

## **Grupo de Trabajo Institucional El Niño**

### **Informe de las Condiciones Oceanográficas y Biológico Pesqueras Octubre 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 octubre usando datos del reanálisis NCEP/NOAA (Kalnay et al. 1996). Se observó que el Anticiclón del Pacífico Sur (APS) presentó un núcleo centrado en los 90°W, 30°S con una intensidad máxima de ~1023 hPa, encontrándose desplazado ligeramente al noreste de su posición habitual con una intensidad menor que su valor climatológico en ~1,7 hPa (Figura 1 y 2a). Asimismo, se observaron anomalías de presión alrededor de 0 frente de la costa del Perú y en el Pacífico ecuatorial central, y la presencia de anomalías negativas fuertes (>-3 hPa) en la región subtropical (Figura 2b).

###### **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 ASO 2016 el IAPS presentó un valor (-1,8) ubicado en el rango neutro (Figura 3).

###### **1.1.3 Distribución de las anomalías del campo de vientos a nivel de 850 hPa, 200 hPa y Radiación en Onda Larga.**

Durante octubre, las anomalías de los vientos en los niveles bajos a 850-hPa fueron principalmente neutras en el océano Pacífico, presentándose anomalías de vientos del SE (850-hPa) en áreas reducidas del Pacífico ecuatorial occidental. Los vientos a nivel de 200 hPa presentaron anomalías del viento del oeste que prevalecieron a través del Pacífico Oriental y Central. Figura 4.

Anomalías negativas de ROL (generadoras de los procesos de convección y precipitación) fueron evidentes sobre Indonesia, Papua New Guinea, Philippines, Australia. Anomalías positivas (generadoras de procesos de sequedad) se observaron cerca de la Línea de Cambio de Fecha y Pacífico occidental. Figura 5.

##### **1.1 Aspectos oceanográficos**

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

Durante octubre 2016, predominaron condiciones frías en todo el Pacífico Central con anomalías de hasta -1°C. Anomalías de hasta +1°C se registraron en los sectores oriental y occidental del Pacífico. (Figura 6).

## **1.2.2. Condiciones sub-superficiales**

En promedio, durante octubre se mantuvieron las condiciones frías con anomalías predominantemente de  $-1^{\circ}\text{C}$  y valores máximos de hasta  $-2^{\circ}\text{C}$  en el Pacífico Central y Oriental entre los 50 a 200m de profundidad. Durante el mes, el escenario de enfriamiento se fue fortaleciendo, ampliando su cobertura a todo el Pacífico en niveles sub-superficiales con un mayor enfriamiento al término del mes cuando se alcanzaron anomalías de hasta  $-4^{\circ}\text{C}$  en un núcleo ubicado a los  $150^{\circ}\text{W}$  y en los 150 m de profundidad. (Figura 7).

## **1.2.3 Índices Climáticos y viento zonal**

Los índices climáticos de macroescala como el Índice El Niño Oceánico y el Índice Multivariado ENOS indicaron valores de  $-0,8$  y  $-0,379$ , indicando condiciones levemente frías en ambos casos. El índice ICEN y el índice LABCOS para este mes indicaron valores de  $0,14$  y  $0,25$  (condiciones neutrales), respectivamente Tabla1.

El Índice Térmico Costero Peruano (ITCP), durante el trimestre ASO 2016 alcanzó un valor de  $+0,34$  indicando una condición neutra, a diferencia del mismo trimestre del 2015 (ASO, 2015) cuando alcanzó un valor de  $+1,13$  indicando una condición cálida asociada a El Niño 2015-2016 (Figura 8).

La componente zonal del viento en la franja ecuatorial de  $5^{\circ}\text{S}$  a  $5^{\circ}\text{N}$ , varió entre  $2,0$  a  $6,0$  m/s en el área comprendida entre la línea de cambio de fecha ( $180^{\circ}$ ) y los  $85^{\circ}\text{W}$ , siendo predominantes los vientos del Este (dirigiéndose hacia el Oeste), en la zona ecuatorial entre los  $120^{\circ}\text{E}$  y  $180^{\circ}$ , la componente zonal del viento varió entre  $1,0$  a  $3,0$  m/s. Respecto a las anomalías de la componente zonal del viento ecuatorial se presentaron anomalías neutras a positivas entre  $-1,0$  a  $+2,0$  m/s, en gran parte del Pacífico Ecuatorial (Figura 9).

## **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 octubre (entre el 01 y el 31 de octubre del 2016), el viento frente y a lo largo de la costa peruana, presentó las siguientes variaciones:

La distribución espacial del viento presentó en la zona costera velocidades moderadas entre  $3,0$  a  $7,0$  m/s, a excepción de los días entre el 01 al 05 y el 16 al 20 de octubre cuando se presentaron vientos fuertes ( $> 7,0$  m/s), en cambio en la zona oceánica el viento varió entre  $5,0$  y  $10,0$  m/s lo cual relacionado a la activación y fortalecimiento del Anticiclón del Pacífico Sur (Figura 10). Las anomalías del viento variaron entre  $-3,0$  a  $+2,0$  m/s, predominando anomalías negativas a neutras durante gran parte del mes de octubre, tanto en la zona costera y oceánica (Figura 11).

A 40 km frente y a lo largo de la franja costera peruana, se registraron vientos entre  $3,0$  y  $7,5$  m/s, los vientos más fuertes ( $> 7,0$  m/s) se registraron entre los  $14^{\circ}$  y  $16^{\circ}\text{S}$  de latitud, los vientos más débiles  $< 3,5$  m/s se presentaron en la zona sur del Perú (entre las costas de Arequipa, Moquegua y Tacna). Respecto a la dirección del viento, al norte de los  $5^{\circ}\text{S}$ , se registraron vientos de dirección Sursuroeste (SSW) y Suroeste (SW), entre  $5^{\circ}\text{S}$  y  $15^{\circ}\text{S}$  predominaron vientos del Sureste (SE), mientras que al sur de los  $15^{\circ}\text{S}$  se presentaron vientos de dirección Sursureste (SSE) (Figura 12).

La anomalía de la velocidad de viento 40 km frente de la costa, varió entre -3,0 y +1,5 m/s, predominando periodos de anomalías negativas menores a -2,0 m/s en gran parte de la costa peruana, a excepción de los días entre el 16 y 20 de octubre que se presentaron anomalías positivas ( $> +1,0$  m/s) en gran parte der área evaluada. Figura 13.

El Índice de Afloramiento Costero (IAC) varió alrededor de 50 a 150  $m^3/s/100m$ , los valores más altos de IAC se presentaron frente a Chimbote, Callao y Pisco (Figura 14).

## **2.2 Aspectos Oceanográficos**

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

Durante octubre, los mapas pentadales de las anomalías del nivel medio del mar (ANMM) indicaron un aumento de las áreas con anomalías en el rango neutral. La segunda y tercera pentada son relativamente similares, sin embargo se aprecia un leve aumento de las anomalías positivas (+10 cm) cercana a la costa frente a Chimbote, Callao y Pisco. A partir de la segunda quincena el área costera y en especial el área al norte de Paita mostró disminución de las anomalías (+5 cm) (Figura 15).

El diagrama Hövmoller pentadal de la ANMM a 100 km frente a la costa peruana muestra áreas con anomalías neutras al norte de los  $8^{\circ}S$ , en cambio al sur predominaron anomalías entre +5 cm y +10 cm durante todo el mes (Figura 16).

Las series pentadales de ANMM promedio entre los 0 y 100 km mostró para Galápagos valores levemente superiores al mes anterior, sin embargo estos se mantuvieron dentro de rango neutral. Las anomalías para las zonas norte ( $5$  a  $14^{\circ}S$ ) y sur ( $14$  a  $18^{\circ}S$ ) mostraron anomalías entre +4 cm a +7 cm, predominando valores por encima de valores neutrales la mayor parte del mes, (Figura 17).

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

#### **2.2.3.1 Laboratorios Costeros**

La TSM registrada en los diferentes Laboratorios Costeros presentó valores mensuales que variaron de entre  $15,50^{\circ}C$  (Callao) a  $26,33^{\circ}C$  (Tumbes), mientras que la ATSM varió entre  $-1,08^{\circ}C$  (Paita) a  $+0,92^{\circ}C$  (Huanchaco), Tabla 2, registrándose anomalías positivas en la mayoría de los laboratorios a excepción de Paita y Pisco donde prevalecieron anomalías negativas. (Figura 18).

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

Amplias áreas de anomalías neutras dominaron la zona de estudio durante octubre, sin embargo persistió un núcleo de anomalías negativas con valores entre  $-1^{\circ}$  a  $-2^{\circ}C$  en la zona costera frente a Paita y mar adentro al norte de los  $5^{\circ}S$  (Figuras 19 y 20).

Durante la segunda semana se registró aumento de las temperatura con el consiguiente un incremento las anomalías (variando entre +1 a  $+2^{\circ}C$ ) a lo largo de la costa dentro de las 200 mn, asociado a un debilitamiento de los vientos, sin embargo, persistieron anomalías negativas en el sector costero de Paita y del litoral ecuatoriano. Aproximadamente a partir del día 18 las condiciones del mar se enfriaron, prevaleciendo núcleos cálidos en la zona central frente a Perú. (Figura 19) y condiciones levemente frías a neutras en la zona cercana al litoral (Figura 20)

#### **2.2.3.3 Distribución Espacial de Salinidad Superficial del Mar (HYCOM), durante octubre del 2016**

De la información que provee el Hybrid Coordinate Ocean Model (HYCOM; Wallcraft *et al.*, 2003), se desprende que para octubre, en la zona norte de Perú, durante la primera y última semana de octubre la aproximación de aguas con bajas salinidades (<34,8 ups) hacia la zona de Tumbes, mientras que aguas de mezcla se presentaron en zonas oceánicas frente a Paita, durante la primera semana; mientras que las salinidades asociadas a ASS se mantuvieron cerca de la costa entre Pimentel y Pisco, sin embargo en lo que resta del mes, se notó una expansión de las aguas de mezcla desde Paita hacia la zona central, reduciendo el área de distribución de salinidades >35,1 ups entre Callao y Pisco. En tanto que desde Pisco hacia el sur, se mantuvieron salinidades asociadas a aguas de mezcla. Figura 21.

#### **2.2.3.4 Distribución y Anomalías de la Salinidad Superficial del Mar de los Laboratorios Costeros 2014-2016.**

La salinidad superficial del mar (ups) registrada en los Laboratorios costeros del IMARPE, en promedio del mes se presentaron valores ligeramente superiores a sus promedios climáticos con excepción de Huacho donde la anomalía promedio fue negativa. En promedio las anomalías variaron de -0,120 (Huacho) a +0,230 ups (Tumbes) Tabla 3, sin embargo a fines de mes se observaron también anomalías negativas frente a San Jose y Pisco (Figura 22).

En general en octubre continuó la influencia de las ASS principalmente de Paita a Callao, disminuyendo esta influencia la segunda quincena donde predominaron las ACF exceptuando las áreas entre los 5-6°S y 11-12°S donde continuaron las aguas de mezcla (ACF y ASS). Las anomalías halinas predominantes fueron las positivas manteniendo valores cercanos a cero, sin embargo hacia fines de mes las anomalías se incrementaron al norte de (Tumbes) y disminuyendo entre los 7 y 12°S pasando a ser negativas (Figuras 23).

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

##### **2.2.4.1 Sección Paita.**

En la sección de Paita (27 y 28 de octubre), no se presentó una termoclina definida, observándose la tendencia ascendente de las isotermas mayores a 15°C, indicando procesos de surgencia dentro de las 50mn (Figura 24a). Dentro de las 30mn y sobre los 50m se presentaron condiciones frías con una alrededor de -1,0°C, en el resto de la sección la condición dominante fue neutra (Figura 24b). En cuanto a la salinidad, los valores estuvieron asociados a aguas de mezcla debido a la interacción de las ASS y ACF, en los primeros 10-15m, ampliándose esta capa hasta los 50m por fuera de las 60mn (Figura 25c). La distribución de oxígeno mostro una oxiclina débil sobre los 40m y una ZMO entre los 70 y 130m (Figura 24e).

##### **2.2.4.2 Sección Chicama**

Frente a sección de Chicama (17 y 18 de octubre), una termoclina moderada se presentó entre los 30 y 70 m de profundidad, mientras que la isoterma de 15°C se localizó entre los 20 y 100 m de profundidad, estando más somera cerca a la costa (Figura 26a), asociado a este comportamiento se presentaron anomalías térmicas positivas por fuera de la 20mn por arriba de los 150m de profundidad, en cambio en la zona costera las condiciones fueron neutras (Figura 25b). Respecto a la salinidad, fueron aguas con alta salinidad asociadas a las ASS las que predominaron sobre los 50m por fuera de las 40mn generando anomalías mayores a +0,01 ups, en cambio en la zona costera fueron las aguas de mezcla las que predominaron principalmente en las primeras capas (Figura 25d). En tanto la distribución de oxígeno mostro una oxiclina

moderada sobre los 50m y una ZMO alrededor de los 140m por fuera de las 40mn, la que asciende rápidamente hasta los 20 en la zona más costera (Figura 25e)

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

El monitoreo quincenal que se realiza en Puntos Fijos en cuatro zonas del mar peruano registró durante el mes de octubre la continuación de la tendencia hacia el enfriamiento en la columna de agua aunque con persistencia de aguas de mezcla (AM) en Paita, Chicama y Callao.

### **2.2.5.1 Punto Fijo Paita**

En la Estación Fija Paita (7 mn de la costa), se registraron temperaturas entre 15° y 17°C sobre los 100 m de profundidad, con un ascenso rápido de la isoterma de 15°C desde los 100m (inicios de mes) a los 20m (fines de mes), la condición térmica de la columna de agua fue ligeramente cálida a inicios de mes a una condición de neutra a ligeramente fría a fines de mes, en general hubo una predominancia de condiciones neutras durante el mes (Figura 26a, b). La salinidad indicó aguas de mezcla a inicios de mes pasando a un predominio de ACF la segunda quincena de octubre (Figura 26c). La distribución de oxígeno también mostró un descenso rápido de las concentraciones de oxígeno por debajo de las 20m de profundidad en cambio en los primeros metros los cambios no fueron significativos (Figura 26d).

### **2.2.5.2 Punto Fijo Chicama**

En la Estación Fija Chicama (10 mn de la costa), se observó un descenso de los valores absolutos de la temperatura, siendo este más evidente en las capas subsuperficiales, registrados temperaturas entre 14° y 17°C en los primeros 100m de profundidad (Figura 27a). La salinidad presentó valores en un rango de 34,8 a 35,1 ups, indicando la presencia de aguas de mezcla sobre los 40m y ACF entre los 40 y 100m (Figura 27b). Durante octubre los valores de oxígeno continuaron descendiendo principalmente por debajo de los 20m, ubicándose el tope superior de la capa de mínimo de oxígeno a los 60m a inicios de mes pasando a 10m a fines de mes (Figura 27c).

### **2.2.5.3 Punto Fijo Callao**

En la Estación Fija Callao (8 mn de la costa), la temperatura mostró un comportamiento similar a Chicama, descenso de la temperatura principalmente por debajo de los 20m, lo cual conlleva a pasar, la columna de agua, de una condición neutra a una condición ligeramente fría por debajo de los 60m a fines de mes (Figura 28a y b). Por otro lado, la masa de agua dominante en la columna de agua fueron las ACF que se mantienen en la zona desde el mes pasado (Figura 28c). En cuanto al oxígeno, este parámetro no mostro cambios significativos en su distribución vertical (Figura 28d).

## **2.2.6 Fertilidad y Productividad**

### **2.2.6.1 Clorofila-a**

La clorofila-a superficial (satelital) amplió su distribución espacial, así mismo presentó mayores concentraciones respecto a setiembre, observándose núcleos con valores mayores a 10 mg/m<sup>3</sup> entre los 6°S y 9°S y a los 11°S (Figura 29 a y b).

Durante el mes de octubre, las anomalías de clorofila-a se han mantenido positivas (~+4.5 mg/m<sup>3</sup> en promedio), presentando un máximo de anomalía positiva promedio en la última semana (~+10 mg/m<sup>3</sup>), cabe resaltar que el presente mes de octubre es el mes en promedio con mayores anomalías en los últimos tres años (Figura 30).

Espacialmente las mayores anomalías positivas durante el mes de octubre se han observado al norte de los 9°S (>+9 mg/m<sup>3</sup>) y al sur de los 14°S (~+3 mg/m<sup>3</sup>), sin embargo entre los 10°S-14°S la primera semana se observaron anomalías negativas (~-2 mg/m<sup>3</sup>) pero la presencia de nubes nos dificultó obtener un promedio robusto en esta área (Figura 31).

### 2.2.6.2 Productividad

En cuanto a la concentración de silicatos, se observó un aumento en las concentraciones en la columna de agua de las estaciones fijas de Chicama y Callao. Las mayores concentraciones de silicatos en la columna de agua fueron detectadas en la estación fija de Callao presentando en superficie (< 20 m) concentraciones de ~15 µmol/L (Figura 30e), mientras que en Chicama llegaron a ~4 µmol/L en promedio (Figura 32).

En los puntos fijos de Chicama y Callao se observó a inicios del mes mayores concentraciones de clorofila-a (~ 2,5 mg/m<sup>3</sup>) en superficie (< 20 m) respecto a finales de setiembre; sin embargo, en la últimas semanas de octubre se observó un descenso en ambas estaciones (Figuras 33).

### 2.2.7 Indicadores Biológicos del Plancton

#### 2.2.7.1 Indicadores Biológicos del Fitoplancton.

Entre el 01 y 04 de octubre se realizó el monitoreo de indicadores biológicos del plancton en el perfil Paita a bordo del IMARPE V, desde las 5 mn hasta las 100 mn. No se encontró indicadores de masas de agua, sin embargo en la comunidad del fitoplancton resaltó la presencia de especies de aguas cálidas (Figura 34).

Frente a Chicama, el fitoplancton presentó una baja riqueza de especies (35 diatomeas, 39 dinoflagelados y 1 silicoflagelado), destacando las diatomeas de aguas costeras como *Lithodesmiun undulatum*, *Coscinodiscus perforatus*, *C. wailessii*, *Detonula pumila*, *Chaetoceros decipiens*, etc; asociadas a especies termófilas como diatomeas *Planktoniella sol*, *Rhizosolenia robusta*, *Chaetoceros coarctatus*, *Proboscia alata f. indica*, *Proboscia alata f. gracillima*, que fueron frecuentes a partir de las 15 mn de la costa y dinoflagelados termófilos PRESENTES desde las 5 mn, tales como *Amphisolenia bidentata*, *Ceratium gibberum v. dispar*, *Goniodoma polyedricum*, *Ceratium horridum*, *C. lunula*, *C. vultur*, *C. declinatum*, *C. candelabrum*, *Pyrocystis noctiluca*, *Protoperdinium murrayi*, *P. oceanicum* y *P. quarnerense*, entre otros (Figura 34)

**No han previsto nada**

#### 2.2.7.2 Indicadores Biológico del zooplancton

En el **Perfil Paita**, se determinaron a los copépodos *Centropages brachiatus* y *Eucalanus inermis* indicadores de Aguas Costeras Frías (ACF) dentro de las 11 mn y a 40 y 80 mn de la costa. Indicadores de Aguas Subtropicales Supoerficiales (ASS) como los copepodos *Oncaea conífera* y *Acartia danae* fueron determinados por fuera de las 16 mn, en tanto que el copépodo *C. furcatus* indicador de Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) fue determinado a 40 mn de la costa, Figura 35.

Con relación al ictioplancton se observaron huevos y larvas de anchoveta a 40 mn y 11 mn de la costa, respectivamente, primeros estados de vida de la especie *Vinciguerria lucetia* fueron registrados por fuera de las 60 mn de la costa.

Frente a **Chicama**, se observó al copépodo *C. brachiatus* especie asociada a ACF localizados dentro de las 60 mn de la costa, los copépodos *Acartia danae*, y *Oncaea conífera* especies indicadoras de ASS se distribuyeron por fuera de las 15 mn de la costa, indicadores de ACF y ASS (mezcla) fueron registrados entre 15 y 60 mn de la costa, Figura 35.

Al nivel del ictioplancton se determinó la presencia de huevos de “anchoveta” *Engraulis ringens* a 60 mn de la costa, en tanto que huevos de *Vinciguerria lucetia* fueron determinados a 60 mn 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.**

##### **Seguimiento de las pesquerías**

El desembarque de los recursos pelágicos proveniente de la flota industrial en el litoral peruano del 01 enero al 31 de octubre ascendió a 1 399 093 toneladas (t). La especie *Engraulis ringens* “anchoveta” fue la de mayor desembarque con el 93.4%. Durante el presente mes ascendieron los desembarques de caballa que alcanzó el 5.1%, seguido de la samasa con 1,3% (Tabla 4).

Mediante la R.M. N° 275-2016-PRODUCE se dio por finalizada la Primera Temporada de pesca de Anchoveta en la Zona Norte - Centro del Mar Peruano el día 27 de julio con 869 154 t correspondiente al 48,3% del Límite Máximo del Total de la Captura Permisible (LMTCP) establecido en 1,8 millones de t.

Mediante la RM 242-2016-PRODUCE, se autorizó la segunda temporada de pesca 2016 de anchoveta en la región Sur, durante el periodo 07 de julio al 31 de diciembre del 2016, estableciendo un Límite Máximo Total de Captura Permisible (LMTCP) de 382 mil t. Al 31 de octubre, el avance de la cuota fue de 8,02% (Figura 36).

La flota artesanal, cuyo objetivo principal es la anchoveta operó dentro de las 10 mn, con una captura total de 2 141 toneladas. Otros recursos de importancia comercial detectados fue la samasa, dentro de las 10 mn frente a Paita (5°S) y Pisco (13°S) y caballa de mayor cobertura espacial, llegando hasta las 130 mn frente a Salaverry (7°S) (Figura 37a).

La anchoveta presentó una estructura adulta frente a Chimbote (9°S) con moda en 14.0 cm, mientras que frente al Callao (12°S) y Pisco (13°S) se registró rango de tallas de 11.0 a 15.5 cm con moda en 11.0 cm. La caballa presentó un rango entre 17 y 34 cm, moda principal en 28 cm y un 70% de juveniles. La samasa, en forma similar a la anchoveta, presentó principalmente ejemplares adultos en el norte, frente a Paita y ejemplares adultos jóvenes frente a Pisco (Figura 37b).

En octubre, los indicadores reproductivos de la anchoveta en la región norte centro presentaron valores alrededor de su valor crítico. El índice gonadosomático (IGS) se incrementó presentándose por encima del patrón, mientras que la Fracción desovante (FD) descendió con respecto al mes anterior y se encuentra ligeramente por debajo del patrón, evidenciando que el recurso continúa desovando. El índice de atresia (IA) y el Contenido Graso (CG) presentaron un leve incremento en sus valores menor al 1% y en forma similar el Contenido Graso (CG) presentó valores menores a 5% evidencia que el recurso continuo realizando un gasto energético por el proceso de maduración gonadal y desove (Figura 38).

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

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

Según las agencias internacionales (IRI, octubre 2016), la mayoría de los modelos dinámicos y estadísticos de predicción de ENOS (Niño 3.4), pronostican que las anomalías temperatura superficial del mar más probable es que se encuentre alrededor del umbral entre una condición neutra a frías en noviembre y diciembre 2016, y luego se pasara a una condición neutra durante el verano austral en el Pacífico Tropical Central. (Figura 39).

### **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 baroclínicos 1 y 2 de las ondas Kelvin a las anomalías del nivel del mar (cm) en el Pacífico Ecuatorial (Figura 40). La proyección de las ondas Kelvin a partir del 30 de octubre 2016 se realiza 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 2) llegaría frente a las costas de Sudamérica en noviembre 2016.

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

Durante el trimestre ASO 2016 el ITCP presentó condiciones neutras, y las perspectivas para el ITCP durante los siguientes 4 meses 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 et al. 2002, Gushchina et al. 2000), indican para el ITCP condiciones neutras entre noviembre 2016 y febrero 2017 (Figura 41). Asimismo, el modelo estadístico basado en el volumen de agua cálida ecuatorial (Matellini et al., 2007) y el anticiclón del Pacífico Sur (IAPS) (Chamorro et al., en prep.) pronostica para el ITCP condiciones neutras entre noviembre 2016 y febrero 2017 (Figura 42).

### **5.1 Pronóstico de los vientos frente a la costa peruana (40 km):**

De acuerdo a la información del modelo de pronóstico global (GFS) de vientos:

El día 02 de noviembre del 2016, se realizó el pronóstico del viento para el periodo entre el 02 y el 06 de noviembre del 2016, determinándose que durante el día 02 de noviembre, se presentarían vientos fuertes mayores a 7,0 m/s frente a Pisco, en tanto entre el 3 y 6 de noviembre los vientos serían moderados con intensidades menores a 7,5 m/s en gran parte de la costa peruana, Figuras (43 y 44).

## **6. CONCLUSIONES**

- El Anticiclón del Pacífico Sur (APS) presentó un núcleo alrededor de su posición normal con una intensidad menor que su valor climatológico. El índice IAPS presentó en el trimestre ASO 2016 un valor ubicado en el rango neutro.
- El Índice El Niño Oceánico (ONI) presentó un valor de  $-0,8^{\circ}\text{C}$ , indicando condiciones levemente frías.

- En los primeros 100 km frente a la costa peruana la ANMM mostró áreas con anomalías neutras al norte de los 8°S y anomalías positivas entre +5 cm y +10 cm al sur de los 8°S.
- Predominio de anomalías positivas en la mayoría de los laboratorios a excepción de Paita y Pisco donde prevalecieron anomalías negativas. La TSM presentó valores mensuales de 15,50°C (Callao) a 26,33°C (Tumbes) y ATSM de -1,08°C (Paita) a +0,92°C (Huanchaco).
- La salinidad superficial del mar (ups) registrada en los Laboratorios costeros del IMARPE, presentaron anomalías positivas de +0,102 (Chimbote) a +0,027 ups (Chicama) debido a la influencia de las
- El índice ICEN, el índice LABCOS y el índice ITCP para octubre indicaron condiciones neutras, con valores de +0,14, +0,25 y +0,34.
- La clorofila-a superficial (satelital) presentó núcleos con valores mayores a 10 mg/m<sup>3</sup> entre los 6°S y 9°S y a los 11°S. Octubre es el mes en promedio con mayores anomalías en los últimos tres años.
- Se determinaron indicadores de ACF al copépodo *Eucalanus inermis* (80mn-Paita) y al copépodo *Centropages brachiatus* dentro de las 40mn de Paita y 60mn de Chicama; indicadores de ASS como los copepodos *Oncaea conífera* y *Acartia danae* por fuera de las 15 mn en ambas secciones, y al copépodo *C. furcatus* indicador de AES a 40 mn de Paita.
- En la región norte-centro la anchoveta se presentó frente a Chimbote, Callao y Pisco dentro de las 10 mn de la costa.
- La caballa se registró frente entre Pimentel y Salaverry, a 120 y 200 m.n. de la costa.
- Frente a Paita, la samasa presento mayor disponibilidad dentro de las 10 m.n. de la costa.
- Los índices reproductivos muestran que la anchoveta del stock norte-centro que la anchoveta del stock norte continúa desovando.

Tabla 1. Índices climáticos de macroescala, regionales y locales: Regiones Niño, Índice El Niño Oceánico, Índice Multivariado ENOS, Índice Costero El Niño (ICEN) e Índice LABCOS para el año 2016.

	<b>NINO 1+2</b>	<b>NINO 3.4</b>	<b>ONI</b>	<b>MEI</b>	<b>ICEN</b>	<b>LABCOS</b>
Enero	26.21	28.95	2.2	2.202	1.77	1.81
Febrero	27.29	28.9	2	2.121	1.49	1.63
Marzo	27.54	28.86	1.6	1.96	1.07	1.54
Abril	25.98	28.96	1.1	2.07	0.77	1.23
Mayo	25.05	28.6	0.6	1.699	0.54	0.83
Junio	23.72	27.82	0.1	1.001	0.43	0.54
Julio	22.4	26.99	-0.3	0.312	0.29	0.4
Agosto	21.39	26.39	-0.6	0.175	0.17	0.28
Setiembre	21.19	26.2	-0.7	-0.101	0.14	0.33
Octubre	21.45	26.03	-0.8	-0.379		0.25

Tabla 2: Valores mensuales de TSM y ATSM de Laboratorios costeros - octubre 2016

<b>Estación</b>	<b>T mensual, °C</b>	<b><math>\Delta T</math> mensual, °C</b>
Tumbes	26,33	+0,53
Paíta	16,32	-1,08
San José	19,17	+0,17
Chicama	16,65	+0,85
Huanchaco	16,72	+0,92
Chimbote	19,32	+0,52
Huacho	15,66	+0,46
Callao	15,50	+0,60
Pisco	19,00	-0,80
Ilo	15,63	+0,53

Tabla 3: Salinidad y anomalía superficial del mar (ups) para el mes de octubre 2016 de Laboratorios costeros del IMARPE

LAB COSTERO	SSM	ASSM
TUMBES	34.020	0.230
PAITA	35.051	0.086
SAN JOSE	35.055	0.030
CHICAMA	35.061	0.027
HUACHO	34.775	-0.120
CALLAO	35.006	0.029
PISCO	35.009	0.059
ILO	34.864	0.040

Tabla 4. Desembarque (t) acumulado de recursos pelágicos proveniente de la flota industrial (01 enero – 31 octubre 2016). Fuente: AFIRNP/IMARPE.

Especie \ Flota \ Región		Año Calendario (01 Ene. - 31 Oct. 2016)					
		Norte	Centro	N+C	Sur	Total	%
Anchoveta	FI Acero	288 312	640 177	928 489	179 081	1107 570	79.16
	FI Madera	104 450	88 508	192 958	6 386	199 344	14.25
Sub-total		392 762	728 685	1121 447	185 467	1306 914	93.41
%		30.05	55.76	85.81	14.19	100.00	
Sardina		0	0	0	0	0	0.00
Jurel		0	0	0	0	0	0.00
Caballa		5 263	66 323	71 586	55	71 641	5.12
Samasa		17 996	270	18 266	0	18 266	1.31
*Otros		138	2 077	2 215	57	2 272	0.16
Total		416 159	797 355	1213 514	185 579	1399 093	100.00
%		29.7	57.0	86.7	13.3	100.0	

## Figuras

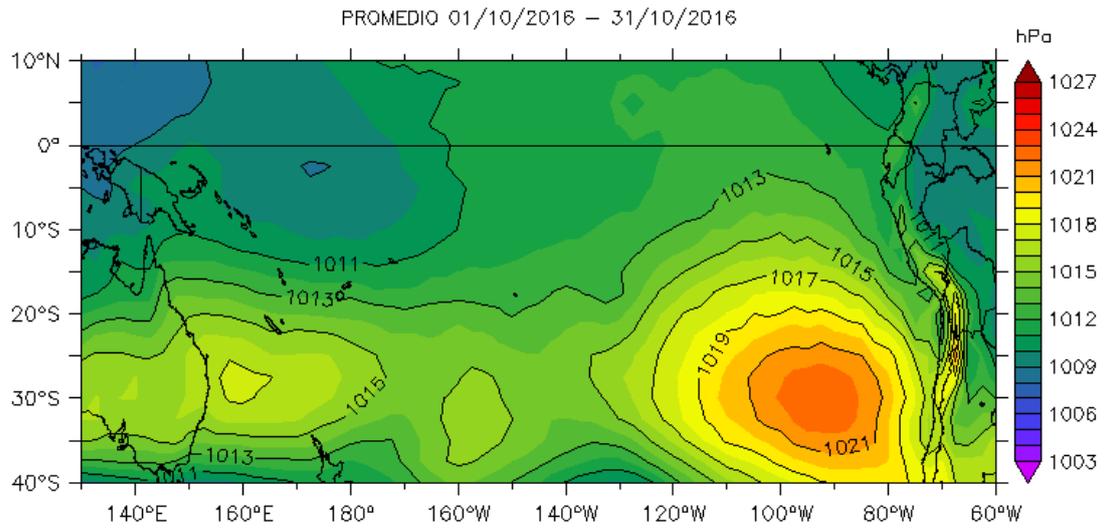


Figura 1. Presión atmosférica a nivel del mar (PNM) en hPa, promedio 1-31 octubre 2016, Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

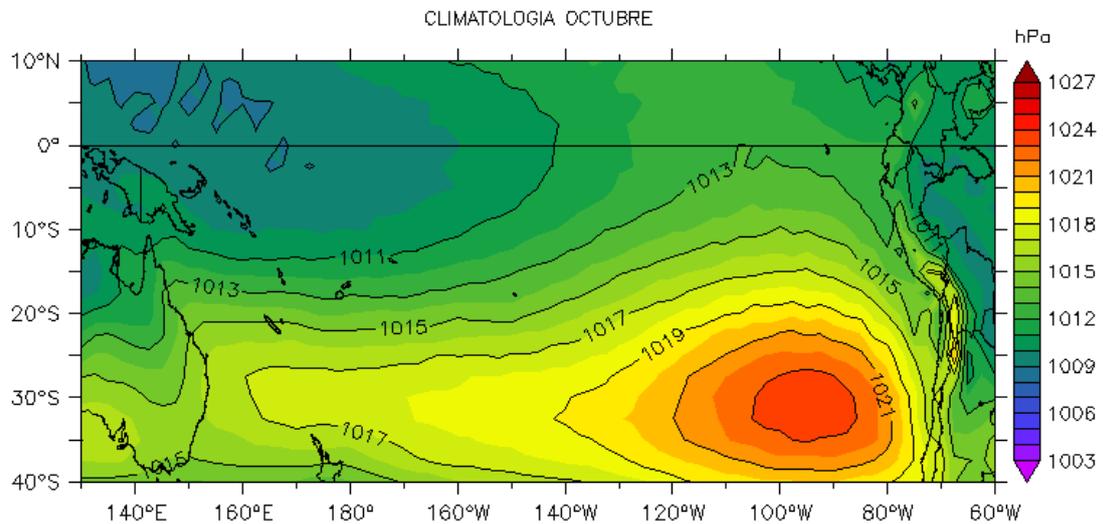


Figura 2a. Presión atmosférica a nivel del mar (PNM) en hPa, climatología octubre. Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

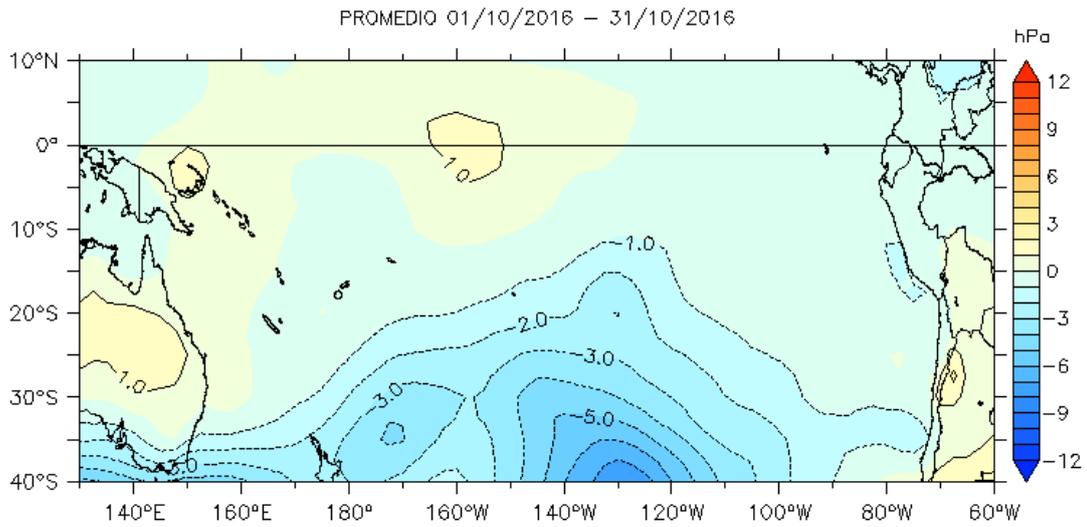


Figura 2b. Anomalías de presión atmosférica a nivel del mar en hPa, promedio 1-31 octubre 2016. Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

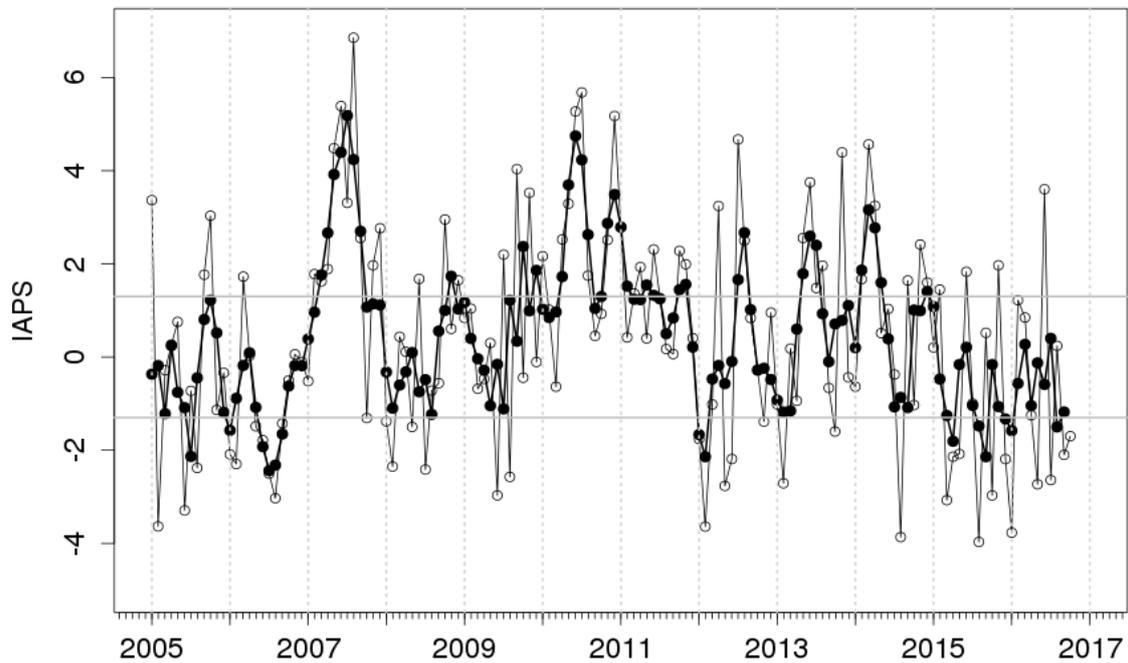


Figura 3. Variación temporal del IAPS hasta el trimestre ASO 2016. La variación temporal del IAPS (círculo negro) y de la anomalía mensual de la presión atmosférica a nivel mar del núcleo del APS (círculo blanco).

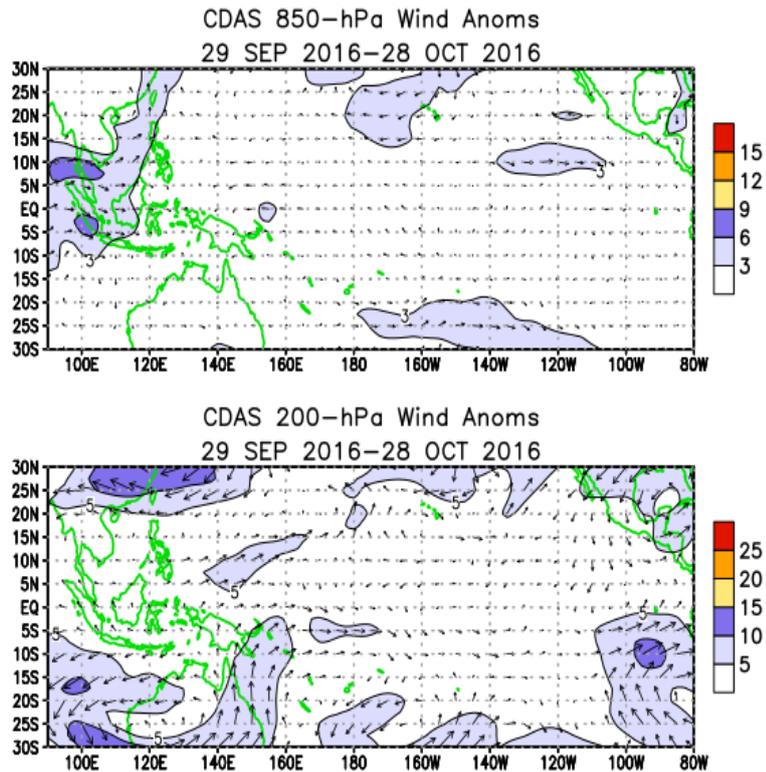


Figura 4. Distribución espacial de las anomalías del viento (m/s) a nivel de 850 hPa (panel superior) y a 200 hPa (panel central) en Octubre de 2016. Adaptado del CDB/NOAA.

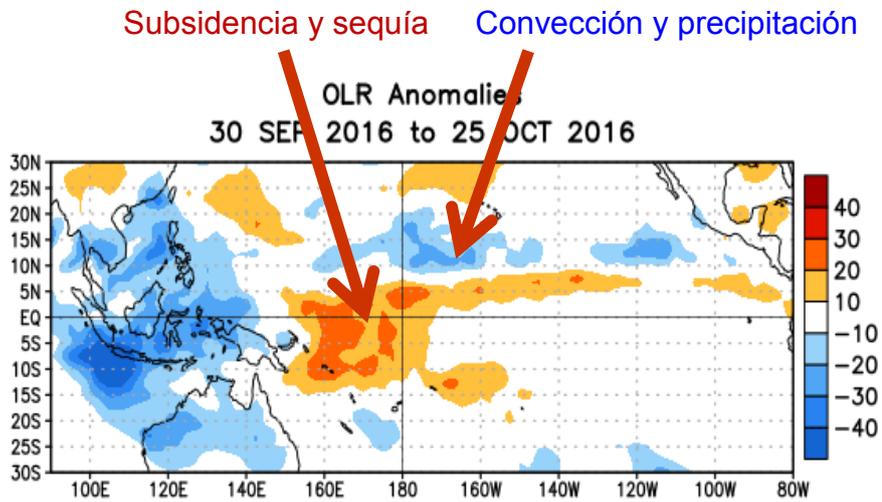


Figura 5 Anomalías de la Radiación de Onda Larga ( $W/m^2$ ) en Octubre de 2016; adaptado del CDB/NOAA.

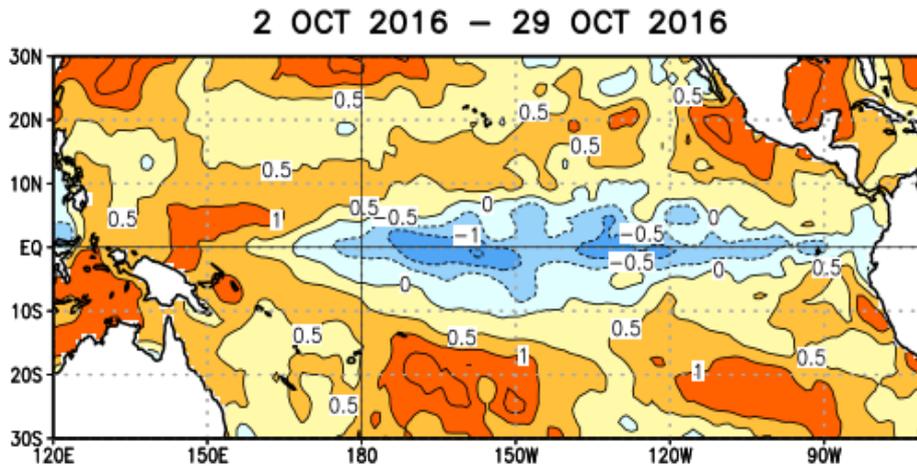


Figura 6. Anomalías promedio mensuales de la temperatura superficial del mar (°C) en Octubre 2016. Adaptado de CDB/NOAA.

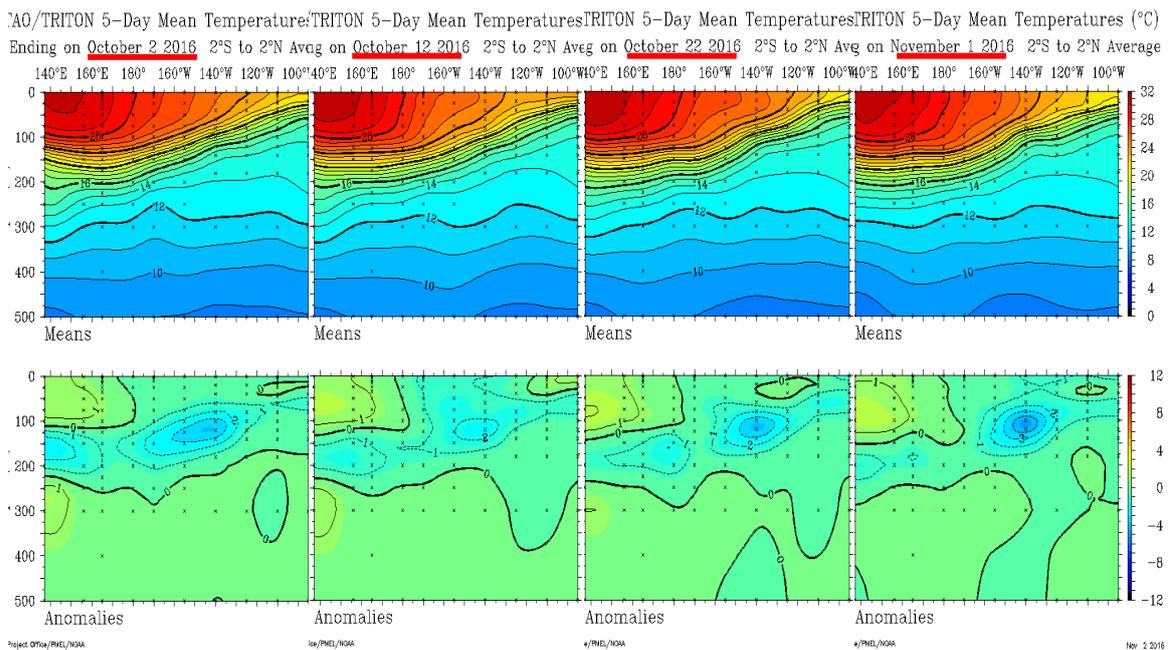


Figura 7. Estructura promedio mensual de: temperatura del agua de mar (°C) y las anomalías (panel superior) para los primeros 300 m superiores del océano Pacífico entre 2°N y 2°S en Octubre de 2016. En el panel se aprecian las secciones promedio de 5 días entre 2°S y 2°N centrados los días 2, 12, 22 de octubre y 01 noviembre 2016. Los gráficos se han adaptado de TAO Project Office/PMEL/NOAA.

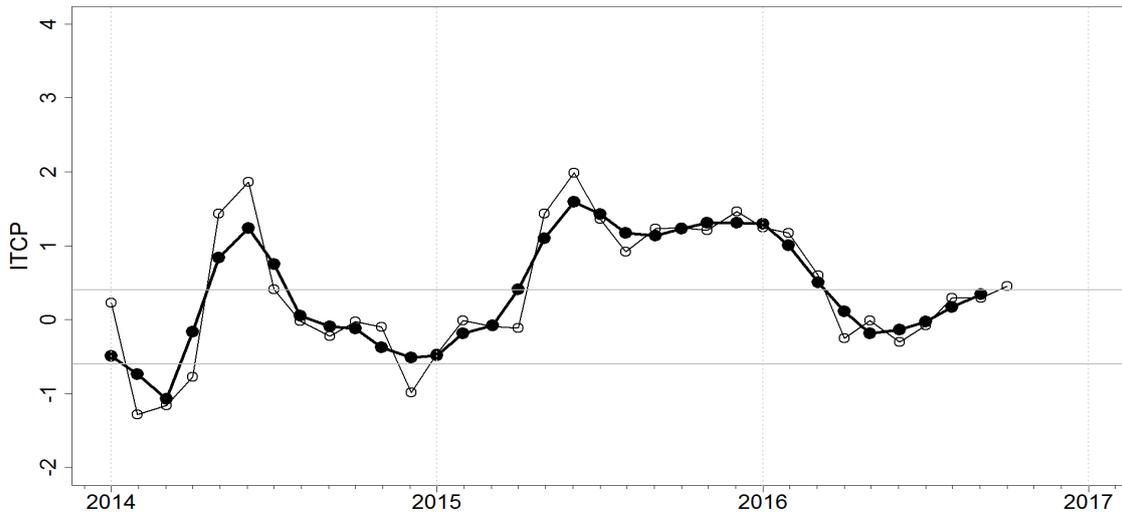


Figura 8. Variación temporal del ITCZ hasta el trimestre ASO 2016. La variación temporal del ITCZ trimestral (círculo negro) y la serie de tiempo mensual del 1er componente principal de la ATSM (círculo blanco).

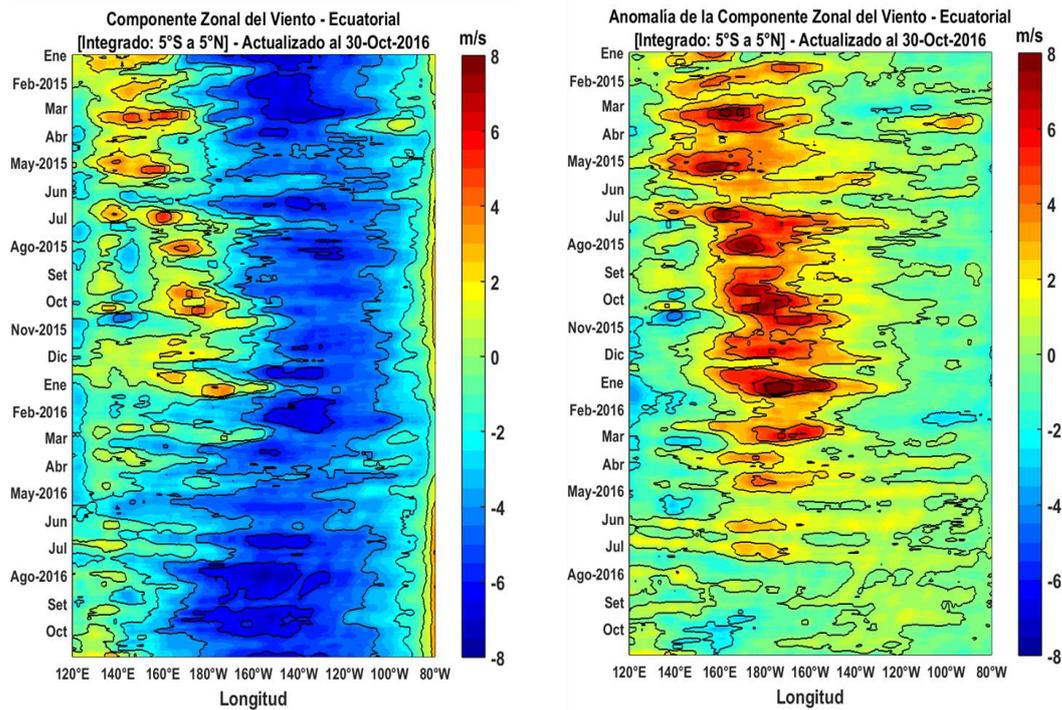


Figura N° 9: Viento Satelital (integrado en el Ecuador): a) Componente Zonal del viento (m/s), b) Anomalia de la Componente zonal del viento (m/s), durante los últimos seis meses (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 31/10/2016.

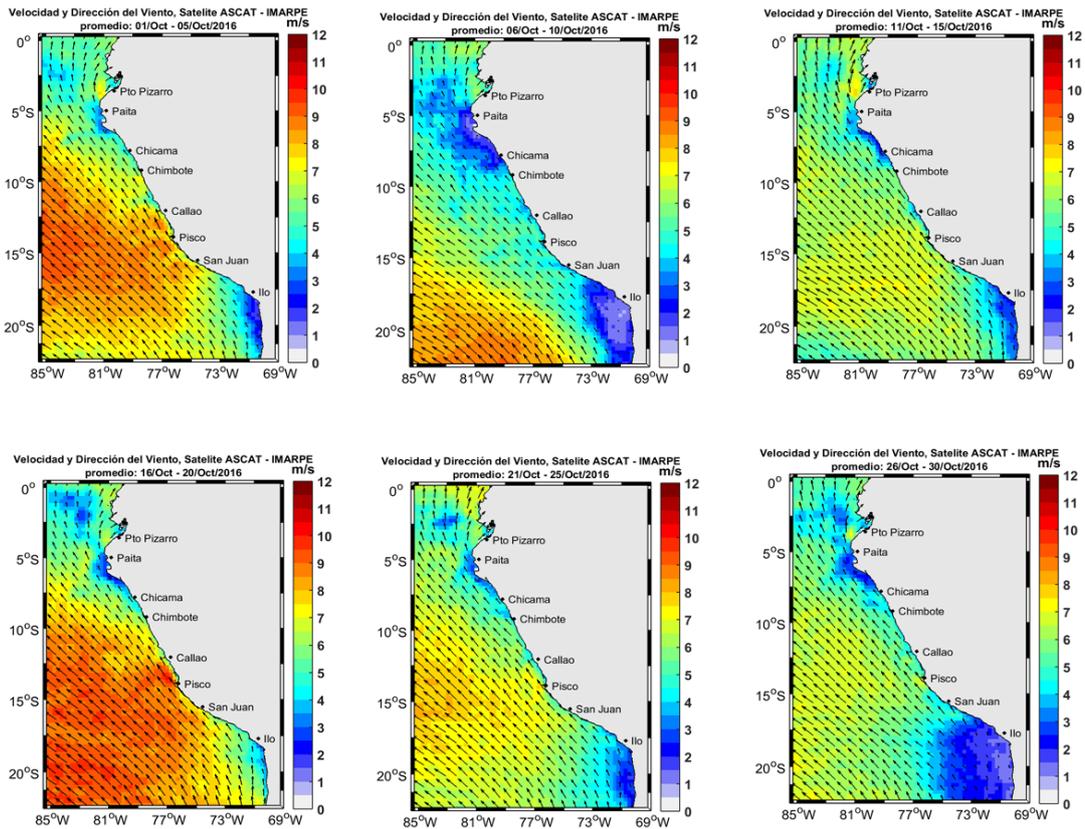


Figura N° 10. Mapas pentadales de la Velocidad del Viento frente a la costa peruana, durante los últimos 30 días (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 31/10/2016.

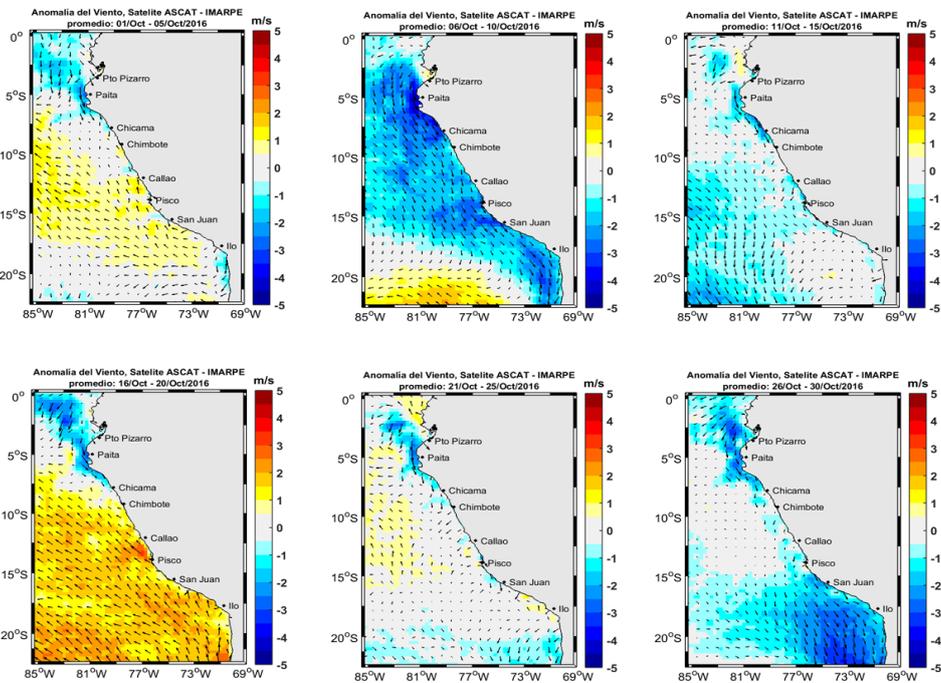


Figura 11. Mapas de anomalía pentadal de la Velocidad del Viento frente a la costa peruana, durante los últimos 30 días (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 31/10/2016.

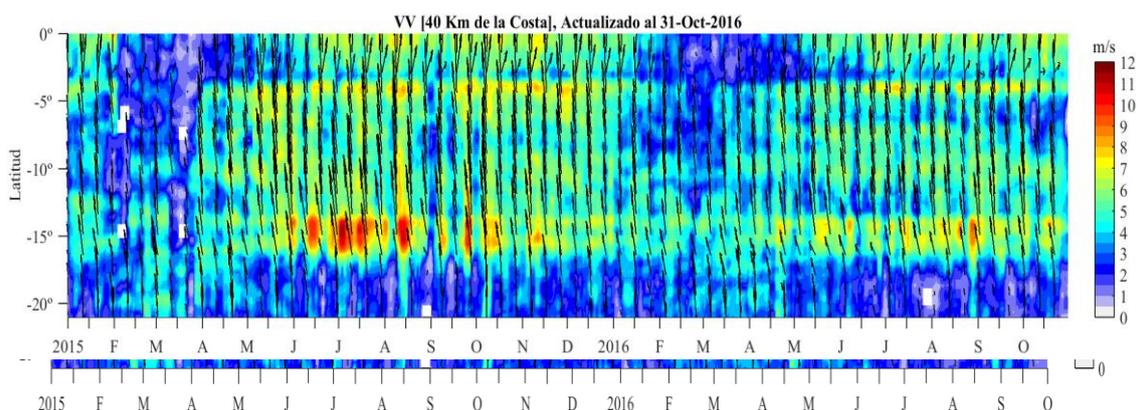


Figura N° 12: Diagrama Hovmöller de la Velocidad del Viento a lo largo de la costa peruana, durante los últimos seis meses (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 31/10/2016.

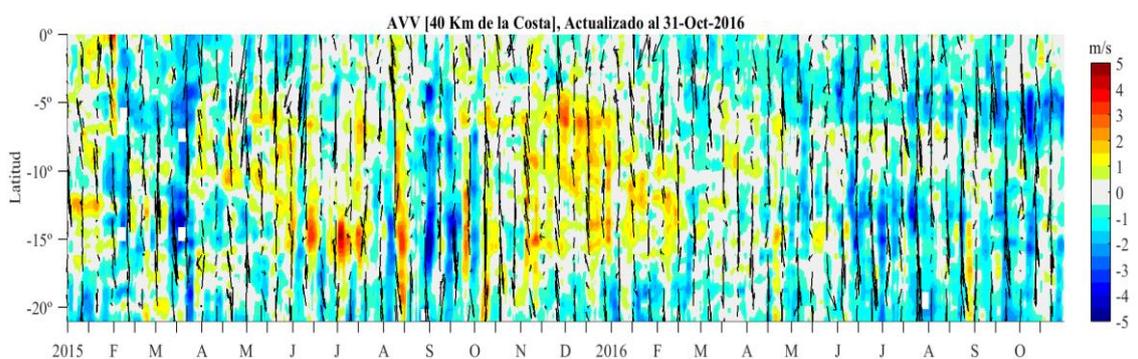


Figura N° 13: Diagrama Hovmöller de la Anomalia del Viento a lo largo de la costa peruana, durante los últimos seis meses (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 31/10/2016.

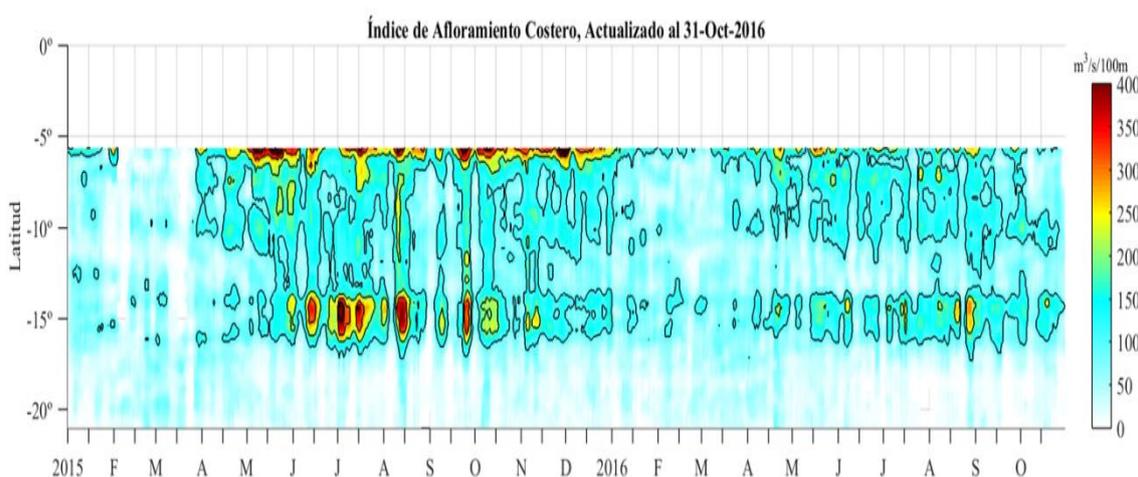


Figura N° 14: Diagrama de Hovmöller y series de tiempo de Índice de Afloramiento Costero ( $\text{m}^3/\text{s} \times 100\text{m}$ ), Calculado a partir del viento satelital ASCAT a 40 Km frente a la costa del Perú. Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE. Actualizada hasta el 31/10/2016.

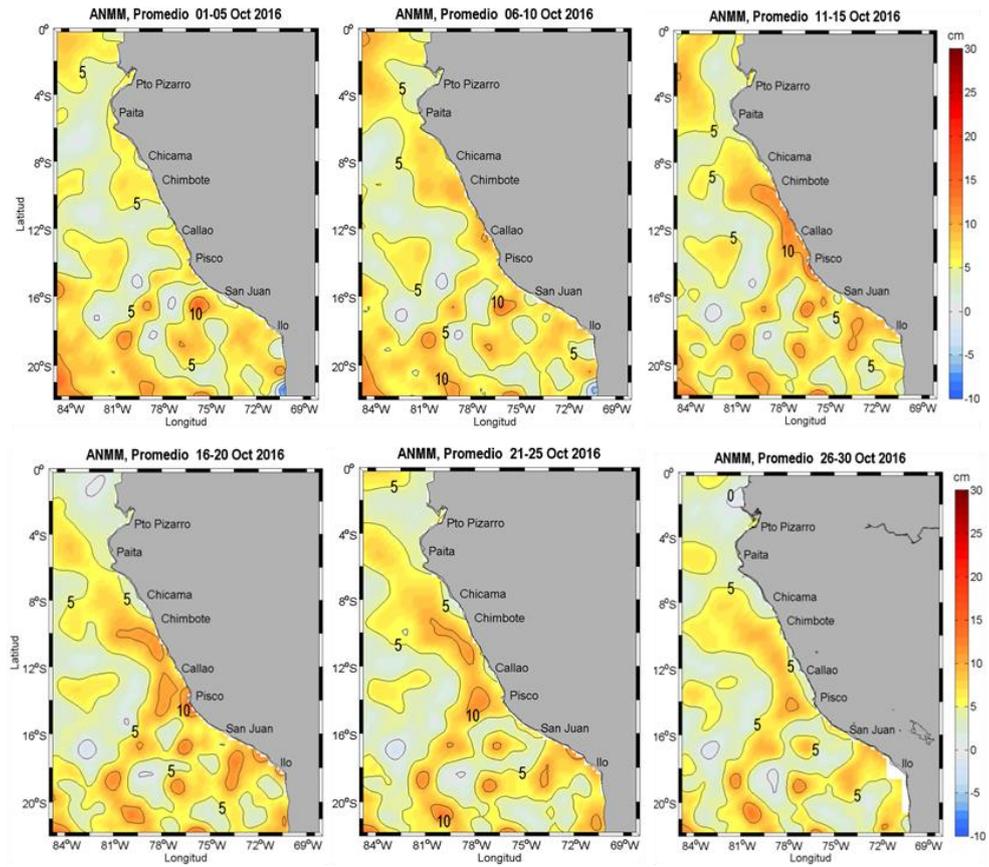


Figura 15. Anomalia de altura del nivel del mar (cm). Pentadas del 1-30 de octubre 2016. Fuente: CMEMS/ Procesado por Laboratorio de Hidro-Física Marina/ IMARPE

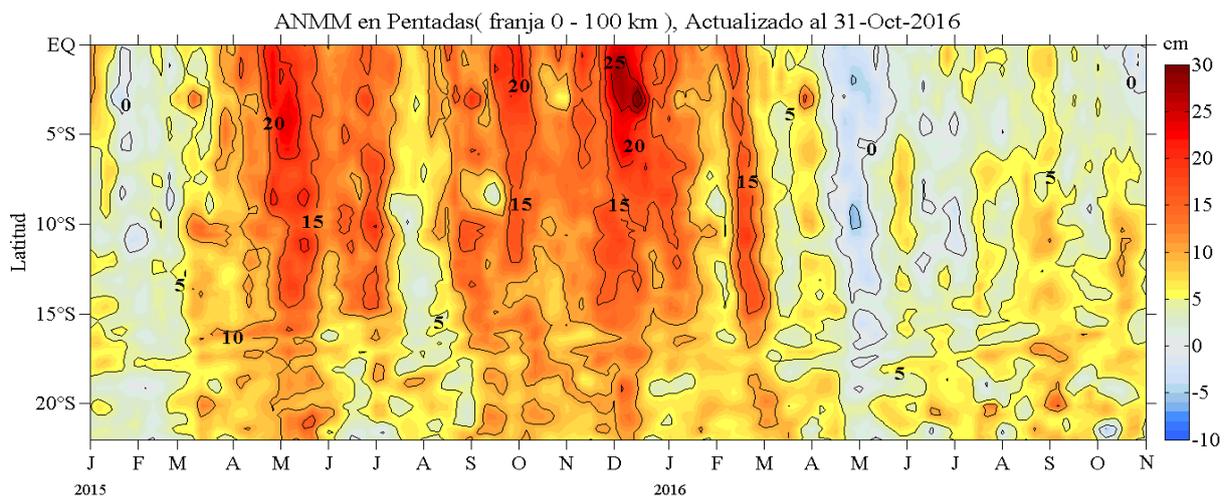


Figura 16. Diagrama Hovmöller de las anomalías del nivel medio del mar (cm) desde el 2015 al 31 de octubre del 2016 para la franja de 100 km adyacente a la costa. Fuente: CMEMS/ Procesado por Laboratorio de Hidro-Física marina/ IMARPE

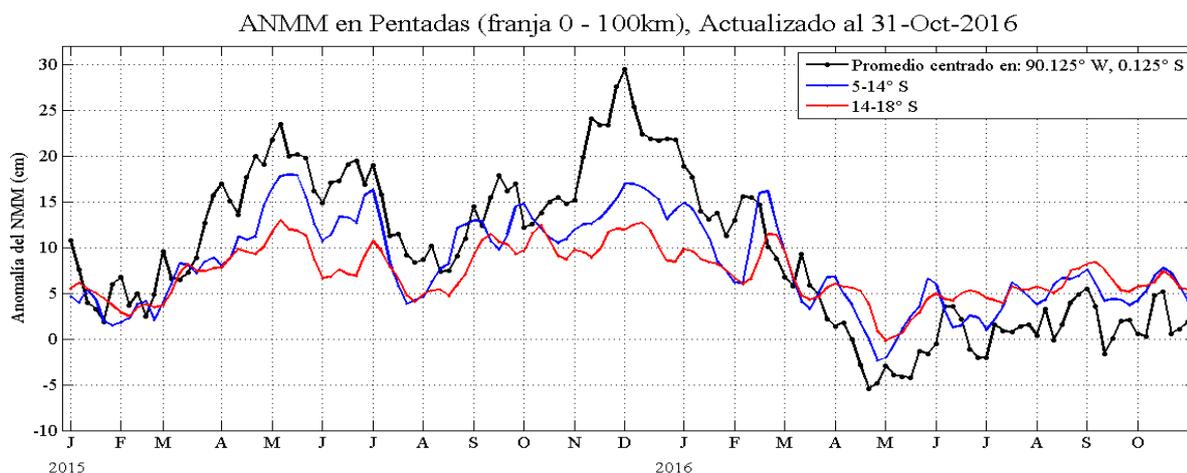


Figura 17. Variación temporal en promedios cada 5 días de la ANMM, período 2015-2016. Fuente: CMEMS/ Procesado por Laboratorio de Hidro-Física marina/ IMARPE

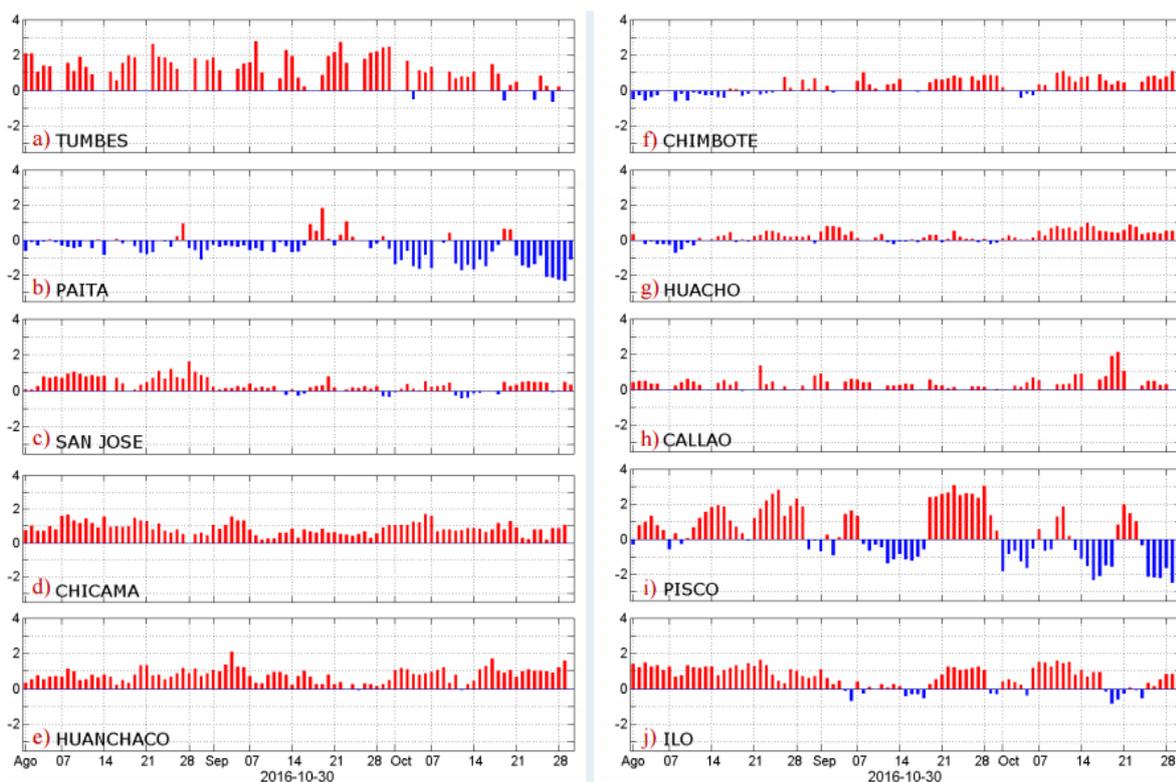


Figura 18. Series temporales del promedio diario de las anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en la red de estaciones costeras de IMARPE durante el último trimestre. Datos y procesamiento: IMARPE.

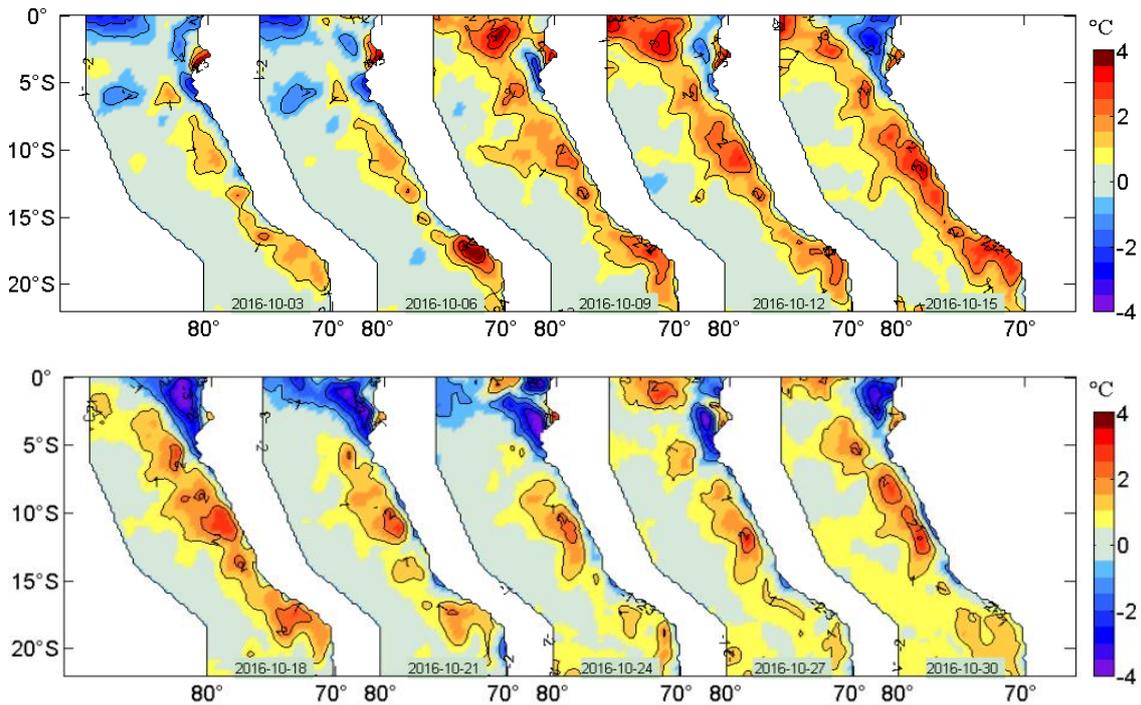


Figura 19. Anomalías de la temperatura superficial del agua (°C) en el mar peruano, cada tres días para octubre de 2016. Datos: AVHRR/NOAA. Procesamiento: IMARPE.

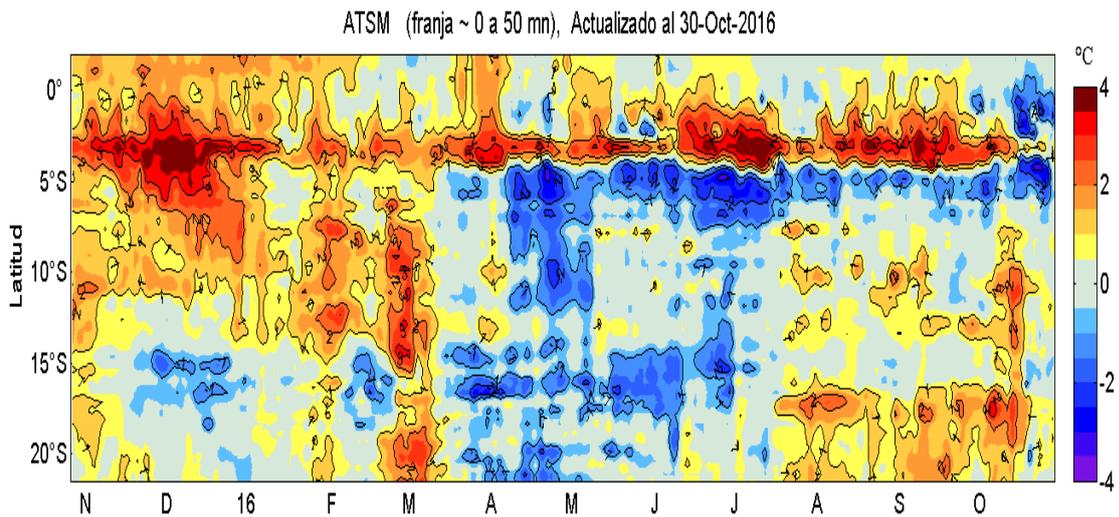
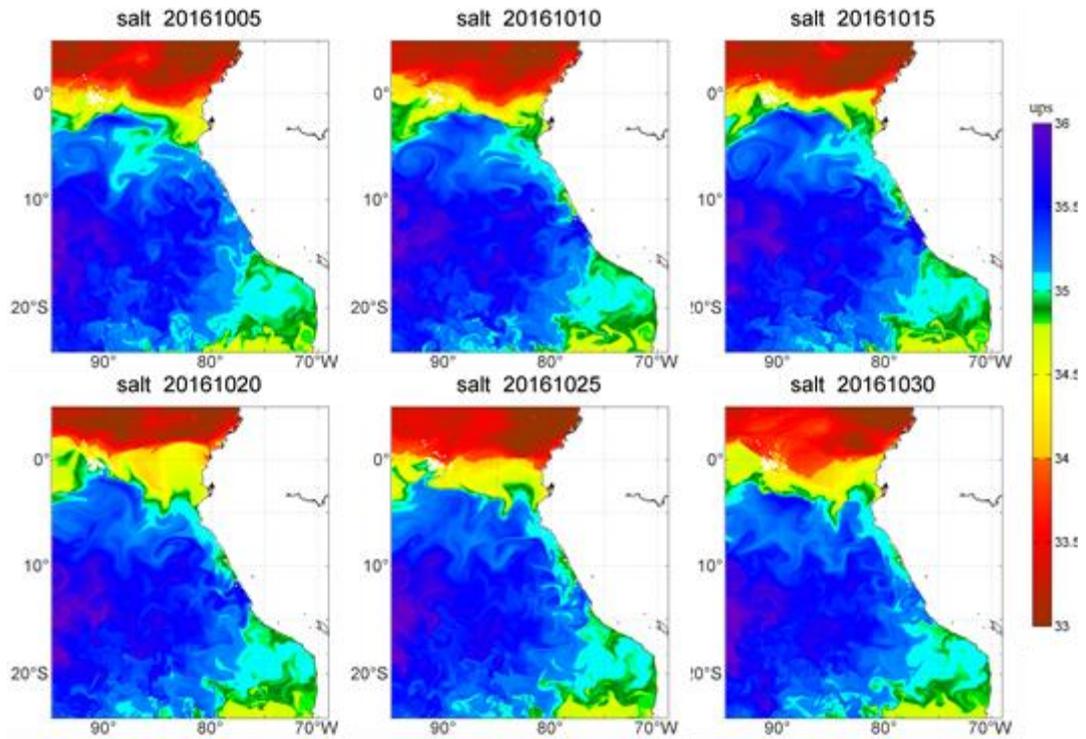


Figura 20. Evolución latitudinal de las anomalías promedio diarias de la temperatura superficial del mar (°C) para la franja de ~50 mn adyacentes al litoral peruano. Datos: AVHRR/NOAA. Procesamiento: IMARPE.



Figuras 21. Distribución espacial de Salinidad Superficial del Mar (HYCOM), los días 05, 10, 15, 20, 25 y 30 de octubre del 2016.

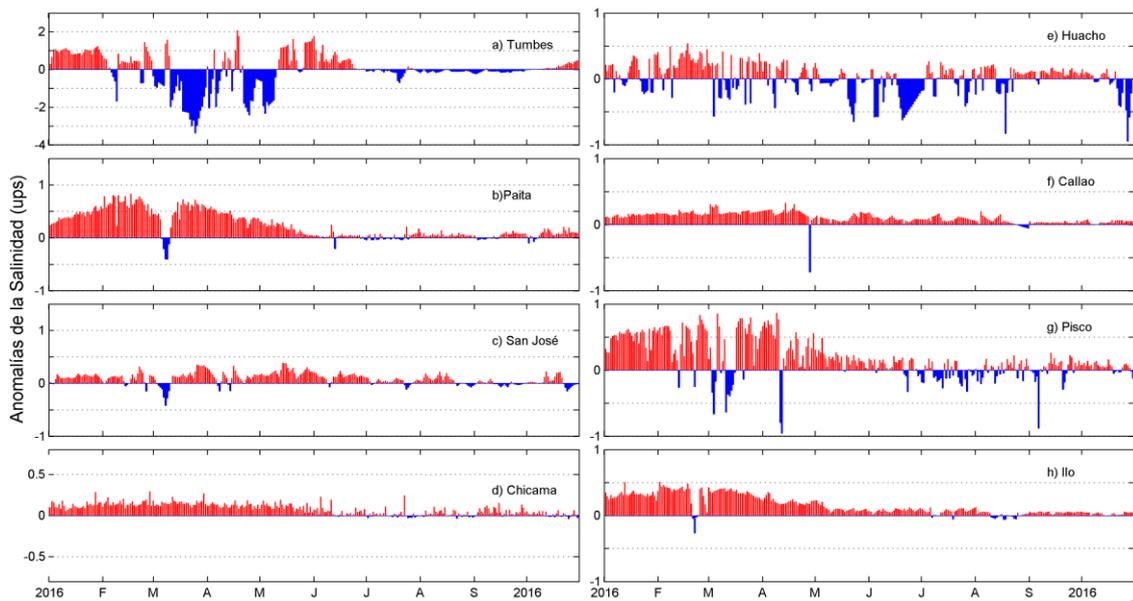
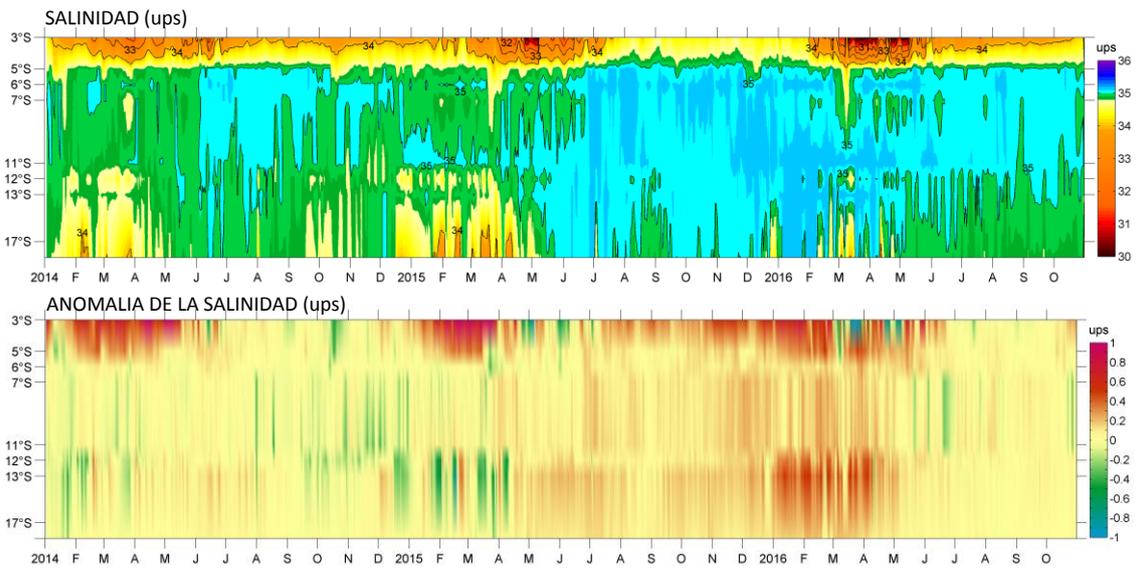


Figura 22. Distribución de la Salinidad Superficial del Mar y sus Anomalías en los Laboratorios Costeros de Tumbes, Paíta, San José, Chicama, Huacho, Callao, Pisco e Ilo.



Figuras 23. Distribución de la Salinidad Superficial del Mar y sus Anomalías en los Laboratorios Costeros del IMARPE, desde el 2014 a octubre 2016.

#### SECCION PAITA (27-28 de Octubre del 2016)

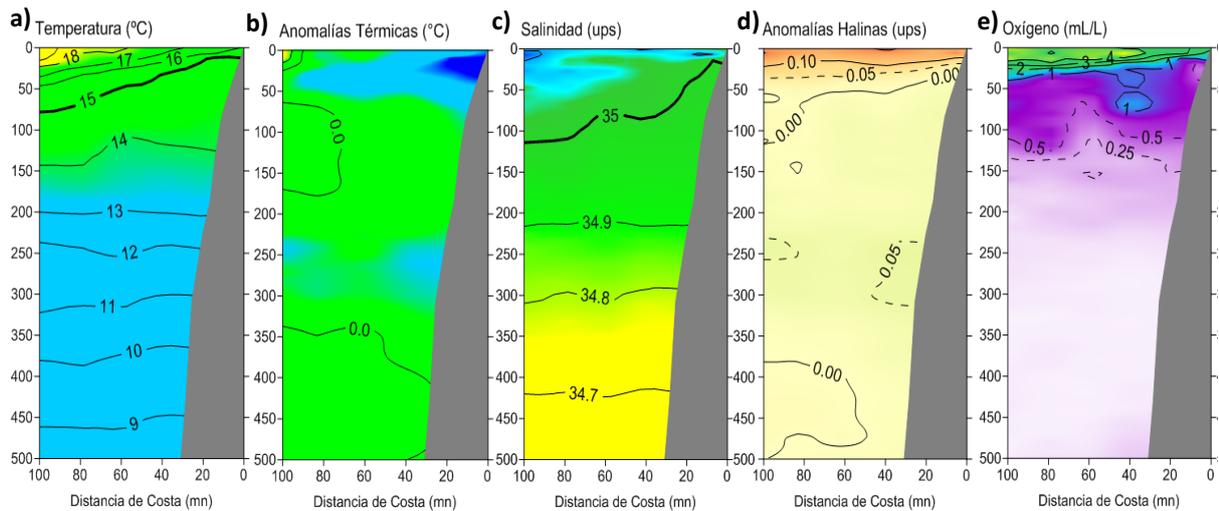


Figura 24. Distribución vertical de: a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), b) anomalía de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), c) salinidad (ups), d) anomalía de salinidad (ups) y e) oxígeno (mL/L) frente a Paíta, realizada durante el 27 y 28 de octubre de 2016. Fuente: IMARPE.

## SECCION CHICAMA (17-18 de Octubre del 2016)

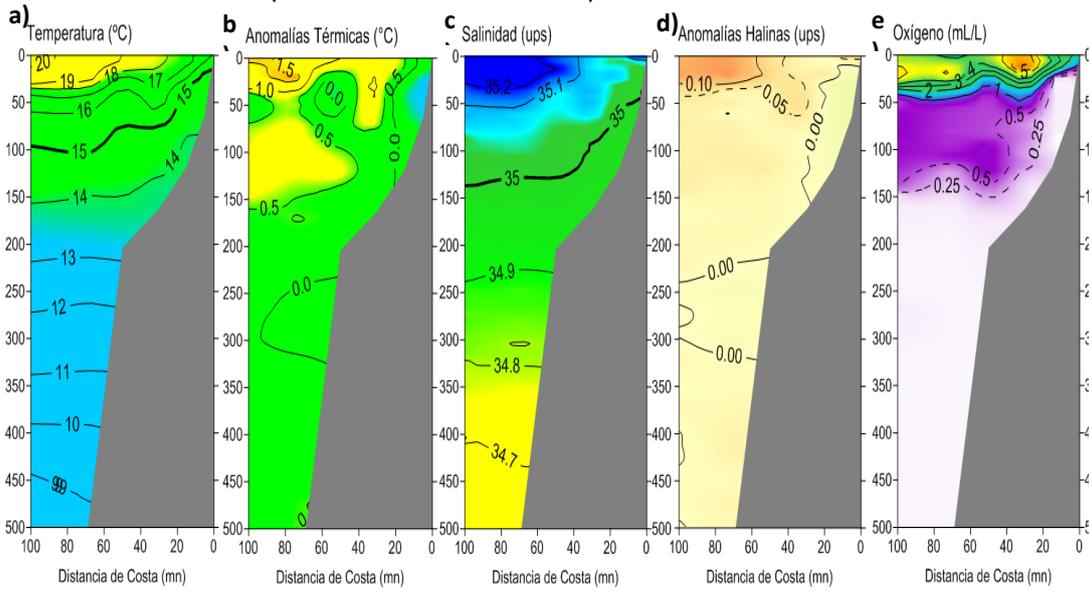


Figura 25. Distribución vertical de: a) temperatura (°C), b) anomalía de temperatura (°C), c) salinidad (ups) y d) anomalía de salinidad (ups) frente a Chicama, realizada durante el 17 y 18 de octubre de 2016. Fuente: IMARPE.

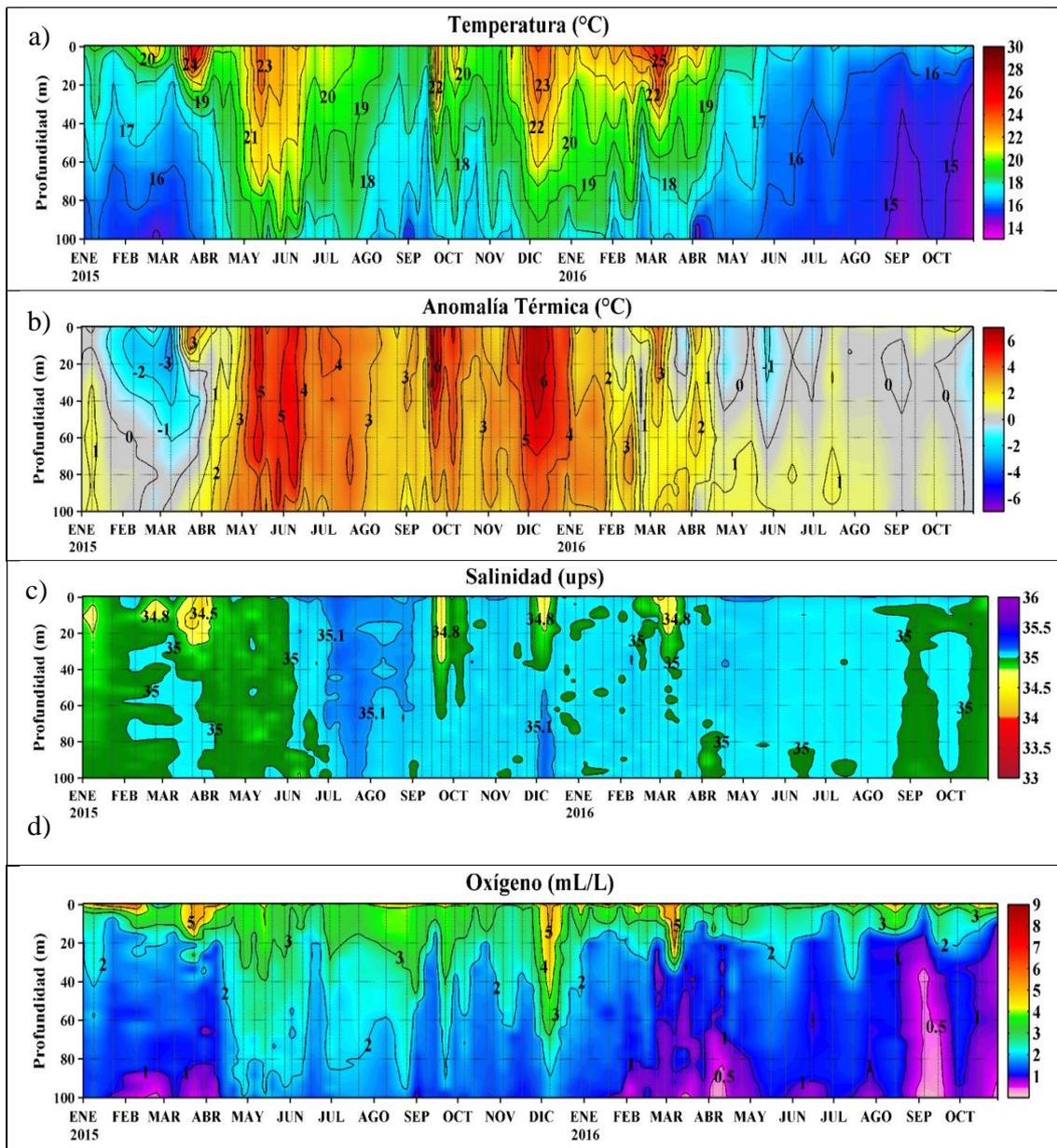


Figura 26. Series de tiempo para la estación oceanográfica fija frente a Paita (punto fijo Paita) de: a) temperatura (°C), b) anomalía de la temperatura (°C), c) Salinidad (ups) y d) oxígeno (mL/L) para el periodo del 01 de enero de 2015 al 28 de octubre de 2016. Climatología: 1994-2010. Fuente: LHFMDGIOCC/IMARPE.

### PUNTO FIJO DE CHICAMA (31 DE OCTUBRE 2016)

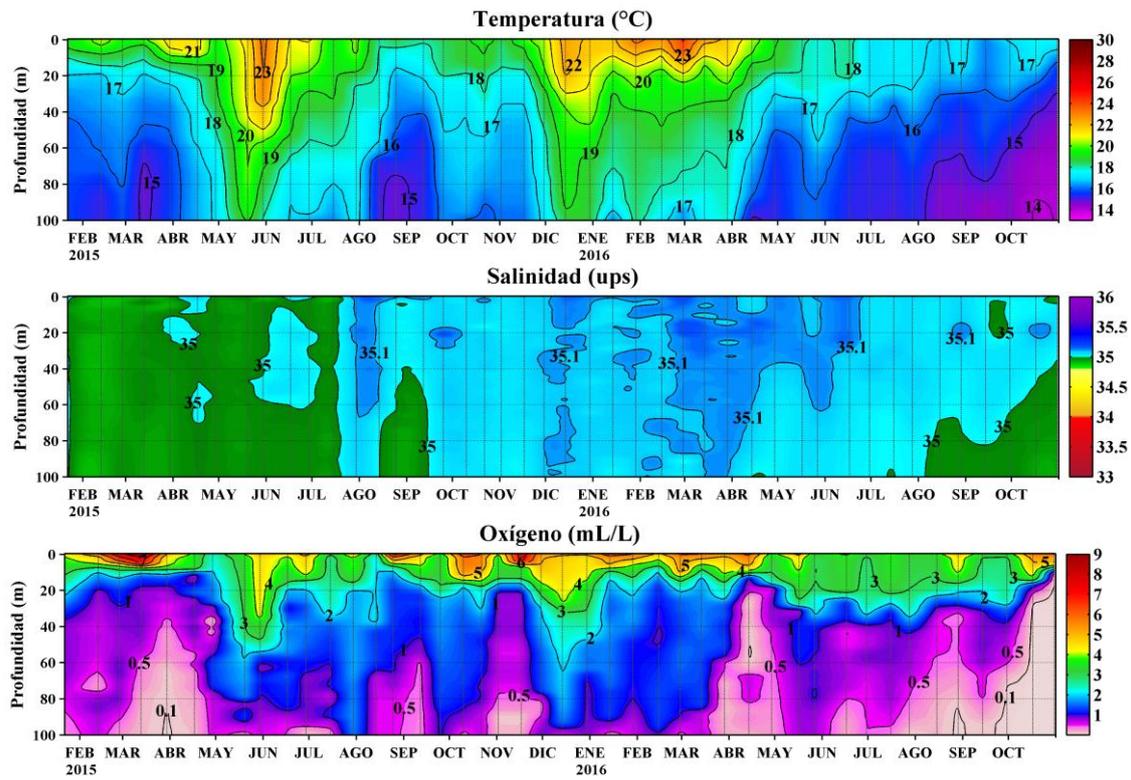


Figura 27. Series de tiempo para la estación oceanográfica fija frente a Chicama (punto fijo Paita) de: a) temperatura (°C), b) Salinidad (ups) y c) oxígeno (mL/L) para el periodo del 01 de enero de 2015 al 28 de octubre de 2016. Fuente: LHFMDGIOCC/IMARPE.

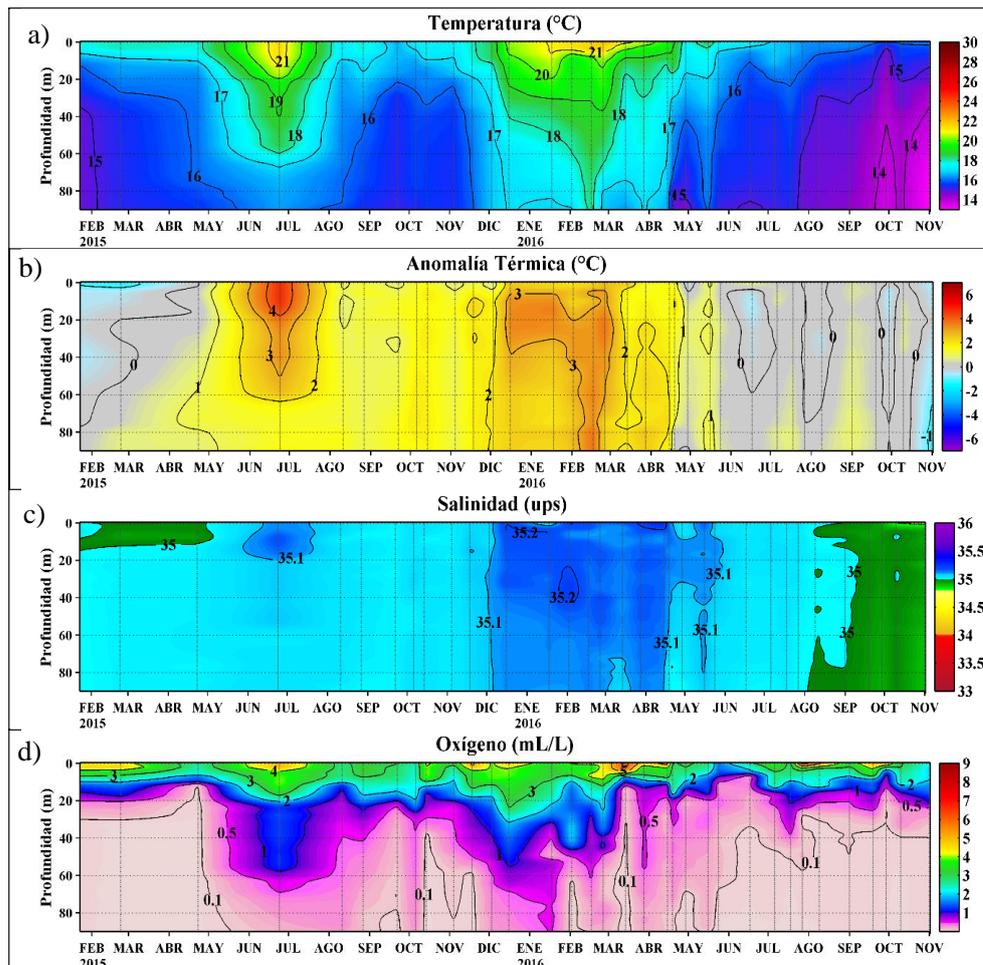


Figura 28. Series de tiempo para la estación oceanográfica fija frente a Callao (punto fijo Callao) de: a) temperatura (°C), b) anomalía de la temperatura (°C), c) Salinidad (ups) y d) oxígeno (mL/L), para el periodo del 01 de enero de 2015 al 01 de noviembre de 2016. Climatología: 1994-2010. Fuente: IMARPE.

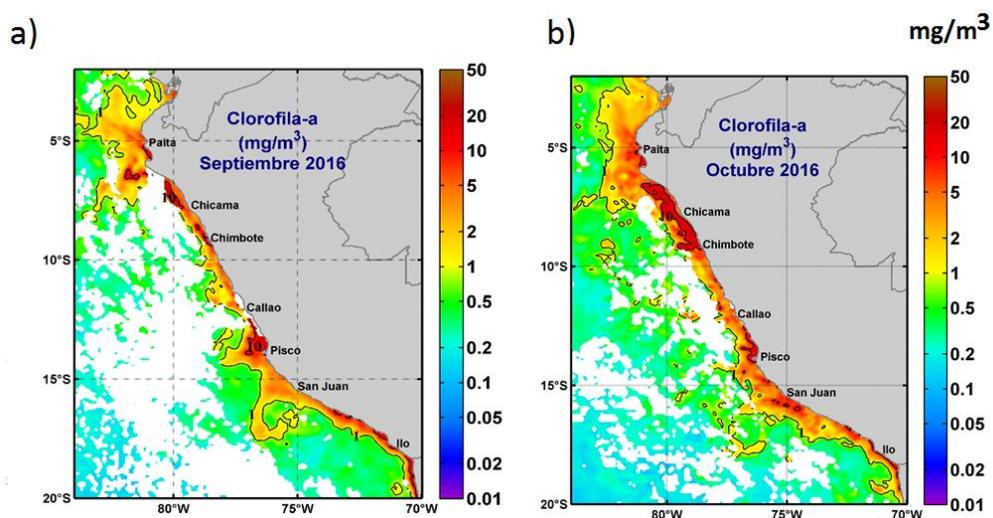


Figura 29. Clorofila satelital promedio para el mes de setiembre (a) y octubre (b) del satélite MODIS frente a Perú

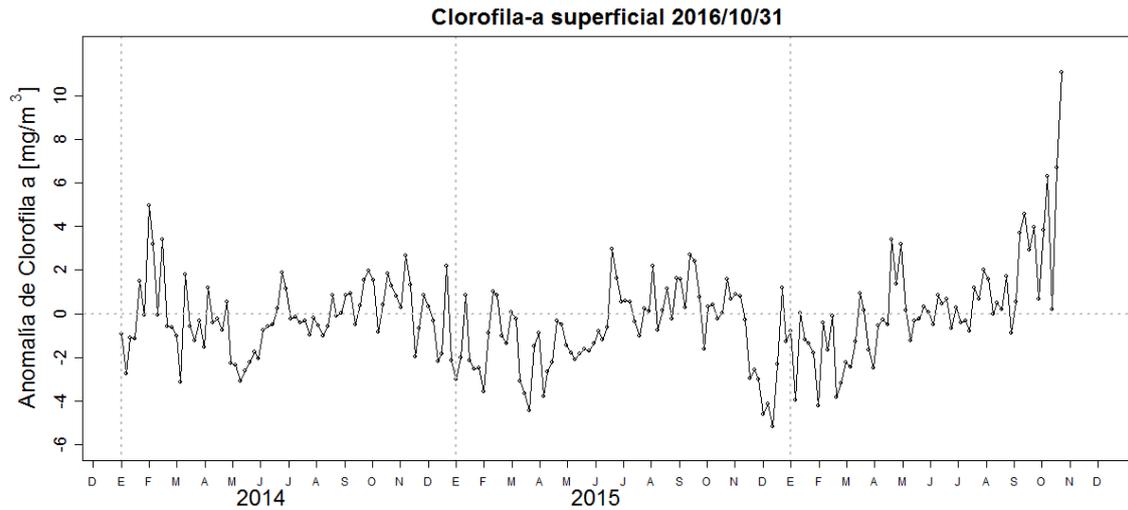


Figura 30. Anomalia promedio de clorofila-a superficial ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) cada 5 días del satélite MODIS dentro de los 100 km a la costa y los  $4^\circ\text{S} - 16^\circ\text{S}$  desde enero del 2014 hasta el 31 de octubre del 2016.

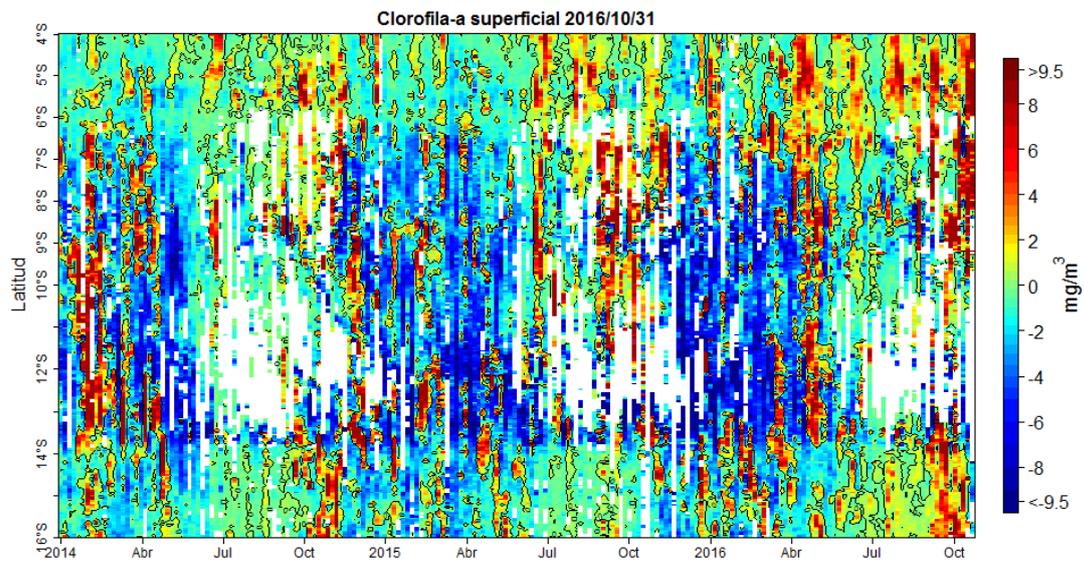


Figura 31. Anomalia promedio de clorofila-a superficial ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) cada 5 días del satélite MODIS dentro de los 100 km a la costa desde enero del 2014 hasta el 31 de octubre del 2016.

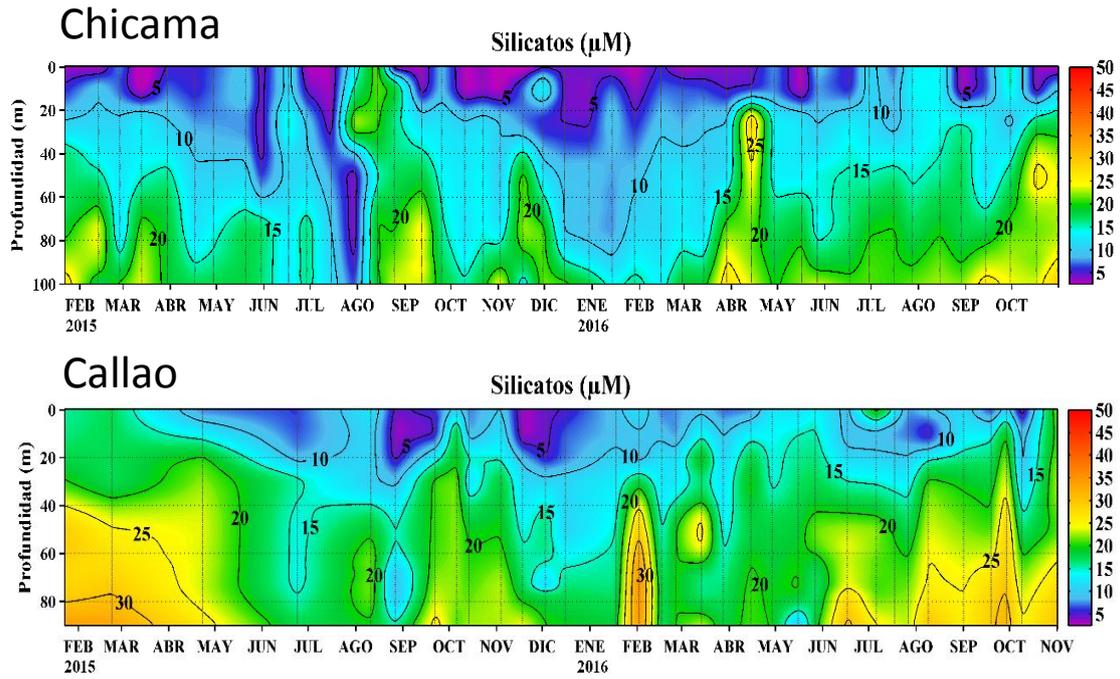


Figura 32. Series de tiempo de Silicatos ( $\mu\text{M}$ ) para los Puntos Fijos de a) Chicama y b) Callao para el periodo del 22 de enero de 2015 al 31 de octubre de 2016. Fuente: IMARPE.

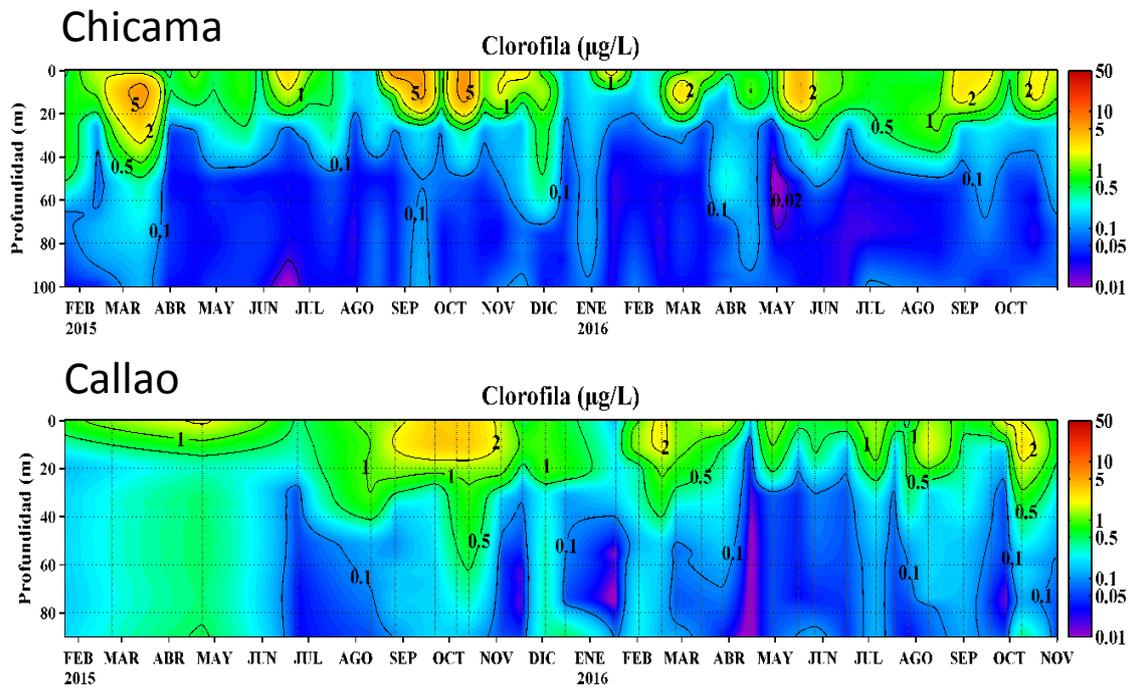


Figura 33. Series de tiempo de Clorofila ( $\mu\text{g/L}$ ), para los Puntos Fijos de a) Chicama y b) Callao para el periodo del 22 de enero de 2015 al 31 de octubre de 2016. Fuente: IMARPE.

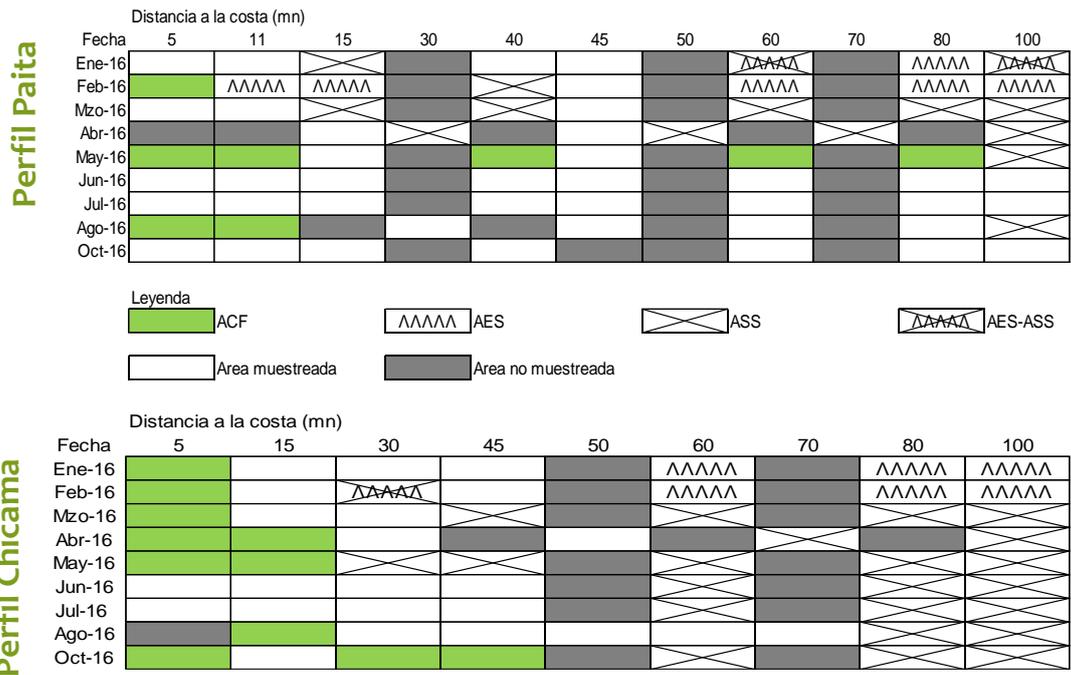


Figura 34. Distribución de indicadores biológicos del fitoplancton en las secciones de Paita y Chicama 1610.

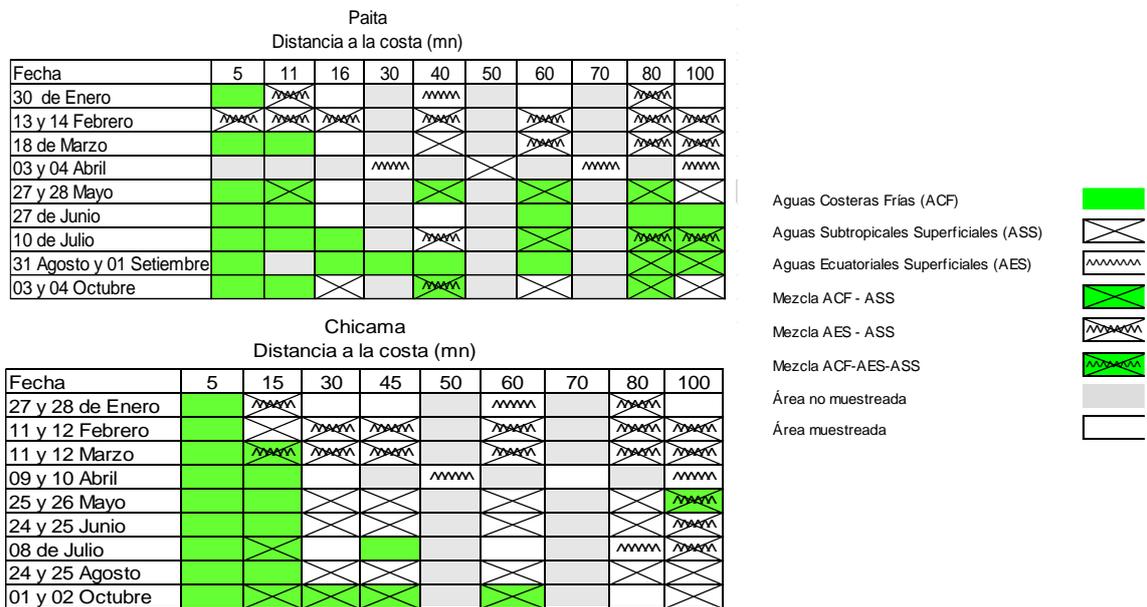


Figura 35. Distribución de indicadores biológicos del Zooplancton en las secciones de Paita y Chicama 1610.

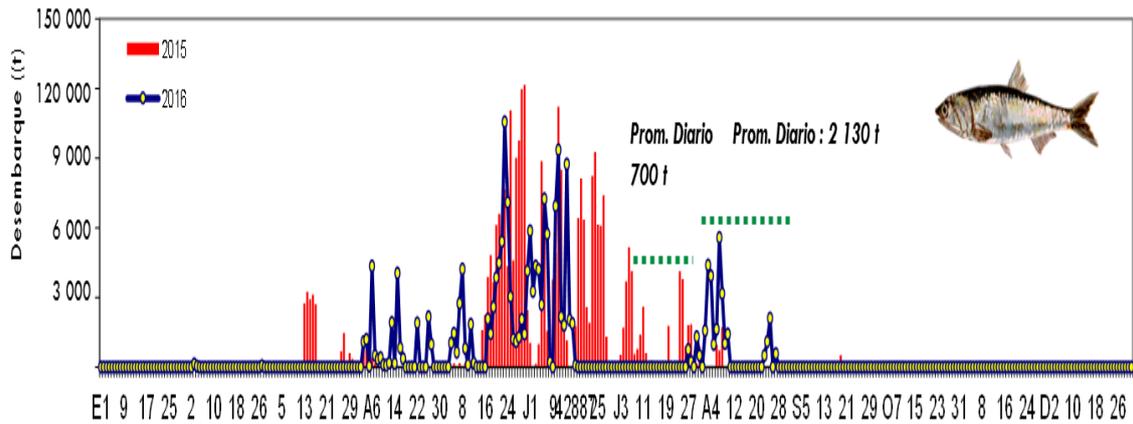


Figura 36. Desembarque de anchoveta del 01 de enero al 31 de octubre 2016 en la Región Sur. Fuente: AFIRNP/IMARPE.

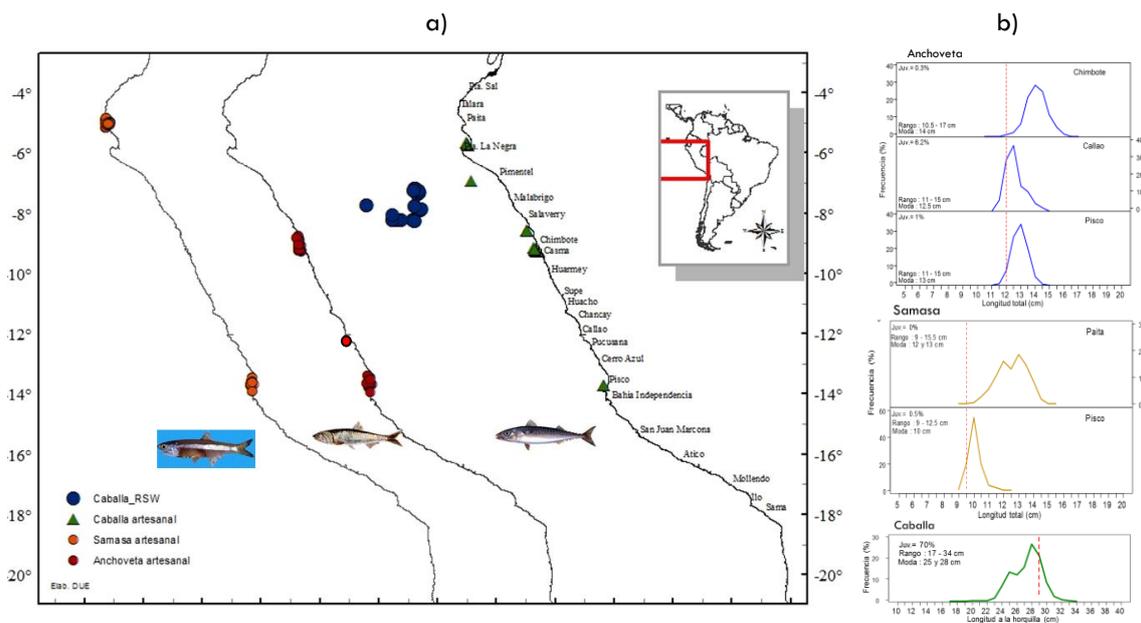


Figura 37. a) Distribución y b) Estructura de tallas de anchoveta, samasa y caballa durante octubre 2016. Fuente: Fuente: AFIRNP/IMARPE.

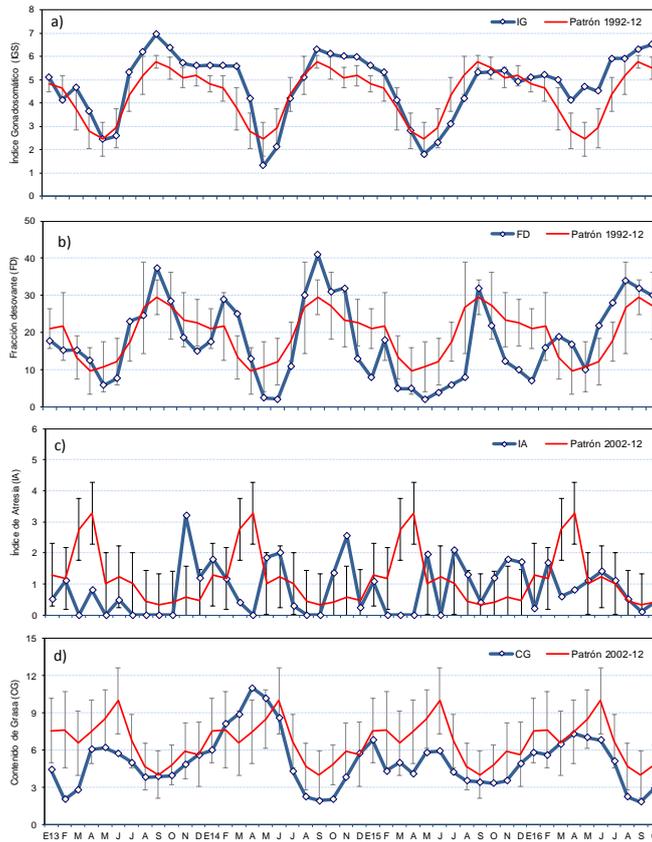


Figura 38. Indicadores reproductivos, a) Índice Gonadosomático (IGS), b) Fracción Desovante (FD), c) Índice de atresia y d) Contenido Graso del stock norte – centro de anchoveta. Serie mensual: Enero 2013 – octubre 2016. Fuente: LBR/IMARPE.

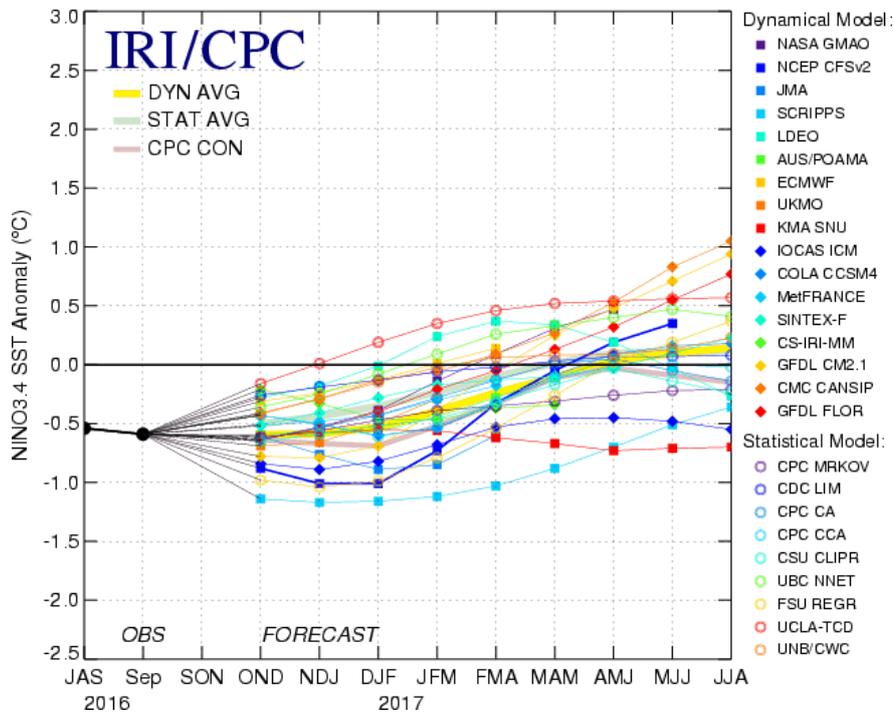


Figura 39. Pronóstico del índice Niño 3.4 mediante modelos climáticos estadístico y dinámico. Fuente: IRI/CPC, Octubre 2016.

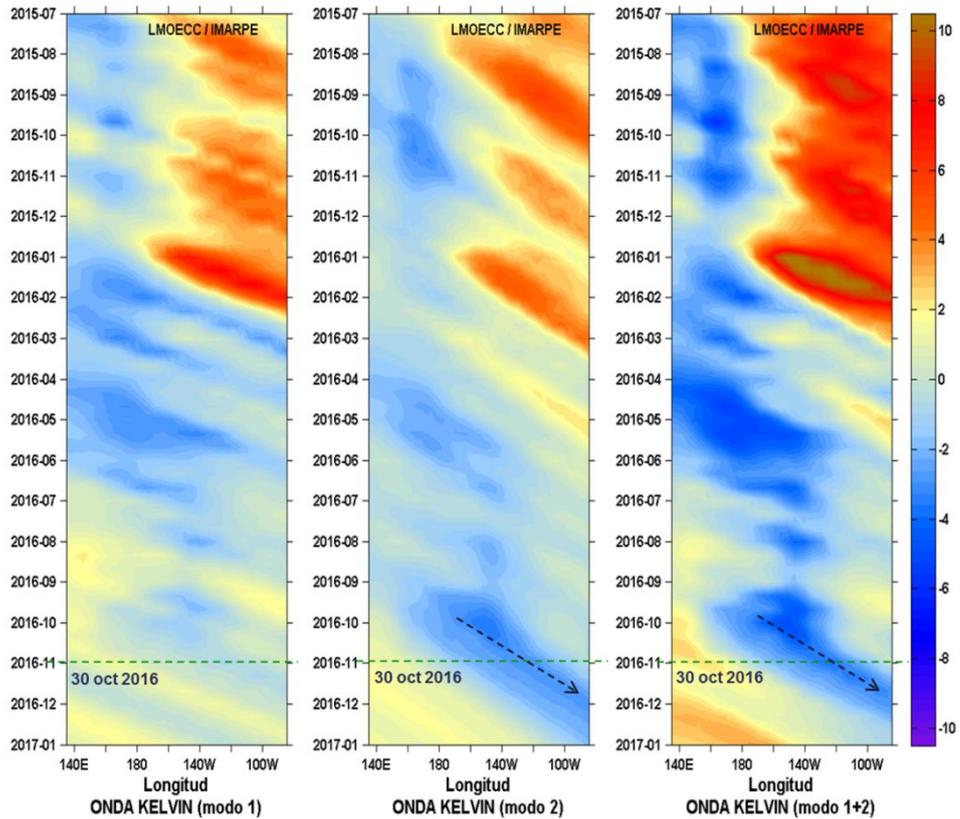


Figura 40. Diagrama Hovmöller longitudud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacifico ecuatorial (0°N): (a) Modo 1, (b) Modo 2, (c) Modos 1+2. La línea discontinua horizontal, en verde, indica el inicio del pronóstico sin el forzante de vientos. Fuente: IMARPE, forzado con vientos de NCEP (Figuras a-c).

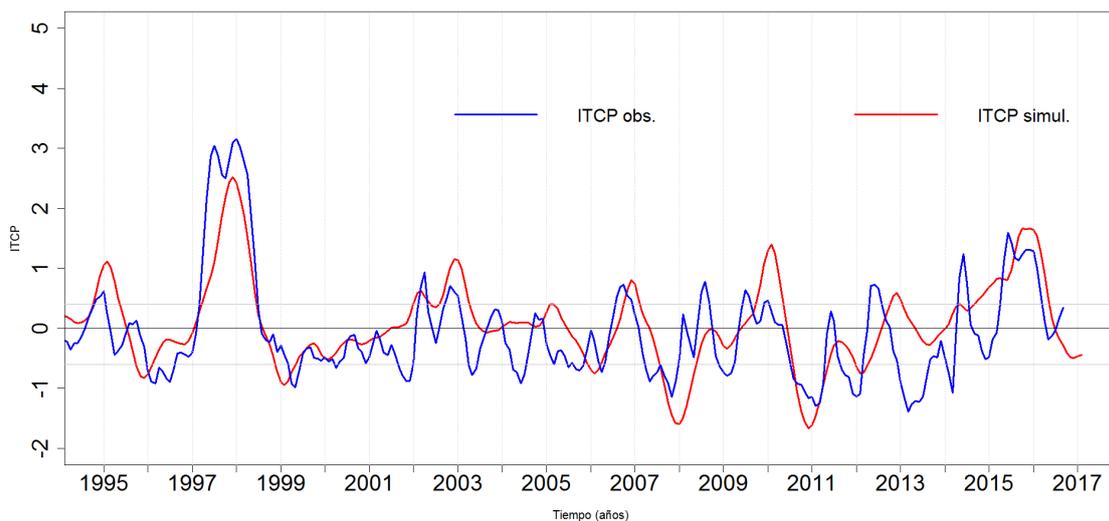


Figura 41. Pronóstico del ITCP mediante un modelo acoplado océano-atmósfera de complejidad intermedia.

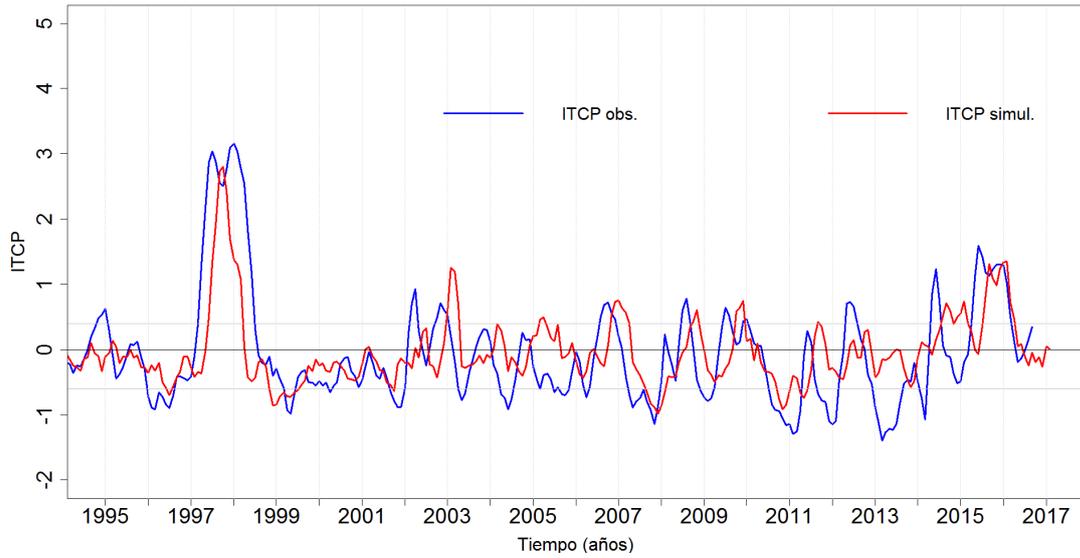


Figura 42. Pronóstico del ITCP mediante un modelo estadístico.

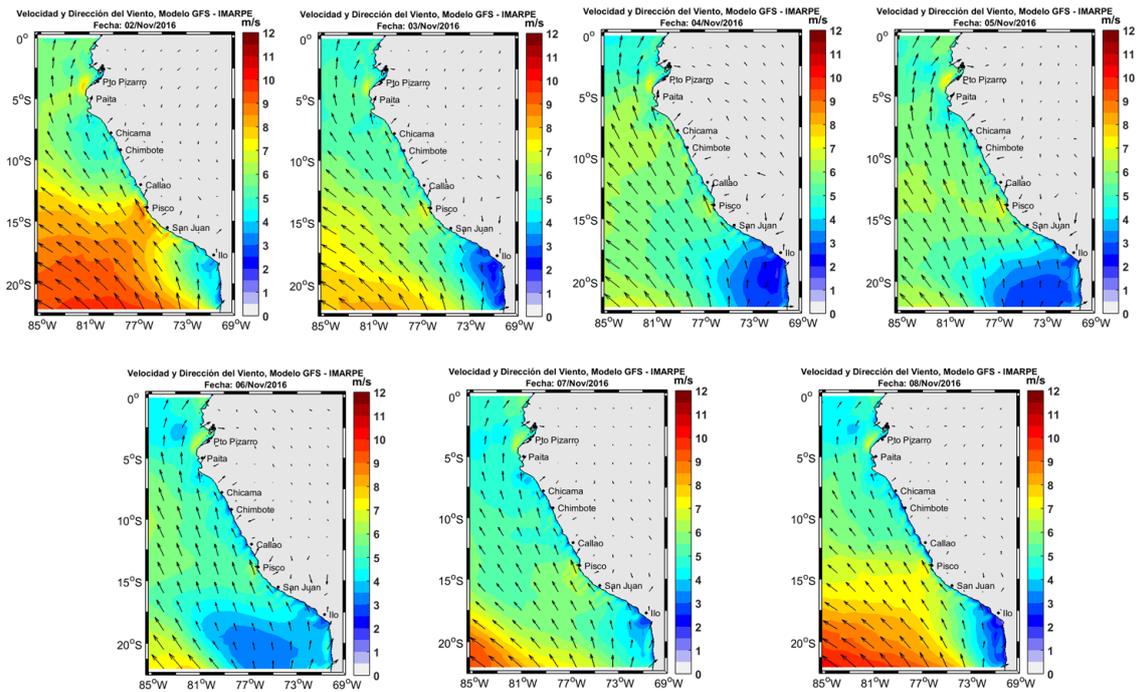


Figura 43. Mapas de la velocidad y dirección del viento pronosticado por el modelo GFS (frente a la costa de Perú): Fuente: Modelo GFS-NOAA, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE

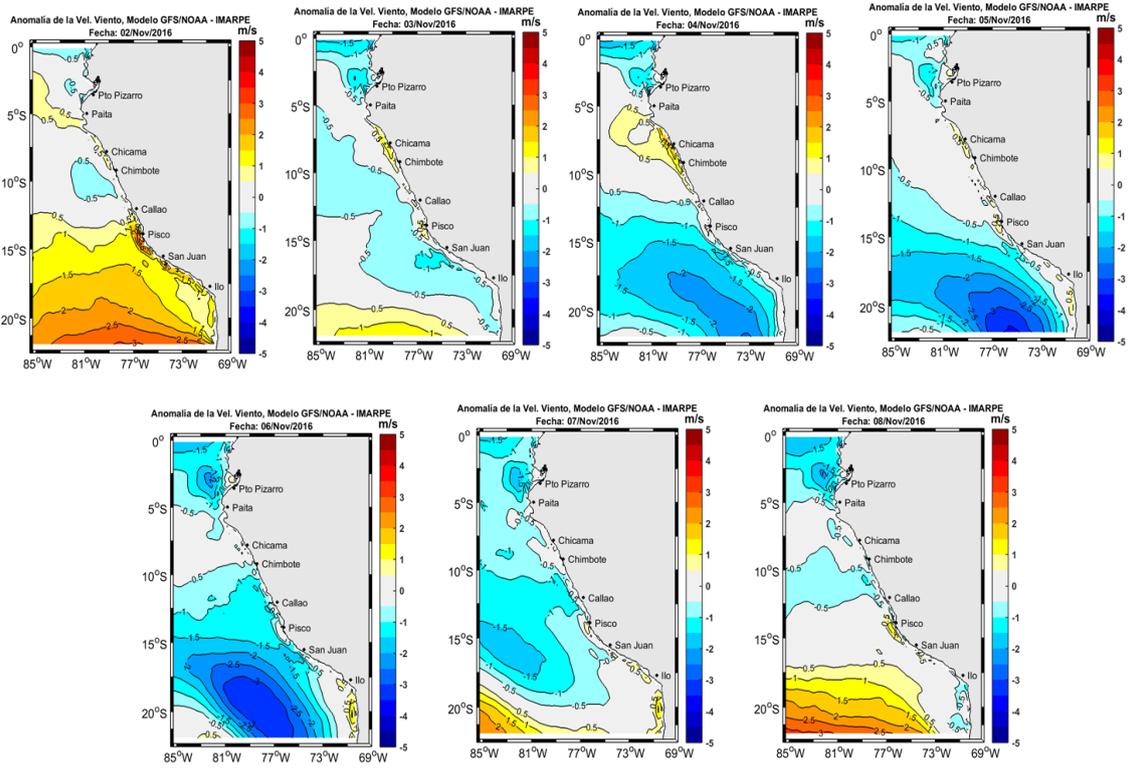


Figura 44. Mapas de la anomalía de la velocidad del viento pronosticado por el modelo GFS (frente a la costa de Perú): Fuente: Modelo GFS-NOAA, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE.