

# **Grupo de Trabajo Institucional El Niño**

## **Informe de las Condiciones Oceanográficas y Biológico Pesqueras**

**Marzo 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 del 1 al 31 de marzo usando datos del reanálisis NCEP/NOAA (Kalnay et al. 1996). Se observó que el Anticiclón del Pacífico Sur (APS) presentó un núcleo bifurcado con su máximo ubicado alrededor de los 110°W, 35°S con una intensidad de ~1023 hPa, encontrándose ubicado al oeste de su posición habitual y con una intensidad mayor que su valor climatológico en ~1 hPa (Figuras 1 y 2). Asimismo, se observó en el Pacífico Tropical Occidental la presencia de anomalías positivas alrededor de los 2 hPa, mientras que en el Pacífico Tropical Oriental la presencia de anomalías negativas cercanas a 0 hPa (Figura 2a y 2b).

##### **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 EFM 2016 el IAPS presentó un valor menos negativo (-0,57) que su valor anterior y se encontró ubicado en el rango neutro (Figura 3).

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

En marzo de 2016 prevalecieron condiciones neutrales (0–3 m/s) de los vientos de niveles bajos (850 hPa) en el Océano Pacífico Tropical, con excepción de algunos núcleos con valores de anomalías de 3–6 m/s que fueron más significativos entre 140°W y 170°E. A niveles mayores (200 hPa), prevalecieron alisios del Este anómalos sobre el Pacífico Central y Occidental que alcanzaron valores de 5 a 10 m/s hasta núcleos de 15-20 m/s localizados por fuera de 20°N y 20°S (Figura 4).

En la franja ecuatorial de 5°S a 5°N la componente zonal del viento, presentó velocidades de viento entre -2,0 a -6,0 m/s en el área comprendida entre la línea de cambio de fecha (180°W) hasta los 80°W y velocidades menores a +2,0 m/s entre los 120°E y 180°W. Se presentaron anomalías positivas entre +1,0 y +6,0 m/s, predominando anomalías positivas de > +1,5 m/s en gran parte del Pacífico Ecuatorial.

#### **1.1 Aspectos oceanográficos**

##### **1.2.1 Condiciones superficiales**

El Pacífico Tropical registró condiciones cálidas en casi toda la región, con excepción de algunas áreas del sector central y occidental. En el sector central y oriental se registró el mayor calentamiento centrado principalmente hacia el hemisferio sur, el mismo que se caracterizó por presentar amplias regiones cálidas de +0,5°C a +1°C, con núcleos de hasta +2,5°C en el ecuador.

Frente a la costa sudamericana, la cuenca pacífica colombiana registró enfriamiento leve, a diferencia del sector al sur del ecuador donde continuó el calentamiento de +1°C (Figura. 5).

### **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 levemente frío (Figura 6).

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 de hasta +2°C en la capa más somera, mientras que a mayores profundidades una onda Kelvin de enfriamiento continuó acercándose hacia Sudamérica (Figura 7).

La evolución de la anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C disminuyó notoriamente durante marzo, registrándose de +6 a +12 m más profunda que lo normal al este de 100°W. 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, declinaron abruptamente de fines de febrero a inicios de marzo de 2016 entre 95°W y 130°W, manteniéndose el calentamiento al este de 90°W. A 105 m, las áreas más frías se ampliaron hacia el este, notándose condiciones neutrales entre ~95°W y 125°W; sólo se mantuvieron condiciones cálidas al oeste de 95°W (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 marzo del 2016, el viento frente y a lo largo de la costa peruana (aproximadamente a 40 km), presentó velocidades moderadas, a excepción de las zonas en los extremos norte y sur del Perú donde los vientos fueron débiles (< 4,0 m/s) (Figura 9). La velocidad del viento varió entre 2,0 y 6,0 m/s, con valores débiles (< 4,0 m/s) en la zona norte (Figura 10). Respecto a la dirección del viento, al norte de los 5°S, se registraron vientos de dirección Sursuroeste (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)

La anomalía de la velocidad de viento varió entre -2,0 y +1,5 m/s, en el extremo norte; entre los 0° y 5°S predominaron anomalías negativas < -1,0 m/s, mientras que entre los 5° y 16°S, predominaron anomalías positivas > +0,5 m/s y en la zona sur (frente a Ilo) se presentaron anomalías de velocidades < 1,0 m/s (Figuras 11, 12).

Durante el mes de marzo, el Índice de Afloramiento Costero (IAC) varió alrededor de 80 m<sup>3</sup>/s/100 m, siendo la zona de Chimbote la que llegó a registrar un valor superior a los 100 m<sup>3</sup>/s/100 m (Figura 13 y 14).

### **2.2 Aspectos Oceanográficos**

#### **2.2.1 Anomalía de la altura del nivel medio del mar ANMM**

Se presentan mapas de distribución horizontal de anomalía del nivel del mar obtenido de altimetría (CMEMS); para la elaboración de los mapas se procesaron datos diarios promediados cada 5 días.

Los mayores valores de anomalías de nivel medio del mar se registraron a principios del mes, predominando valores de +15 cm en toda el área evaluada y con algunos núcleos de +20cm; durante los días posteriores se apreció dentro de las 100mn disminución de las anomalías hasta alcanzar valores menores a +10 cm (Figura 15).

La serie pentadal de ANMM promedio entre los 0 y 100 km para Galápagos mostró el incremento de sus valores entre fines de febrero e inicios de marzo, debido al paso de la onda Kelvin cálida, disminuyendo los días posteriores a anomalías alrededor de +2 cm al finalizar el mes. El promedio para las zonas norte-centro y sur presentaron un comportamiento similar, alcanzando valores mínimos de anomalías entre el 15 y el 20 de marzo, posiblemente asociados al paso de una onda Kelvin fría de magnitud débil (Figura 16).

### **2.2.3. Temperatura superficial del mar frente al litoral.**

#### **2.2.3.1 Laboratorios Costeros**

La TSM presentó valores que variaron de 17,03°C (Ilo) a 30,83°C (Tumbes), mientras que las anomalías térmicas variaron en el rango de -2,53 °C (Pisco) a +4,33 °C (Paita). Los valores mínimos y máximos para marzo por laboratorios se muestran en la Tabla 3. Durante marzo las ATSM fueron positivas en la mayoría de laboratorios a excepción de Paita y Pisco. Paita registró durante la primera quincena anomalías predominantemente de +2°C, alcanzando esporádicamente anomalías de más de +4,0°C (la más alta registrada en los laboratorios costeros durante el mes), mientras que, durante la segunda quincena se apreció una disminución de las anomalías variando entre +1°C y -1°C. El resto de laboratorios (a excepción de Pisco) registraron anomalías predominantemente menores a +2,0, con una tendencia a disminuir en la última semana (Figura 17).

#### **2.2.3.2 Información satelital de TSM y ATSM.**

Durante los primeros diez días del mes, en toda el área estudiada se apreciaron anomalías de TSM de +1°C, con núcleos entre +2° y +3°C (dentro de las 150 mn) debido al efecto residual de la onda Kelvin cálida que arribó a fines de febrero (comunicado ENFEN N° 7), así como debido al debilitamiento de los vientos costeros del sur (norte del país), que favorecieron la proyección hacia el sur de aguas cálidas superficiales de origen ecuatorial. Sin embargo, en los días posteriores se observó un enfriamiento en la zona costera, asociado al paso de una onda Kelvin fría débil, con anomalías negativas de hasta -1,5°C, favorecidas además por la intensificación de los vientos en este periodo (Figura 18).

Las anomalías promedio diarias de la temperatura superficial del mar para la franja de ~0 a 50 millas náuticas adyacentes al litoral, indican en la primera semana de marzo condiciones cálidas al sur de Talara con predominio de anomalías alrededor de +1°C y núcleos de +2°C (costa central). Durante los días posteriores se observaron condiciones bien diferenciadas al norte de 4°S (condiciones cálidas), mientras al sur de esta latitud las condiciones apreciadas fueron entre neutras a frías, (Figura 19).

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 80km usando la base de datos de NOAA-NCDC OISST v2 (Reynolds et al 2007). Durante el mes de marzo 2016, el ITCP alcanzó un valor de +1,08 indicando una condición cálida en la franja costera frente al Perú (Figura 20).

## **2.2.4 Condiciones oceanográficas en la columna de agua**

### **2.2.4.1 Sección Paita.**

La sección vertical frente a Paita, evidenció la presencia de aguas cálidas sobre los 120-150 metros, con presencia de una termoclina (isotermas de 20° a 24°C) sobre los 50 metros. Las anomalías térmicas se han reducido notablemente respecto al mes anterior principalmente sobre los 50m capa que presentó anomalías de 0° a +1,0°C. Sin embargo, entre los 50 y 150 m aún se detectaron valores mayores de +2,0°C.

La distribución de la salinidad mostró aguas con salinidades de 34,9 a 35,0 ups sobre los 15-20 metros que estarían vinculadas a aguas de mezcla (Aguas Subtropicales Superficiales y Aguas Ecuatoriales Superficiales, ASS y AES, respectivamente). Las ASS con salinidades mayores de 35,1 ups mostraron un desplazamiento hacia la costa alcanzando las 30 mn, entre los 30 y 110 m de profundidad. Las anomalías halinas indican la presencia de aguas con altas concentraciones de sales, las que provocaron anomalías con valores mayores de +0,15 ups sobre los 50 metros en toda la sección.

El oxígeno disuelto presentó una oxiclina con iso-oxígenas de 2 a 4 mL/L sobre los 50-60 metros de profundidad a lo largo de la sección. La zona mínima de oxígeno (ZMO) se localizó alrededor de los 200 m de profundidad (10 metros menos respecto al mes anterior). La distribución meridional de los flujos geostroficóicos mostró la presencia de la Corriente Submarina Perú- Chile (CSPCh), con flujos hacia el sur dentro de las 25 mn entre los 30 y 80 metros con velocidades superiores a 20 cm/s en su núcleo, así mismo, se hallaron flujos hacia el sur entre la superficie y los 200 m por fuera de las 45 mn, vinculados a la Contracorriente Peruano-Chilena (CCPCh), los cuales alcanzaron velocidades mayores de 30 cm/s (Figura 21).

### **2.2.4.2 Sección Chicama**

En la sección Chicama se observó la presencia de las aguas cálidas del oeste, ubicándose las isotermas mayores a 25°C por fuera de las 60 mn de la costa, aproximadamente 20 mn más afuera de lo observado en febrero. Así mismo, las anomalías térmicas decrecieron respecto al mes anterior, mostrando valores menores de + 3,0°C (2,0°C menos respecto a febrero) sobre los 100 metros de profundidad. Las ASS se presentaron sobre los 60 metros a 90 mn de la costa y se profundizaron hasta los 150 metros a 25 mn de la costa con salinidades superiores a 35,1 ups. Esta masa de agua estuvo asociada a temperaturas mayores de 17°C. Debajo de las ASS se localizaron aguas de mezcla (ASS y ACF) en una angosta capa. Las ACF con valores menores de 35,0 ups y temperaturas menores de 16°C se localizaron debajo de los 100-120 m de profundidad. Las anomalías halinas también evidenciaron la presencia de las ASS mostrando valores mayores de 0,1 ups sobre los 100 metros y de +0,2 sobre los 20 metros a 90 mn de costa.

El oxígeno disuelto en superficie mostró valores de 2 a 6 mL/L asociado a la presencia de las ASS. La oxiclina estuvo conformada por tres iso-oxígenas (2, 3 y 4 mL/L) que al igual que en los meses anteriores guardaron correspondencia con la termoclina.

La ZMO se encontró por debajo de los 250 m de profundidad (70 metros más profunda que febrero), encontrándose más profunda cerca de la costa. La isoterma de 15°C, la isohalina de 35,0 ups y la iso-oxigena de 1,0 mL/L se hallaron a similar profundidad (Figura 22).

## **2.2.5 Monitoreo Bio-Oceanográfico de Alta Frecuencia**

### **2.2.5.1 Punto Fijo Paita**

La información del Punto Fijo de Paita (5°4'S, 81°14,9'W, a 6 millas de Yacila), indica que durante marzo de 2016 el calentamiento del mar en la superficie continuó, registrándose temperaturas de hasta 25°C el día 7 de marzo, favoreciendo la profundización de las isotermas de 17°C a 24°C en la columna de agua. En la siguiente semana, se retornó a una condición previa similar a lo registrado el 5 de enero para los primeros 60 m. Este escenario determinó dos fases: calentamiento (enfriamiento) del mar en la primera (segunda) quincena en los primeros 50 m de profundidad, mientras que de 50 a 100 m la anomalía se incrementó nuevamente aunque a magnitudes menores que en los meses precedentes.

La distribución halina indicó la presencia de AES sobre 20 m y ASS en gran parte del mes, mientras que en los últimos 10 días se presentaron aguas de mezcla en la columna de agua (Figura 23).

### **2.2.5.2 Punto Fijo Chicama**

En el Punto Fijo Chicama (07°S, 49,2'S, 79°49,4'W), ubicado a 12 mn frente al Puerto de Malabrigo, en la primera quincena del mes disminuyó la presencia de aguas de 22°C y 23°C, quedando localizadas muy próximas a la superficie (hasta 10 m). A mayores profundidades, las isotermas de 21°C a 18°C no registran mayores cambios en el mes. Esta condición se asoció con la presencia de ASS en casi toda la columna de agua (Figura 24).

### **2.2.5.3 Punto Fijo Callao**

En el Punto Fijo de Callao (12°2,5'S, 77°17,4'W, 8 mn frente al Callao) desde el año 2015 se registraron dos periodos de calentamiento, siendo el último el más prolongado e intenso alcanzando toda la columna de agua el 17 de febrero de 2016. En marzo, la capa de 0-50 m registró valores de temperatura de 18°C a 21°C, ascendiendo las isotermas notoriamente hacia la superficie. Por debajo de 70 m, se presentó la isoterma de 17°C nuevamente, posible indicio de la normalización de la estructura térmica a estos niveles. Desde inicios de diciembre de 2015 se presentaron ASS, manteniéndose en marzo (Figura 25).

### **2.2.5.4 Punto Fijo Ilo**

En el Punto Fijo de Ilo (17°0'S, 71°24,9'W) fueron notorios también dos periodos de calentamiento, el último muy prolongado, de octubre de 2015 a marzo de 2016, asociado en parte al cambio estacional como a ingresos de aguas más cálidas entre enero y febrero de 2016 según lo indica los tenores de oxígeno de 6 mL/L. Por debajo de los 20 m, se registraron nuevamente temperaturas de 15°C y 14°C, lo cual considerando lo registrado en otros puntos fijos, indican la normalización de la temperatura en estos niveles (Figura 26).

## **2.2.6 Fertilidad y Productividad**

### **2.2.6.1 Nutrientes**

El perfil Paita realizado entre el 18 y 19 de marzo del 2016, presentó concentraciones de nutrientes asociadas a la surgencia dentro de las 30 mn de costa.

La tendencia a la reactivación del afloramiento costero se evidencia con el incremento de concentraciones de 1,0 a 1,5  $\mu\text{M}$  de fosfatos, así como de 5,0 a 10,0 de silicatos, generando una mayor fertilidad en el área costera de Paita. En general se observa un proceso de normalización de la fertilidad con nitratos entre 5,0 a 10,0  $\mu\text{M}$ . Esta tendencia también se aprecia en las anomalías de silicatos, que alcanzaron valores entre 0,0 a +1,0  $\mu\text{M}$  (Figura 27).

El perfil Chicama realizado entre 11 y 12 de marzo del 2016, mostró una estructura de fosfatos entre 0,5 a 1,0  $\mu\text{M}$  sobre el nivel de los 75 m, afectados por la presencia de aguas cálidas con temperaturas en la superficie del mar entre 21,0° y 27,0 °C. El proceso de normalización de las condiciones de fertilidad que se detectó en la sección Paita de marzo (realizada una semana posterior a esta sección) no se visualizó en Chicama en la misma magnitud. Los nutrientes característicos de afloramiento se registraron por dentro de las 20 mn de costa, con fosfatos próximos a 1,0  $\mu\text{M}$  y nitratos entre 5,0 a 10,0  $\mu\text{M}$ , las anomalías de silicatos sobre la capa de 30 m se encontraron entre -2,0 a +1,0  $\mu\text{M}$ , mientras que en febrero las anomalías alcanzaron hasta -4,0  $\mu\text{M}$  (Figura 28).

Entre tanto, en el Punto Fijo Paita, para diciembre 2015 a enero 2016, se presentaron concentraciones pobres de fosfatos, próximos a 0,5  $\mu\text{M}$  tanto en superficie y en la capa de mezcla. A finales de febrero se presentó una leve recuperación, con la isolínea de 1,0  $\mu\text{M}$  en superficie y un núcleo de 1,5  $\mu\text{M}$  en la capa de mezcla. En los últimos días de marzo se observó nuevamente concentraciones habituales de nutrientes con valores de 1,0 a 1,5  $\mu\text{M}$  de fosfatos y de 5,0 a 10,0  $\mu\text{M}$  de silicatos. En tanto, las anomalías de silicatos en la columna de agua fluctuaron entre -2,0 a +2,0  $\mu\text{M}$ . (Figura 29).

#### **2.2.6.2. Clorofila-a in situ**

En la sección Chicama se determinaron valores bajos de clorofila-a, entre 0,5 a 1,0  $\mu\text{g/L}$  en la zona costera, disminuyendo hacia la zona oceánica a valores cercanos a 0,1  $\mu\text{g/L}$ , debido a la presencia de ASS y una menor fertilidad sobre la capa de los 25 m (Figura 30).

De igual modo, en la sección Paita se registró valores de clorofila-a de 0,5 a 1,0  $\mu\text{g/L}$  en la zona costera, decreciendo hacia la zona oceánica (Figura 30).

En el Punto Fijo Paita, las menores concentraciones de clorofila-a en lo que va del 2016 se dieron hacia finales de enero con valores inferiores a 0,5  $\mu\text{g/L}$ . Paulatinamente los valores se incrementaron desde febrero, registrándose en marzo sobre la capa de los 20 m, valores entre 0,5 y 1,0  $\mu\text{g/L}$ , aún bajos en comparación al rango habitual para zonas costeras (Figura 31).

#### **2.2.5.3. 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 marzo 2016, caracterizado por concentraciones mesotróficas de 2,6 a 20,0  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$  a 80 -120 mn de costa y con los mayores núcleos de productividad en la zona costera entre los 06°S y 14°S. La isolínea de 0,5  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$  se presentó a 180 mn de la costa, asociada a la presencia de las aguas cálidas por el Evento El Niño 2016, a diferencia de marzo 2015 en el cual alcanzó las 360 mn de costa (Figura 32).

Así mismo, para el análisis de la clorofila-a superficial 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 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) cada 5 días.

En las últimas semanas de marzo del 2016 las concentraciones de clorofila-a superficial se han recuperado con respecto a las últimas semanas del mes de febrero y se puede observar que existe una tendencia positiva, llegando a presentar en las últimas dos semanas anomalías positivas (Figura 33).

Espacialmente, fuertes anomalías positivas se han presentado a lo largo de la costa repartidas en 3 áreas entre los 10°S - 15°S, a los 8°S y a los 6°S, mientras que la región central se ha mantenido en estado neutro (Figura 34). La zona centro-sur presentó mayores concentraciones de clorofila-a que la zona norte. Cabe indicar que en las últimas semanas ambas zonas presentaron en general mayores concentraciones dentro y fuera de la costa con respecto a marzo 2015 (Figura 35 y 36).

## **2.2.7 Indicadores Biológicos del Plancton**

### **2.2.7.1 Indicadores del Fitoplancton**

#### **Perfil Paita**

En Paita sólo se determinó a *Ceratium praelongum* indicador de ASS, a partir de las 15 mn de la costa hasta las 100 mn (Figura 37).

En esta oportunidad la abundancia del fitoplancton no fue tan abundante comparado con febrero donde al menos la predominancia fue a 5 mn. Sin embargo, dentro de las 11 mn se observó la presencia de diatomeas de afloramiento y diatomeas neríticas como *Chaetoceros affinis*, *Coscinodiscus perforatus*, *C. granii* y *Thalassionema nitzschioides*, entre otros. Se ha observado disminución de la riqueza de especies termófilas (*Ceratium kofoidii*, *Ceratium gibberum* v. *dispar*, *C. carriense*, *C. lunula*, *C. vultur*, *C. contortum* V. *karstenii*, *C. trichoceros*, *C. lunula*, *Gonyaulax spinifera*, *Pyrocystis fusiformis*, *P. lúnula*, *Amphisolenia bidentata*, *Ornithocercus steinii*, y *Goniodoma polyedricum*.

#### **Perfil Chicama**

A 5 mn de la costa se registró a *Protoperidinium obtusum* indicador de ACF relacionado a TSM de 21,4 °C. Entre tanto, *Ceratium praelongum* y *Ceratium incisum* indicadores de ASS, fueron localizados entre las 45 y 100 mn asociados a TSM con rango de variación entre 24,5 y 27,9 C° (Figura 38).

La presencia abundante del fitoplancton estuvo restringida a las 5 mn donde la diatomea nerítica *Coscinodiscus perforatus*, obtuvo abundancia relativa de "Muy Abundante", seguido de los dinoflagelados *Ceratum furca*, *Ceratium fusus* y *C. tripos* que presentaron abundancias relativas de "Escaso". A partir de las 45 mn hasta las 100 mn sobresalieron los dinoflagelados termófilos como *Protoperidinium grande*, *P. elegans*, *Dinophysis tripos*, *Ornithocercus steinii*, *O. quadratus*, *Ceratium macroceros*, *C. candelabrum*, *Pyrocystis lúnula*, *Ceratium azoricum*, *C. gibberum* v. *dispar* y *C. contortum* v. *karstenii*, entre otros.

### **2.2.7.2 Indicadores del zooplancton**

#### **Perfil Paita**

Se determinó al copépodo *Centropages brachiatus* especie asociada a ACF, localizada dentro de las 11 mn de la costa. Los copépodos *Acartia danae* y *Calocalanus pavo* especies indicadoras de ASS se distribuyeron por fuera de las 40 mn, mientras que el copépodo *C. furcatus* indicador de AES se ubicó por fuera de las 60 mn de la costa, sugiriendo la presencia de aguas de mezcla (ASS y AES) entre las 60 y 100 mn de la costa (Figura 39).

Al nivel del ictioplancton se determinó la presencia de huevos y larvas de "anchoveta" dentro de las 11 mn de la costa.

## **Perfil Chicama**

En este perfil resaltó la presencia del copépodo *C. brachiatus* especie asociada a ACF, localizada dentro de las 15 mn de la costa, en tanto que especies indicadoras de ASS como los copépodos *Acartia danae* e *Inschnocalanus plumulosus* y el copépodo *C. furcatus*, indicador de AES se distribuyeron por fuera 15 mn, indicando procesos de mezcla por fuera de las 15 mn principalmente por la interacción de las ASS y AES (Figura 40).

Al nivel del ictioplancton se determinó la presencia de huevos y larvas de *Engraulis ringens* “anchoveta” distribuidos dentro de las 15 mn de la costa.

Es importante resaltar que la distribución de indicadores de ACF ha sido un poco más amplia que el reportado en los muestreos anteriores y en el caso de Paita se observó el repliegue de indicadores de ASS y AES por fuera de las 40 mn de la costa, contrario a lo observado en febrero cuando su presencia estuvo localizada desde las 5 millas de la costa.

## **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 31 de marzo ascendió a 274 394 toneladas (t). La especie *Engraulis ringens* “anchoveta” fue la de mayor desembarque con el 99,2 % (Tabla 1). Mediante la RM 017-2016-PRODUCE, se autorizó la primera temporada de pesca 2016 de anchoveta en la región sur, para el periodo comprendido 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. Al 31 de marzo se han registrado desembarques en Ático (16°S) e Ilo (17°S) con un total de 210 t, esta descarga corresponde a un avance del 0,06 % de la cuota establecida. Durante el mes de marzo no se registró actividad extractiva, debido a la baja disponibilidad del recurso en esta zona del litoral (Tabla 2a).

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. Las principales zonas de pesca fueron frente a Chimbote (9°S), Callao (12°S) y Pisco (13°S), dentro de las 10 millas náuticas (mn) de la costa. El desembarque de anchoveta, para esta flota, desde 1 enero al 31 de marzo fue alrededor de 23 mil t, para el mes de marzo se registró aproximadamente 2 mil t, cifra que disminuyó en 82% respecto a febrero (Figura 41).

La estructura de tallas de anchoveta en la región norte-centro, evidenciaron la permanencia del contingente de juveniles principalmente frente a Pisco y Chimbote con porcentaje que alcanzaron el 27,5% y 10,7 % respectivamente, mientras que frente a Callao la estructura de tallas fue preponderantemente de adultos.

En general, se observó un amplio rango de tallas desde 7,5 hasta 17,0 cm de longitud total (LT), los grupos modales observados fluctuaron entre 12,0 y 14,0 cm LT (Figura 42).

Los indicadores reproductivos de la anchoveta del stock Norte - Centro en el mes de marzo, muestran que el recurso se encontró desovando masivamente. 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 se vio favorecido, por la atenuación de las condiciones cálidas, hacia condiciones ligeramente normales, principalmente en zonas muy costeras.

Esta situación mejoró notablemente respecto al mes anterior, donde la magnitud del desove secundario de verano de la anchoveta se vislumbraba como incierta de continuar con las condiciones cálidas (Figura 43).

El Seguimiento de la Pesquería Pelágica y el Programa Bitácoras de Pesca, registraron captura incidental en la flota destinada a la extracción de anchoveta. Continúa la presencia de especies indicadoras del ingreso de masas de agua cálida, como: *Anchoa nasus* “samasa”, especies de la Provincia Panameña, frente a Paita (9°S) y Pisco (13°S) y la especie oceánica *Sarda chiliensis chiliensis* “bonito” que fue registrada dentro de las 30 mn entre Chicama (7°S) y San Juan de Marcona (15°S). También se registró, a la especie asociada a las aguas frías, como: *Pleuroncodos monodon* “munida”, frente a Huacho (Figura 44).

Por otro lado, durante la Prospección de Monitoreo Oceanográfico Chicama- Paita – PpR 1603, llevado a cabo entre el 19 y 21 marzo 2016, se registró dentro de las 20 millas náuticas (mn) al norte de Chicama (07°S) a la especie bonito, y por fuera de las 50 mn de Paita se registró a los mesopelágicos (mictófid) y peces voladores, indicadoras de la presencia de Aguas Subtropicales Superficiales (ASS), provenientes de la zona oceánica (Figura 45). Además se observó a las aves guaneras, piquero, guanay y pelicano, principalmente dentro de las 10 mn entre Chicama (7°S) y Chimbote (9°S); asimismo frente a Huacho (11°S). En el caso de aves migratorias, indicadoras del ingreso de aguas cálidas, se observó al albatros de Galápagos, gaviota de Franklin y la fragata, fueron registradas dentro de las 20 mn frente a Paita (5°S), Chicama (7°S) y la gaviota de Wilson se observó entre 30 y 80 mn frente a Paita (5°S) (Figura 45).

Po otro lado, la flota pesquera de arrastre industrial dirigida al recurso merluza, durante los últimos tres meses del 2016 (información preliminar al 30 de marzo), conformada principalmente por las Embarcaciones Arrastreras Costeras (EAC) y Embarcaciones Arrastreras de Mediana Escala (EAME) realizaron sus actividades de pesca entre el límite norte de dominio marítimo peruano y el grado 07°00’S, pero con mayor frecuencia en las sub-áreas A, B y C. (Figura 46).

La variación de la longitud media de merluza por sub-áreas durante los últimos tres meses se mantuvo alrededor de los 36 cm LT, no evidenciándose tendencias positivas ni negativas durante este periodo en las Sub Áreas A y B, en tanto que en la sub área C la longitud media se mantuvo alrededor de 33 cm LT (Figura 47).

La Actividad Reproductiva (AR) de la merluza capturada por la flota industrial de arrastre mostró que los valores estimados se encuentran por debajo del patrón con niveles alrededor de 20%. Similar comportamiento han sido observados durante el verano del año 2014. Este comportamiento se debe al intenso periodo de desove registrado durante setiembre–noviembre durante el año 2015, lo cual conllevó a un desgaste energético que mantiene actualmente los niveles de AR por debajo del patrón (Figura 48).

### **Seguimiento de la pesquería artesanal**

En el puerto de Pacasmayo (La Libertad), el día 22 de marzo registró el desembarque de *Rachycentron canadum* “pez cobia”, como parte de la actividad pesquera artesanal de enmalle de fondo dirigida a la captura de *Paralanchurus peruanus* “coco” entre las zonas conocidas como “Rinconazo y Dos Cabezas” (Figura 49).

El laboratorio Costero de Huacho, entre el 22 y 26 de marzo frente a las caletas de Vegueta y Carquín, registraron 7 especies de aguas cálidas, destacando entre ellas por su mayor desembarque a *Fistularia corneta* “pez corneta”.

Otras especies registradas fueron *Balistes polylepis* “pez coche”, *Trachinotus rodhopus* “pampano fino”, *Prionotus stephanophrys* “falso volador”, *Synodus scituliceps* “pez iguana” y *Litopenaeus vannamei* “langostino blanco”, sobre todo en las capturas de *Odontesthes regia regia* “pejerrey” (Figura 50).

El laboratorio Costero de Ilo, entre el 04 y 12 de marzo frente a la zona de Fundación (Ilo) registraron el desembarque de *Decapterus macrosoma* “jurel fino”. Además de otras especies como *Sphyrna* sp. “tiburón martillo” capturadas frente a la zona de Bufadero y Yerbabuena (Ilo), entre los 100 y 500 metros de distancia a la costa. Así mismo, entre el 08 y 17 de marzo frente a la zona de Boca del Río (Tacna) frontera con Chile, se observó la presencia de *Katsuwonus pelamis* c.f. “barrilete”, mientras que entre las 80 y 100 millas frente a la zonas de Morro Sama (Tacna) y Punta Coles (Ilo) se capturaron ejemplares de *Alopias* sp. “tiburón zorro” (Figura 51).

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

##### **4.1. Pronósticos a gran escala de las agencias internacionales**

A gran escala, durante el mes de marzo 2016, las condiciones oceánicas y atmosféricas en el Pacífico Ecuatorial mantuvieron una condición El Niño de magnitud muy fuerte, es decir que actualmente el ONI (Oceanic Niño Index) continúa con valores mayores a +1,5°C, con un pico máximo alcanzado entre noviembre y diciembre 2015. Según las agencias internacionales (IRI, marzo 2016), la mayoría de los modelos dinámicos y estadísticos de predicción de ENOS (Niño 3.4), pronostican que aunque actualmente aún se presenta la condición de El Niño de magnitud fuerte, esta se viene debilitando gradualmente hacia condiciones neutras, las que se presentarían entre fines del otoño e inicios de invierno 2016 (Figura 52). También, los modelos globales para el Pacífico Oriental (región Niño 1+2) indican en su mayoría la declinación de El Niño, alcanzando entre mayo y junio 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 graficó la contribución de los modos baroclinicos 1 y 2 de las ondas Kelvin a las anomalías del nivel del mar (cm) en el Pacífico Ecuatorial (Figura 53). 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 27 de marzo 2016 se realiza sin el forzante de vientos. Según la simulación de la propagación de las OKE a lo largo del Pacífico Ecuatorial, una nueva onda Kelvin fría (modo 1) llegaría frente a las costas de Sudamérica en abril 2016.

##### **4.3. Pronósticos de la TSM frente a la costa del Perú**

Durante el trimestre EFM 2016 el ITCP presentó condiciones cálidas, y las perspectivas para el ITCP durante los siguientes 4 meses de antelación serían: 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 (Dewitte B., 2000) indican para el ITCP una tendencia a disminuir hacia condiciones neutras, pero manteniéndose aun en condiciones cálidas entre abril y julio 2016 (Figura 54). Mientras que el modelo estadístico basado en el volumen de agua cálida ecuatorial y el anticiclón del Pacífico Sur (Matellini, B. et al., 2007) pronostican para el ITCP una tendencia a disminuir hacia condiciones neutras entre mayo y julio 2016 (Figura 55).

#### 4.4 Pronósticos

Según las agencias internacionales (IRI, marzo 2016), la mayoría de los modelos dinámicos y estadísticos de predicción de ENOS (Niño 3.4), pronostican que la condición de El Niño continuará debilitándose lentamente hacia condiciones neutras entre fines del otoño e inicios del invierno austral 2016.

Según la simulación de la propagación de OKE a lo largo del Pacífico Ecuatorial, se espera el arribo de una OKE fría (modo 1) a las costas de Sudamérica en abril 2016.

Respecto a los pronósticos de las condiciones frente a la costa del Perú, el modelo acoplado océano-atmósfera de complejidad intermedia pronostica para el ITCP una tendencia a disminuir hacia condiciones neutras, pero manteniendo aún condiciones cálidas entre abril y julio 2016, mientras que el modelo empírico basado en el volumen de agua cálida ecuatorial y el anticiclón del Pacífico Sur pronostica una tendencia a disminuir hacia condiciones neutras entre mayo y julio 2016.

#### 5. CONCLUSIONES

- Durante el mes de marzo 2016, las condiciones oceánicas y atmosféricas en el Pacífico Ecuatorial presentaron patrones asociados a la condición El Niño de magnitud muy fuerte en un proceso de declinación.
- El Anticiclón del Pacífico Sur (APS) presentó una intensidad ligeramente mayor que su valor climatológico, exhibiendo un núcleo bifurcado y desplazado al oeste de su posición normal.
- Las ANMM frente a la costa exhibieron la propagación de valores cercanos a cero de norte a sur hacia mediados de mes.
- La TSM en la zona costera presentó valores que variaron de 17,0°C (Ilo) a 30,8°C (Tumbes), mientras que las anomalías térmicas variaron en el rango de -2,5°C (Pisco) a +4,3°C (Paita). En promedio, para marzo la información satelital indicó anomalías menores a 1°C frente al litoral peruano con núcleos con anomalías mayores a +2,0°C, con una disminución abrupta de las anomalías positivas hacia la quincena e inclusive el registro de anomalías negativas en algunos puntos del litoral. El Índice Térmico Costero Peruano continúa indicando una condición cálida durante el mes de marzo 2016.
- Las secciones oceanográficas hasta 100 m de la costa mostraron anomalías mayores a +1°C por encima de 200 y 150 m de profundidad frente a Paita y Chicama respectivamente, con núcleos de hasta 2°C. En el Punto Fijo de Paita, para la segunda quincena de marzo se observó una disminución de las ATSM en toda la columna, registrándose valores menores a +1°C sobre los 50m y mayores a +2°C por debajo de los 80m.
- Se observó un proceso de normalización de la concentración de nutrientes, asociada a la reactivación del afloramiento. La concentración de clorofila-a (in situ) se mantuvo en el rango oligotrófico durante marzo frente a Paita y a Chicama. La distribución de clorofila-a (satelital) presentó concentraciones mesotróficas, sin embargo las últimas semanas de marzo las concentraciones de clorofila "a" mostraron una recuperación respecto a febrero, presentando anomalías positivas.

- La ocurrencia de valores mínimos de ANMM de norte a sur, el enfriamiento rápido y la recuperación de los nutrientes en la zona costera, hacia mediados de mes, son consistentes con el arribo y propagación de una onda Kelvin fría de magnitud débil a lo largo del litoral.
- En cuanto al fitoplancton indicador de masas de agua, se encontró a *Ceratium praelongum*, indicador de ASS, a partir de las 15 mn de Paita y por fuera de las 45 mn de Chicama, a *Protoberidinium obtusum* indicador de ACF en toda la sección de Chicama. Respecto a los indicadores del zooplancton se encontró al copépodo *Centropages brachiatus*, especie asociada a ACF, dentro de las 11 y 15 mn de Paita y Chicama respectivamente; a los copépodos *Acartia danae* y *Calocalanus pavo*, especies indicadoras de ASS, por fuera de las 40 mn de Paita y 15 mn de Chicama. El copépodo *C. furcatus*, indicador de AES, se encontró por fuera de las 60 mn de Paita y 15 mn de Chicama.
- El desembarque de los recursos pelágicos ascendió a 274 394 toneladas (t); la especie *Engraulis ringens* “anchoveta” fue la de mayor desembarque con el 99,2 %. Las principales zonas de pesca fueron frente a Chimbote (9°S), Callao (12°S) y Pisco (13°S), dentro de las 10 millas náuticas (mn) de la costa; con una alta presencia de juveniles principalmente frente a Pisco (27,5%) y Chimbote (10,7%). Los indicadores reproductivos de la anchoveta del stock Norte-Centro, indicaron que el recurso se encontró desovando masivamente, con los indicadores de: Fracción Desovante (FD) (indicador directo del desove) y el Índice Gonadosomático (IGS) (indicador de maduración y desove) en rangos superiores a sus patrones históricos respectivos.

## 6. PERSPECTIVAS

- El evento El Niño costero ha iniciado su fase de declinación. Se espera para el mes de abril el inicio del arribo de una nueva onda Kelvin fría al litoral peruano, que contribuirá a la normalización de las condiciones oceanográficas, sin descartarse fluctuaciones de la anomalía de la temperatura, presentándose anomalías positivas debido al comportamiento de los vientos, pero sin alterar la tendencia general a la normalización.
- Por otro lado, las agencias internacionales (IRI, marzo 2016), pronostican la continuación de la condición El Niño en su fase de declinación alcanzándose condiciones neutrales hacia fines del otoño austral 2016
- Los modelos globales para el Pacífico oriental (región Niño 1+2) indican en su mayoría condiciones cálidas moderadas o débiles para el mes de abril, luego condiciones normales a mediados de otoño e invierno del 2016
- Respecto a las condiciones frente a la costa del Perú, el modelo acoplado océano-atmósfera de complejidad intermedia (ITCP) y el modelo empírico basado en el volumen de agua cálida ecuatorial y el anticiclón del Pacífico Sur, indican una tendencia a disminuir, pero manteniéndose condiciones cálidas entre febrero y abril.

Tabla 1. Desembarque (t) acumulado de recursos pelágicos proveniente de la flota industrial (01 enero – 31 marzo 2016). Fuente: AFIRNP/IMARPE.

Especie \ Flota \ Región		Año Calendario (01 Ene. al 31 Mar. 2016)					
		Norte	Centro	N+C	Sur	Total	%
Anchoveta	FI Acero	113 700	86 044	199 745	181	199 926	73.91
	FI Madera	57 062	9 580	66 642	29	66 671	24.65
<b>Sub-total</b>		170 763	95 624	266 387	210	266 597	98.55
<b>%</b>		64.05	35.87	99.92	0.08	100.00	
<b>Sardina</b>		0	0	0	0	0	0.00
<b>Jurel</b>		0	0	0	0	0	0.00
<b>Caballa</b>		20	54	74	0	74	0.03
<b>Samasa</b>		1 852	0	1 852	0	1 852	0.68
<b>*Otros</b>		44	1 892	1 935	52	1 987	0.73
<b>Total</b>		172 678	97 570	270 248	262	270 510	100.00
<b>%</b>		63.83	36.07	99.90	0.10	100.00	

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

Cifras preliminares de uso científico

Fuente: AFIRNP

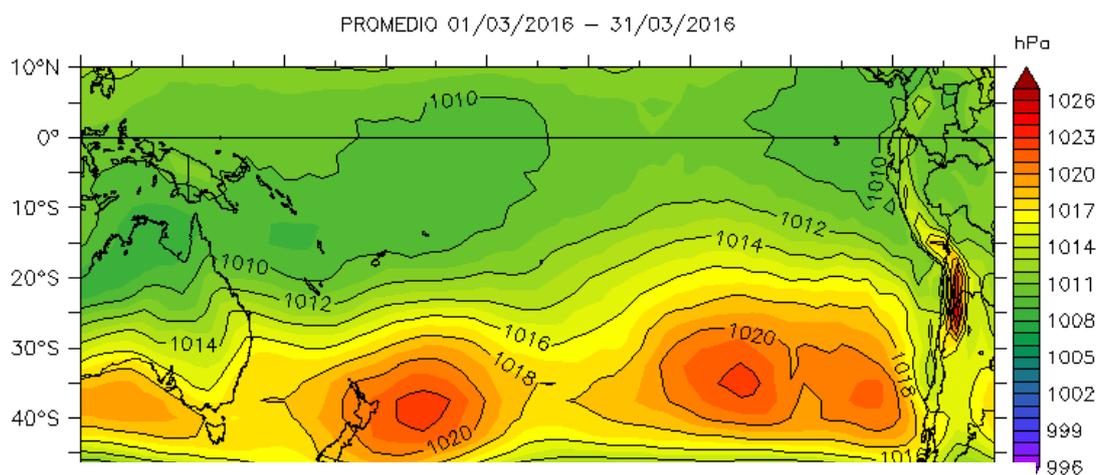
Tabla 2 Desembarque (t) de anchoveta según puertos al 31 de marzo durante la Primera Temporada de Pesca de anchoveta en la Región Sur (R.M N° 017-2016-PRODUCE)

Fuente: AFIRNP/IMARPE.

Especie \ Flota \ Puerto		Añico	Planchada	Quilca	Mollendo	Ilo	Total	%
Anchoveta	FI Acero	0	52	0	0	129	181	86.19
	FI Madera	29	0	0	0	0	29	13.81
<b>Total</b>		29	52	0	0	129	210	100.00
<b>%</b>		13.81	24.76	0.00	0.00	61.43	100.00	
<i>CUOTA (380 000 t) en la región SUR</i>				<i>0.06% de la cuota total</i>				

Tabla 3. Temperaturas y Anomalías extremas en la superficie del mar, de los registros de los Laboratorios Costeros del IMARPE durante el mes de marzo 2016.

Estación	Tmin, °C	Tmáx, °C	$\Delta$ Tmin °C	$\Delta$ Tmáx °C
Tumbes	27,47	30,83	-0,43	2,93
Paita	21,30	27,13	-1,50	4,33
San José	22,33	24,43	-0,07	2,03
Chicama	20,10	22,37	1,00	3,27
Huanchaco	19,87	22,40	0,07	3,30
Chimbote	22,67	24,80	0,37	2,50
Huacho	19,10	20,80	1,00	2,70
Callao	18,15	19,75	0,55	2,15
Pisco	20,57	26,70	-2,53	3,60
Ilo	17,03	20,37	0,03	3,37



50 Figura 1. Presión atmosférica a nivel del mar (PNM) en hPa, promedio 1-31 marzo 2016, Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

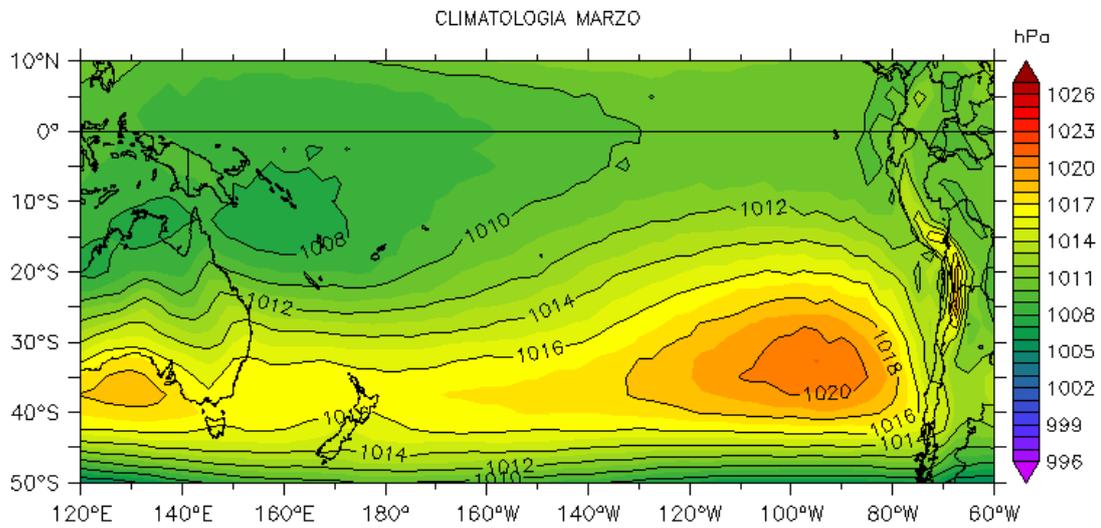


Figura 2. Presión atmosférica a nivel del mar (PNM) en hPa, Climatología marzo.  
Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

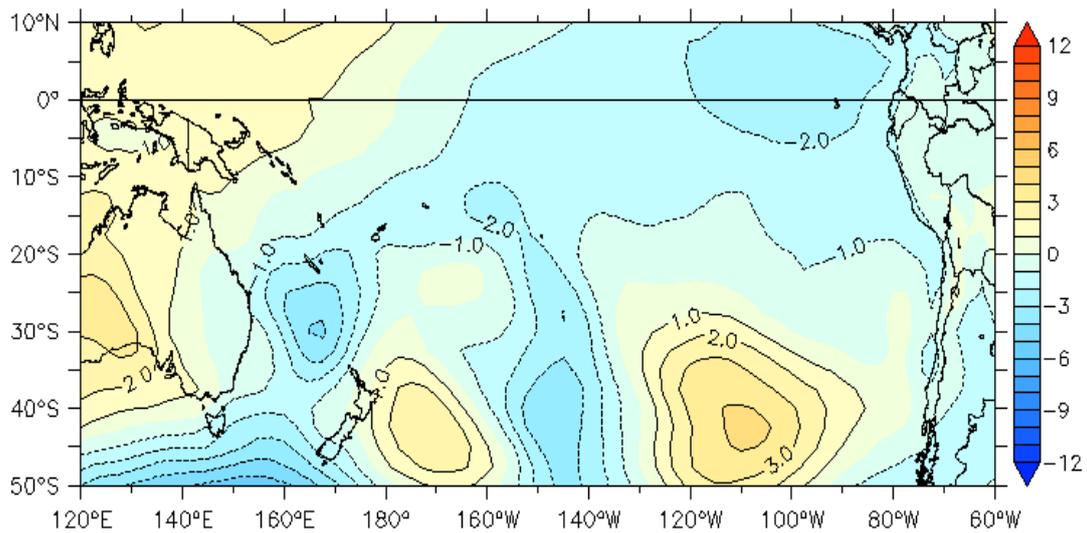


Figura 2a. Anomalías de presión atmosférica a nivel del mar en hPa, promedio 1-28 febrero 2016. Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

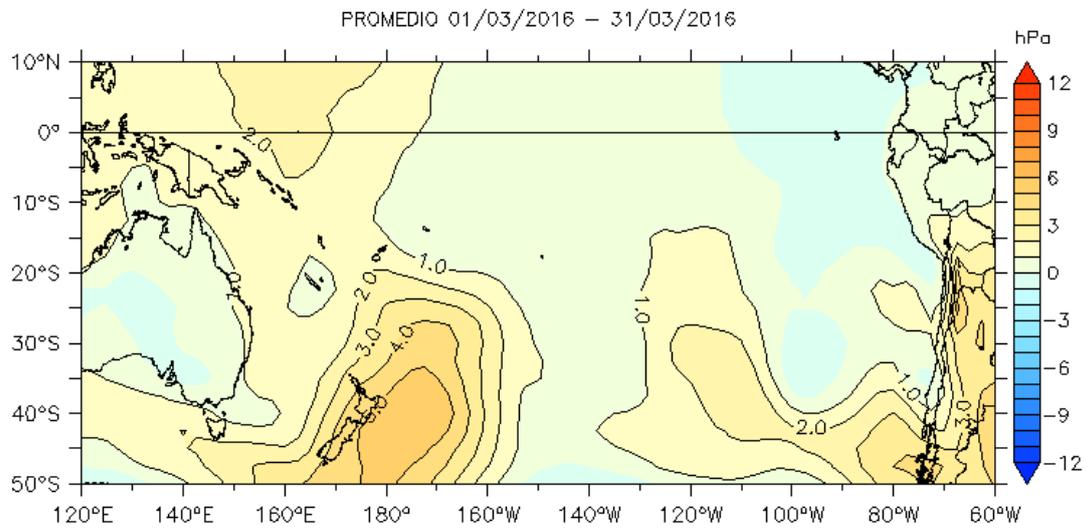


Figura 2b. Anomalías de presión atmosférica a nivel del mar en hPa, promedio 1-31 marzo 2016. Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

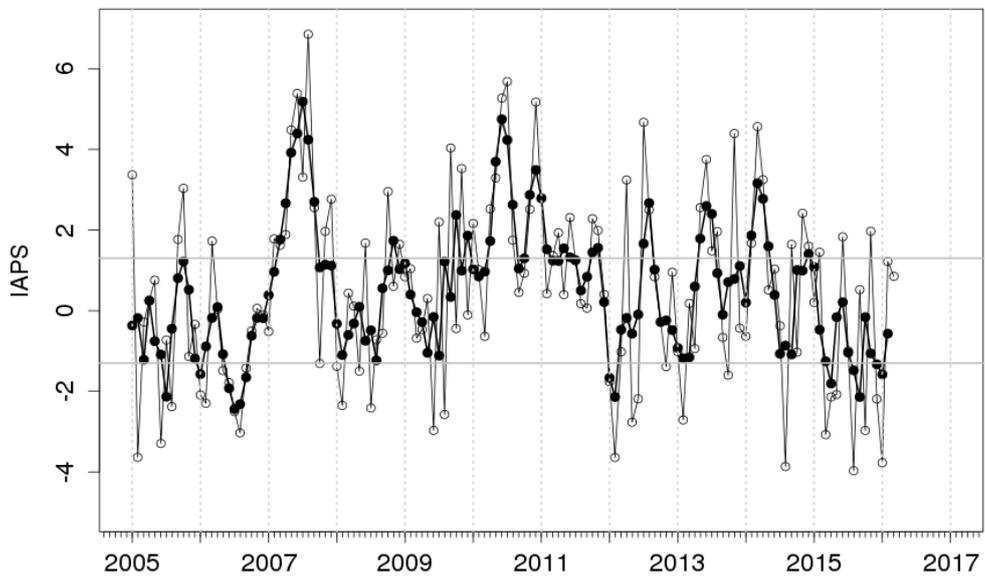


Figura 3. Variación temporal del IAPS hasta el trimestre EFM 2016. La variación temporal del IAPS (circulo negro) y de la anomalía mensual de la presión atmosférica a nivel mar del núcleo del APS (circulo blanco).

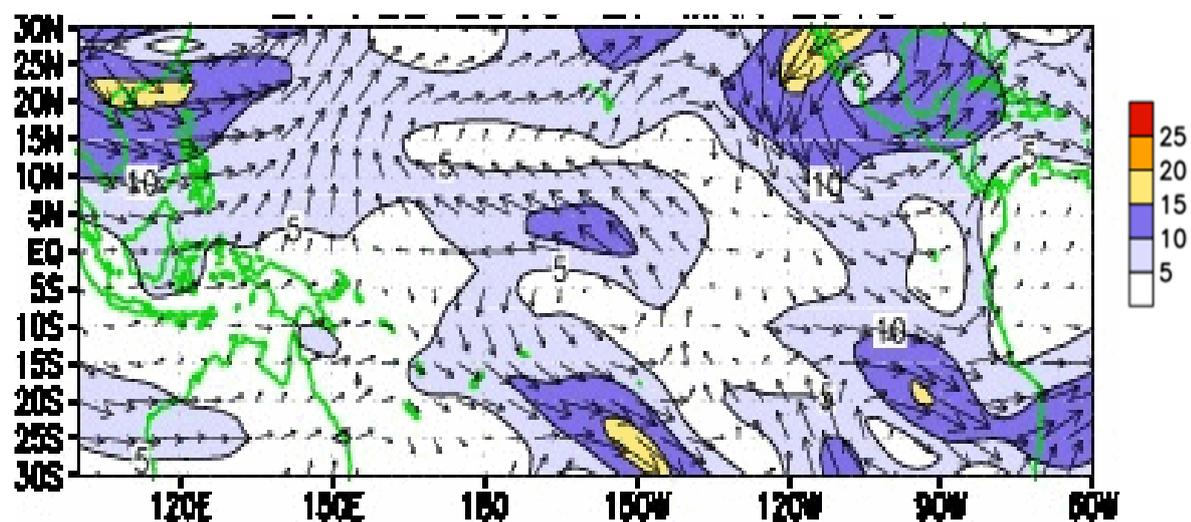
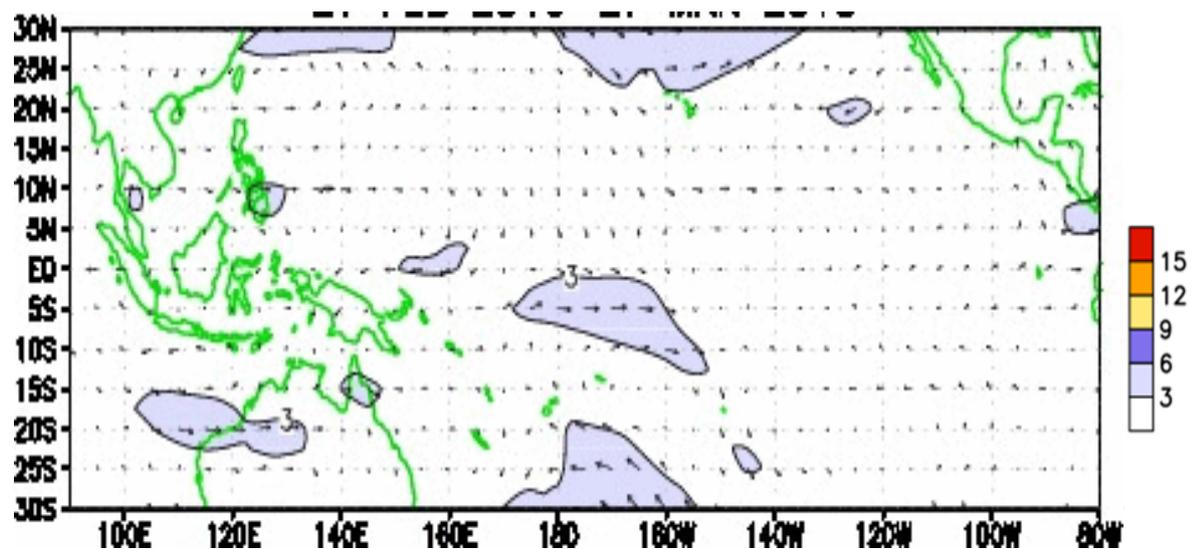


Figura 4. Distribución espacial de las anomalías del viento (m/s) a nivel de 850 hPa (panel superior) y a 200 hPa (panel inferior) del 27 de febrero al 27 de marzo de 2016. Adaptado del CPC/NCEP/NWS/NOAA.

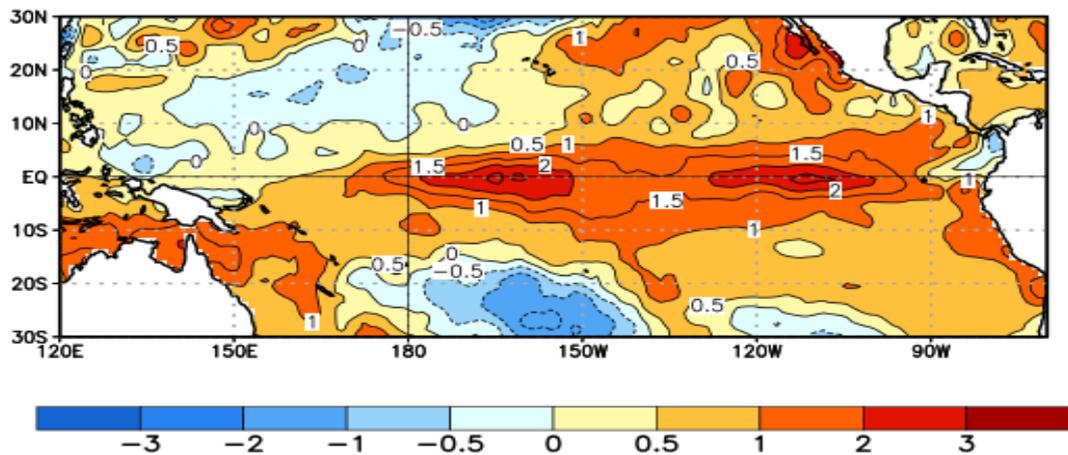


Figura 5. Anomalías promedio mensuales de la temperatura superficial del mar (°C) en el océano Pacífico tropical del 27 de febrero al 26 de marzo de 2016. Adaptado de Adaptado del CPC/NCEP/NWS/NOAA.

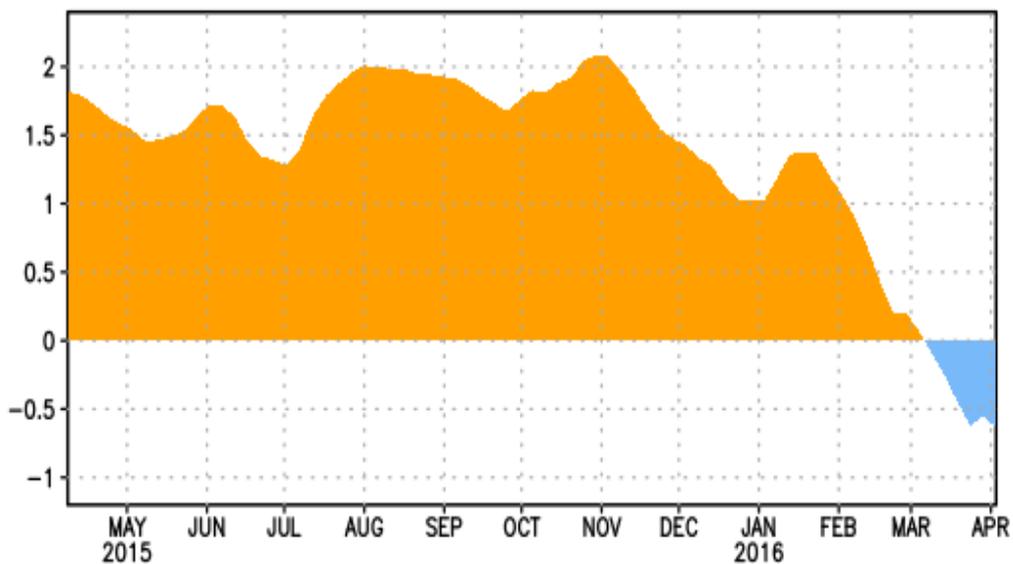


Figura 6. Anomalías promedio semanales del contenido de calor del océano superior (0-300 m) entre 180-100°W (Tomado de NOAA).

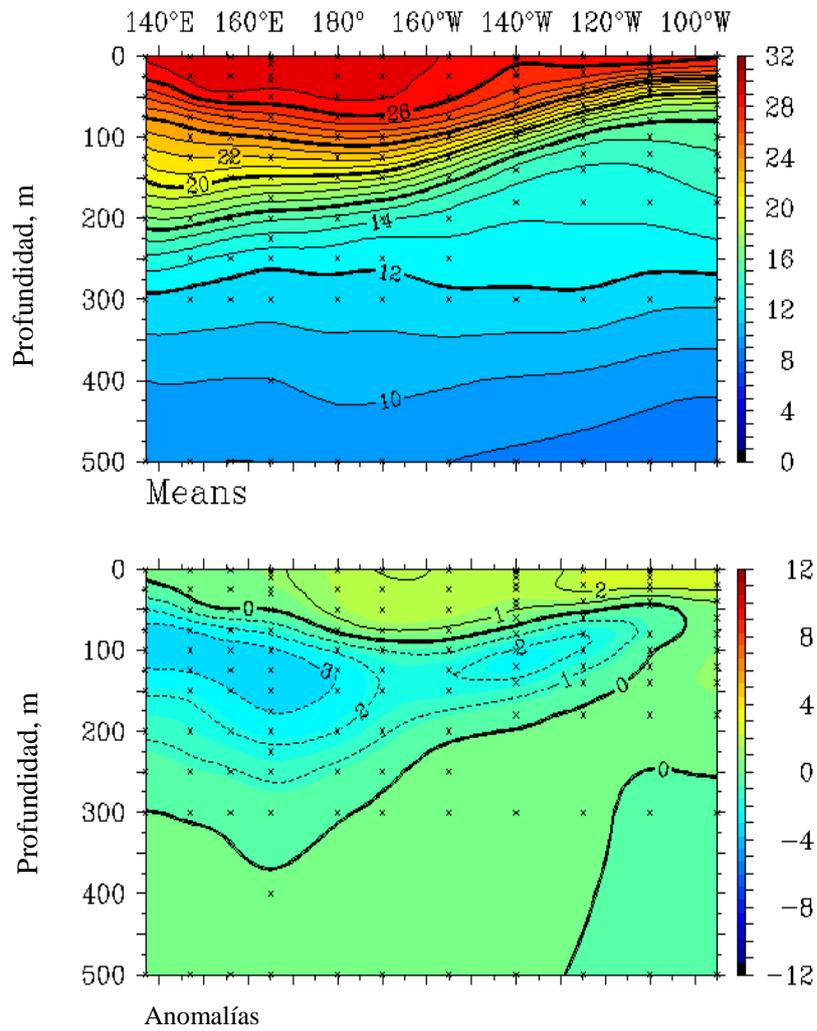


Figura 7. Estructura promedio mensual de: temperatura del agua de mar (°C) (panel superior) y anomalías térmicas (°C) (panel inferior) para los primeros 500 m superiores del océano Pacífico entre 2°N y 2°S en febrero de 2016. Los gráficos se han adaptado de TAO Project Office/PMEL/NOAA.

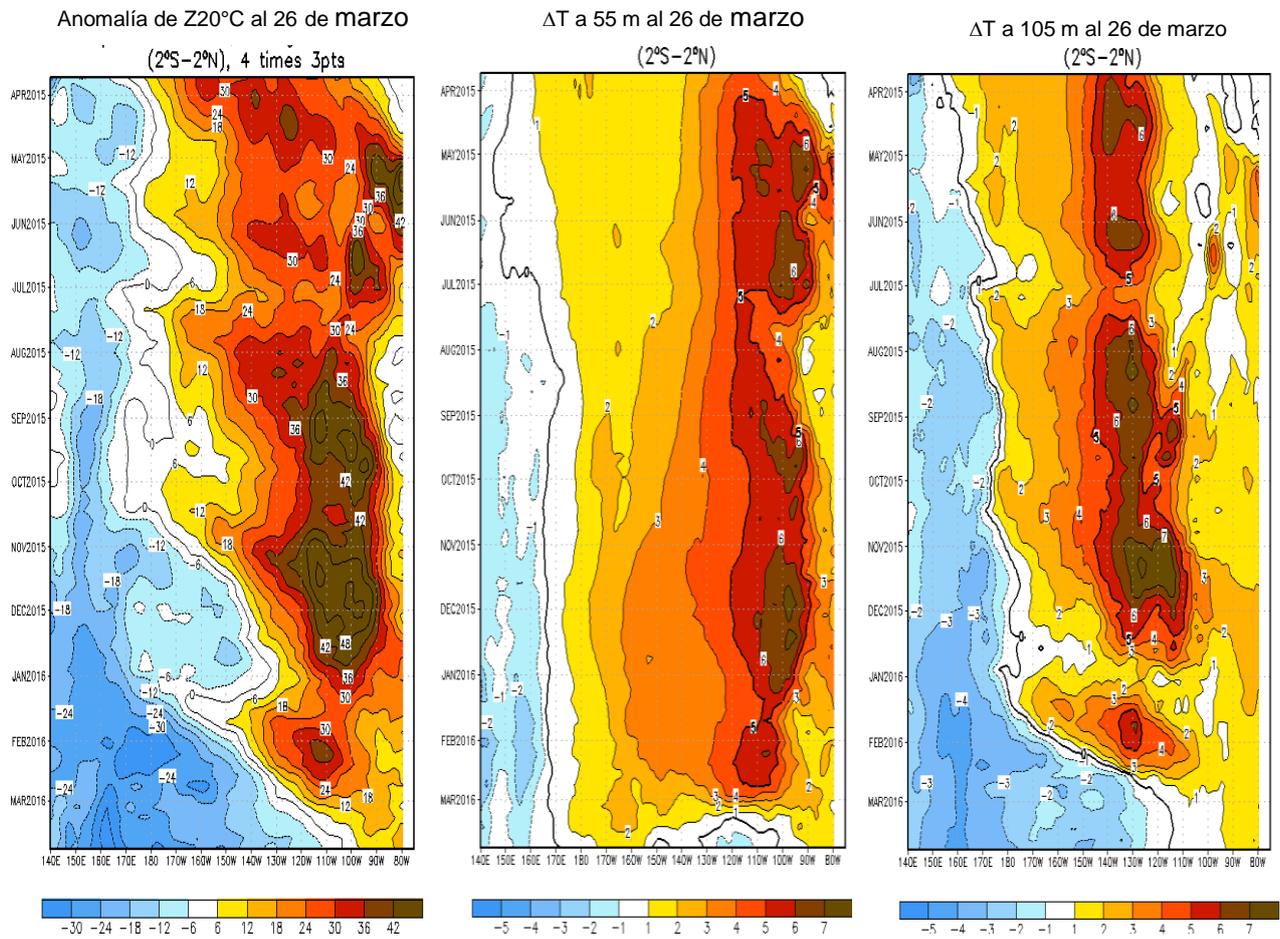


Figura. 8. Evolución de las anomalías de la profundidad de la isoterma de 20° C y de la temperatura sub-superficial en el océano Pacífico ecuatorial entre 2°N y 2°S (GODAS/promedio cada 5 días). Adaptado de NOAA.

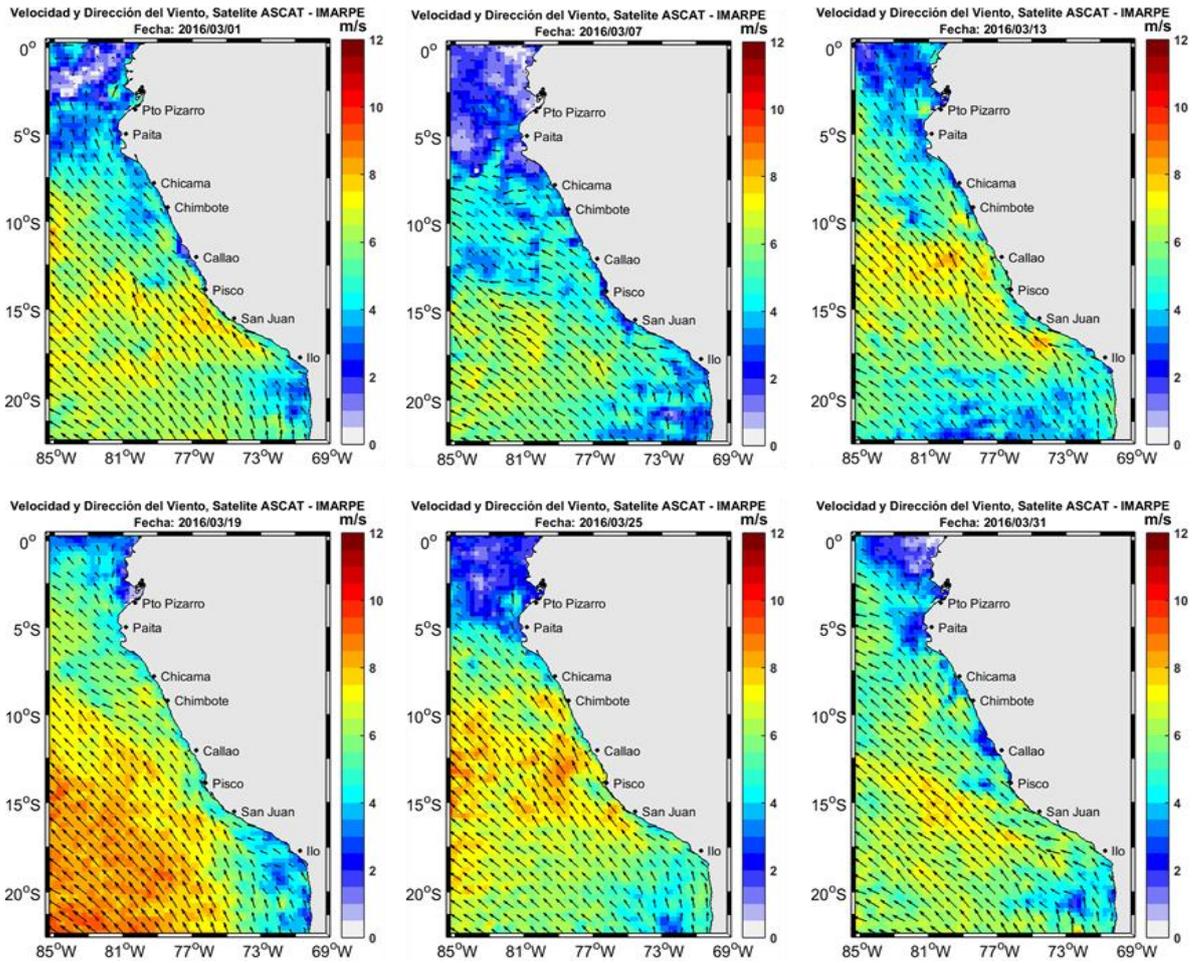


Figura 9. Mapas de la Velocidad del Viento frente a la costa peruana, durante la última semana de febrero del 2016 (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 31/03/2016.

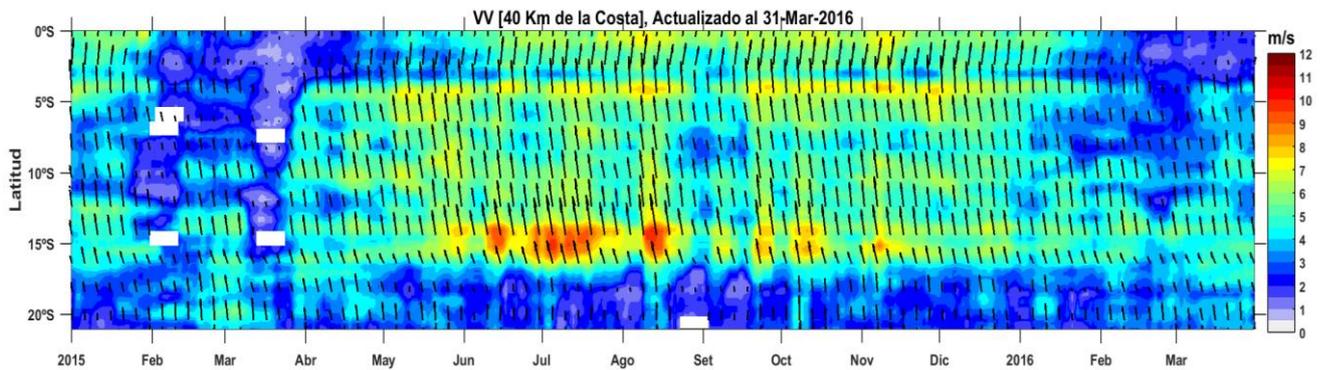


Figura 10: Diagrama Hovmöller de la Velocidad del Viento a lo largo de la costa peruana, durante los últimos seis meses (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 31/03/2016.

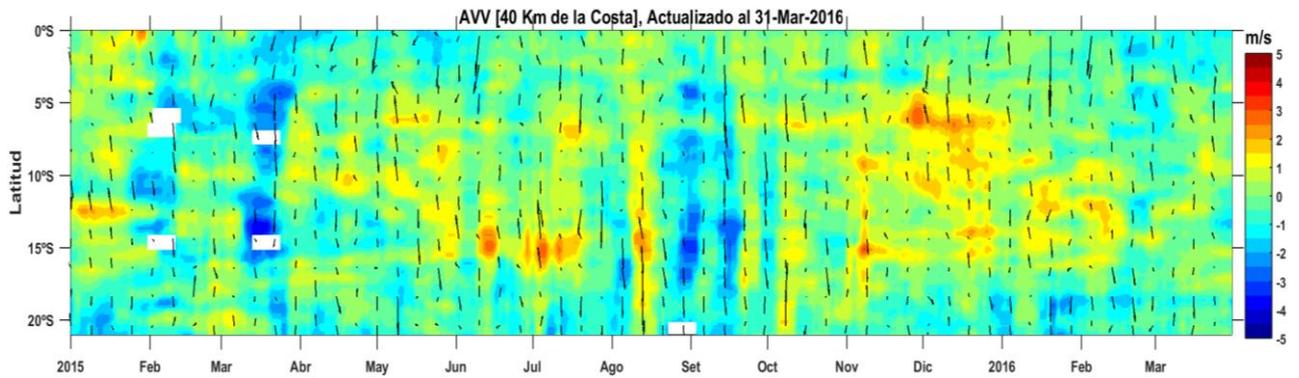


Figura 11. Diagrama Hovmöller de la Anomalia de la Velocidad del Viento a lo largo de la costa peruana, durante los últimos seis meses (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina. IMARPE). Actualizada hasta el 31/03/2016.

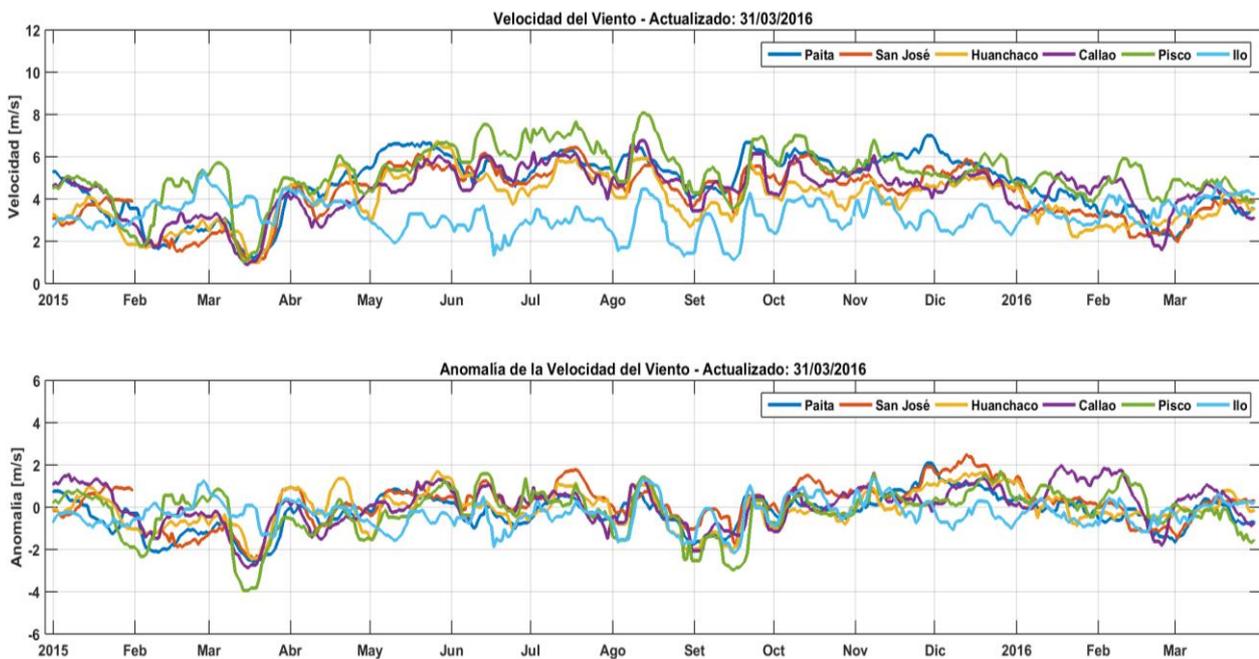


Figura 12. Viento Satelital (Punto a 40 Km frente a la costa del Perú): a) Velocidad del viento (m/s), b) Anomalia de la velocidad del viento (m/s). Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE. Actualizada hasta el 31/03/2016.

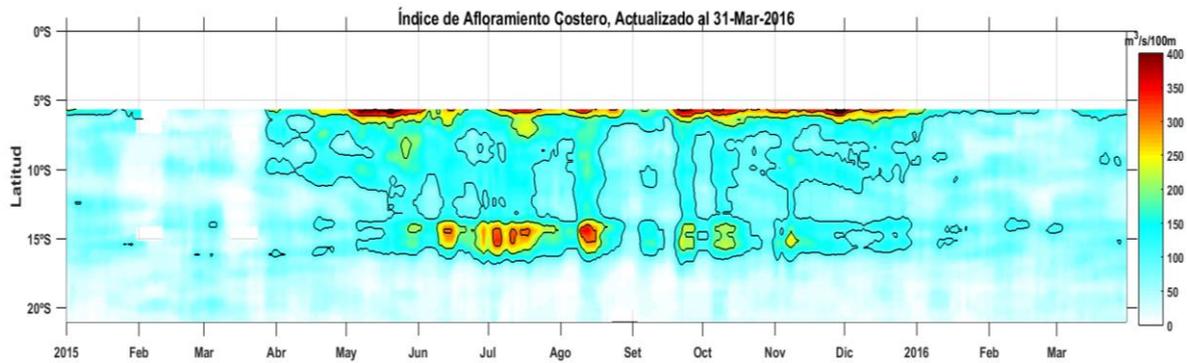


Figura 13. Índice de Afloramiento Costero ( $m^3/s \times 100m$ ), Calculado a partir del viento satelital ASCAT a 40 Km frente a la costa del Perú. Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE. Actualizada hasta el 31/03/2016.

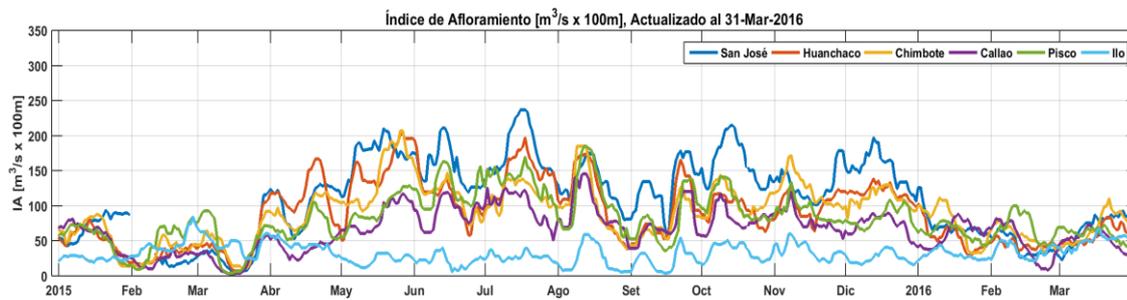


Figura 14. Series de tiempo de Índice de Afloramiento Costero ( $m^3/s \times 100m$ ), Calculado a partir del viento satelital ASCAT a 40 Km frente a la costa del Perú. Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE. Actualizada hasta el 31/03/2016.

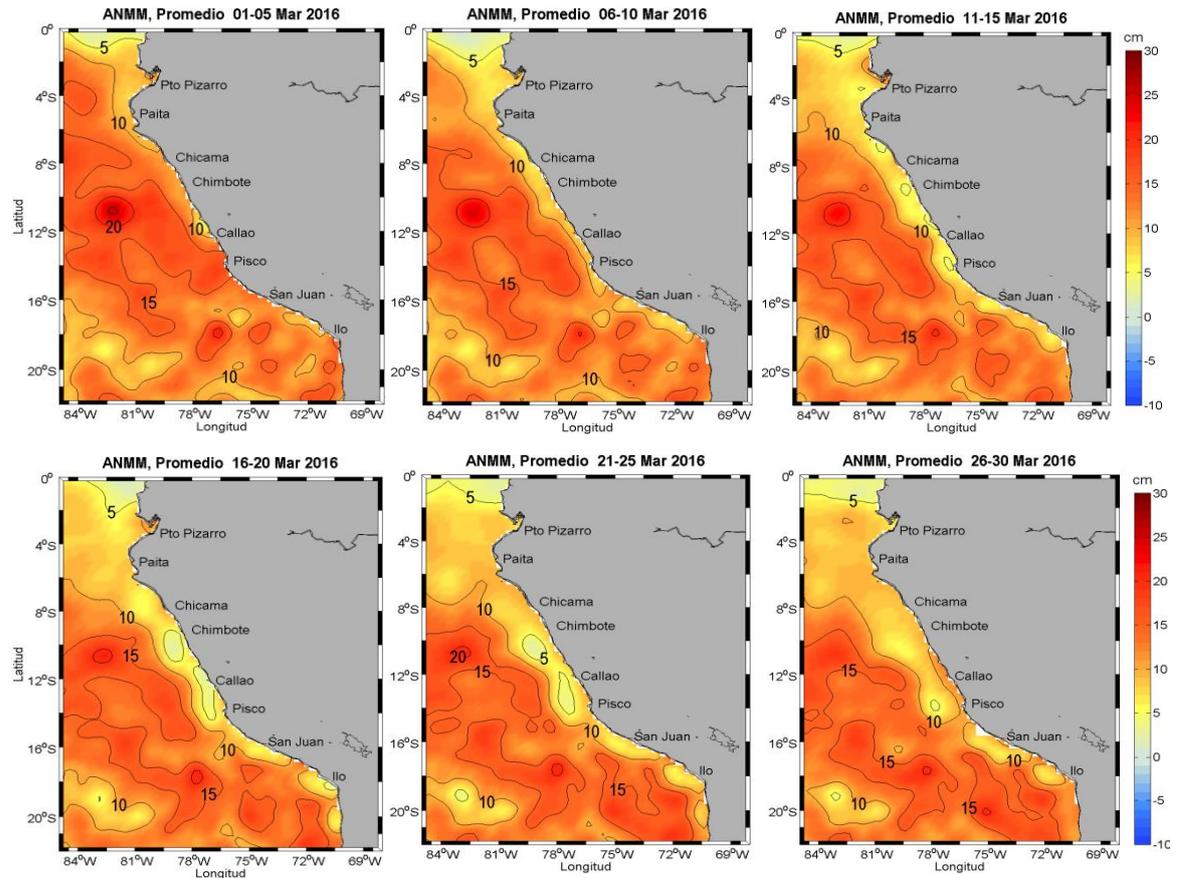


Figura 15. Anomalia de altura del nivel del mar (cm). Pentadas del 1-30 de marzo 2016. (Fuente:CMEMS/ Procesado por Laboratorio de Hidro-Física marina, IMARPE).

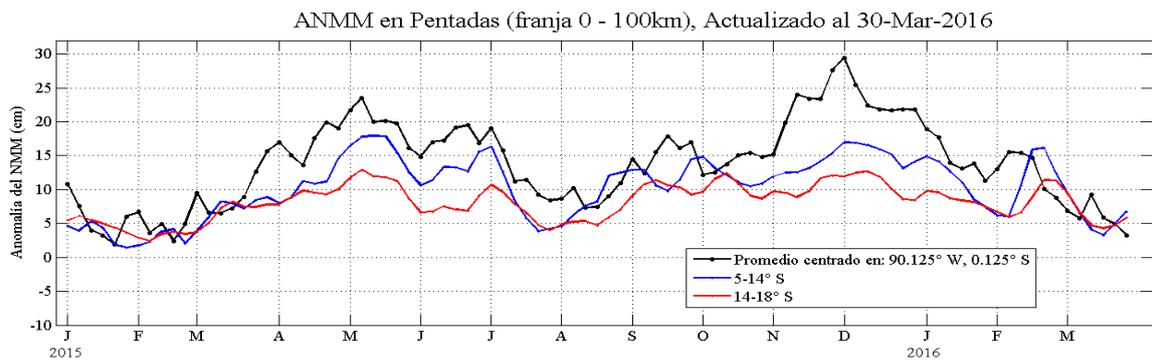


Figura 16. Variación temporal en promedios cada 5 días de la ANMM, período 2015--2016. (Fuente: CMEMS.Procesamiento: Laboratprio de Hidro-física marina, IMARPE).

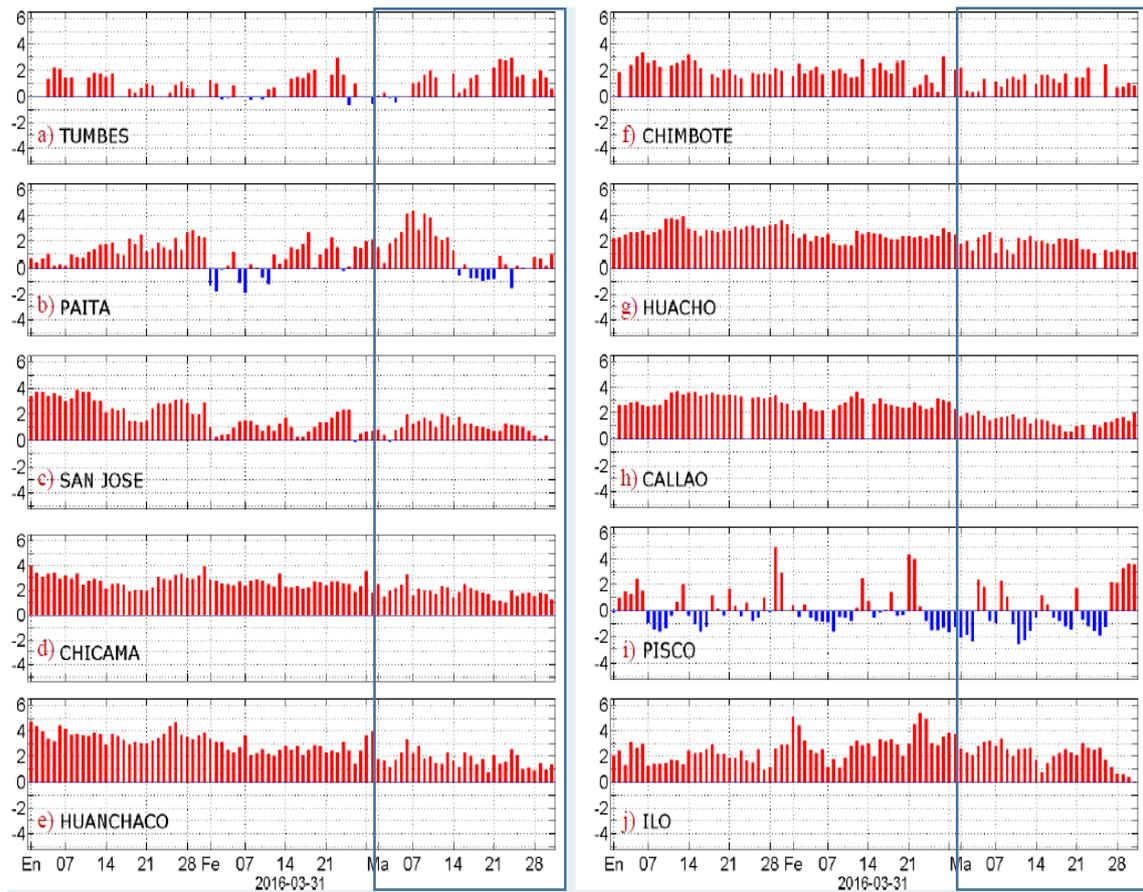


Figura 17. Series temporales del promedio diario de las anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en la red de estaciones costeras de IMARPE durante el último trimestre. Datos y procesamiento: IMARPE.

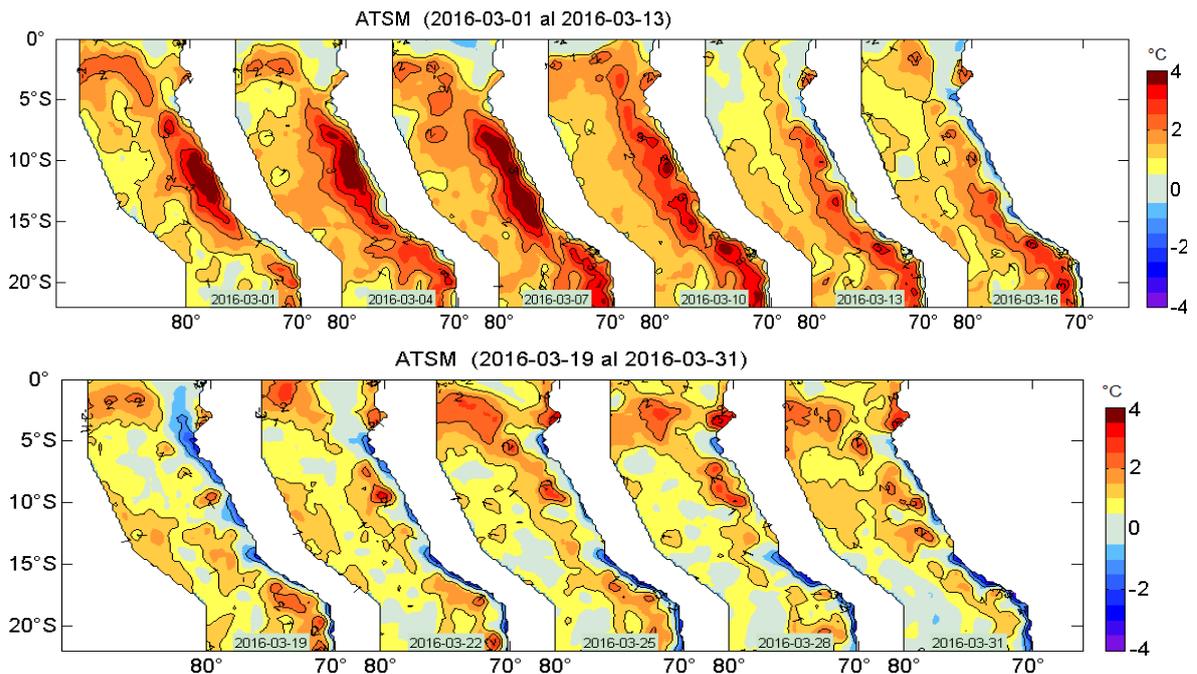


Figura 18. Anomalías de la temperatura superficial del agua (°C) en el mar peruano, cada tres días al 31 de marzo de 2016. Datos: AVHRR/NOAA. Procesamiento: IMARPE.

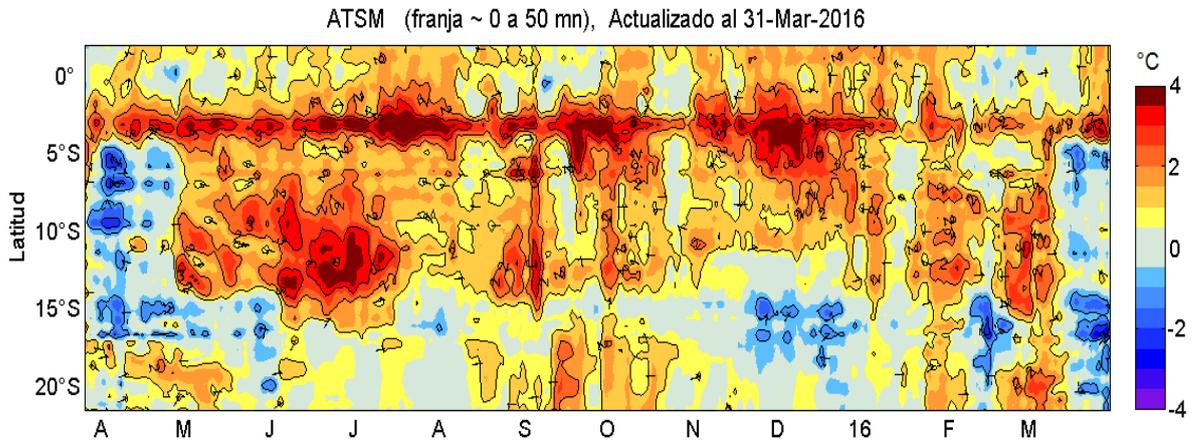


Figura 19. Evolución latitudinal de las anomalías promedio diarias de la temperatura superficial del mar (°C) para la franja de ~50 mn adyacentes al litoral peruano. Datos: AVHRR/NOAA. Procesamiento: IMARPE.

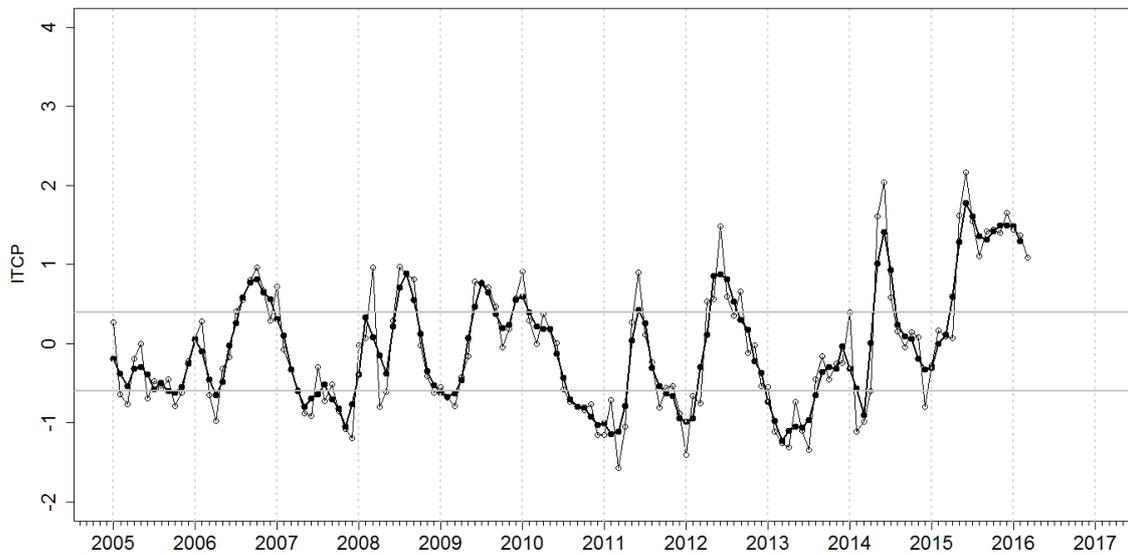


Figura 20. Variación temporal del ITCP hasta el trimestre EFM 2016. La variación temporal del ITCP trimestral (circulo negro) y la serie de tiempo mensual del 1er componente principal de la ATSM (circulo blanco).

**SECCION PAITA (18-19/03/2016)**

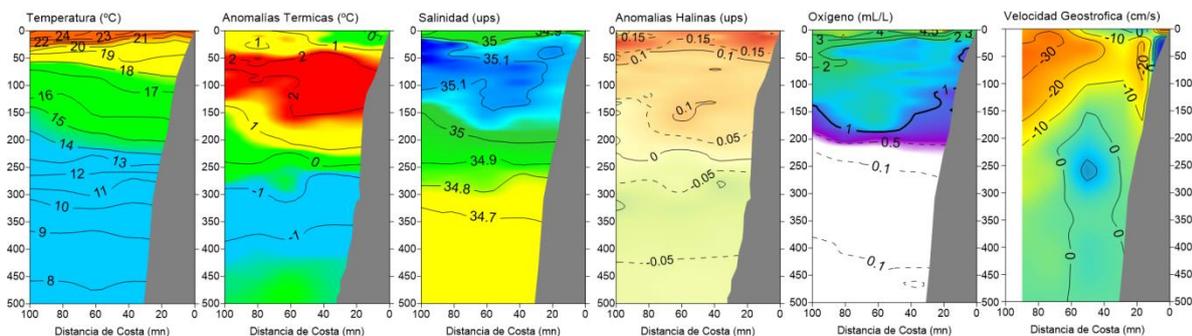


Figura 21. Sección vertical Paíta: Temperatura, Anomalías Térmicas, Salinidad, Anomalías Halinas, Oxígeno y Velocidad Geostrofica. Monitoreo Bio-Oceanográfico 1603. BIC Luís Flores.

**SECCION CHICAMA (11-13/03/2016)**

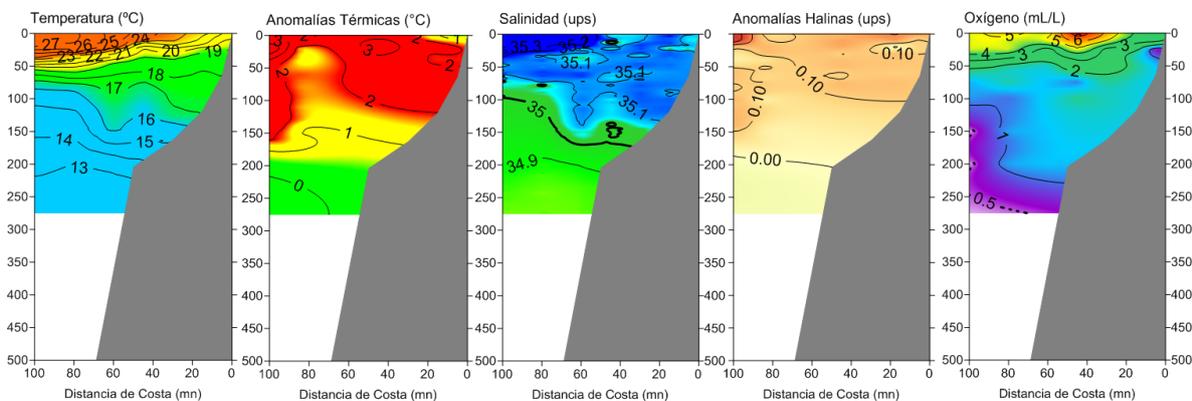


Figura 22. Sección vertical Chicama: Temperatura, Anomalías Térmicas, Salinidad, Anomalías Halinas, Oxígeno y Velocidad Geostrofica. Monitoreo Bio-Oceanográfico 1603. BIC IMARPE V.

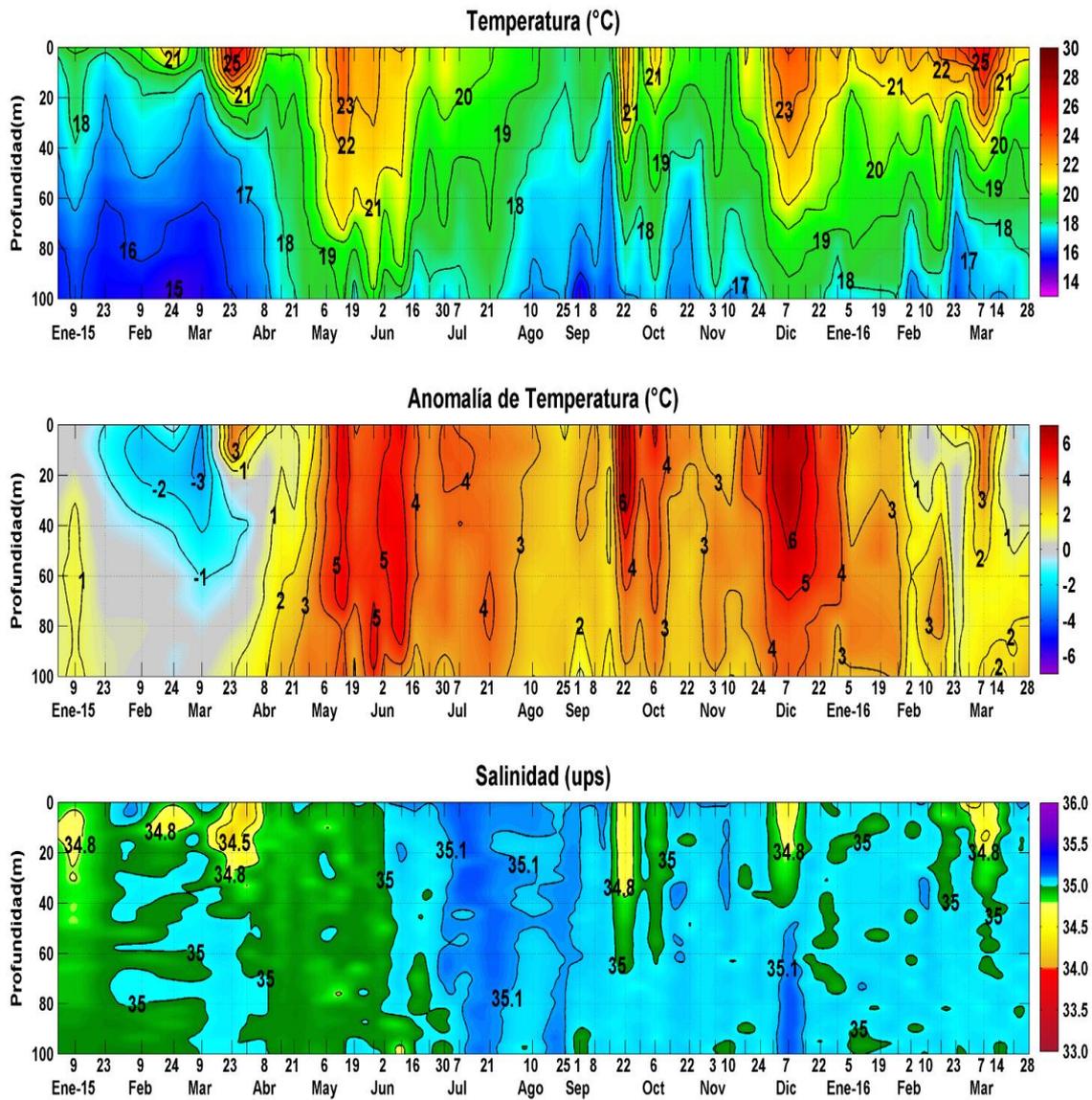


Figura 23. Estructura de la temperatura (°C), anomalías térmicas (°C) y salinidad (ups) en el Punto Fijo Paita de enero de 2015 a marzo de 2016. Datos y procesamiento: LHFMDGIOCC/IMARPE.

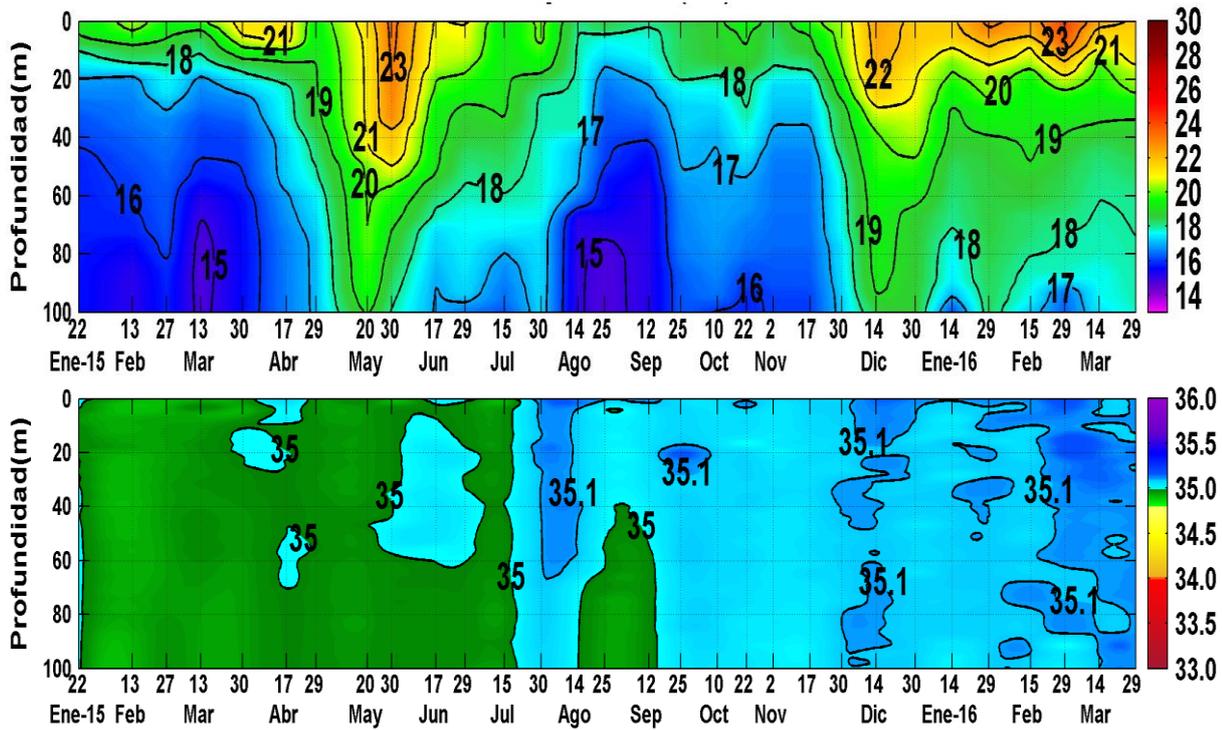


Figura 24. Estructura de la temperatura (°C) y salinidad (ups) en el Punto Fijo Chicama, enero de 2015 a marzo de 2016. Datos y procesamiento: LHFM/DGIOCC.

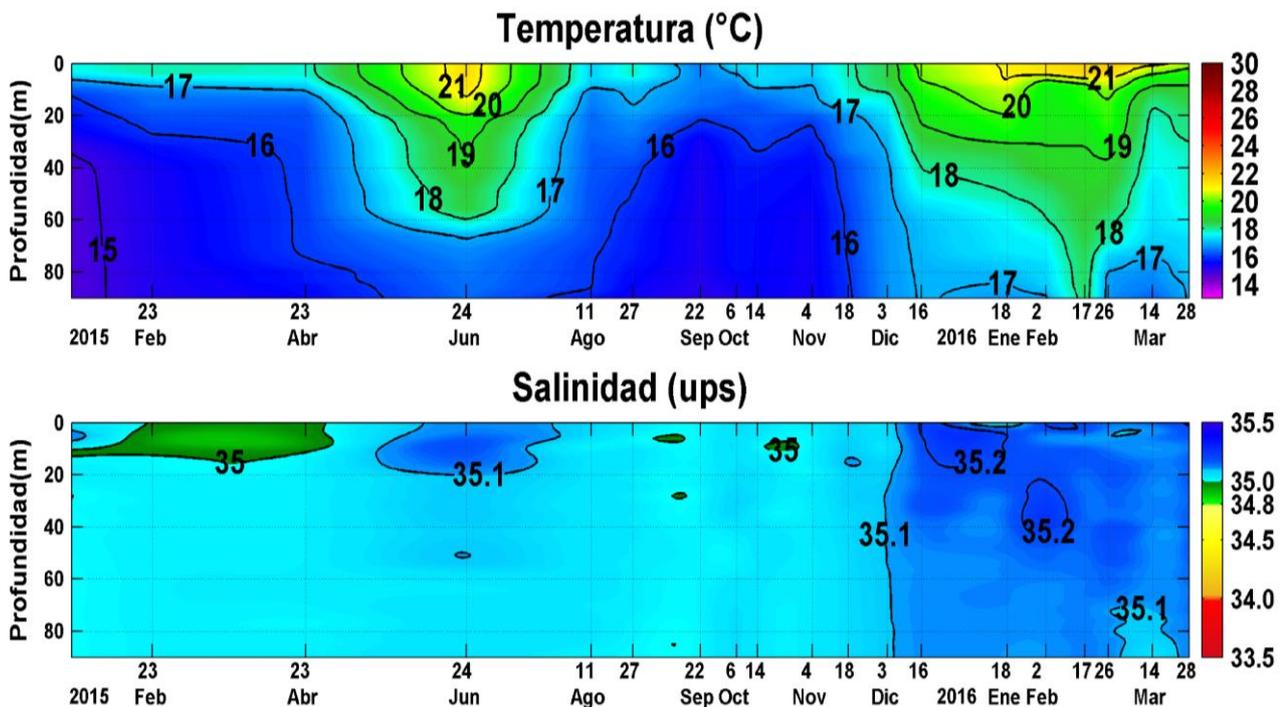


Figura 25. Estructura de la temperatura (°C) y salinidad (ups) en el Punto Fijo Callao de enero a marzo 2016. Datos y procesamiento: LHFM/DGIOCC.

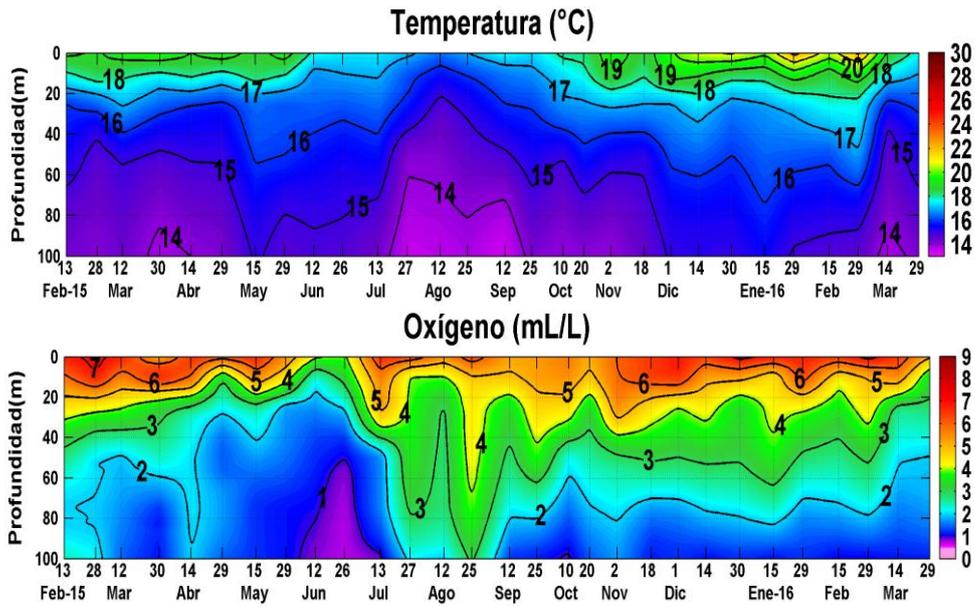


Figura 26. Estructura de la temperatura (°C) y contenido de oxígeno disuelto (mL/L) en el Punto Fijo Ilo de enero de 2015 a marzo de 2016. Datos y procesamiento: LHFMDG/OCC.

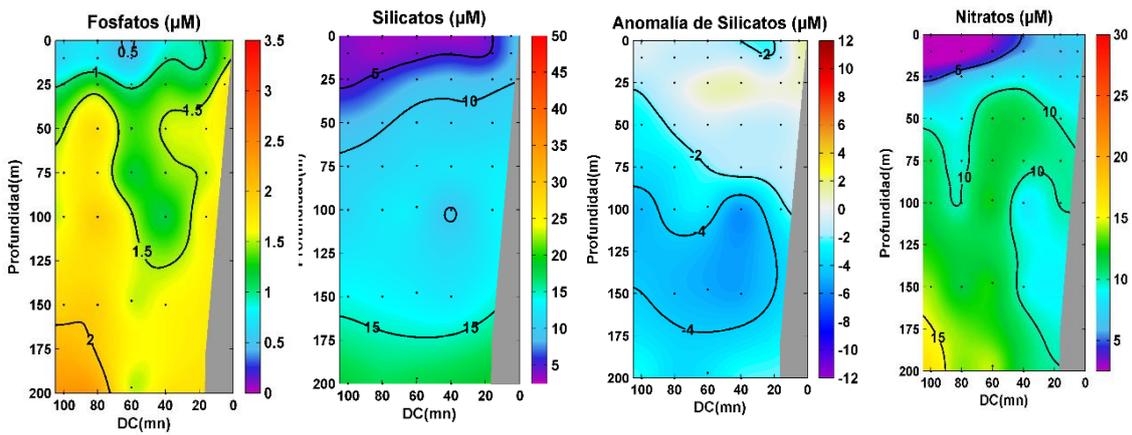


Figura 27. Distribución Vertical de Nutrientes, Sección Paita – 18-19 marzo 2016.

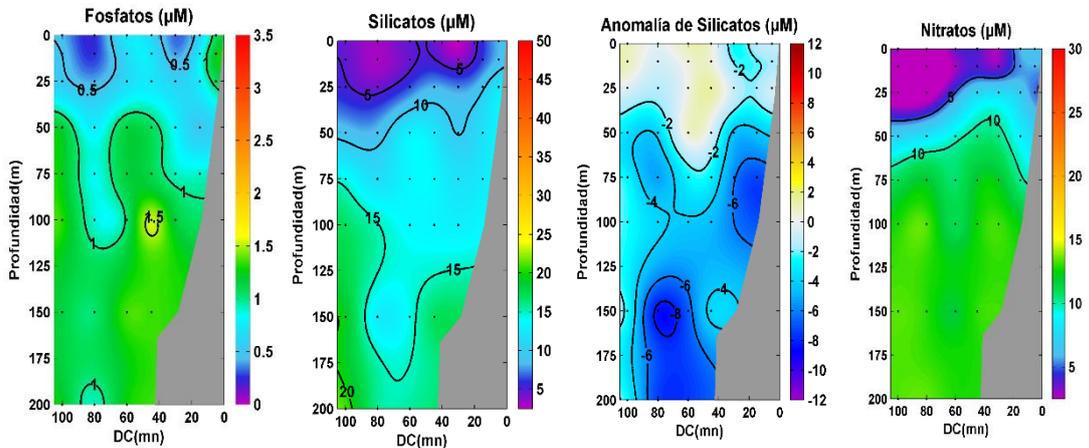


Figura 28. Distribución Vertical de Nutrientes. Sección Chicama – 11-12 marzo 2016.

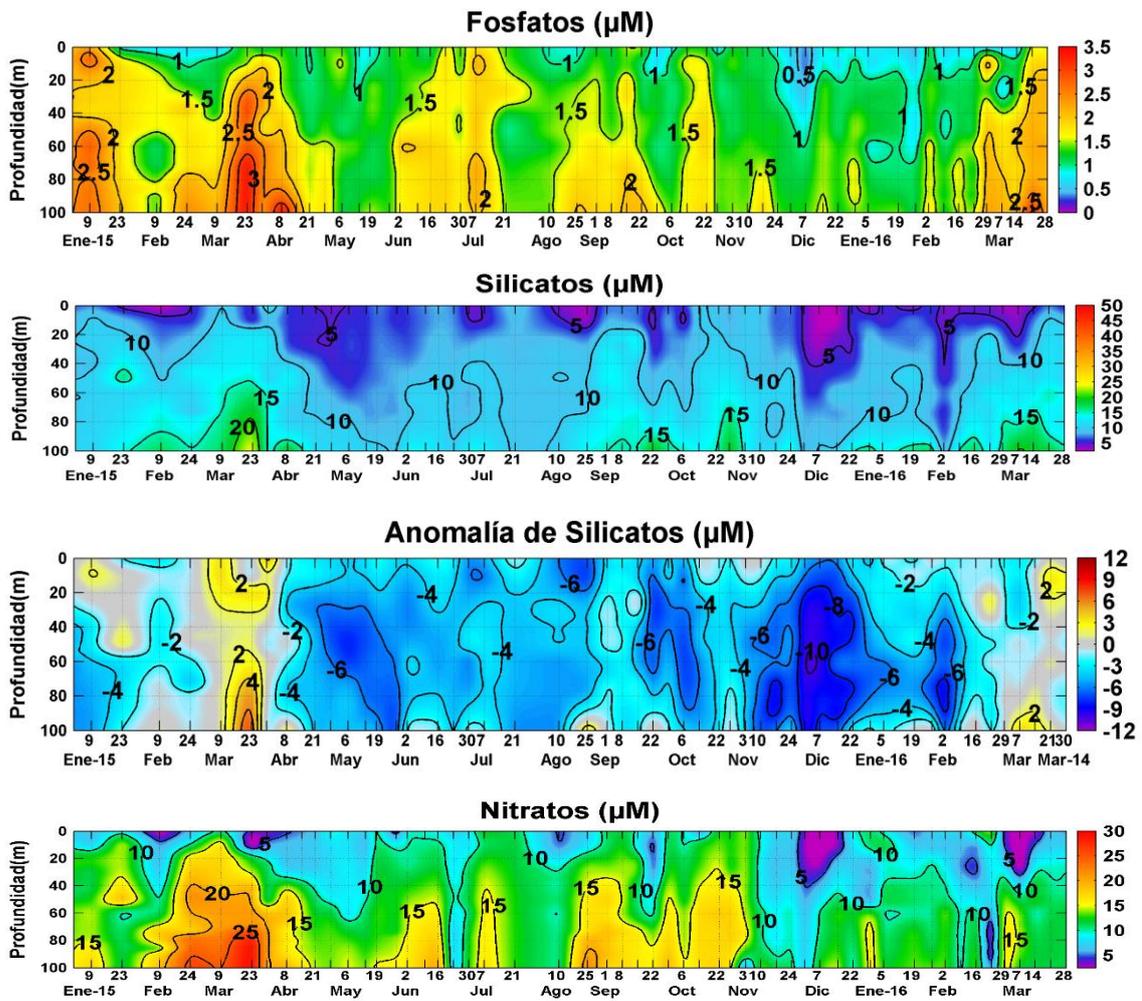


Figura 29. Distribución Vertical de Nutrientes, en el Punto Fijo Paita a marzo 2016.

Sección Paita (18 – 19 Marzo 2016)

Sección Chicama (11 – 12 Marzo 2016)

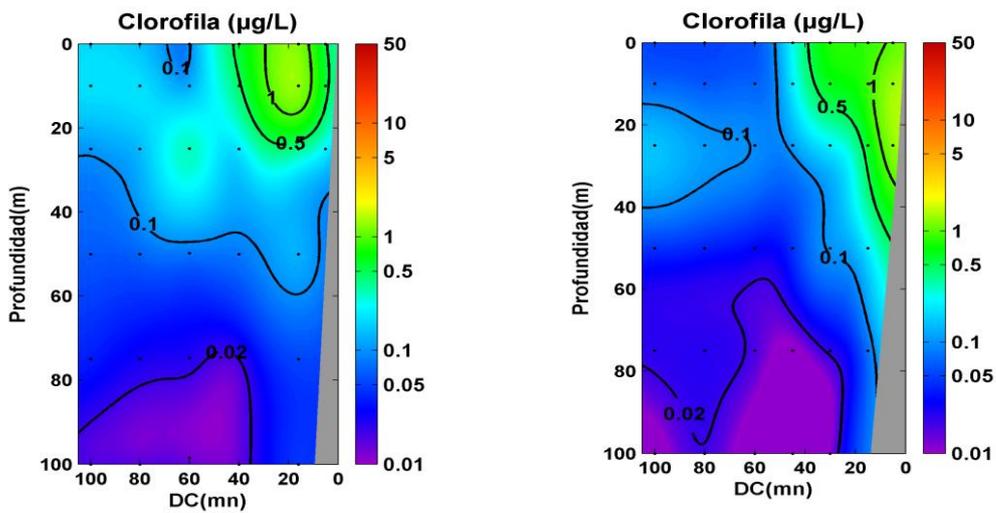


Figura 30 Distribución Vertical de Clorofila-a, Secciones de Paita y Chicama. Marzo 2016.

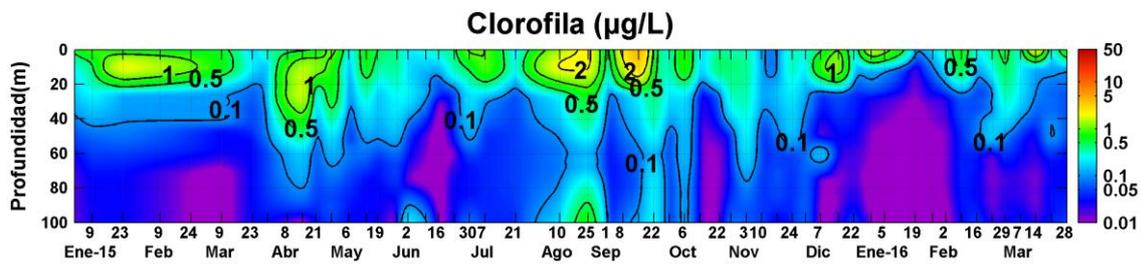


Figura 31. Distribución Vertical de Clorofila-a, en el Punto Fijo de Paita, a marzo 2016.

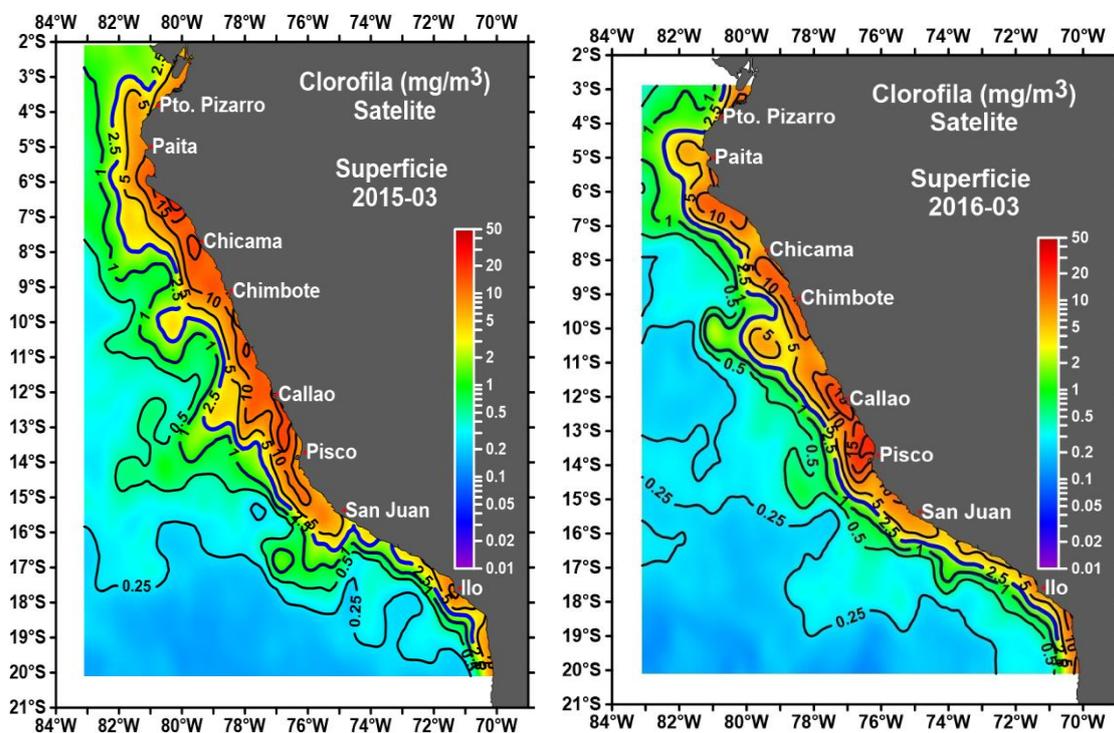


Figura 32. Distribución Superficial de Clorofila-a ( $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ), información procedente del Satélite MODISAQUA, resolución 9 km para marzo 2015 – 2016.

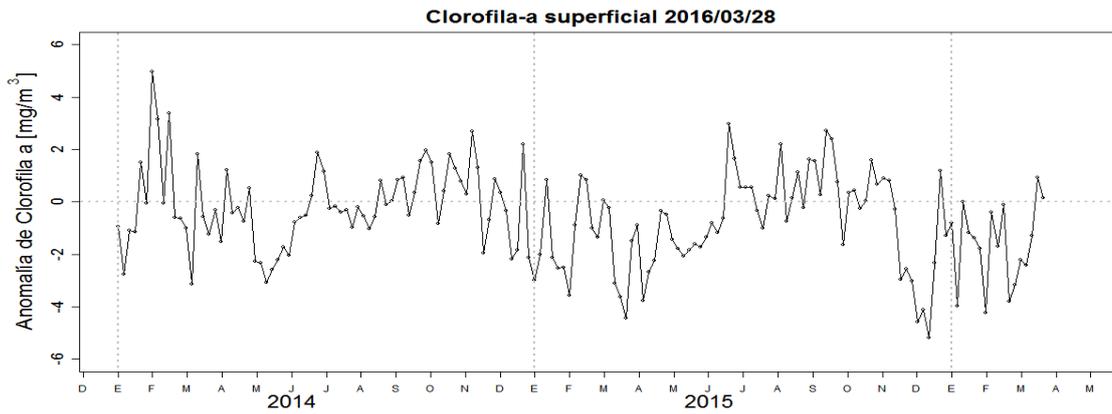


Figura 33. Anomalia promedio de clorofila-a superficial ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) cada 5 días del satélite MODIS dentro de los 100 km a la costa y los  $4^\circ\text{S} - 16^\circ\text{S}$  desde enero del 2014 hasta el 28 de marzo del 2016.

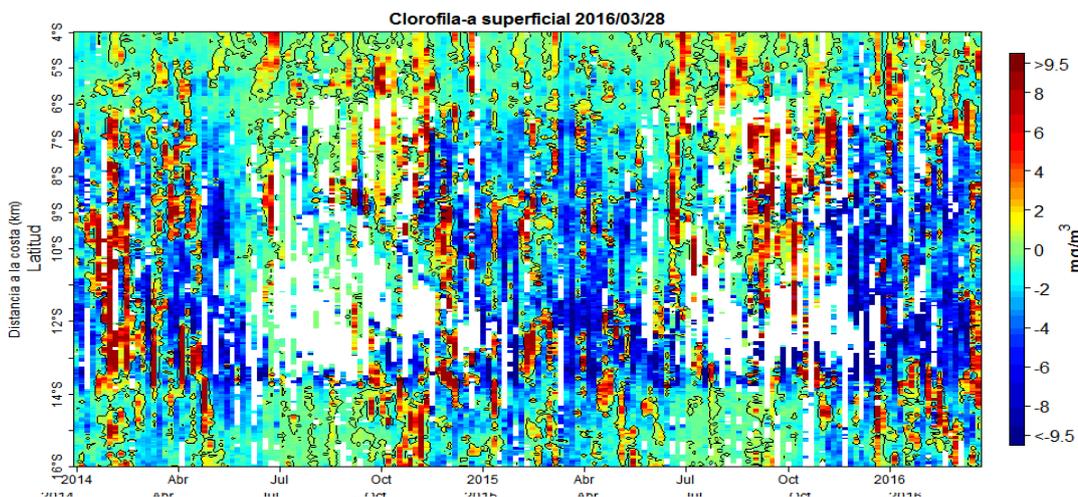


Figura 34. Anomalia promedio de clorofila-a superficial ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) cada 5 días del satélite MODIS dentro de los 100 km a la costa desde enero del 2014 hasta el 28 de marzo del 2016

S  
a

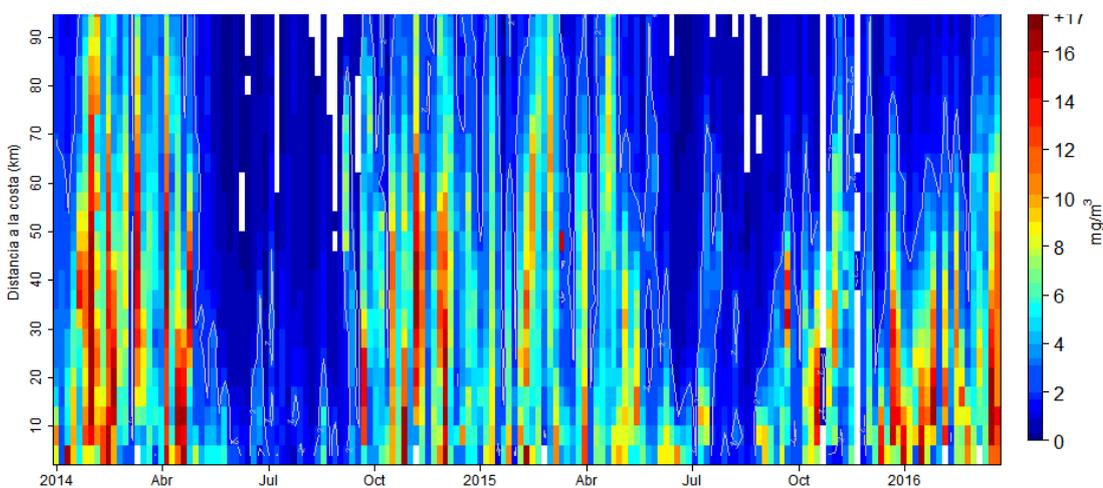


Figura 35. Clorofila-a superficial ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) promediada cada 5 días del satélite MODIS dentro de los 100 km a la costa en la zona centro ( $10^\circ\text{S} - 16^\circ\text{S}$ ) desde enero del 2014 hasta el 28 de marzo del 2016.

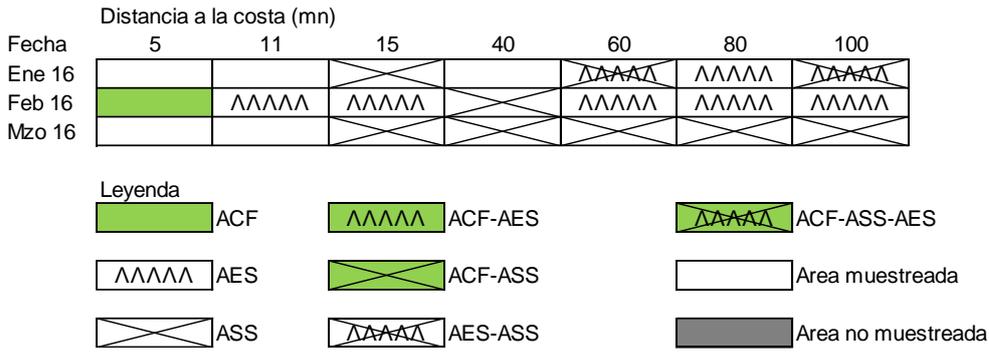


Figura 36. Distribución de indicadores biológicos de fitoplancton en el perfil hidrográfico Paíta 1603

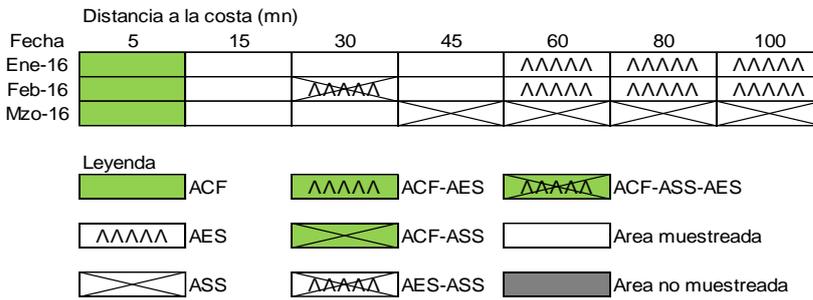


Figura 37. Distribución de indicadores biológicos de fitoplancton en el perfil hidrográfico Chicama 1603

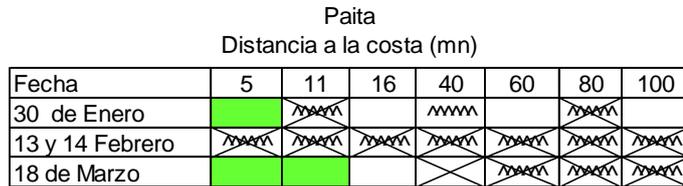


Figura 38. Indicadores biológicos de zooplancton frente a Paíta 1602.

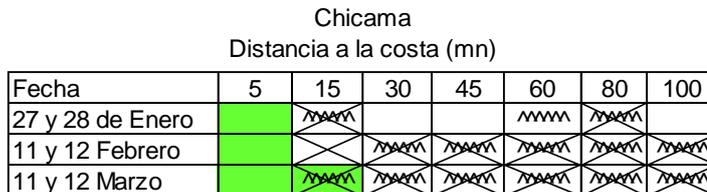


Figura 39. Indicadores biológicos de zooplancton frente a Chicama 1602.



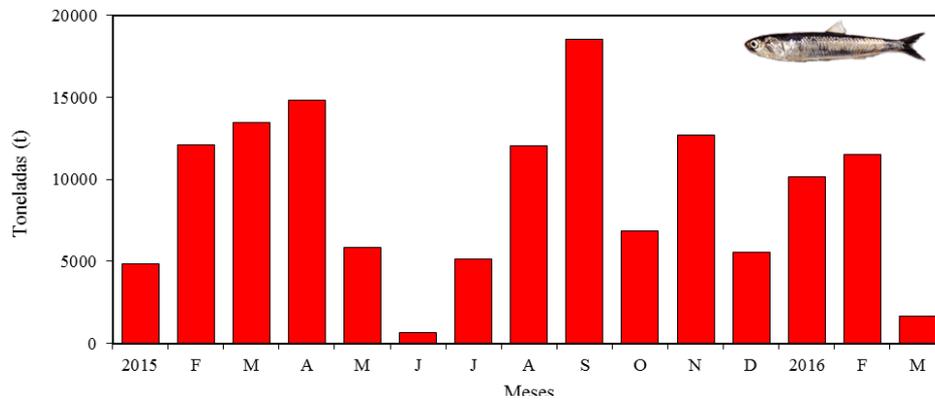


Figura 40. Desembarque mensual de anchoveta (t) proveniente de la flota de menor escala y/o artesanal. Período: enero 2015- marzo 2016. Fuente: AFIRNP/IMARPE.

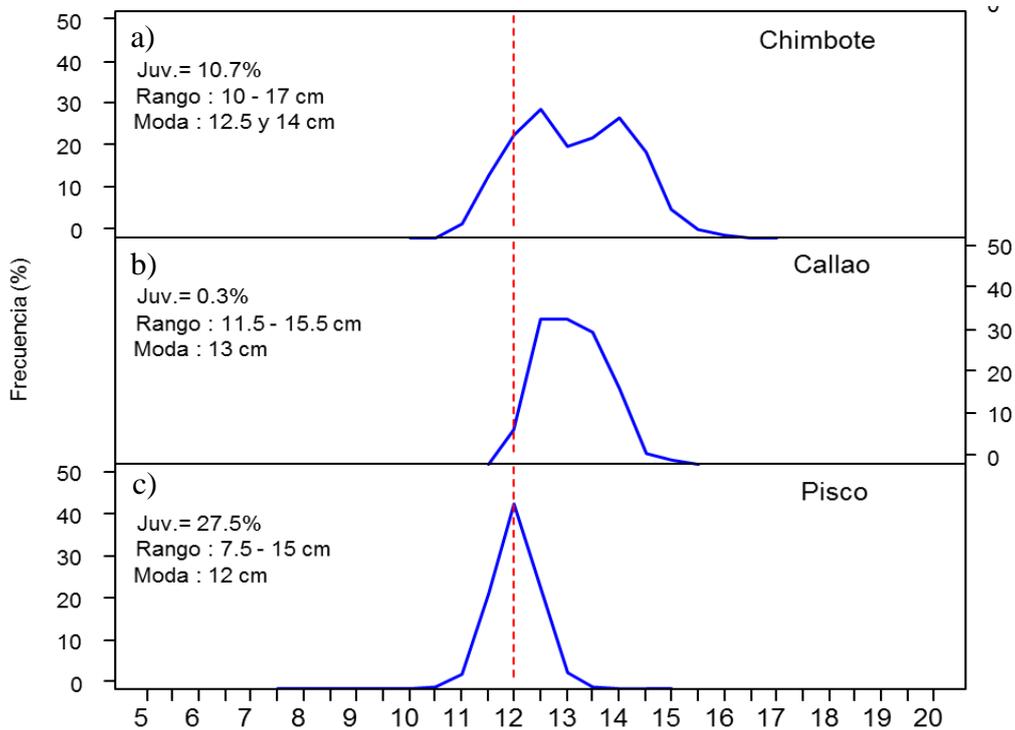


Figura 41 Estructura de tallas de anchoveta, según puertos en la región norte – centro, proveniente de la flota de menor escala y/o artesanal: a) Chimbote, b) Callao y c) Pisco. Fuente: AFIRNP/IMARPE.

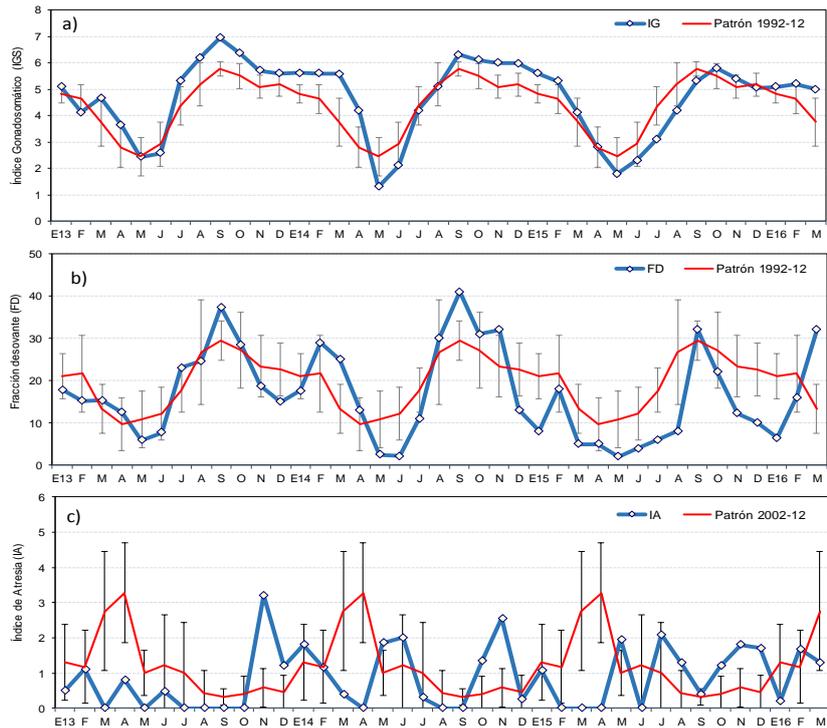


Figura. 42 Indicadores reproductivos, a) Índice Gonadosomático (IG), b) Fracción Desovante (FD) y c) Índice de atresia del stock norte – centro de anchoveta. Serie mensual: Enero2013 – marzo 2016. Fuente: LBR/IMARPE.

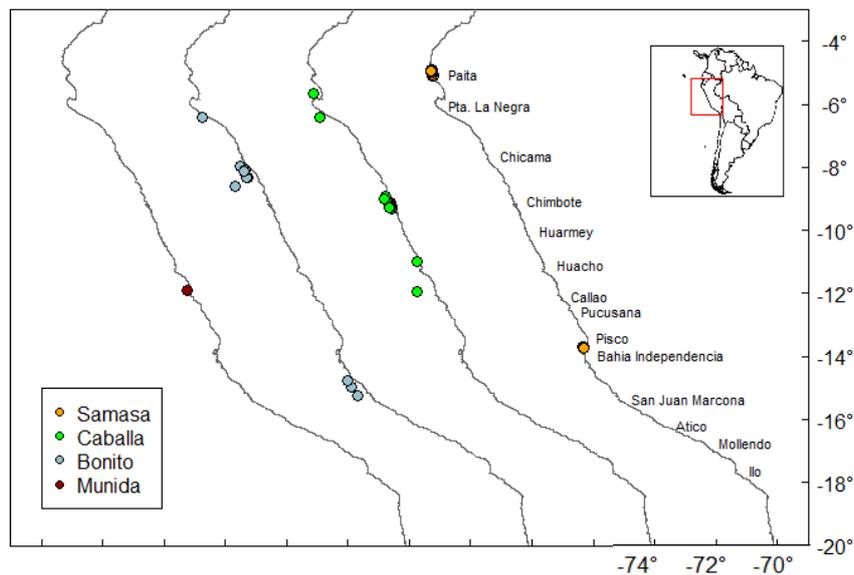


Figura 43 Distribución de especie indicadoras asociadas a aguas cálidas provenientes de la zona Panameña y Oceánica: samasa (círculos naranja), caballa (círculos verdes), bonito (círculos celestes) y asociada a aguas frías: munida (círculo rojo). Fuente: IMARPE - Programa Bitácoras de Pesca y Seguimiento de la Pesquería Pelágica. Periodo: marzo 2016.

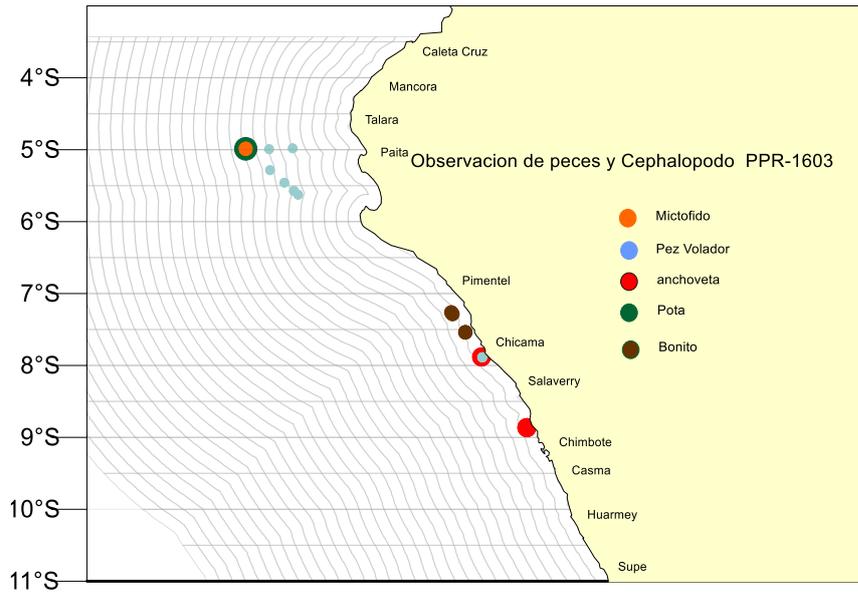


Figura 44 Distribución de especie indicadoras del ingreso de aguas cálidas observadas durante la Prospección de Monitoreo Oceanográfico Chicama-Paita – PpR 1603. Periodo: 16 – 21 marzo 2016.

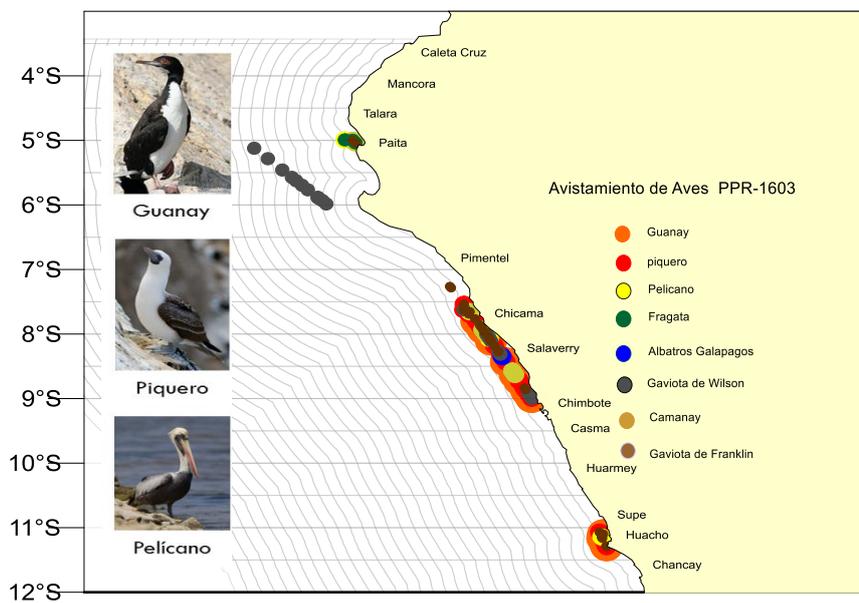


Figura 45. Distribución de aves guaneras y aves migratorias indicadoras de aguas cálidas provenientes de la zona Panameña y Oceánica observadas durante la Prospección de Monitoreo Oceanográfico Chicama-Paita – PpR 1603. Periodo: 19 – 21 marzo 2016.

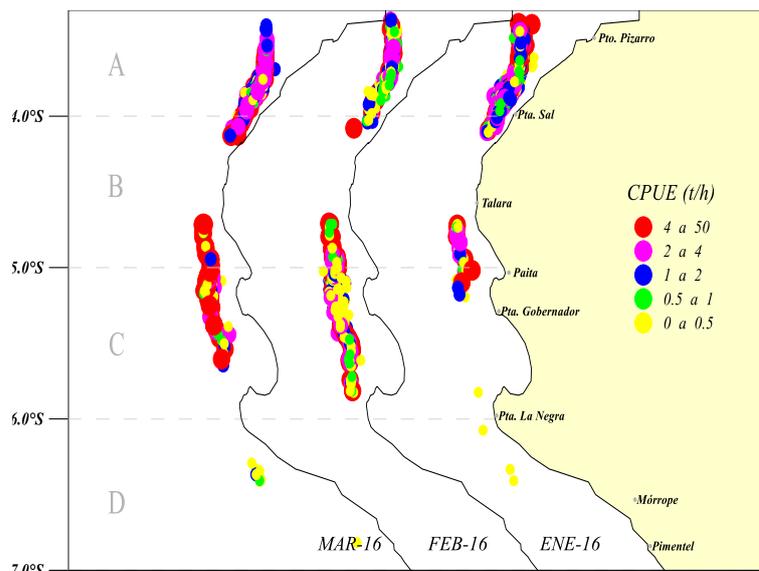


Figura 46.- Distribución espacial de la flota industrial arrastrera, durante el periodo enero – marzo 2016.

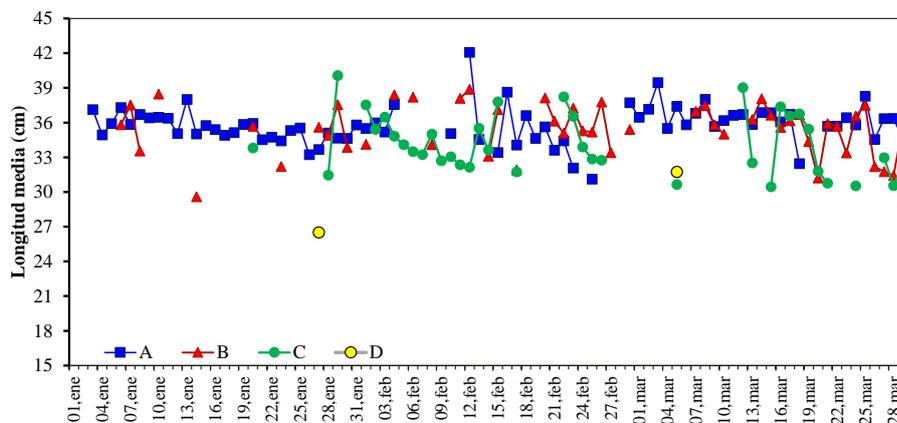


Figura 47. Longitud media por subáreas de pesca de la merluza peruana durante enero-marzo 2016.

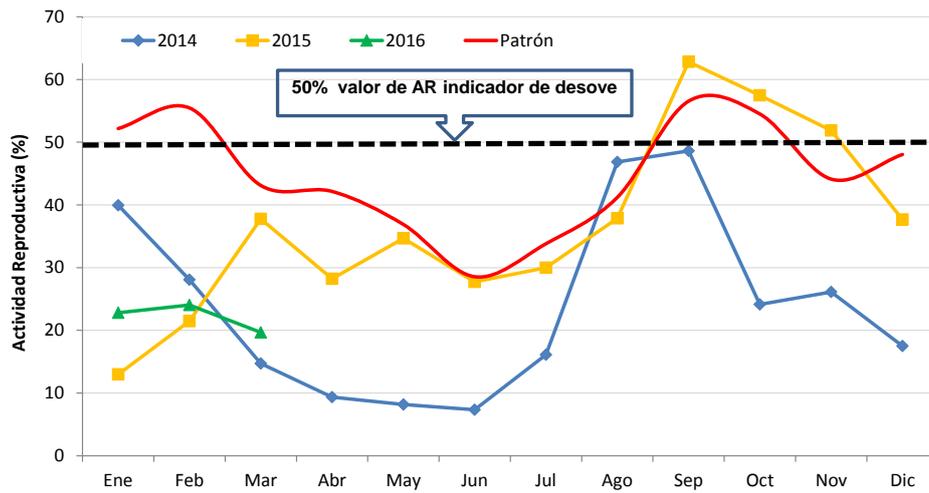


Figura 48. Variación mensual por sub-áreas de la actividad reproductiva de la merluza peruana durante el periodo 2014-2016



Figura 49.- Registro y contenido estomacal de *Rachycentron canadum* "pez cobia" entre el Rinconazo y Dos cabezas (La Libertad) - Laboratorio Costero de Huanchaco.



Figura 50.- Principales especies ocasionales reportadas en los desembarques de Huacho (Lima). Especies: *Balistes polylepis* (a), *Trachinotus rhodopus* (b), *Fistularia corneta* (c), *Prionotus stephanophrys* (d), *Synodus scituliceps* (e), *Litopenaeus vannamei* (f) y (g) – Laboratorio Costero de Huacho.

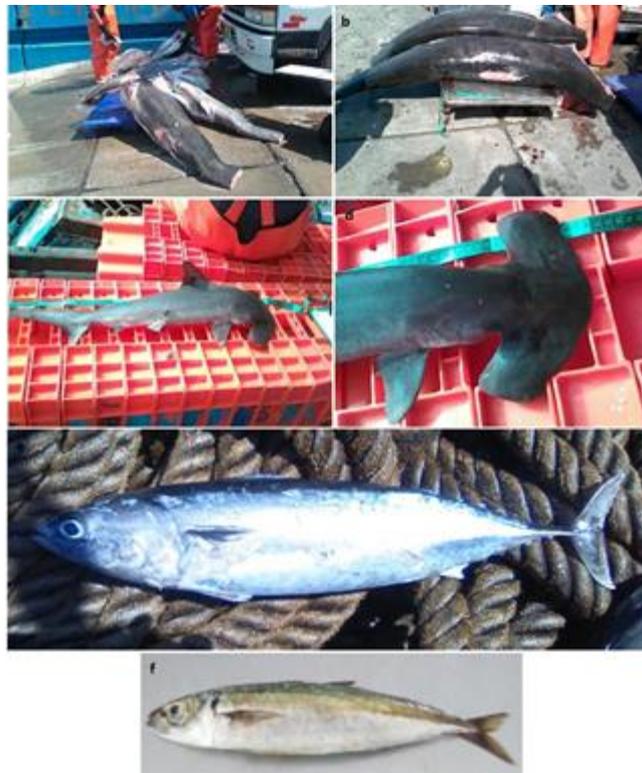


Figura 51.- Principales especies ocasionales registradas en los desembarques del puerto de Ilo. Especies: *Alopias* sp. (a) y (b) *Sphyrna* sp. (c) y (d), *Katsuwonus pelamis* c.f. (e), *Decapterus macrosoma* (f) – Laboratorio Costero de Ilo.

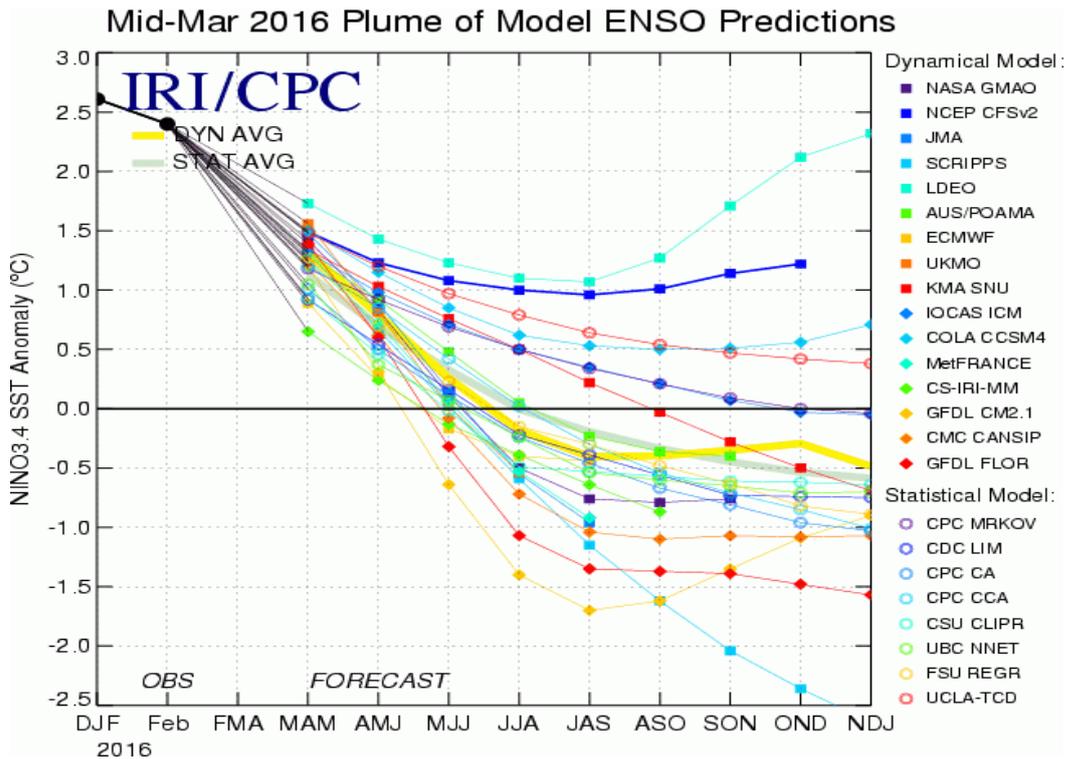


Figura 52 Pronóstico del índice Niño 3.4 mediante modelos climáticos estadístico y dinámico. Fuente: IRI/CPC, Marzo, 2016.

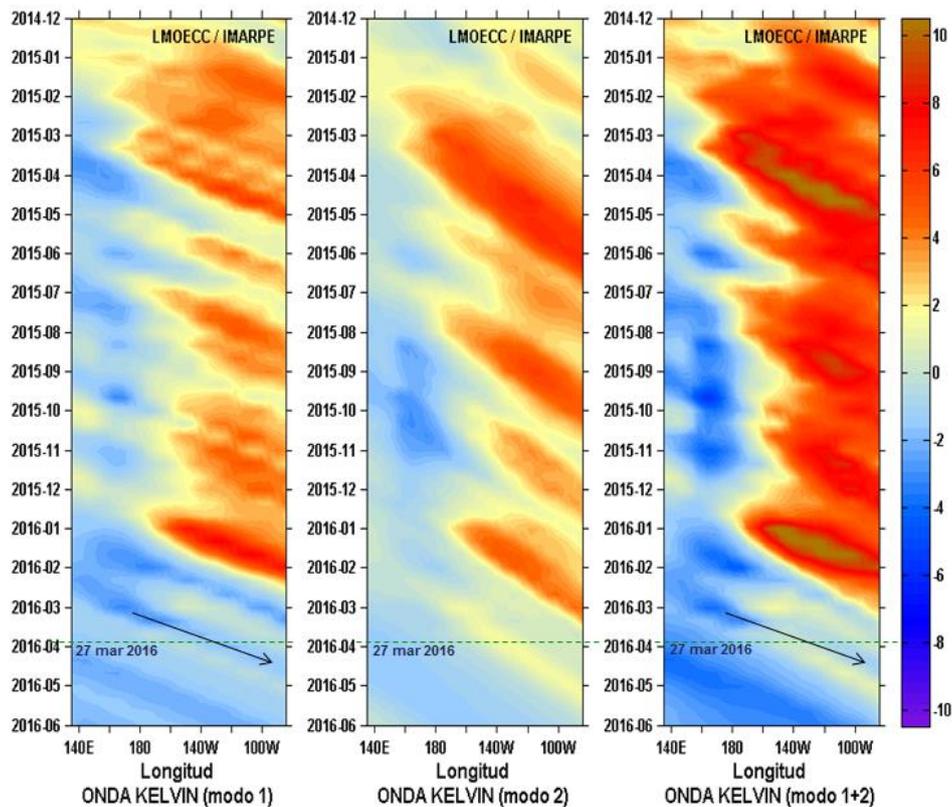


Figura 53. Diagrama Hovmöller longitud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacífico ecuatorial (0°N): (a) Modo 1, (b) Modo 2, (c) Modos 1+2. La línea discontinua horizontal, en verde, indica el inicio del pronóstico sin el forzante de vientos. Fuente: IMARPE, forzado con vientos de NCEP (Figuras a-c).

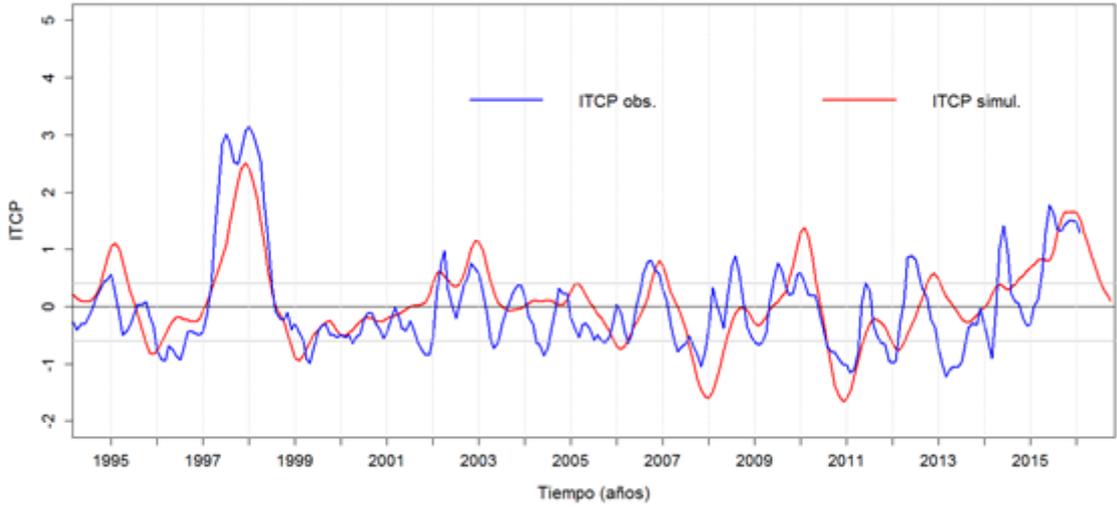


Figura 54. Pronóstico del ITCP mediante un modelo acoplado océano-atmósfera de complejidad intermedia.

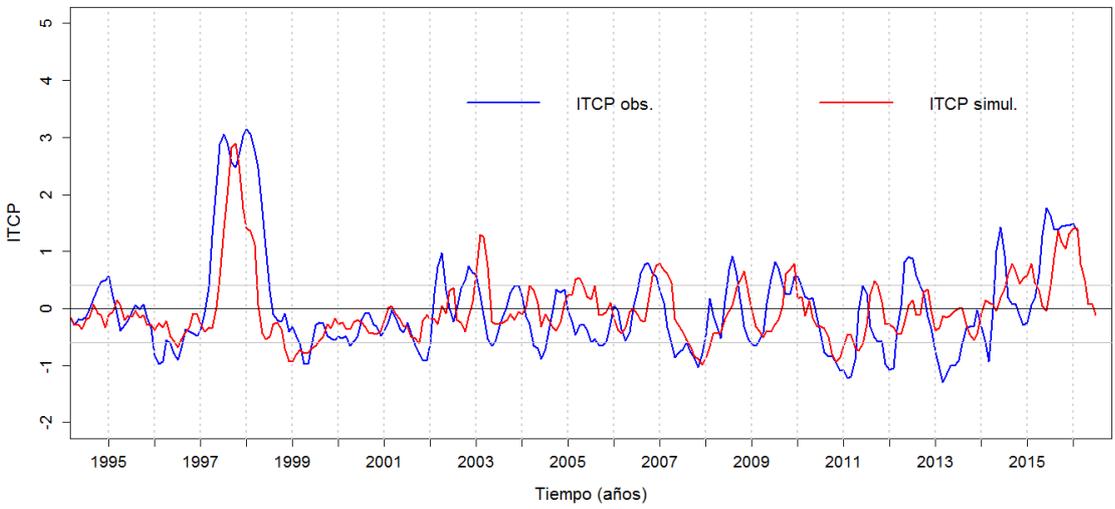


Figura 55. Pronóstico del ITCP mediante un modelo estadístico.