IMARPE).

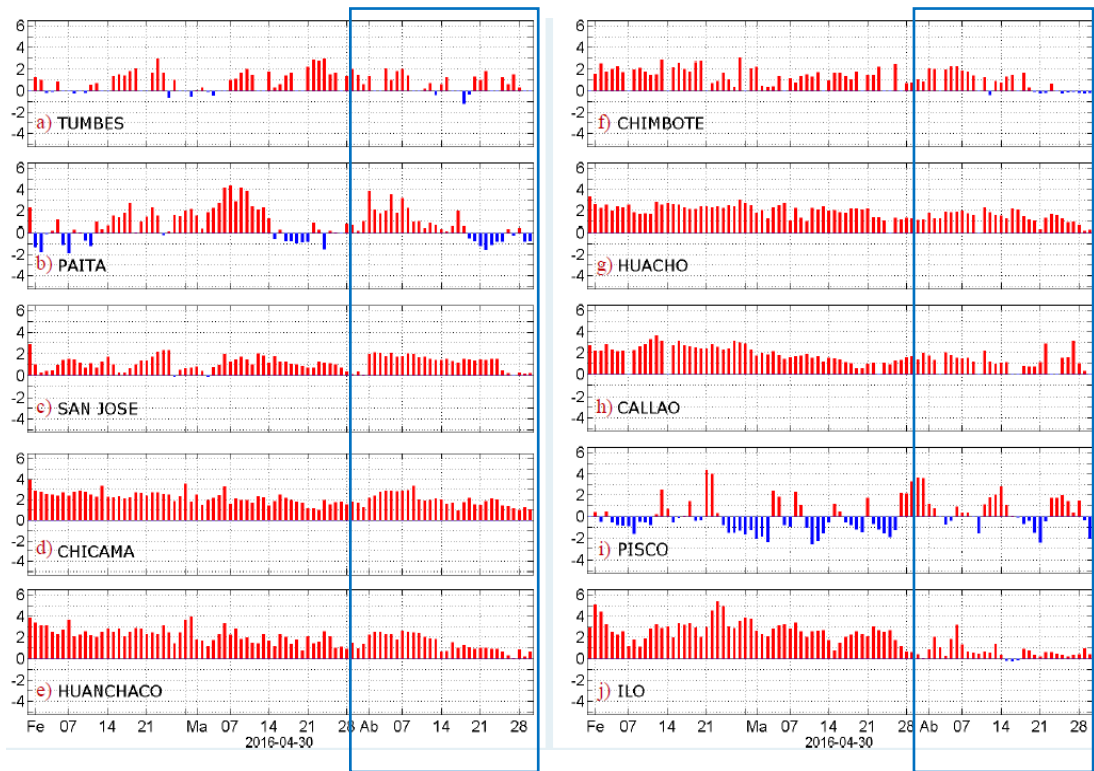


Figura 15. Series temporales del promedio diario de las anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en la red de estaciones costeras de IMARPE durante el último trimestre. Datos: IMARPE, procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE.

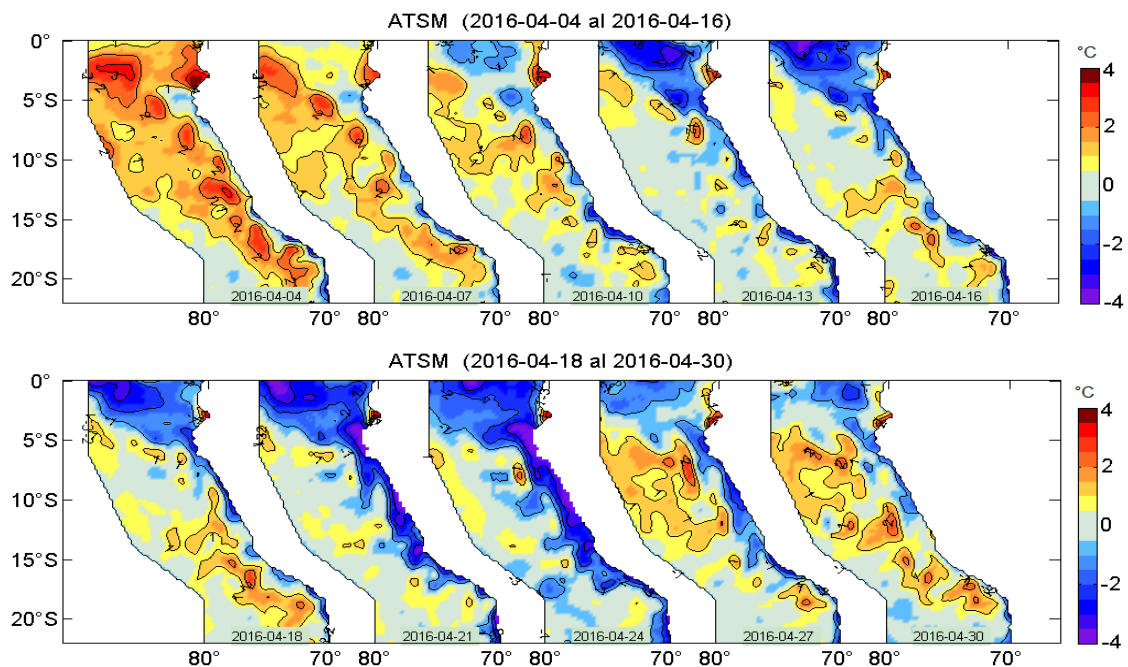


Figura 16. Anomalías de la temperatura superficial del agua (°C) en el mar peruano, cada tres días al 30 de abril de 2016. Datos: AVHRR/NOAA. Procesamiento: IMARPE.

ATSM (franja ~ 0 a 50 mn), Actualizado al 30-Apr-2016

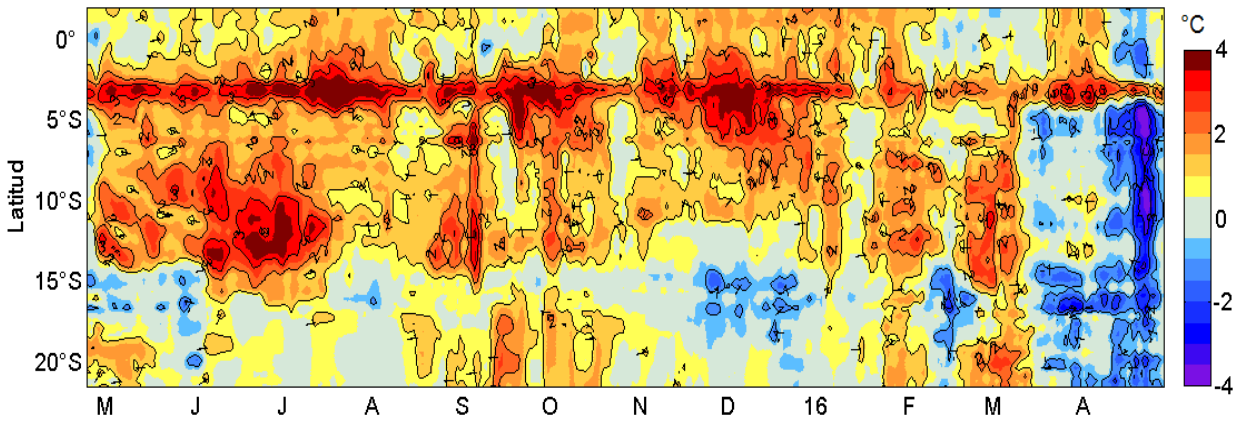


Figura 17. Evolución latitudinal de las anomalías promedio diarias de la temperatura superficial del mar (°C) para la franja de ~50 mn adyacentes al litoral peruano. Datos: AVHRR/NOAA. Procesamiento: IMARPE.

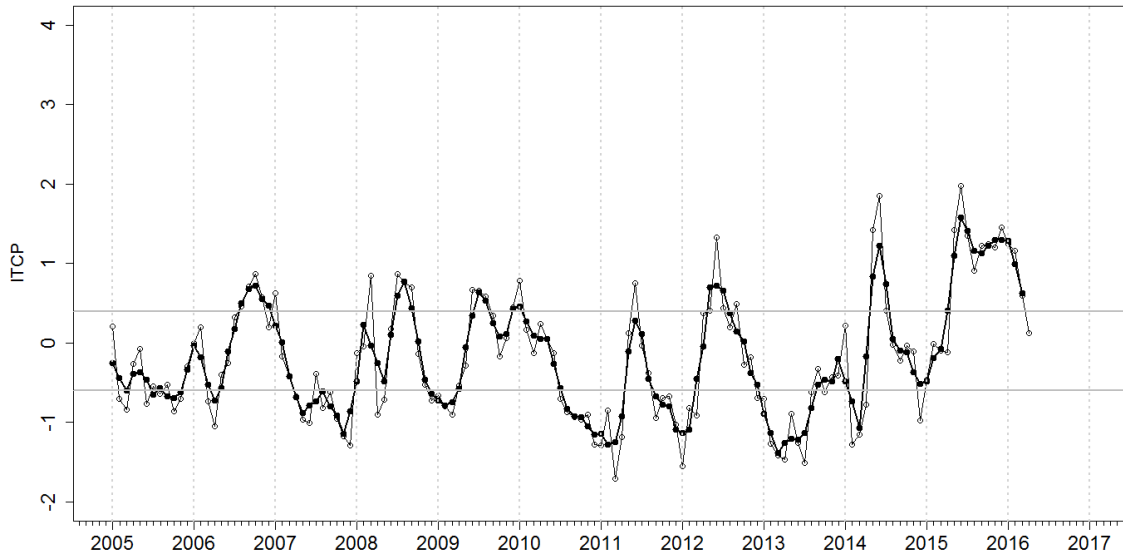


Figura 18. Variación temporal del ITCP hasta el trimestre FMA 2016. La variación temporal del ITCP trimestral (círculo negro) y la serie de tiempo mensual del 1er componente principal de la ATSM (círculo blanco).

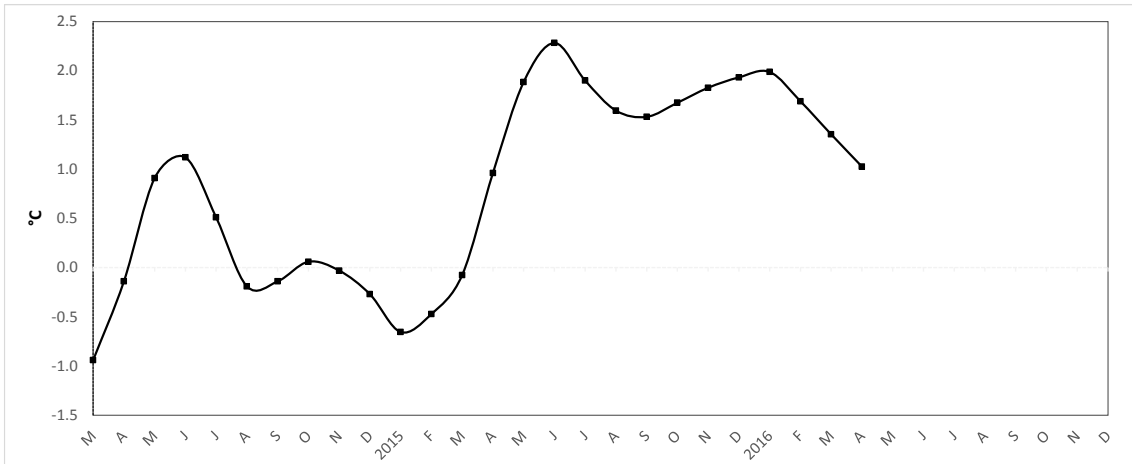


Figura 19. Variación temporal del LABCOS, desde marzo del 2015 hasta abril (valor temporal) de 2016.

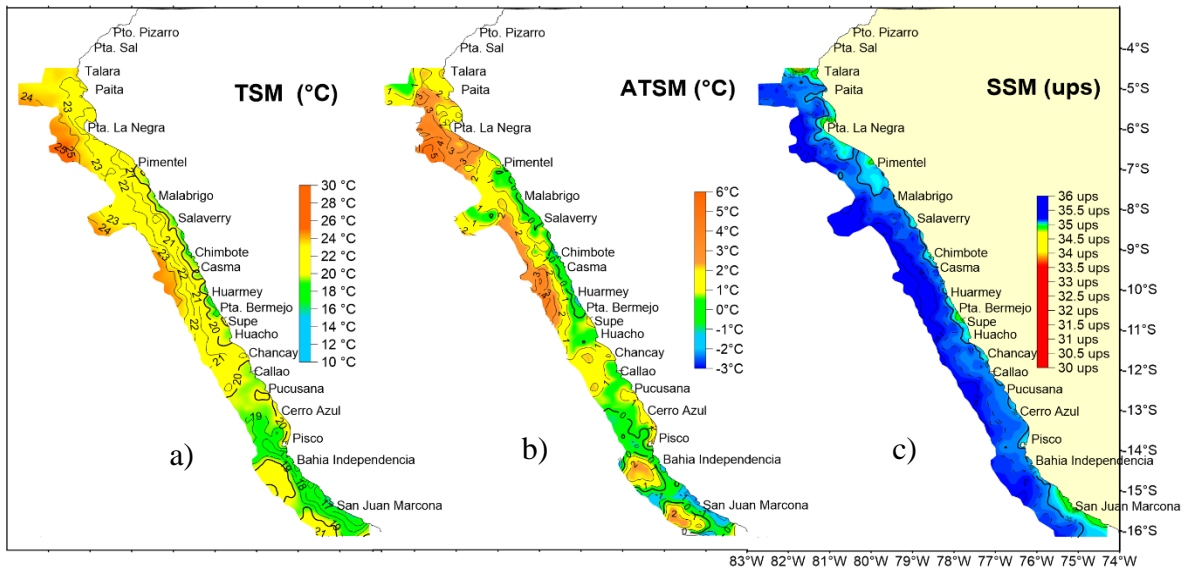


Figura 20. Distribución de a) Temperatura superficial del mar (°C), b) Anomalía térmica (°C) y Salinidad superficial del mar (ups). Cr. Evaluación de Recursos Pelágicos 1603-04 BIC Olaya/Flores.

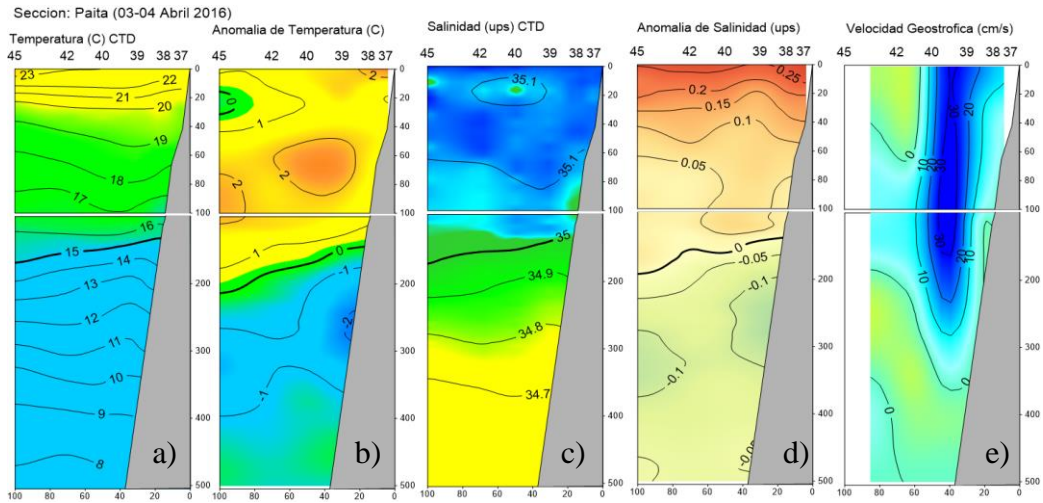


Figura 21. Sección Paita: a) Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) Anomalia térmica ($^{\circ}\text{C}$), c) Salinidad (ups), d) Anomalia de salinidad (ups) y e) Velocidad geostrofica. Cr. Evaluación de Recursos Pelágicos 1603-04 BIC Olaya.

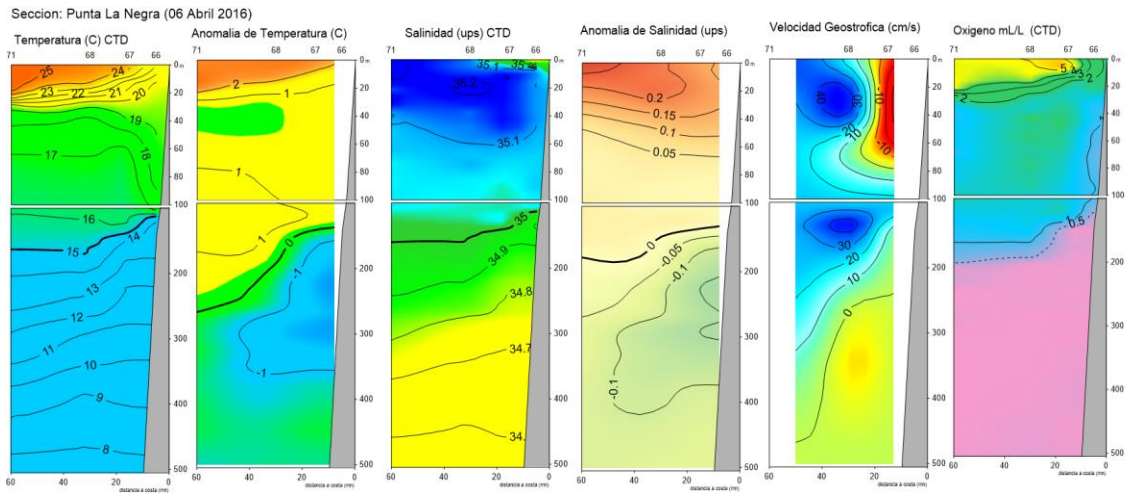


Figura 22. Sección Punta La Negra: a) Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) Anomalia térmica ($^{\circ}\text{C}$), c) Salinidad (ups), d) Anomalia de Salinidad (ups), e) Velocidad geostrofica (cm/s) y f) Oxígeno disuelto (mL/L), Cr. Evaluación de Recursos Pelágicos 1603-04 BIC Olaya.

Sección: Chicama (09-10 Abril 2016)

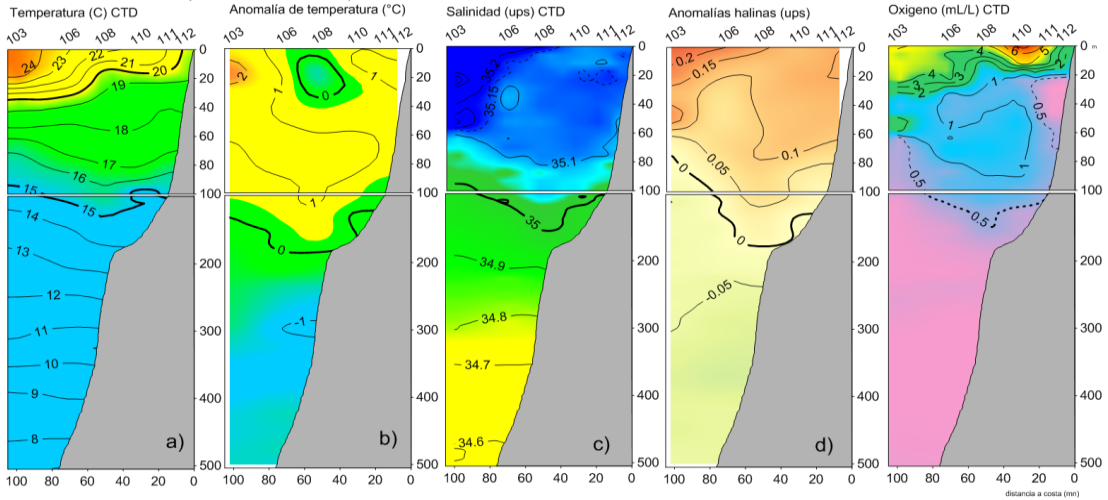


Figura 23. Sección Chicama: a) Temperatura (°C), b) Anomalia térmica (°C), c) Salinidad (ups), d) Anomalia de salinidad (ups) y e) oxígeno disuelto (mL/L). Cr. Evaluación de Recursos Pelágicos 1603-04 BIC Olaya. e)

Sección: Chimbote (13-14 Abril 2016)

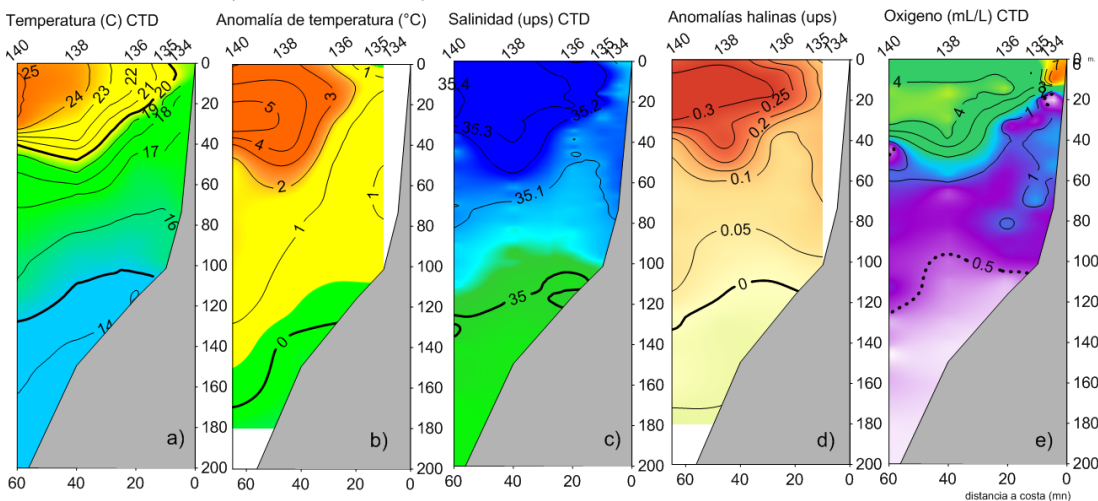


Figura 24. Sección Chimbote: a) Temperatura (°C), b) Anomalia térmica (°C), c) Salinidad (ups), d) Anomalia de Salinidad (ups), e) Oxígeno disuelto (mL/L). Cr. Evaluación de Recursos Pelágicos 1603-04 BIC Olaya.

Sección CALLAO (19-20 de abril 2016)

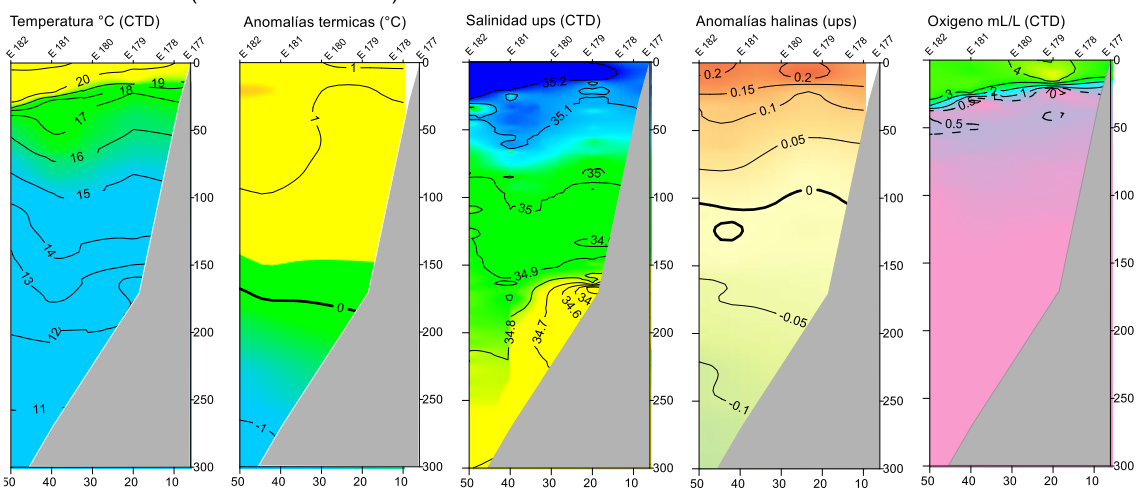


Figura 25. Sección Callao: a) Temperatura (°C), b) Anomalia térmica (°C), c) Salinidad (ups), d) Anomalia de Salinidad (ups), e) Oxígeno disuelto (mL/L). Cr. Evaluación de Recursos Pelágicos 1603-04 BIC Olaya.

Sección Pisco (24-25 de abril 2016)

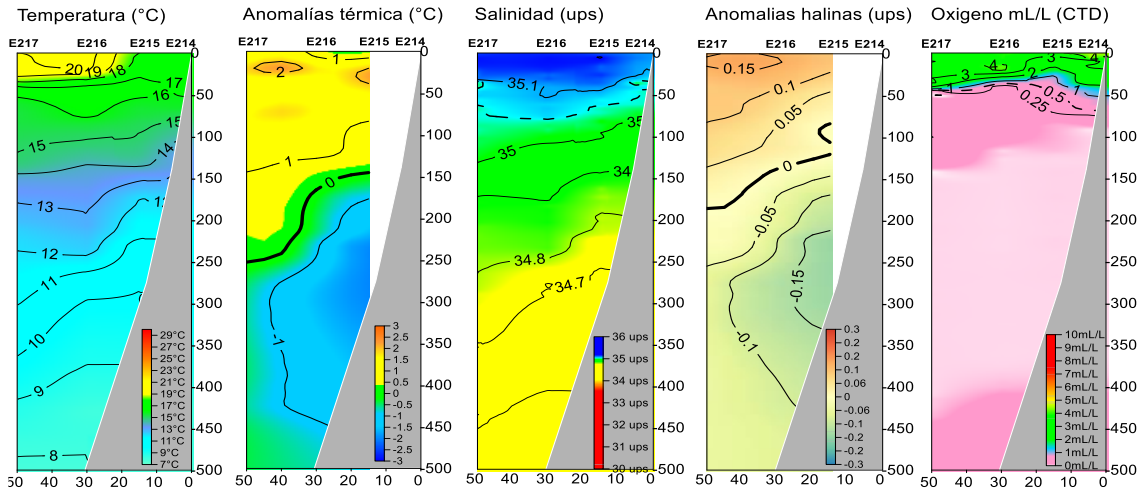


Figura 26. Sección Pisco: a) Temperatura (°C), b) Anomalia térmica (°C), c) Salinidad (ups), d) Anomalia de Salinidad (ups), e) Oxígeno disuelto (mL/L). Cr. Evaluación de Recursos Pelágicos 1603-04 BIC Olaya.

Sección San Juan ((27 de abril 2016)

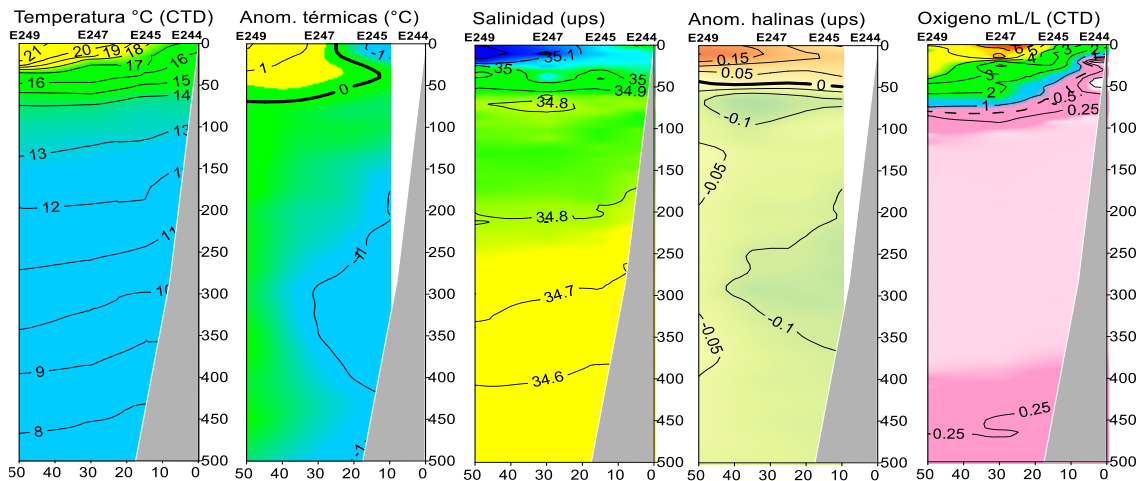


Figura 27. Sección San Juan: a) Temperatura (°C), b) Anomalia térmica (°C), c) Salinidad (ups), d) Anomalia de Salinidad (ups), e) Oxígeno disuelto (mL/L). Cr. Evaluación de Recursos Pelágicos 1603-04 BIC Olaya.

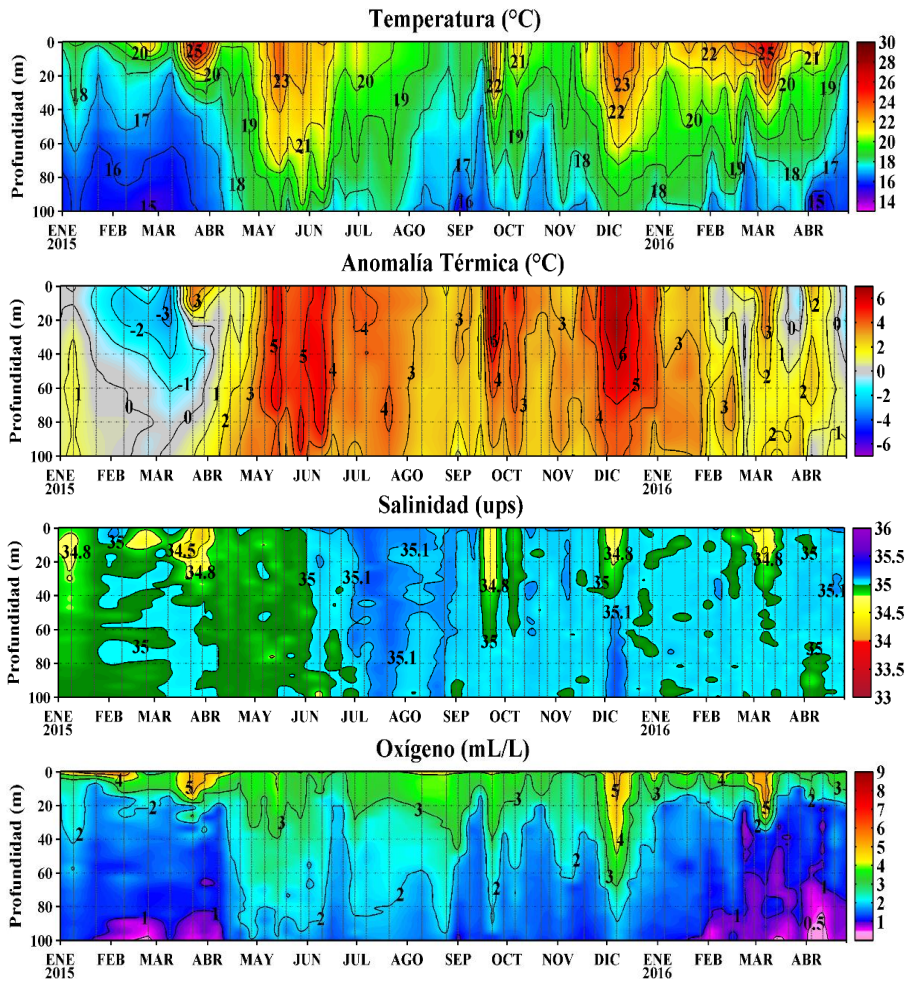


Figura 28. Estructura de la temperatura ($^{\circ}\text{C}$), anomalía de la temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (ups) y contenido de oxígeno disuelto (mL/L) en la estación fija Paíta de enero al 25 de abril de 2016. Datos y procesamiento: LHFMDGIOCC/IMARPE.

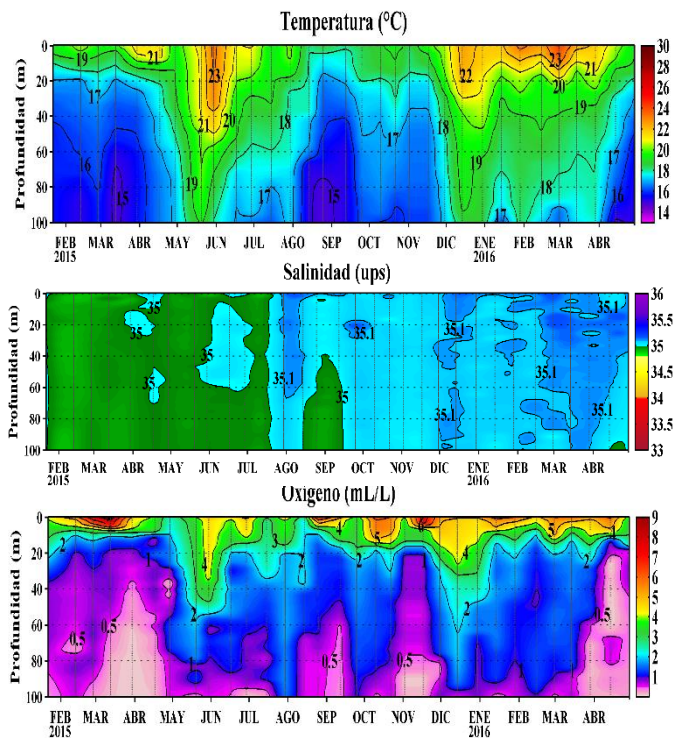


Figura 29. Estructura de la temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (ups) y oxígeno (ml/L) en la estación fija Chicama de febrero 2015 al 29 de abril 2016. Datos y procesamiento: LHFMDGIOCC/IMARPE.

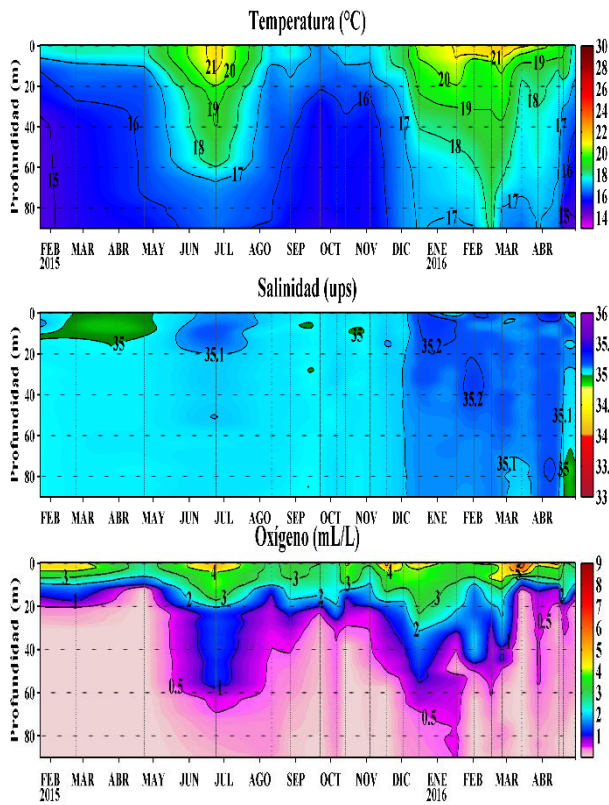


Figura 30. Estructura de la temperatura (°C), salinidad (ups) y oxígeno (ml/L) en la estación fija Callao de enero al 29 de abril 2016. Datos y procesamiento: LHFM/DGIOCC/IMARPE.

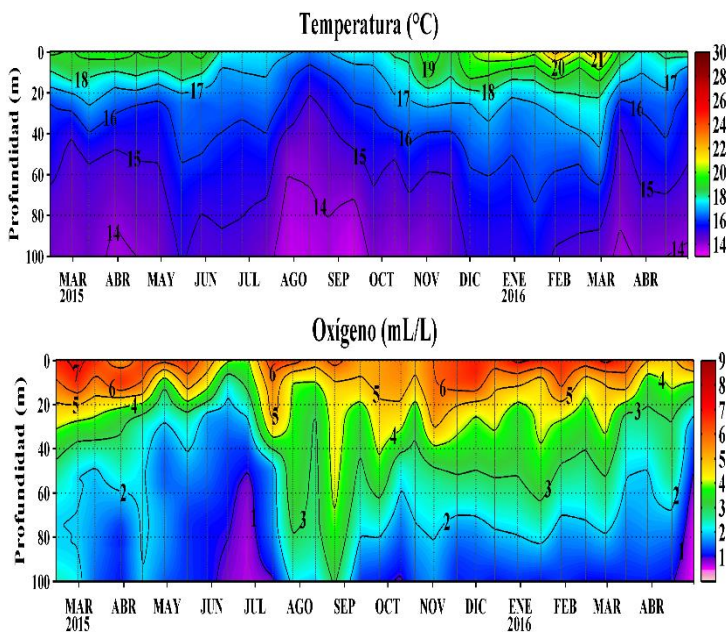


Figura 31. Estructura de la temperatura (°C) y contenido de oxígeno disuelto (mL/L) en la estación fija Ilo de febrero de 2015 al 30 de abril de 2016. Datos y procesamiento: LHFM/DGIOCC/IMARPE.

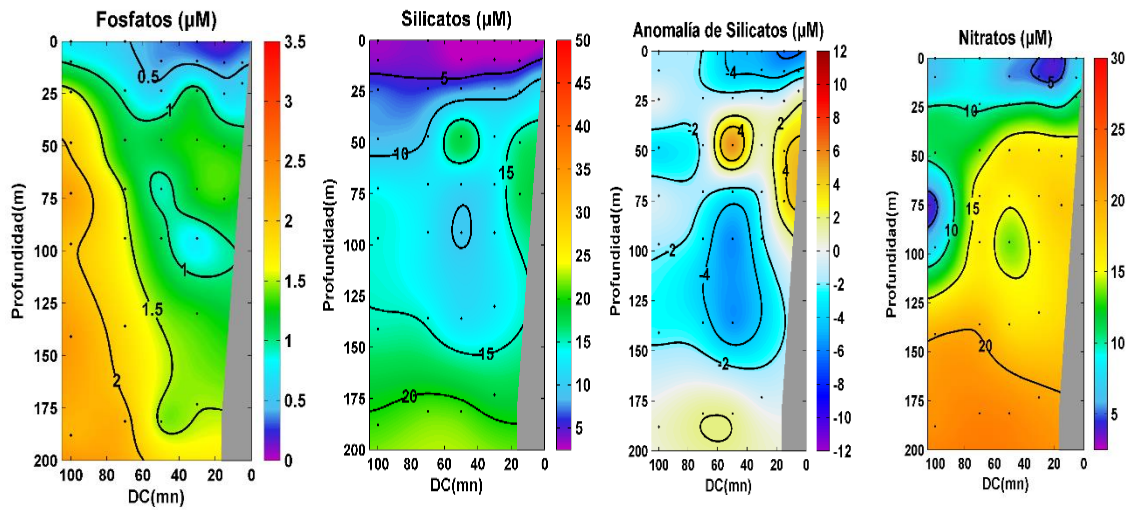


Figura 32. Distribución Vertical de Nutrientes, Sección Paita– 03-04 abril 2016.

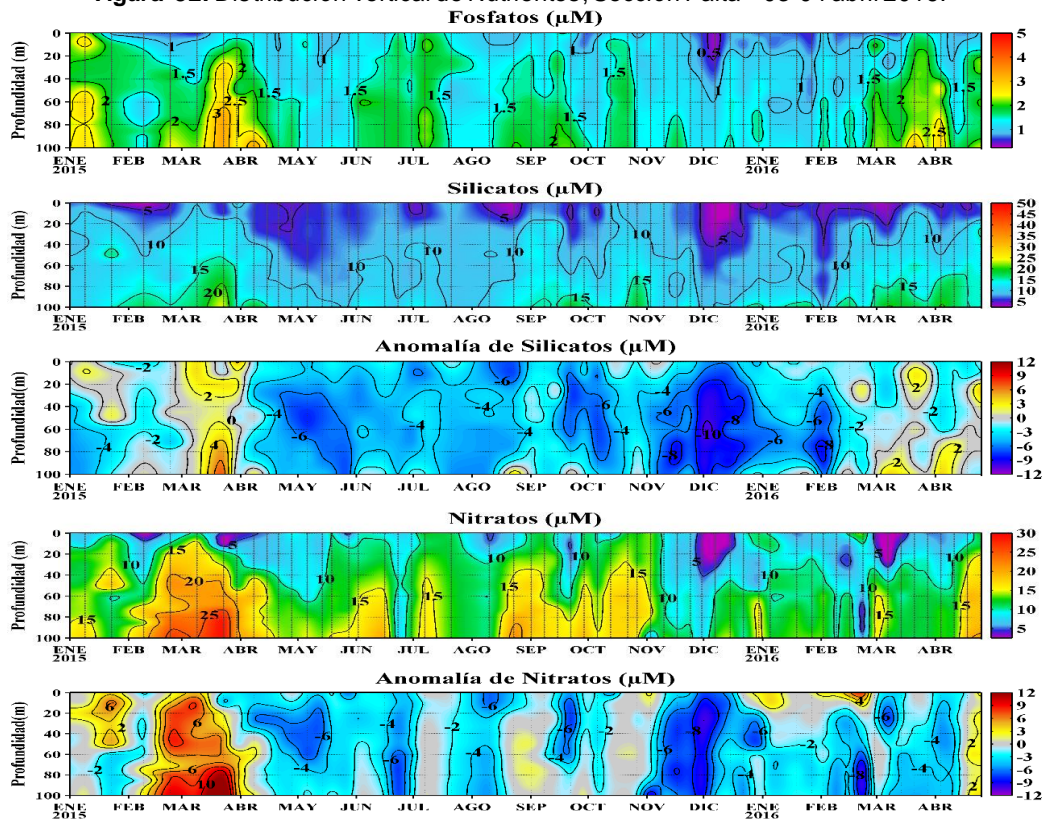


Figura 33. Distribución Vertical de Nutrientes, en el Punto Fijo Paita a abril 2016.

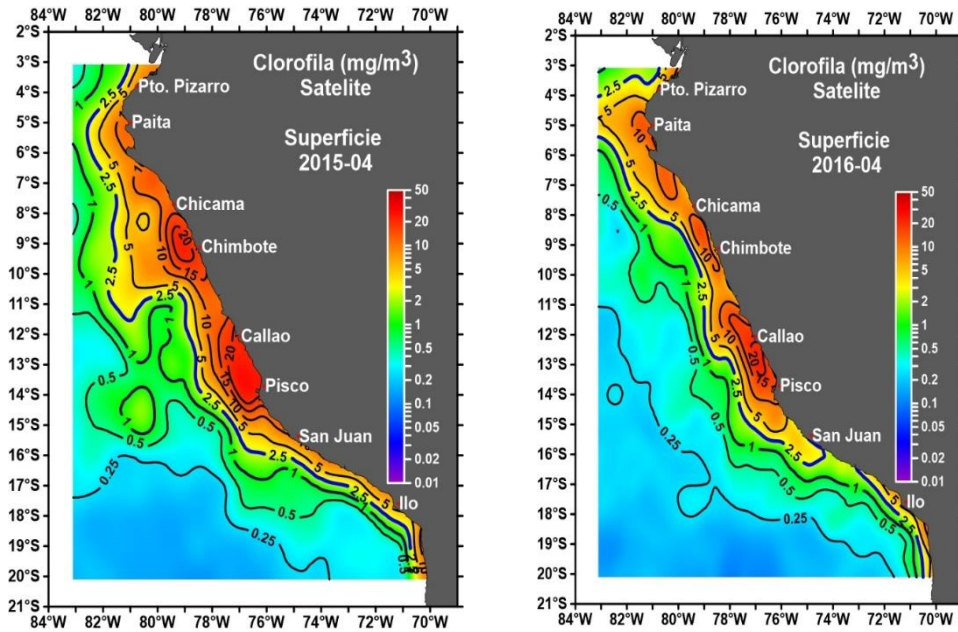


Figura 34. Distribución Superficial de Clorofila-a ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$), información procedente del Satélite MODIS-AQUA, resolución 9 km para abril 2015 – 2016.

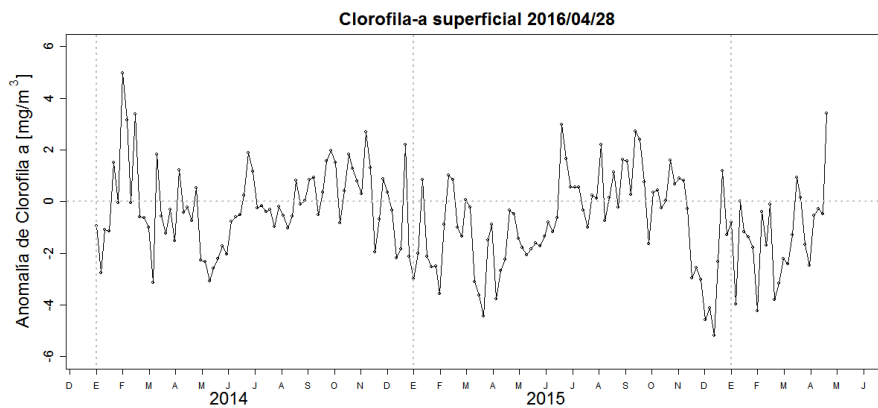


Figura 35 a. Anomalia promedio de clorofila-a superficial ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$) cada 5 días del satélite MODIS dentro de los 100 km a la costa y los $4^{\circ}\text{S} - 16^{\circ}\text{S}$ desde enero del 2014 hasta el 28 de abril del 2016.

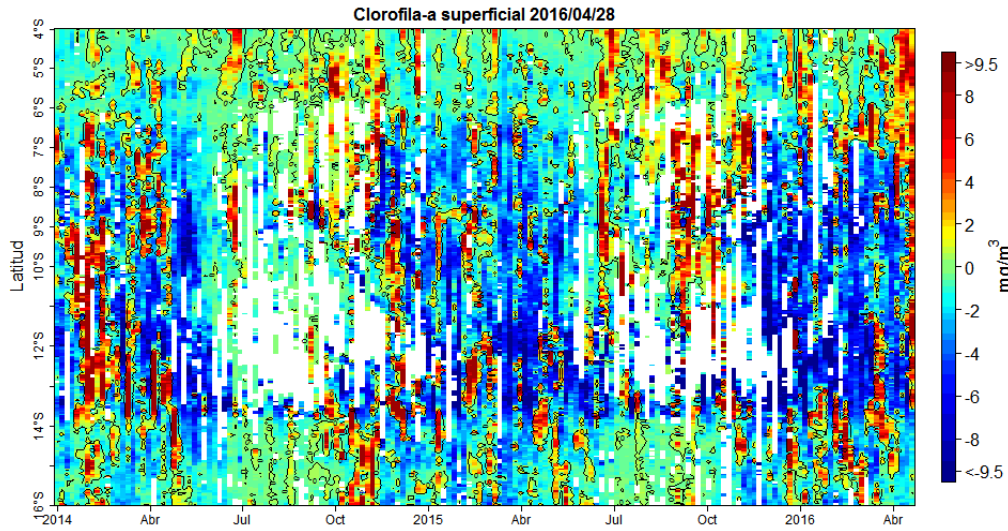


Figura 35 b. Anomalia promedio de clorofila-a superficial (mg/m^3) cada 5 días del satélite MODIS dentro de los 100 km a la costa desde enero del 2014 hasta el 28 de abril del 2016.

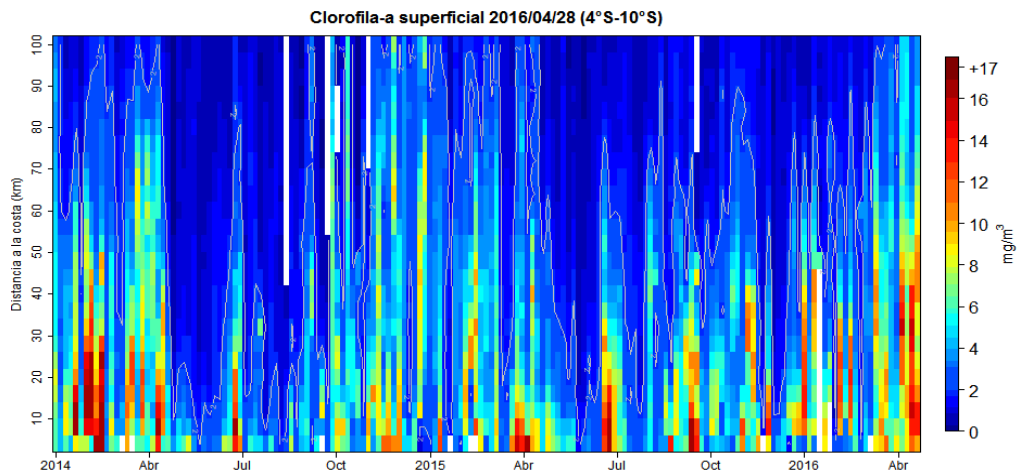


Figura 36 a. Clorofila-a superficial (mg/m^3) promediada cada 5 días del satélite MODIS dentro de los 100 km a la costa en la zona norte ($4^{\circ}\text{S}-10^{\circ}\text{S}$) desde enero del 2014 hasta el 28 de abril del 2016.

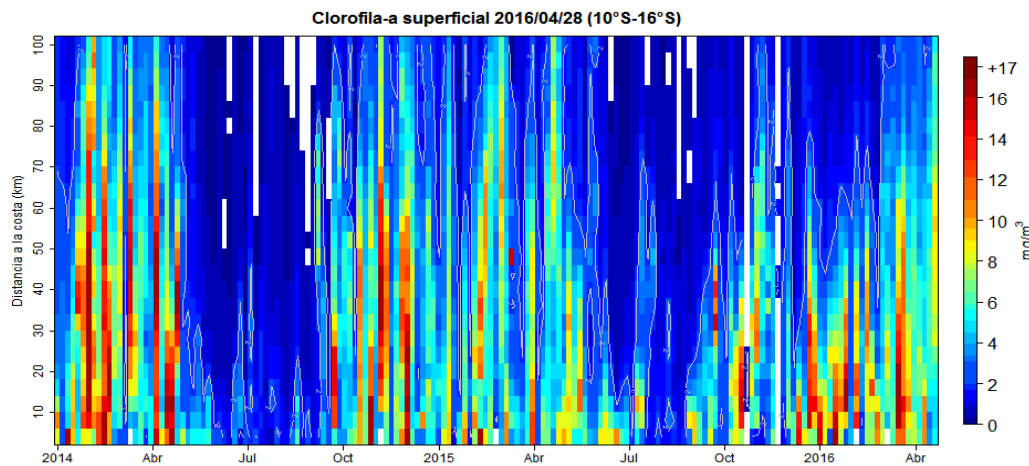


Figura 36 b. Clorofila-a superficial (mg/m^3) promediada cada 5 días del satélite MODIS dentro de los 100 km a la costa en la zona centro ($10^{\circ}\text{S}-16^{\circ}\text{S}$) desde enero del 2014 hasta el 28 de abril del 2016.

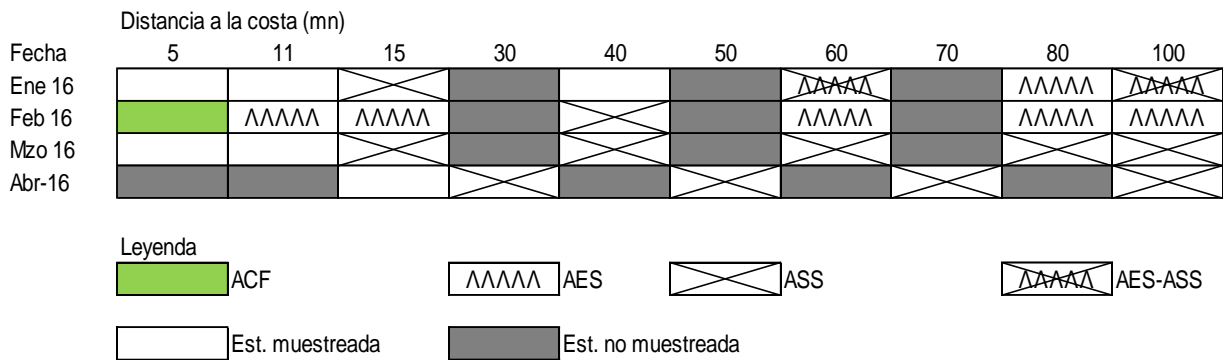


Figura 37. Distribución de indicadores biológicos de fitoplancton en el perfil hidrogáfico Paíta 1603

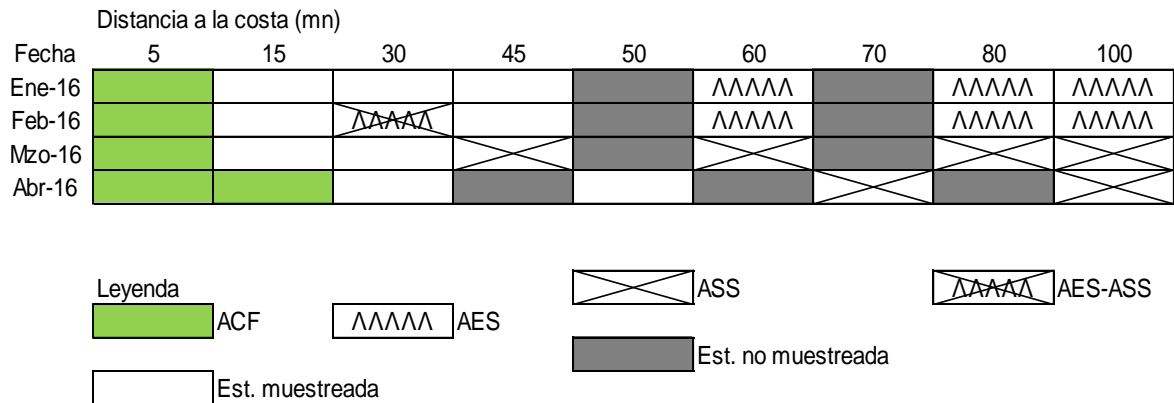


Figura 38. Distribución de indicadores biológicos de fitoplancton en el perfil hidrogáfico Chicama 1604

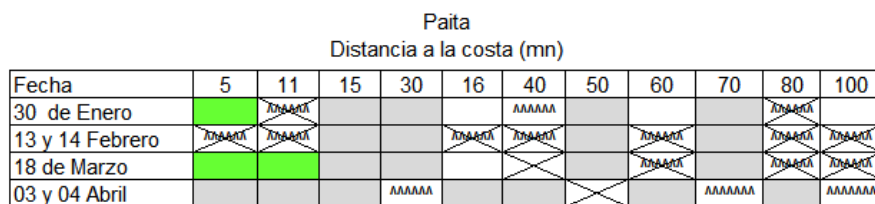


Figura 39. Indicadores biológicos de zooplancton frente a Paíta 1604

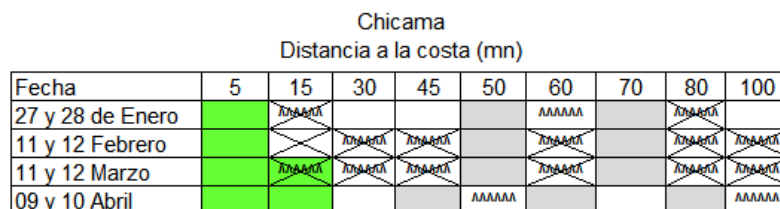


Figura 40. Indicadores biológicos de zooplancton frente a Paíta 1604

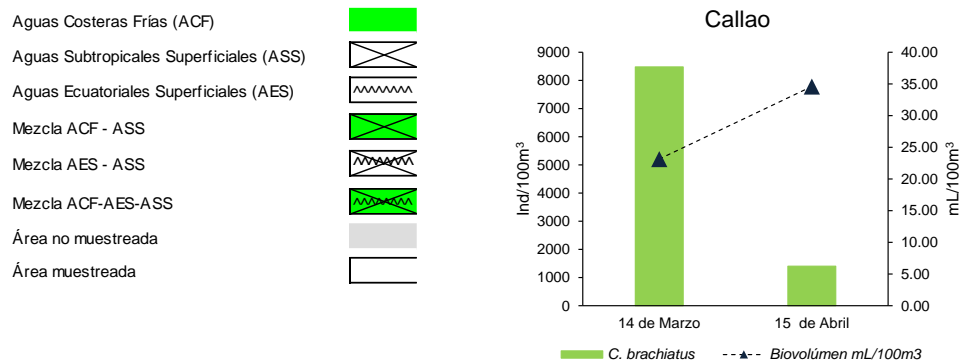


Figura 41. Abundancia de indicadores biológicos de zooplancton y bio-volumenes de zooplancton Punto Fijo Callao

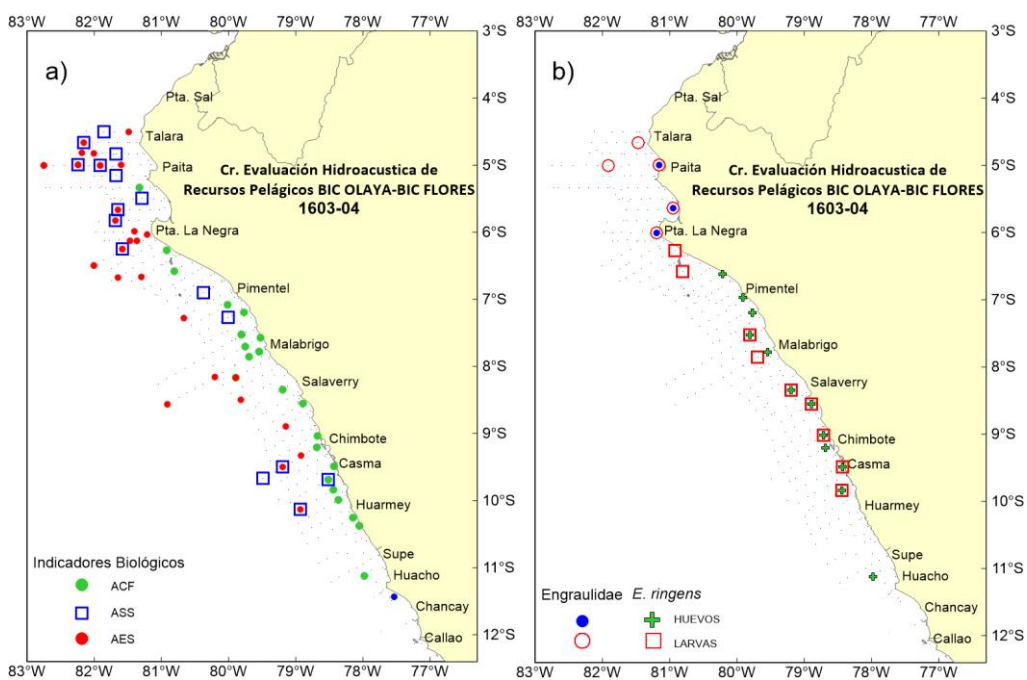


Figura 42 a y b. Indicadores asociados a masas de agua y presencia de huevos y larvas de y anchoveta en el Crucero Pelágicos 1603-04.

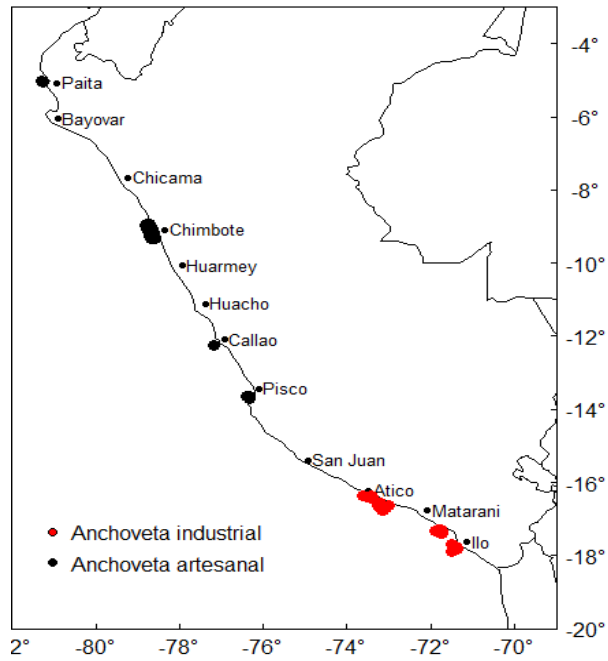


Figura 43. Distribución de capturas de anchoveta en el litoral peruano provenientes: puntos rojos. Flota industrial y puntos negros flota artesanal y/o menor escala. Abril 2016. Fuente: AFIRNP/IMARPE.

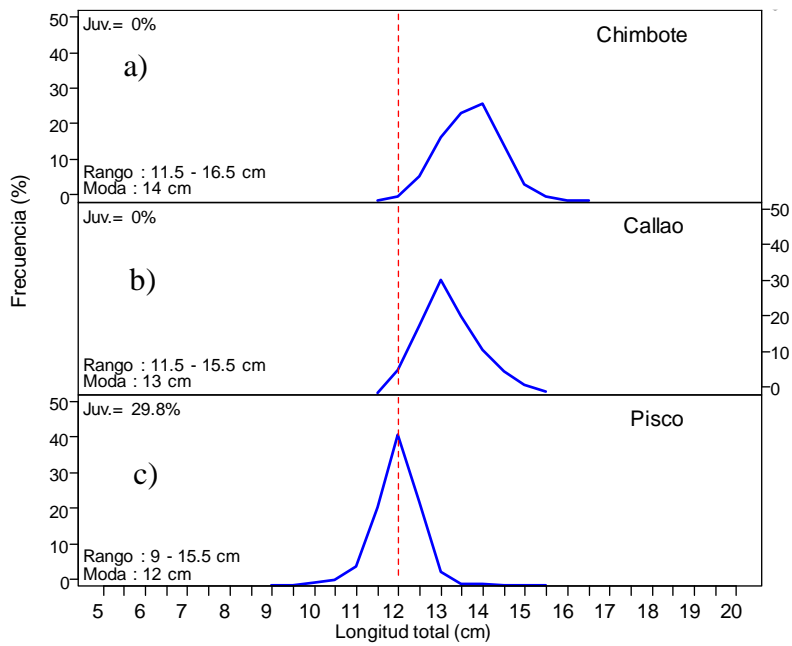


Figura 44. Estructura de tallas de anchoveta, según puertos en la región norte – centro, proveniente de la flota de menor escala y/o artesanal: a) Chimbote, b) Callao y c) Pisco. Fuente: AFIRNP/IMARPE

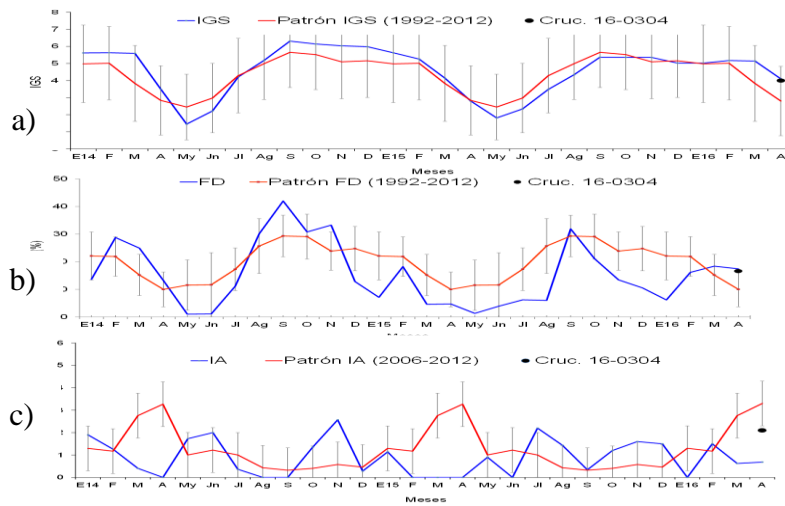


Figura 45. Indicadores reproductivos, a) Índice Gonadosomático (IGS), b) Fracción Desovante (FD) e c) Índice de atresia del stock norte – centro de anchoveta. Serie mensual: Enero 2013 – abril 2016. Fuente: LBR/IMARPE.

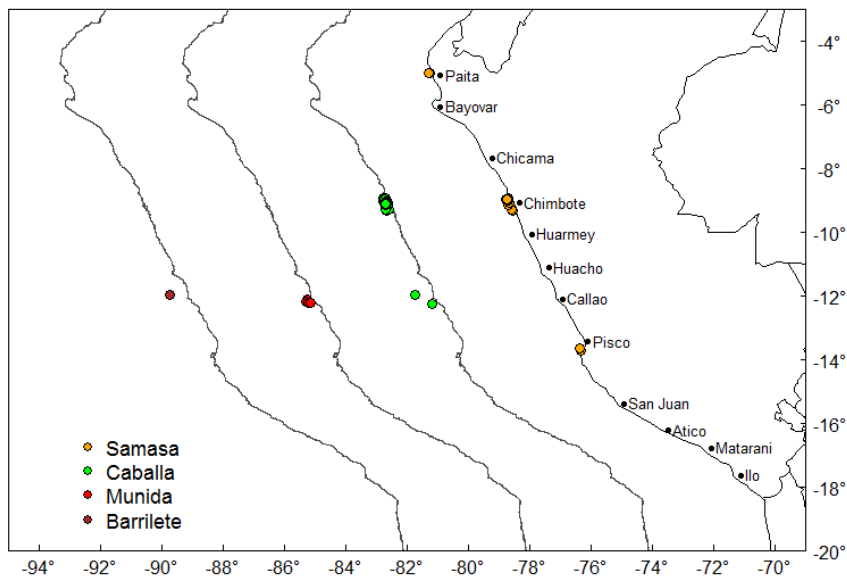


Figura 46. Distribución de especie indicadoras del ingreso de aguas cálidas y frías. Fuente: IMARPE - Programa Bitácoras de Pesca y Seguimiento de la Pesquería Pelágica. Periodo: abril 2016.

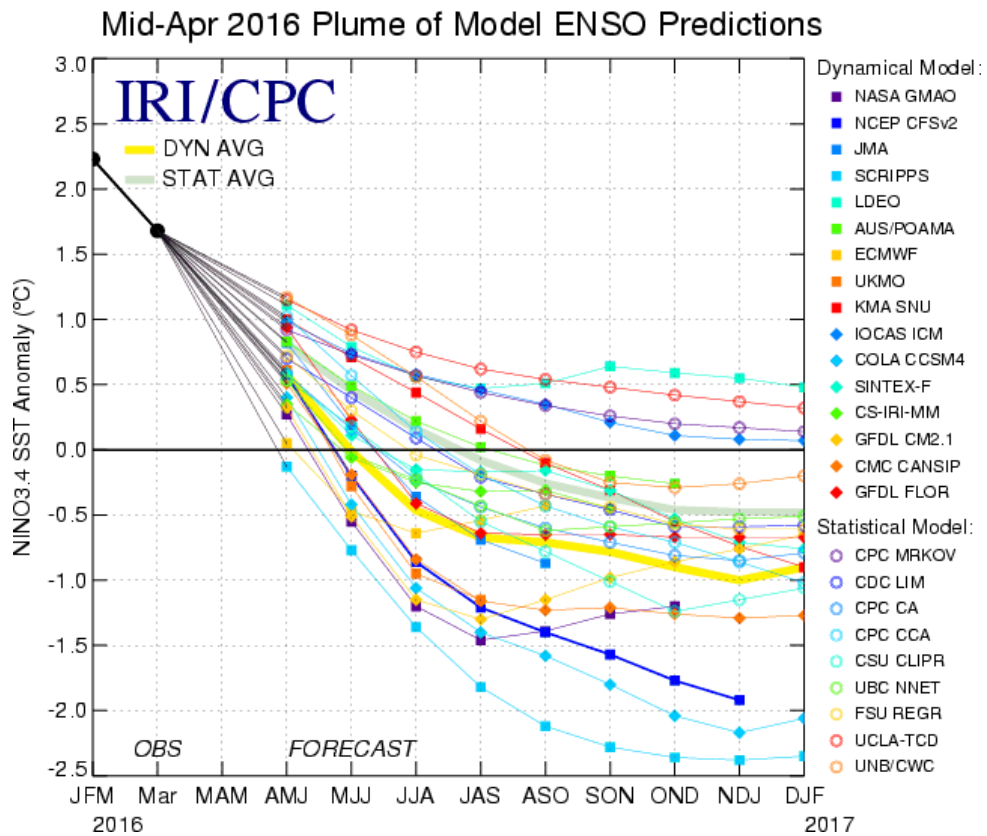


Figura 47. Pronóstico del índice Niño 3.4 mediante modelos climáticos estadístico y dinámico. Fuente: IRI/CPC, Abril, 2016.

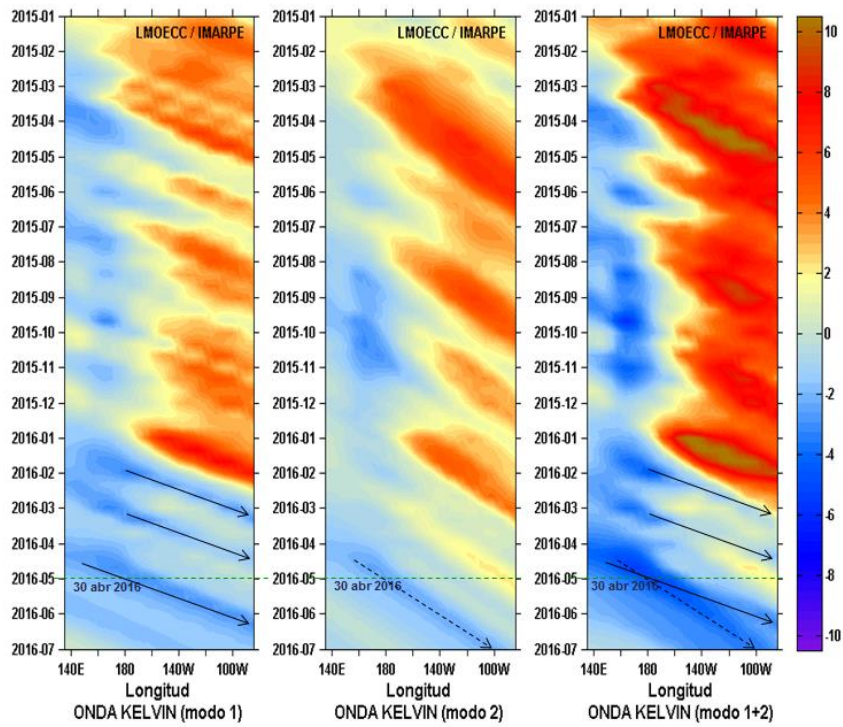


Figura 48. Diagrama Hovmöller longitudud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacifico ecuatorial (0°N): (a) Modo 1, (b) Modo 2, (c) Modos 1+2. La línea discontinua horizontal, en verde, indica el inicio del pronóstico sin el forzante de vientos. Fuente: IMARPE, forzado con vientos de NCEP (Figuras a-c).

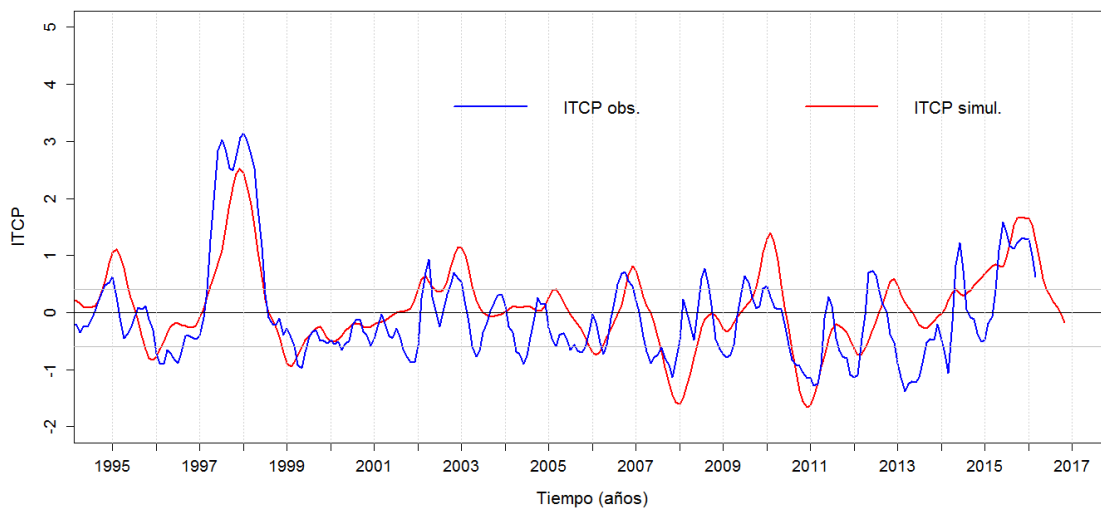


Figura 49. Pronóstico del ITCP mediante un modelo acoplado océano-atmósfera de complejidad intermedia.

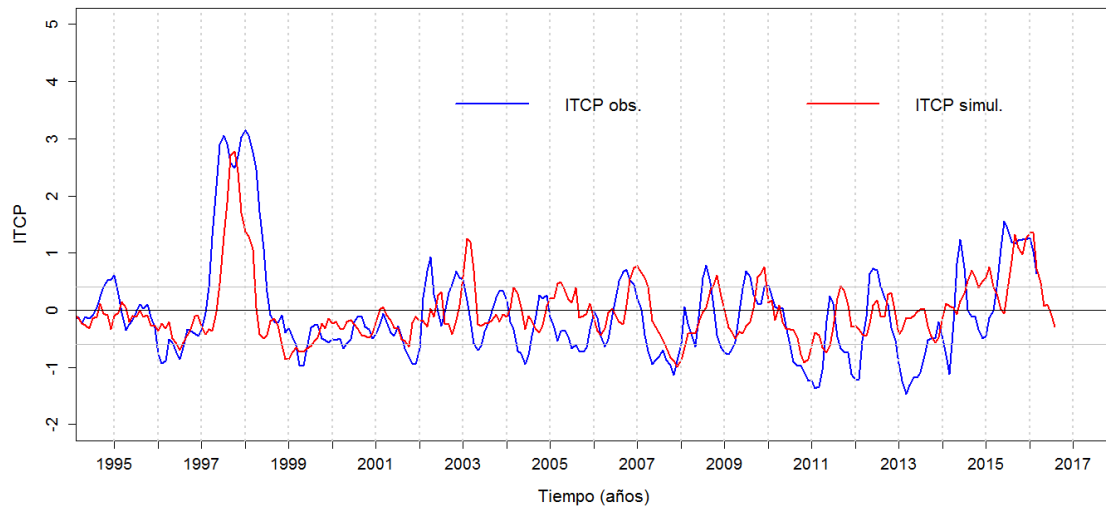


Figura 50. Pronóstico del ITCP mediante un modelo estadístico.