

**Instituto del Mar del Perú**  
**Grupo de Trabajo Institucional El Niño**

**Informe de las Condiciones Oceanográficas y Biológico Pesqueras**  
**Agosto 2017**

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

**1.1 Aspectos Meteorológicos**

**1.1.1 Distribución regional del campo de presión a nivel del mar**

Se analizó el campo de presión a nivel del mar promedio del 1 al 31 de agosto 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 103°W, 30°S con una intensidad máxima de ~1025 hPa, encontrándose desplazado al oeste de su posición normal y con una intensidad mayor que su valor climatológico en ~1 hPa (Figura 1 y 2a). Asimismo se observaron núcleos de anomalías positivas de presión en las regiones del Pacífico Ecuatorial Central, Sureste y Subtropical Central, de 1, 2 y 4 hPa respectivamente. Frente a la costa peruana las anomalías de presión fueron próximas a cero (Figura 2b).

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 JJA 2017 el IAPS presentó un valor de +1,6, menor que su valor anterior (+2,6), aún en el rango 'neutral'. El valor mensual de la anomalía de la presión máxima en agosto fue de +1,3 hPa (Figura 3).

**1.1.2. Condiciones atmosféricas en el Pacífico Ecuatorial**

La convección tropical se mantuvo dentro de su valor promedio sobre el Pacífico Este, mientras que anomalías positivas fueron observadas en la región del Pacífico Oeste y el Continente Marítimo (Figura 4). La componente zonal del viento en la franja ecuatorial de 5°S a 5°N, varió entre 2,0 a 7,0 m/s en el área comprendida entre 180°W y 100°W, con dirección predominante de los vientos alisios. Las anomalías de la componente zonal del viento ecuatorial variaron entre -1,0 a +2,0 m/s, en gran parte del Pacífico Ecuatorial (Figura 5). Por consiguiente, en general, el sistema océano-atmósfera permanece en condiciones de ENSO-neutral.

**1.2. Aspectos oceanográficos**

**1.2.1 Condiciones superficiales.**

En la región del Pacífico Oriental, la temperatura superficial del mar (TSM) varió entre condiciones neutras a frías débiles con anomalías de -1°C a -0,5°C, asociadas al desarrollo de la lengua de agua fría (Figura 6). Los índices basados en la anomalía de la TSM de las regiones Niño exhibieron una tendencia negativa con respecto al mes anterior.

Para las regiones Niño 3.4, Niño 3 y Niño 1+2, el último valor semanal del mes alcanzó  $-0,2^{\circ}\text{C}$ ,  $-0,4^{\circ}\text{C}$  y  $-0,2^{\circ}\text{C}$ , respectivamente. En la región Niño 4, la última anomalía semanal del mes fue  $+0,2^{\circ}\text{C}$  (Figura 7).

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

La anomalía del contenido de calor de la capa superior del océano (300 m) continuó mostrando una tendencia negativa durante el mes de agosto, descendiendo hasta  $-0,5^{\circ}\text{C}$  (Figura 8). Esto se reflejó principalmente en la expansión de las anomalías negativas en la capa subsuperficial entre los 50 y 150 m en el Pacífico Central (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 agosto, el viento frente a la costa peruana presentó velocidades de moderadas a fuertes (4,0 a 9,0 m/s), a excepción de los días 01 al 10 y 21 al 25, en los cuales presentó velocidades débiles a moderadas ( $< 6,0$  m/s). En la zona oceánica, el viento varió entre 6,0 y 10,0 m/s (Figura 10). Predominaron anomalías negativas a condiciones neutras durante las primeras semanas del mes, mientras que, entre el día 11 y 20 las anomalías positivas fueron las predominantes, tanto en la zona costera como en la zona oceánica (Figura 11).

En la franja costera de 40 Km se registraron vientos entre 3,0 y 9,0 m/s, con vientos intensos ( $> 8$  m/s) entre  $14^{\circ}\text{S}$  y  $16^{\circ}\text{S}$ , y débiles ( $< 3$  m/s) al sur de los  $16^{\circ}\text{S}$  (Figura 12). Entre tanto, la configuración de la dirección del viento mostró su patrón normal a lo largo de la costa. Para la velocidad de viento costero predominaron condiciones neutras y anomalías positivas, con sus máximos valores en la segunda semana ( $+2,5$  m/s). Por otro lado, pequeños núcleos de anomalías negativas ( $-2$  m/s) se presentaron los días 21-22 al sur de los  $12^{\circ}\text{S}$  (Figura 13).

El afloramiento costero IAC persistió con valores arriba de los  $500\text{ m}^3/\text{s}/100\text{m}$  al norte de los  $5^{\circ}\text{S}$ , mientras que, entre los  $5^{\circ}\text{S}$  y  $16^{\circ}\text{S}$  presentó valores entre 100 y  $250\text{ m}^3/\text{s}/100\text{m}$ . Al sur de  $16^{\circ}\text{S}$  el afloramiento costero no fue significativo (Figura 14).

### **2.2 Aspectos Oceanográficos**

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

Durante la primera semana, la variación espacial de la altura del nivel medio del mar (NMM) señaló la predominancia de movimientos anticiclónicos a lo largo de la costa y durante el transcurso del mes gradualmente se observó una predominancia de movimientos ciclónicos, especialmente en la zona centro y sur. En la zona adyacente oceánica, se observaron giros anticiclónicos con anomalías positivas intensas del NMM frente a Pisco y San Juan (Figura 15).

En la franja de 100 km adyacente a la costa, se registró a inicios de mes anomalías positivas de NMM ligeramente por encima de  $+5$  cm, mientras que, en la segunda quincena, las anomalías fueron cercanas a cero (Figura 16). Frente a Galápagos las anomalías también disminuyeron durante el mes (Figura 17).

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

### **2.2.2.1 Laboratorios Costeros**

La TSM presentó en la mayoría de sus laboratorios costeros una reducción de su valor promedio mensual respecto al mes anterior con excepción de Tumbes, San José y Pisco. La TSM varió entre 14,5°C (Ilo) a 26,0°C (Tumbes), mientras que la anomalía (ATSM) varió entre -0,4°C (Ilo) a +1,1 °C (Tumbes) (Tabla 1).

A nivel diario, la TSM registrada en los laboratorios costeros de Tumbes y Chicama presentó anomalías positivas durante todo el mes. En Chimbote, Huacho, Callao e Ilo la ATSM cambió gradualmente de valores positivos a negativos, mientras que en Paita, San José y Pisco, el comportamiento fue de valores negativos a positivos. La ATSM mostró alternancia entre anomalías negativas y positivas en Huanchaco (Figura 18).

El índice LABCOS (Quispe & Vásquez, 2016) exhibió el valor de +0,54°C para el trimestre JJA y un valor mensual de agosto de +0,28°C, indicando una tendencia decreciente de las anomalías térmicas mensuales en el litoral peruano (Figura 19).

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

En agosto, la TSM mostró valores entre 17° y 18°C frente a la costa norte y centro, mientras que, frente a la costa sur se observó valores entre 15° y 16°C (Figura 20). Frente al Ecuador y la costa norte de Perú se observó, desde la segunda semana de agosto, la formación de un núcleo ATSM de hasta -2°C, el cual se fue alejando de la costa hacia finales del mes. En la zona oceánica entre los 10° y 20°S se detectó núcleos de ATSM de hasta +1°C, que se fueron disipando hacia finales del mes (Figura 21). En la franja de 50 mn frente a la costa, durante el mes se evidenció una transición de anomalías negativas de hasta -1,0°C a ligeramente positivas al norte de los 6°S, mientras que al sur, las anomalías presentaron valores cercanos a cero (Figura 22).

Durante el trimestre JJA 2017, El Índice Térmico Costero Peruano ITCP (Quispe-CCalluari et al 2016) alcanzó un valor de -0,24, dentro del rango neutro, aunque con una tendencia negativa respecto al trimestre MJJ 2017 (Figura 23). El valor mensual alcanzó -0,6, correspondiente al límite entre condiciones neutras y condiciones frías.

### **2.2.3 Distribución espacial de la Salinidad Superficial del Mar**

En general se observó Aguas Ecuatoriales Superficiales (ASS), con salinidad mayor a 35,1 ups entre Chicama y Pisco por fuera de las 40 mn, así como fuera de las 20 mn de San Juan (Figura 24 y 25). Sin embargo, se evidenció pequeños núcleos de aguas costeras frías, de salinidad entre 34,8 y 35,0 ups, frente a Punta Bermejo, Punta Caballas y San Juan; señalando el afloramiento costero activo. Asimismo se detectó una franja de aguas de mezcla entre las ASS y las aguas costeras frías (ACF), del afloramiento costero, frente a la mayor parte del litoral entre Punta La Negra y San Juan, como evidencia la información obtenida en el Crucero de Estimación de la Biomasa Desovante 1708-09 (Figura 25).

## **2.2.4 Secciones Oceanográficas**

### **2.2.4.1 Paita (23 – 29 de agosto)**

La TSM presentó una proyección de la isoterma de 17°C, ausente en julio, hasta las 80 mn (Figura 26 a). Sobre los 100 m de profundidad, las temperaturas variaron de 17°C a 15°C con una débil termoclina, mientras que sobre los 50 m predominaron las anomalías de -1,0°C principalmente. La isoterma de 15°C se ubicó entre los 90 y 110 m de profundidad. Por debajo de los 100 m, las anomalías fueron cercanas a cero, a excepción de un núcleo de -1,0°C sobre el talud continental entre los 250 m y 350 m de profundidad (Figura 28a, b).

En superficie la concentración de sales mostró la predominancia de aguas de mezcla hasta los 100 km de la costa durante todo el mes (Figura 26b). Sobre los 50 m estuvieron asociadas a ACF, excepto en la capa superficial alrededor de las 40 mn. Por fuera de las 90 mn de la costa (30 – 70 m), donde se presentó mezcla debido a la interacción de las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) y ACF, se generaron ligeras anomalías positivas en la capa superficial de hasta +0,05 ups (Figura 28 c, d).

La profundidad de la oxiclina, asociada a la iso-oxígena de 1 mL/L, ascendió de 160 m a 120-140 m de profundidad fuera de las 40 mn, mientras que se ubicó a menos de 80 m en la zona costera (Figura 26c, Figura 28e). El límite superior de la ZMO (OD<0,5mL/L) se presentó a unos 150 m de profundidad en toda la sección. Sobre los 120 m, predominaron flujos hacia el norte en la franja entre los 20 y 60 mn, con velocidades de hasta 10 cm/s. Por fuera de las 60 mn y dentro de las 10 mn predominaron flujos hacia el sur, con velocidades de hasta 20 cm/s en el primer caso (Figura 28 e, f).

### **2.2.4.2 Chicama (25 – 26 de agosto)**

La TSM presentó una proyección de la isoterma de 17°C, también ausente en julio, hasta las 30 mn de la costa. Afuera de los 80 mn se observaron valores entre 19°C-20 °C (Figura 27a). Sobre los 100 m se registraron temperaturas entre 15°C y 19°C con una termoclina por encima de los 70 m de profundidad. La isoterma de 15°C se ubicó entre los 80 y 100 m, lo que significó un descenso de hasta 50 m en relación a lo observado el mes de julio. En los primeros 80 m de profundidad las anomalías térmicas fueron de hasta +0,5°C dentro de las 50 mn frente a la costa; en cambio por fuera de esta las anomalías térmicas presentaron valores de hasta +1,0°C, asociado a la presencia de las ASS (Figura 29a, b).

En superficie la concentración de sales Las ASS se localizaron por fuera de las 40 mn y encima de los 60 m, aunque su influencia alcanzó la costa generando mezcla con las ACF durante todo el mes (Figura 27b, Figura 29c). Predominaron anomalías halinas positivas sobre los 50 m, con anomalías máximas de +0,20 ups, asociadas a las ASS (Figura 29d).

La distribución del oxígeno mostró el ascenso de las iso-oxígenas debido a los procesos de afloramiento costero. La oxiclina se presentó a unos 50-60 m de profundidad fuera de las 30 mn y a menos de 30 m en la zona costera (Figura 27 c). El borde superior de la ZMO alcanzó una mayor profundidad sobre la plataforma externa (100 m), mientras que fuera de la plataforma y en la zona más costera se ubicó a 60 m de profundidad (Figura 29 e).

Por otra parte, se observó núcleos de flujos geostroficados con dirección al norte entre las 40 y 60 mn (0 – 50 m) y por fuera de las 80 mn de la costa (0 – 300 m), de hasta 20 cm/s (Figura 29 f).

### **2.2.5 Estaciones fijas costeras**

El monitoreo quincenal que se realiza en las estaciones fijas se observó la emergencia y ascenso de las isotermas. Para Paita, Chicama y Callao fueron las isotermas de 15° y 16°C, para Atico las isotermas de 13° y 14°C y para Ilo las isotermas de 14° y 15°C (Figura 30). En Paita, Chicama y Callao se detectó una disminución de las anomalías positivas hacia valores cercanos a cero y anomalías ligeramente negativas (Figura 31). La salinidad del mar mostró aguas de mezcla entre ASS y ACF en gran parte de columna de agua frente a Paita, Chicama y Callao. Por otra parte en Atico e Ilo se observó la presencia de ACF en la columna de agua (Figura 32).

En cuanto al OD, también se visualizó el ascenso de las iso-oxígenas en las estaciones fijas de Paita, Chicama y Callao, apareciendo la iso-oxígena de 0,5 mL/L a 50 m de profundidad aproximadamente en Chicama y a los 20 m en Callao. En cambio, en Atico e Ilo se registró primero un ascenso y luego una profundización durante el mes de las iso-oxígenas profundas (Figura 33).

### **2.2.6 Fertilidad y Productividad**

#### **2.2.6.1. Variabilidad espacio-temporal de Nutrientes**

Los nitratos en las estaciones costeras mostraron un incremento de sus concentraciones en la columna de agua. Las estaciones con mayor concentración de nitratos fueron Chicama, Callao y Atico. En Paita e Ilo, la columna de agua presentó un valor promedio de 10  $\mu\text{mol.L}^{-1}$ , mientras que en Chicama y Callao los valores estuvieron alrededor de 15  $\mu\text{mol.L}^{-1}$ . La estación Callao se caracterizó por presentar valores mayores a 25  $\mu\text{mol.L}^{-1}$  (Figura 34).

Los silicatos también presentaron un incremento en sus concentraciones durante agosto. Las menores concentraciones en la columna de agua se observaron en Paita y Chicama (~15  $\mu\text{mol.L}^{-1}$ ). En Callao, la isolínea de 25  $\mu\text{mol.L}^{-1}$  se superficializó hasta los 20 metros. En Atico a finales del mes se observaron concentraciones entre 25-30  $\mu\text{mol.L}^{-1}$  en la columna de agua. En Ilo la isolínea de 25  $\mu\text{mol.L}^{-1}$  se observó a los 80 metros (Figura 35).

El incremento de los fosfatos se observó durante la última quincena del mes de agosto con concentraciones en promedio en la columna de agua de 1,5  $\mu\text{mol.L}^{-1}$  en Paita e Ilo y de 2,5 – 3,5  $\mu\text{mol.L}^{-1}$  entre Chicama y Atico (Figura 36).

#### **2.2.6.2 Clorofila-a**

La concentración de clorofila-a presentó valores conforme a su estacionalidad o ligeramente mayores, variando entre -0,1 y +0,7  $\text{mg.m}^{-3}$  en la franja de 100 Km. Los mayores valores se detectaron cerca de la costa frente a Pisco, llegando a alcanzar anomalías de +2  $\text{mg.m}^{-3}$  en promedio (Figura 37). La presencia de nubes fue muy frecuente durante el mes de agosto (20 días cubiertos en promedio); sin embargo entre Pisco y San Juan, cerca de la costa se presentaron más días despejados (15 días en promedio).

## 2.2.7 Indicadores Biológicos del Plancton

### 2.2.7.1 Indicadores Biológicos del Fitoplancton.

#### Paita

En Paita, dentro de las 5 mn se determinó al dinoflagelado *Protoperidinium obtusum*, indicador de ACF, asociado a una TSM de 16,2 ° C (Fig. 38).

El fitoplancton fue predominante en un 95% entre las 5 y 80 mn destacando las diatomeas *Lithodesmium undulatum* y *Detonula pumila* con una abundancia relativa de “Muy Abundante” y “Abundante”; respectivamente; y asociadas a TSM que fluctuaron entre 16,2 y 17,3 °C. Otras diatomeas que presentaron mayor frecuencia fueron *Coscinodiscus perforatus*, *C. granii*, *Fragilariopsis doliolus*, *Chaetoceros lorenzianus*, *Ch. affinis*, *Rhizosolenia robusta* y *Thalassionema nitzschioides*, además de la diatomea oceánica *Planktoniella sol.* Todas estas especies presentaron abundancias propias de la categoría “Presente” y estuvieron distribuidas en gran parte del área de estudio.

El grupo de dinoflagelados estuvo representado por aquellos organismos de distribución cosmopolita como *Protoperidinium depressum*, *P. conicum*, *Dinophysis caudata*, *Ceratium furca*, *C. fusus* y *C. tripos*. También se apreció algunos dinoflagelados termófilos como *Ceratium azoricum*, *C. candelabrum*, *C. trichoceros*, *C. macroceros*, *Dinophysis cuneus*, *Protoperidinium murrayi*, *P. quarnerense* y *P. grande*.

#### Chicama

Frente a Chicama, se registró al dinoflagelado *Protoperidinium obtusum*, indicador de ACF, a 5 mn de la costa, asociado a una TSM de 16,4 °C. El fitoplancton fue abundante, sobresaliendo diatomeas propias de afloramiento costero como *Chaetoceros lorenzianus*, *Lithodesmium undulatum* y *Thalassionema nitzschioides* que presentaron abundancias relativas, propias de las categorías de “Muy Abundante” y “Abundante” (Fig. 39).

Asimismo, esta abundancia también se registró entre las 60 y 100 mn, pero con una composición diferente, siendo las diatomeas oceánicas las que predominaron como *Planktoniella sol*, *Lioloma delicatulum*, *Proboscia alata* f. *gracillima* y los dinoflagelados termófilos *Ceratium azoricum* y *Dinophysis tripos* con abundancias relativa de “Muy Abundante” y “Abundante” los mismos que estuvieron relacionados a TSM que variaron entre 19,0°C y 19,5 °C.

Cabe destacar que hubo una alta riqueza de dinoflagelados termófilos distribuidos entre las 30 y 100 mn como *Goniodoma polyedricum*, *Ceratium gibberum* v. *dispar*, *C. trichoceros*, *C. candelabrum*, *C. macroceros*, *C. falcatum*, *Dinophysis cuneus*, *Protoperidinium murrayi*, *P. longipes*, *P. quarnerense*, *P. grande* y *Oxytoxum tessellatum*.

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

#### **3.1 Condiciones Biológico – Pesqueras.**

##### **Marco legal**

Mediante R.M. N° 357-2017-PRODUCE, se finalizó la Primera Temporada de pesca 2017 de anchoveta en la región Norte-centro, concluyendo las actividades el 31 de julio. Mediante R.M. N° 306-2017-PRODUCE, se autorizó la Segunda Temporada de pesca 2017 de anchoveta en la región Sur, con una cuota de 515 000 toneladas (t) concluyendo las actividades el 31 de diciembre. Mediante R.M. N° 035-2017-PRODUCE, se estableció el límite de captura anual de 110 000 t para la extracción del recurso caballa correspondiente a todo tipo de flota. Mediante R.M. N° 026-2017-PRODUCE, se estableció el límite de captura anual de 100 000 t para la extracción del recurso jurel correspondiente a todo tipo de flota.

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

El desembarque calendario de los principales recursos pelágicos al 31 de agosto del presente año ascendió a 3,2 millones de t. Correspondiendo el 98% al recurso anchoveta, seguido de caballa con 2%. Otros recursos de importancia fueron samasa, munida, bonito y bagre (Tabla 2).

##### **Anchoveta**

###### ***Distribución, capturas y tallas***

En la región norte – centro, con información de la flota artesanal, con acción dentro de las 10 mn, se registraron cuatro (04) núcleos de presencia del recurso anchoveta. Dos núcleos en la zona norte, en Bahía de Sechura (5°S) y frente a Chinbote (9°S), en los cuales se identificaron principalmente ejemplares adultos ( $\leq 0,5\%$  de juveniles). En la zona centro, se observaron dos núcleos de ejemplares juveniles (50%), uno frente a Callao (12°S) y el segundo frente a Pisco (13°S). La zona de mayor descarga fue Pisco con 3 596 t (Figura 40). La distribución vertical de anchoveta, al ser obtenida de zonas bastante costeras, presentó una distribución vertical promedio de 12 m de profundidad (Figura 41). En la región sur, se registró pequeños cardúmenes de anchoveta dentro de las 10 mn frente a Morro Sama (18°S), el rango de tallas fue de 11,5 a 15,5 cm de longitud total (LT) con 8% de juveniles. (Figura 42).

###### ***Indicadores reproductivos y somáticos***

Los indicadores reproductivos de la anchoveta del stock Norte - Centro, índice gonadosomático (IGS) y Fracción desovante (FD) registraron valores alrededor de sus respectivos patrones históricos, evidenciando que la anchoveta se encuentra en su periodo principal de desove (Figura 43).

##### **Jurel y Caballa**

Durante el mes de agosto, el desembarque diario promedio de *Trachurus murphyi* “jurel” registró valores  $< 5$  t, con capturas en la zona sur, Atico (16°S) y Mollendo (17°S), registrada por embarcaciones de la flota de menor escala y/o artesanales.

De forma similar, la especie *Scomber japonicus peruanus* “caballa”, con valores diarios promedio de desembarque <2 t, capturada por la flota de menor escala y/o artesanales se registraron en la Bahía de Sechura (5°S), Chimbote (9°S), Callao (12°S) y Pisco (13°S), mientras que a 80 mn, también se observó la presencia de caballa (Figuras 35).

### **Merluza**

A partir del 25 de agosto se estableció la veda reproductiva del recurso merluza. La distribución de merluza en agosto fue similar a lo registrado en el mes anterior, con las mayores capturas frente a Bahía Sechura (5°S) (Figura 45)

### **Especies indicadoras**

Con la normalización de las condiciones ambientales, el Seguimiento de la Pesquería Pelágica, registró especies costeras dentro de su hábitat. *Anchoa nasus* “samasa”, indicadora de aguas cálidas en la zona norte, dentro de las 10 mn frente a Paita (5°S) y a Chimbote (9°S), similar al mes anterior. La presencia de especies de aguas costeras frías como *Odonthesthes regia regia* “múnida” fue registrada dentro de las 10 mn entre Chancay (11°S) y Pucusana (12°S), encontrándose dentro de su distribución habitual (Figura 46).

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

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

A gran escala, durante el mes de agosto 2017, las anomalías de la TSM en el Pacífico Ecuatorial Central presentaron valores entre -0,5°C y +0,5°C. Asimismo las condiciones atmosféricas mostraron condiciones neutras del ENOS. Según las agencias internacionales (IRI, agosto 2017), la mayoría de los modelos dinámicos y estadísticos de predicción de ENOS (Niño 3.4), pronostican como más probable la persistencia de condiciones neutras del ENOS durante la primavera 2017 y el verano austral 2018 (Figura 47).

### **4.2 Propagación de ondas Kelvin**

Según la simulación del modelo de ondas (Illig et al., 2004; Dewitte et al., 2002) no se detectó la generación de nuevas ondas Kelvin cálidas en el Pacífico Ecuatorial. Durante setiembre, se espera la llegada de una onda Kelvin fría (modo 2) a la costa de Sudamérica, la cual fue generada en mayo y se reforzó durante los últimos meses, produciendo la superficialización de la termoclina ecuatorial en el Pacífico Ecuatorial Central (Figura 48).

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

El modelo basado en las salidas de un modelo acoplado océano-atmósfera de complejidad intermedia del Pacífico Tropical Ecuatorial (Dewitte et al. 2002, Gushchina et al. 2000) y 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.) pronostican para el ITCP valores negativos pero dentro de las condiciones neutras entre setiembre y diciembre 2017 (Figuras 49 y 50).

## 5. CONCLUSIONES

- Las condiciones atmosféricas en el Pacífico Ecuatorial fueron normales en promedio. El Anticiclón del Pacífico Sur (APS) presentó en promedio un núcleo desplazado al oeste de su posición normal y con una intensidad mayor que su valor climatológico en  $\sim 1$  hPa.
- El viento costero mostró su patrón normal de dirección a lo largo de la costa. La velocidad del viento exhibió predominancia de valores normales y anomalías positivas, mientras que el afloramiento costero fue persistente entre los  $5^{\circ}\text{S}$  y  $16^{\circ}\text{S}$  la mayor parte del mes.
- En la mayoría de laboratorios costeros la TSM presentó una reducción respecto a Julio. La ATSM se mantuvo positiva en Tumbes y Chicama. En Chimbote, Huacho, Callao e Ilo se observó gradualmente el cambio de la ATSM de valores positivos a negativos y en Paita, San José y Pisco de valores negativos a positivos.
- El ITCP y el LABCOS presentaron valores de  $-0,24$  y  $+0,54$  para el trimestre JJA respectivamente.
- Se observó un incremento en la concentración de los nutrientes en la franja costera y en la capa superior de la columna de agua frente a la mayor parte del litoral. La concentración de clorofila-a presentó valores conforme a su estacionalidad o ligeramente mayores, variando entre  $-0,1$  y  $+0,7$   $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ , en promedio, en la franja de 100 Km. Los mayores valores se detectaron cerca de la costa frente a Pisco, asociados a una mayor incidencia de días despejados.
- En la región norte centro, flota de menor escala y artesanal, se registró anchoveta adulta en la zona norte (Paita y Chimbote), mientras que en el centro (Callao y Pisco) y se observó principalmente ejemplares juveniles. En la región sur, la flota industrial, evidenció anchoveta en el extremo sur (Morro Sama).
- En la región norte centro, flota de menor escala y artesanal, registró anchoveta adulta en la zona norte (Paita y Chimbote), mientras que en el centro (Callao y Pisco) se observó principalmente ejemplares juveniles. En la región sur, la flota industrial, evidenció anchoveta en el extremo sur (Morro Sama).
- Los índices reproductivos de la anchoveta del stock norte-centro mostraron que la especie se encuentra en su periodo principal de desove.
- Con la gradual normalización de las condiciones oceanográficas, los recursos oceánicos se alejaron de costa, debido al enfriamiento, en busca de su hábitat.
- Con respecto al fitoplancton, para agosto de 2017, tanto en Paita como en Chicama se registró al dinoflagelado *Protoperdinium obtusum*, indicador de ACF dentro de las 5 mn. En ambas secciones se observó la predominancia de diatomeas de altas tasas de reproducción, típicas del afloramiento costero, destacando *Lithodesmium undulatum* y *Detonula pumila*.

- A corto plazo se pronostica el arribo de una onda Kelvin fría para el mes de setiembre, que contribuiría al enfriamiento de la columna de agua a lo largo de la costa.

## 7. Referencias

Anculle, T., D. Gutiérrez, A. Chaigneau, F. Chavez, 2015: Anomalías del perfil vertical de temperatura del punto fijo Paita como indicador de la propagación de Ondas Kelvin, Boletín Trimestral Oceanográfico “Estudio y Monitoreo de los Efectos del Fenómeno El Niño en el Ecosistema Marino Frente al Perú”, Instituto del Mar del Perú, 1 (1-4), 6-8.

Dewitte B., D. Gushchina, Y. duPenhoat and S. Lakeev, 2002: On the importance of subsurface variability for ENSO simulation and prediction with intermediate coupled models of the Tropical Pacific: A case study for the 1997-1998 El Niño. Geoph. Res. Lett., vol. 29, no. 14, 1666, 10.1029/2001GL014452.

Illig S., B. Dewitte, N. Ayoub, Y. du Penhoat, G. Reverdin, P. De Mey, F. Bonjean and G.S. E. Lagerloef, 2004: Interannual Long Equatorial Waves in the Tropical Atlantic from a High Resolution OGCM Experiment in 1981-2000. J. Geophys. Research, 109, C02022, doi:10.1029/2003jc001771.

Kalnay, E., M. Kanamitsu, R. Kistler, W. Collins, D. Deaven, L. Gandin, M. Iredell, S. Saha, G. White, J. Woollen, Y. Zhu, A. Leetmaa, B. Reynolds, M. Chelliah, W. Ebisuzaki, W. Higgins, J. Janowiak, K. Mo, C. Ropelewski, J. Wang, R. Jenne, and D. Joseph, 1996: The NCEP/NCAR 40-Year Reanalysis Project. Bull. Amer. Meteor. Soc., 77, 437–471.

Quispe-CCalluari, C., J. Tam, H. Demarcq, C. Romero, D. Espinoza-Morriberón, A. Chamorro, J. Ramos y R. Oliveros-Ramos. 2016. El Índice Térmico Costero Peruano (ITCP). Bol. Trim. Oceanog. IMARPE. 2:7-11.

Quispe, J. y L. Vásquez, 2016. Índice “LABCOS” para la caracterización de evento El Niño y La Niña frente a la costa del Perú, 1976-2015. En: Boletín Trimestral Oceanográfico, Volumen 1, Números 1-4, pp.: 14-18.

Tabla 1. Valores mensuales de TSM y ATSM de Laboratorios costeros - agosto 2017

Estación	T mensual, °C	ΔT mensual, °C
Tumbes	25,96	+1,12
Paita	16,66	-0,01
San José	18,90	+0,11
Chicama	16,45	+0,51
Huanchaco	16,91	+0,15
Chimbote	18,06	-0,35
Huacho	15,40	-0,03
Callao	15,02	-0,10
Pisco	18,70	+0,12
Ilo	14,50	-0,43

Tabla 2. Desembarque (t) industrial de los principales recursos pelágicos. Periodo: 01 enero – 31 de agosto 2017. Fuente: AFIRNP/DGIRP/IMARPE.

Especie\Flota\Región	Año Calendario (01 Enero - 31 agosto 2017)					
	Norte	Centro	N+C	Sur	Total	%
Anchoveta F. Acero	1 033 520	1 391 408	2 424 928	162 068	2 586 996	80.5
	445 842	84 256	530 098	18 244	548 342	17.1
Sub total (%)	1 479 363	1 475 664	2 955 027	180 312	3 135 339	97.6
	40.9	40.8	81.7	5.0	86.656691	
Sardina	0	0	0	0	0	0.0
Jurel	33	72	105	7	112	0.0
Caballa	34 466	40 013	74 479	17	74 496	2.3
Samasa	1 215	0	1 215	0	1 215	0.0
Otros	117	855	972	425	1 398	0.0
Total	1 515 194	1 516 605	3 031 798	180 761	3 212 560	100
%	47.2	47.2	94.4	5.6	100	

## 7. Figuras

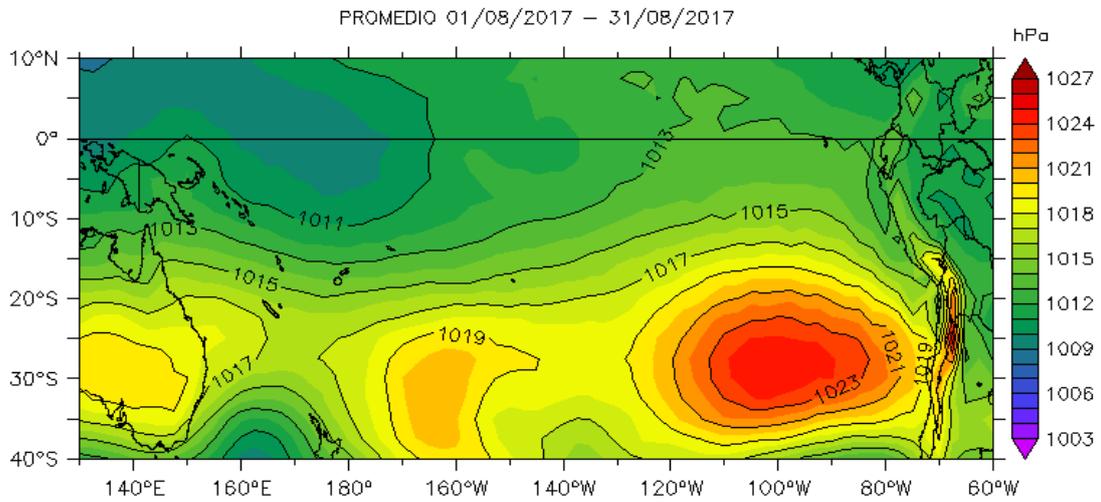


Figura 1. Presión atmosférica a nivel del mar (PNM) en hPa, promedio 1-31 agosto 2017, Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

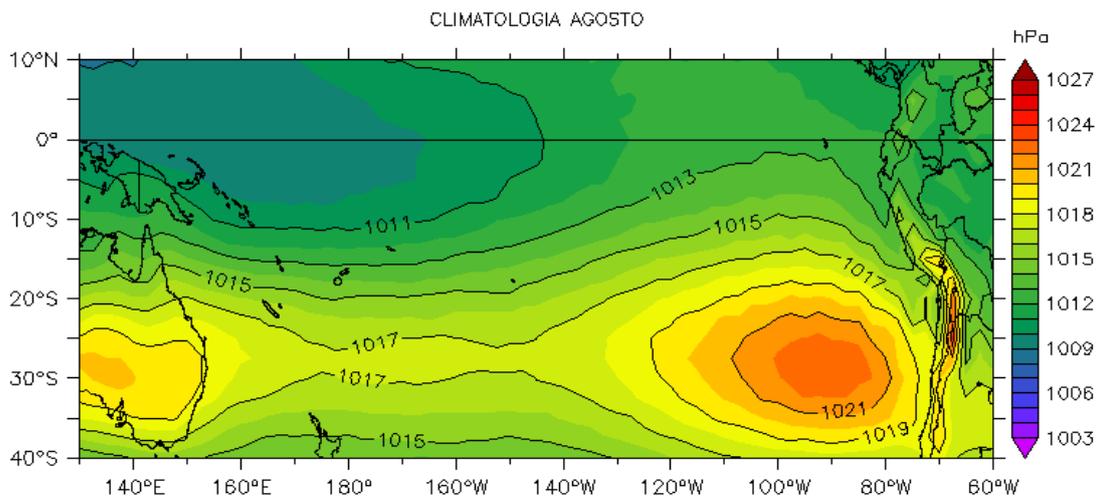


Figura 2a. Presión atmosférica a nivel del mar (PNM) en hPa, climatología agosto. Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

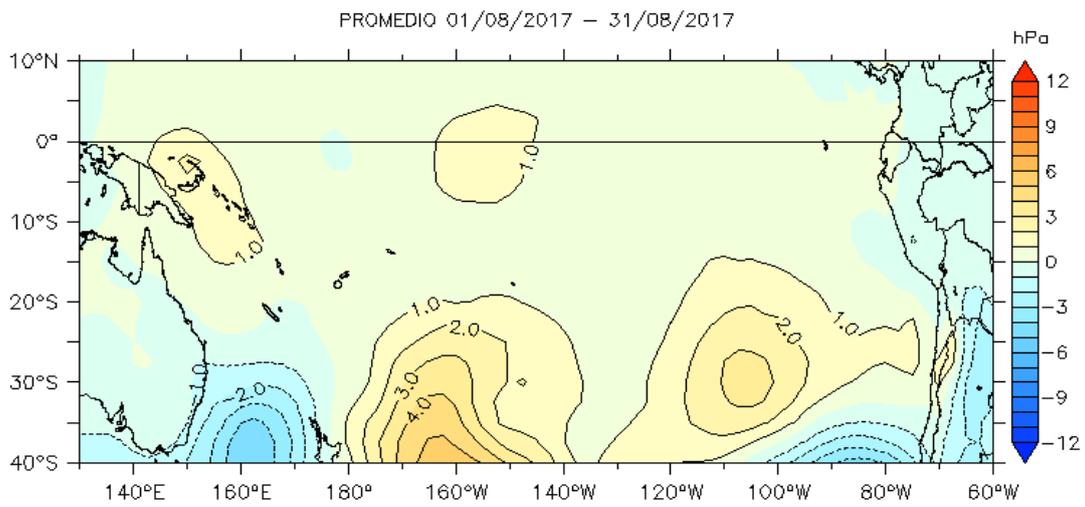


Figura 2b. Anomalías de presión atmosférica a nivel del mar en hPa, promedio 1-31 agosto 2017. Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

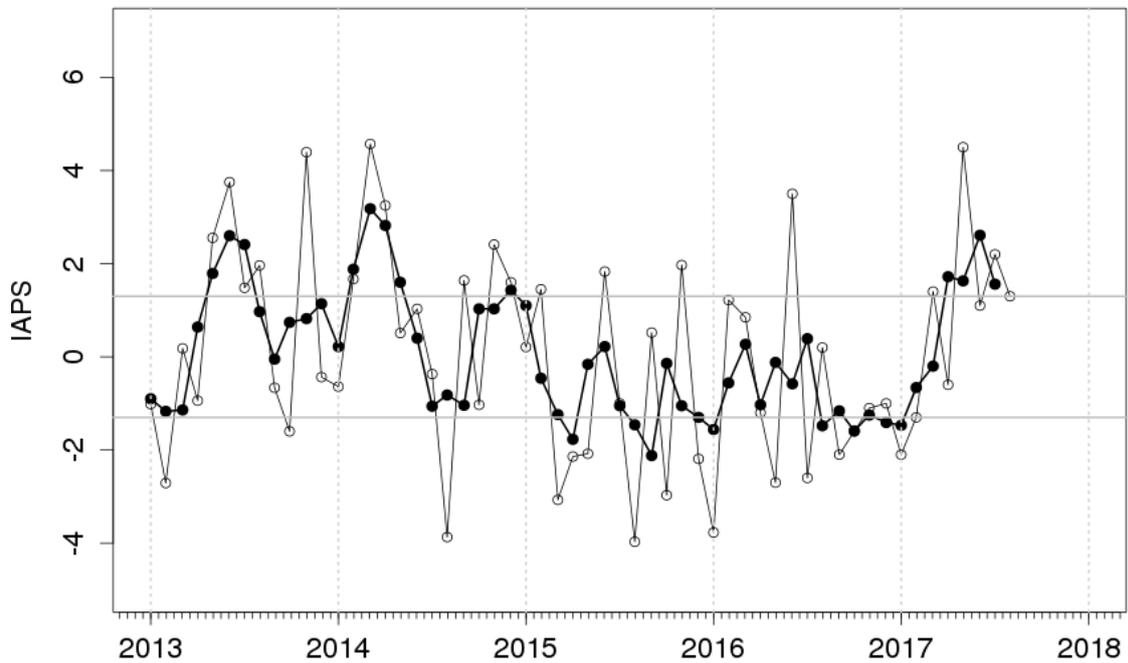


Figura 3. Variación temporal del IAPS hasta el trimestre MJJ 2017. La variación temporal del IAPS (círculo negro) y de la anomalía mensual de la presión atmosférica a nivel mar del núcleo del APS (círculo blanco).

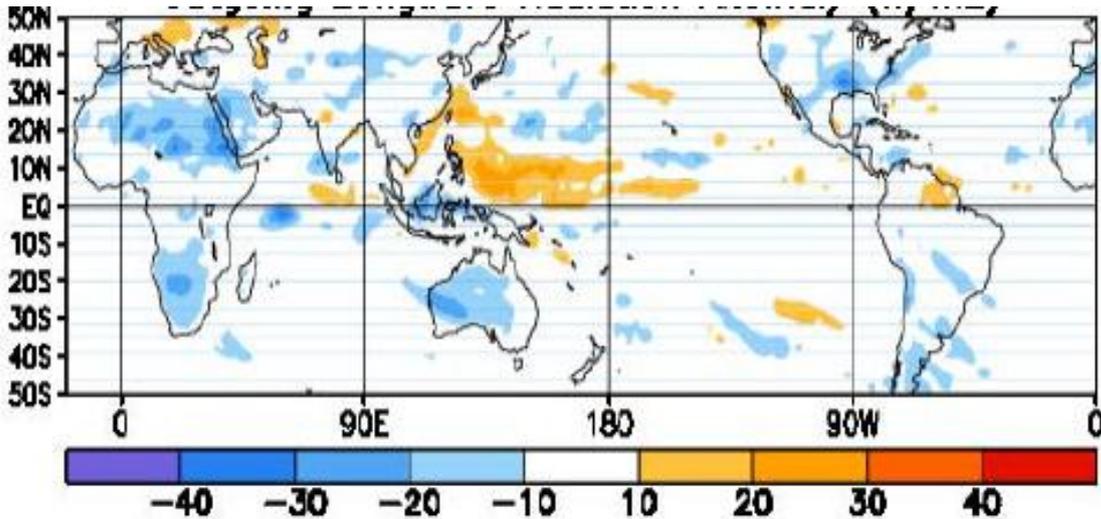


Figura 4. Anomalías del promedio de la radiación de onda larga emitida (OLR, por sus siglas en inglés) ( $W/m^2$ ) durante el período del 7 de julio - 1 de agosto de 2017. Las anomalías de OLR se calculan como desviaciones de los penta-promedios del período base de 1981-2010.

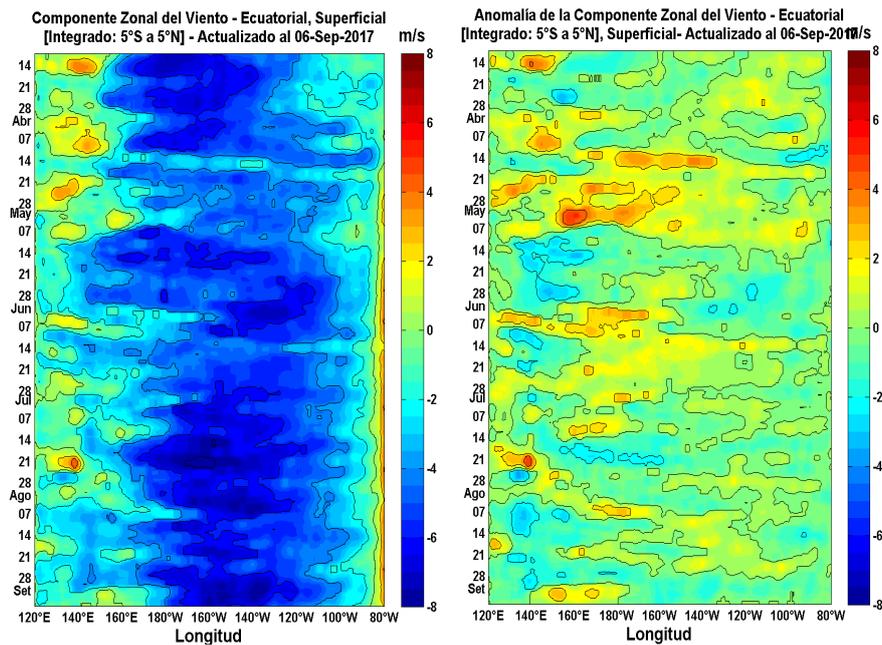


Figura 5. Viento Satelital (integrado en el Ecuador): a) Componente Zonal del viento (m/s), b) Anomalia de la Componente zonal del viento (m/s), durante los últimos seis meses (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 02/08/2017.

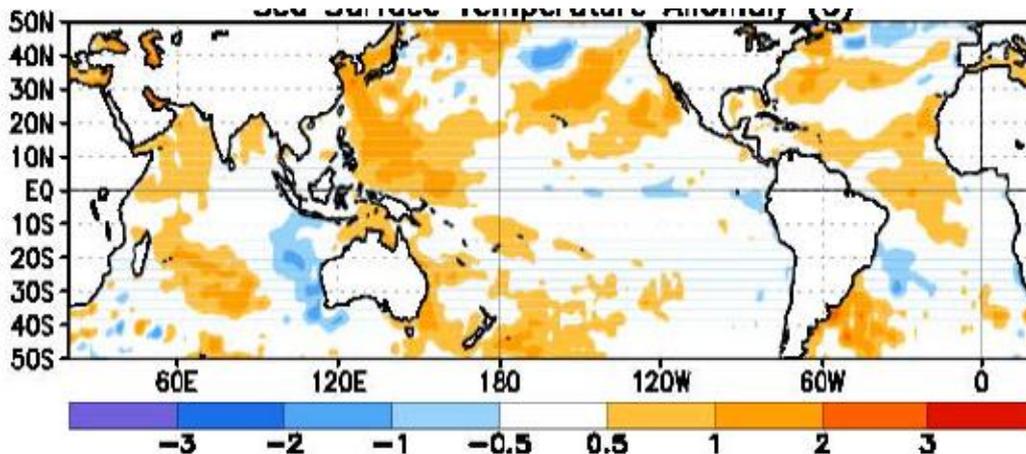


Figura 6. Anomalías promedio de la temperatura superficial del mar (°C) para el mes de agosto 2017. Adaptado de CDB/NOAA.

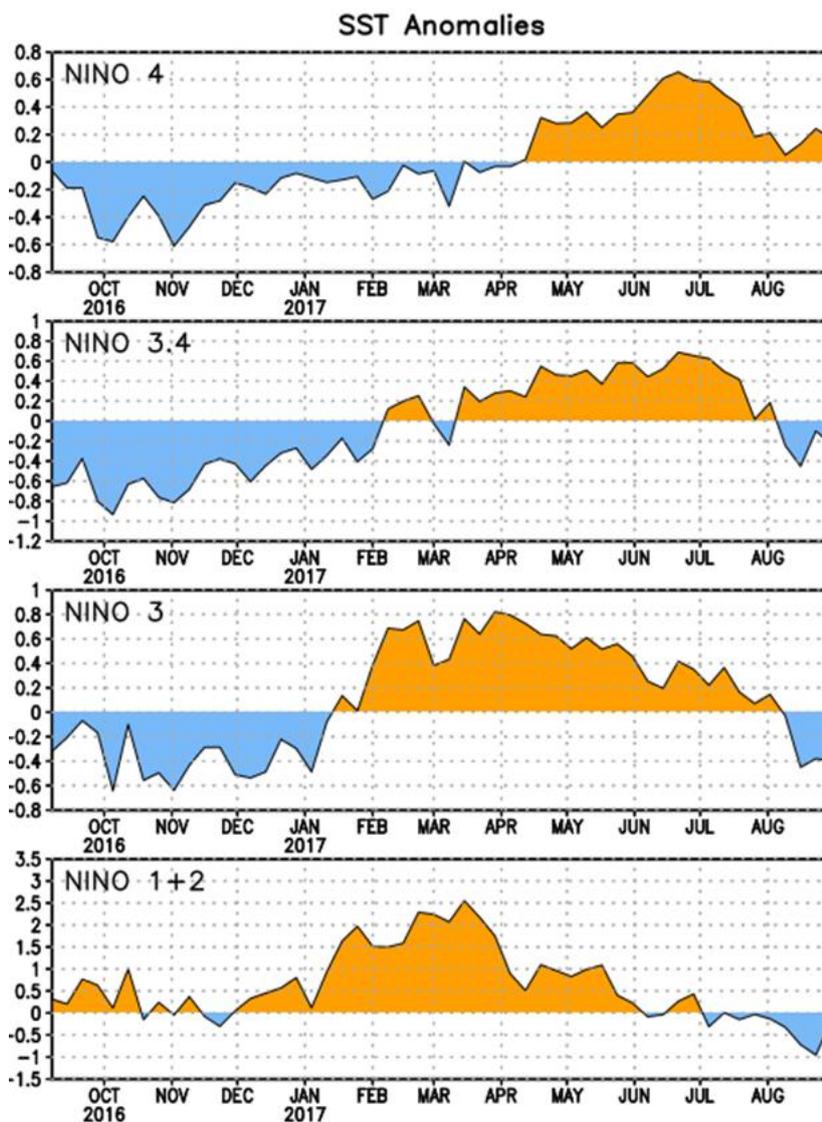


Figura 7. Anomalías Semanales promedio de la temperatura superficial del mar (°C) para el periodo de setiembre 2016 el mes de agosto 2017. Adaptado de CDB/NOAA.

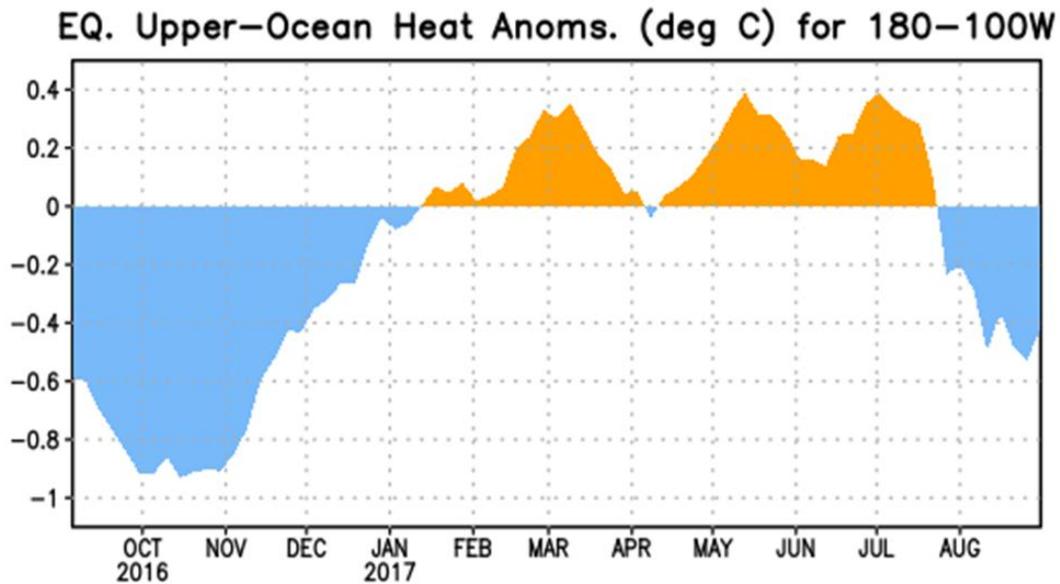


Figura 8. Anomalías del contenido de calor (en °C) en el área promediada del Pacífico ecuatorial (5°N-5°S, 180°-100°W). Las anomalías en el contenido calórico son calculadas como las desviaciones de los penta-promedios del período base de 1981-2010.

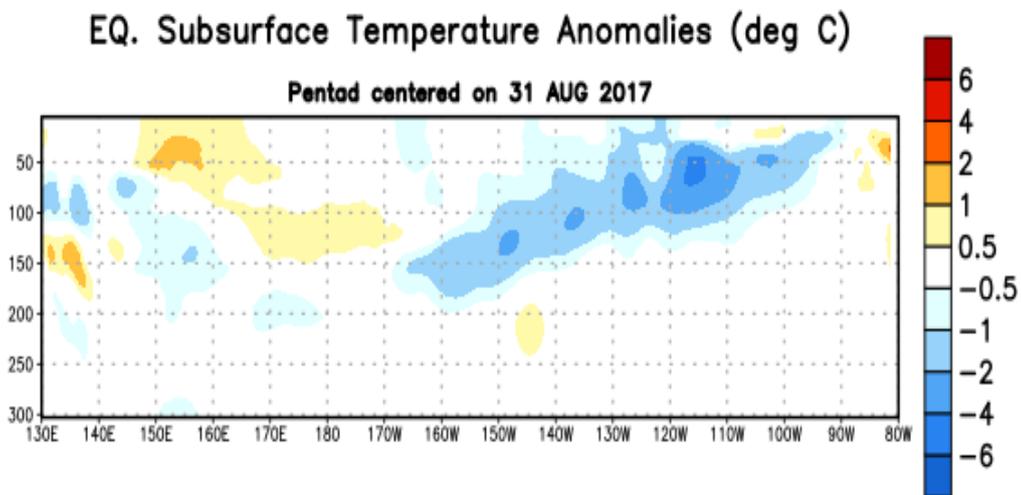


Figura 9: Anomalías de temperatura (en °C) en un transecto de profundidad-longitudinal (0-300 m) en la parte superior del océano Pacífico ecuatorial, centradas en la semana del 31 de agosto de 2017. Las anomalías son promediadas entre 5°N-5°S. Las anomalías son variaciones a partir de los penta-promedios durante el periodo base de 1981-2010.

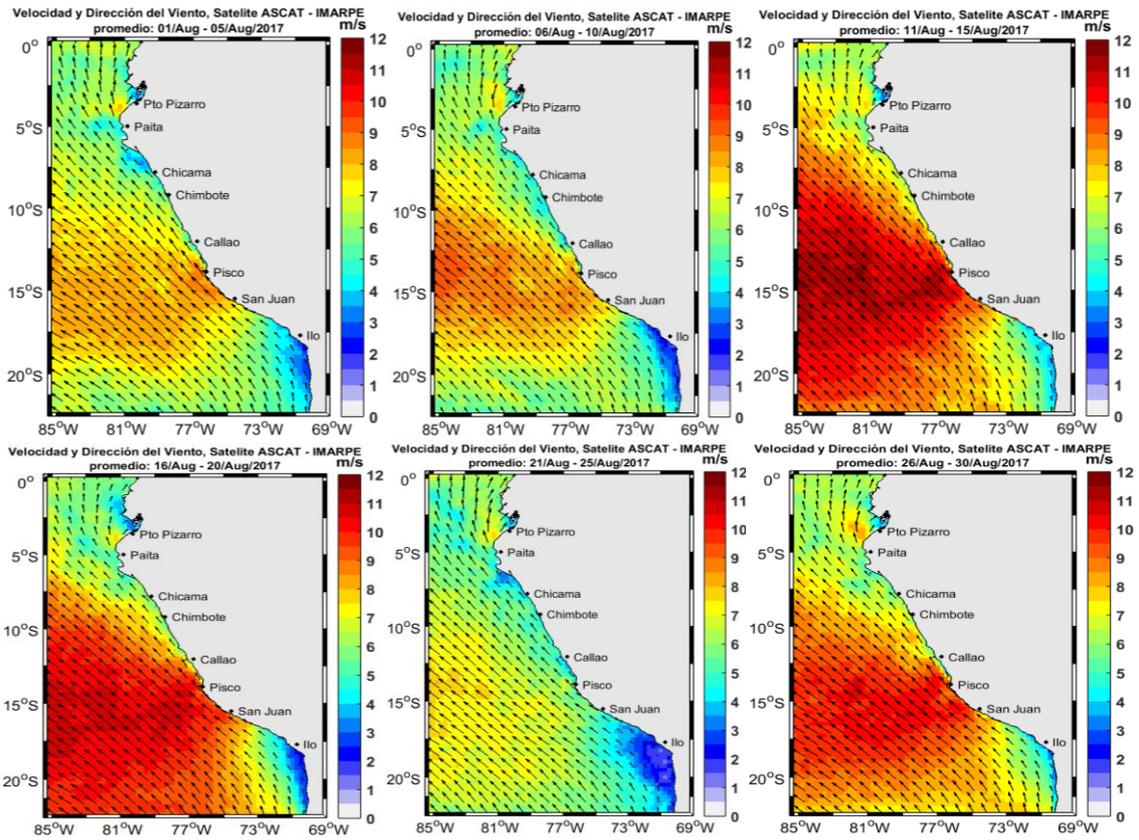


Figura 10. Mapas de la Velocidad del Viento frente a la costa peruana, durante el mes de agosto del 2017 (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 31/08/2017.

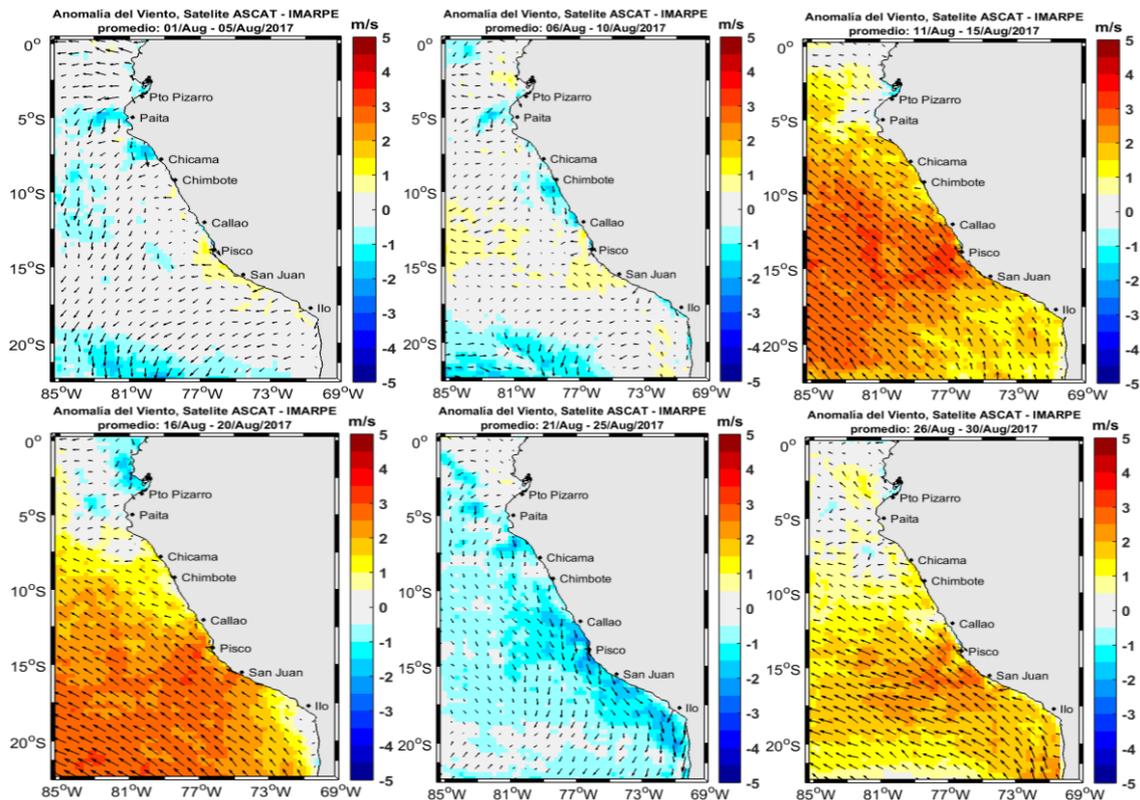


Figura 11. Mapas de anomalía de la Velocidad del Viento frente a la costa peruana, durante el mes de agosto del 2017 (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 31/08/2017.

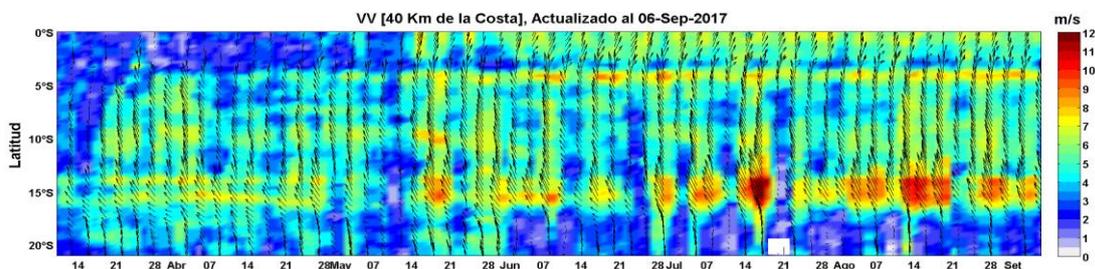


Figura 12. Diagrama Hovmöller de la Velocidad del Viento a lo largo de la costa peruana, durante los últimos seis meses (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 02/09/2017.

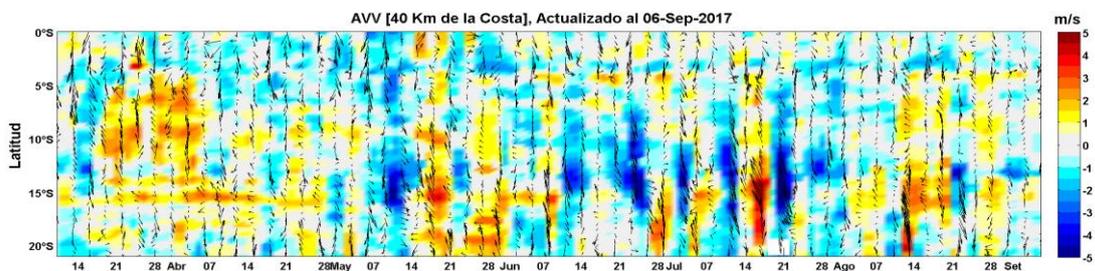


Figura N° 13. Diagrama Hovmöller de la Anomalía del Viento a lo largo de la costa peruana, durante los últimos seis meses (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 02/09/2017.

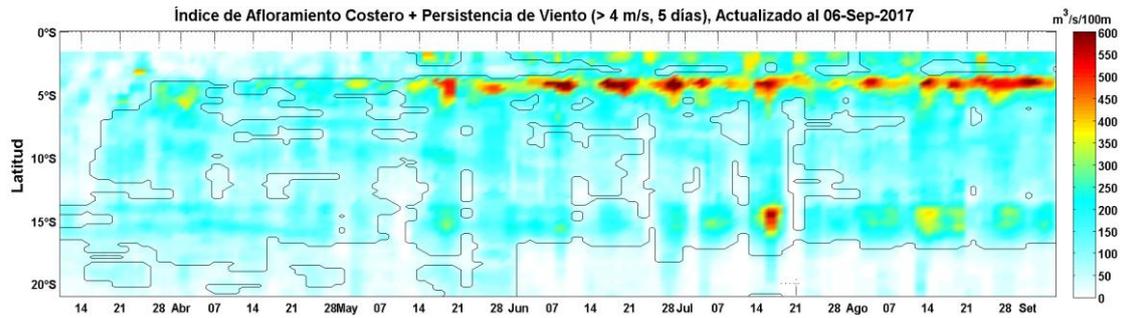


Figura 14. Diagrama de Hovmöller del Índice de Afloramiento Costero ( $m^3/s \times 100m$ ), calculado a partir del viento satelital ASCAT a 40 Km frente a la costa del Perú. Los contornos señalan la persistencia del afloramiento bajo condiciones de velocidad mayor a 4 m/s durante 5 días o más. Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE. Actualizada hasta el 02/08/2017.

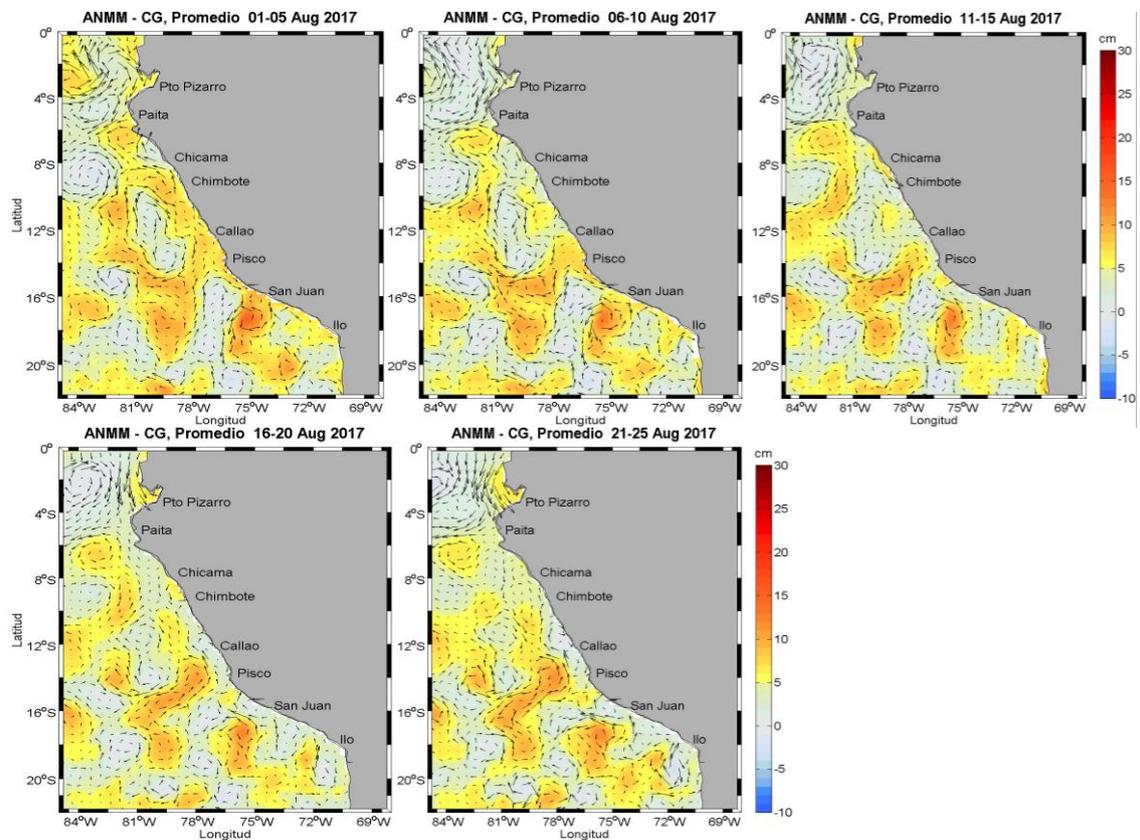


Figura 15. Anomalia de altura del nivel del mar (cm) y corrientes geostróficas. Pentadas para el mes de agosto de 2017. Fuente: CMEMS/Procesado por Laboratorio de Hidro-Física Marina/IMARPE

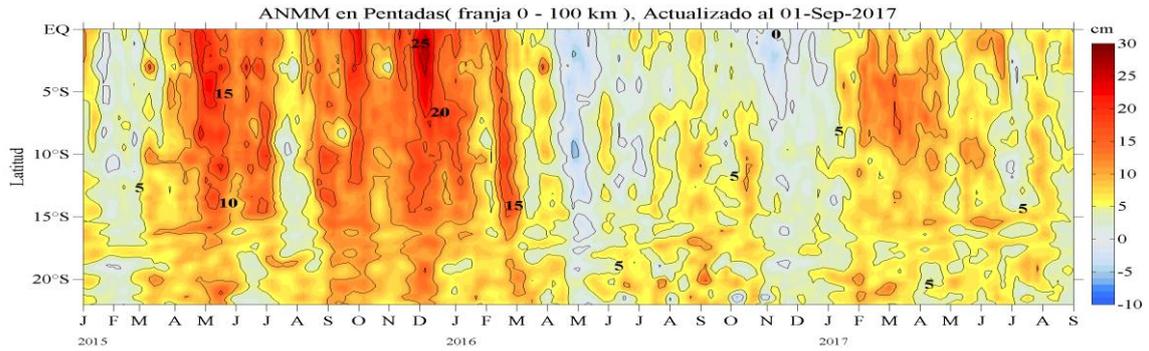


Figura 16. Diagrama Hovmöller de las anomalías del nivel medio del mar (cm) desde enero 2015 al 1 de setiembre de 2017 para la franja de 100 km adyacente a la costa. Fuente: CEMEMS/ Procesado por Laboratorio de Hidro-Física Marina/ IMARPE

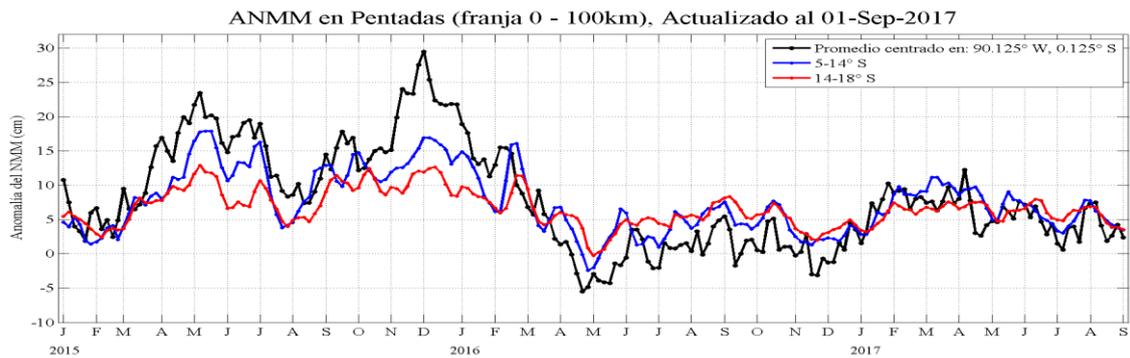


Figura 17. Variación temporal en promedios cada 5 días de la ANMM, período 2015-2017. Fuente: CEMEMS/ Procesado por Laboratorio de Hidro-Física Marina/ IMARPE

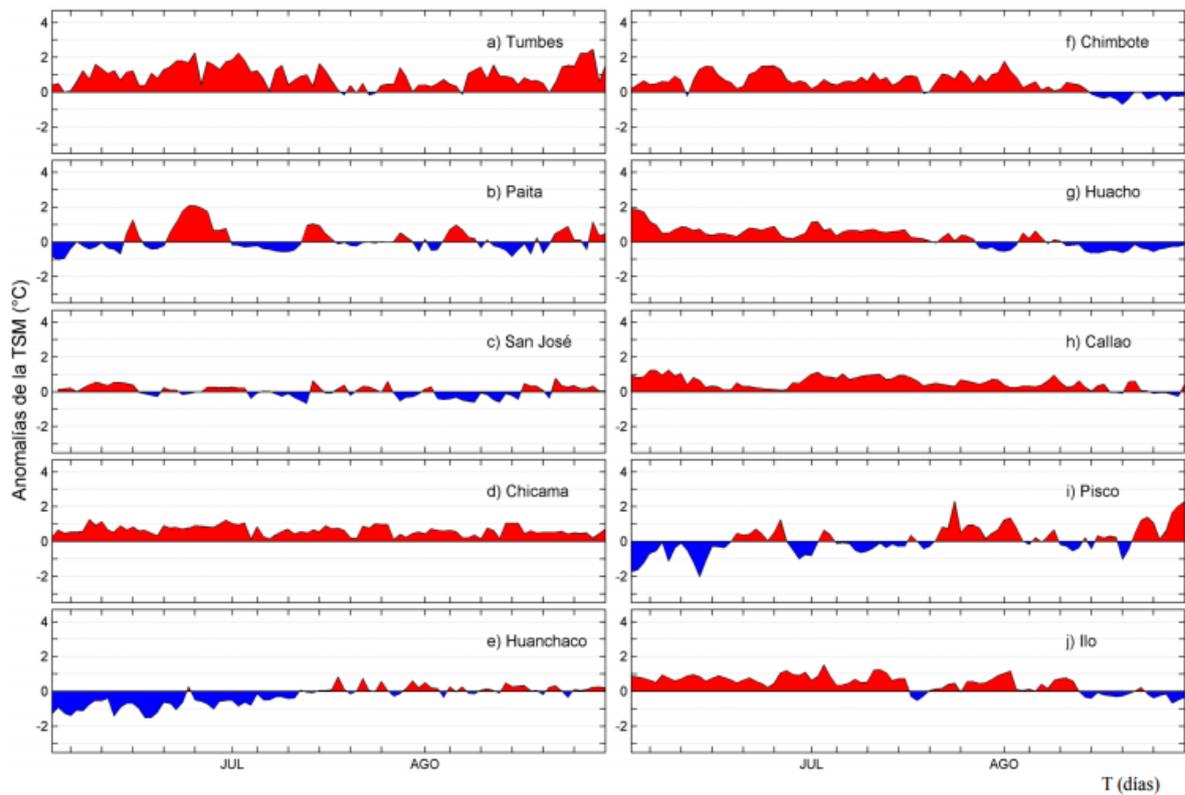


Figura 18. Series temporales del promedio diario de las anomalías de la temperatura superficial del mar ( $^{\circ}\text{C}$ ) en la red de estaciones costeras de IMARPE durante el último trimestre. Datos y procesamiento: IMARPE.

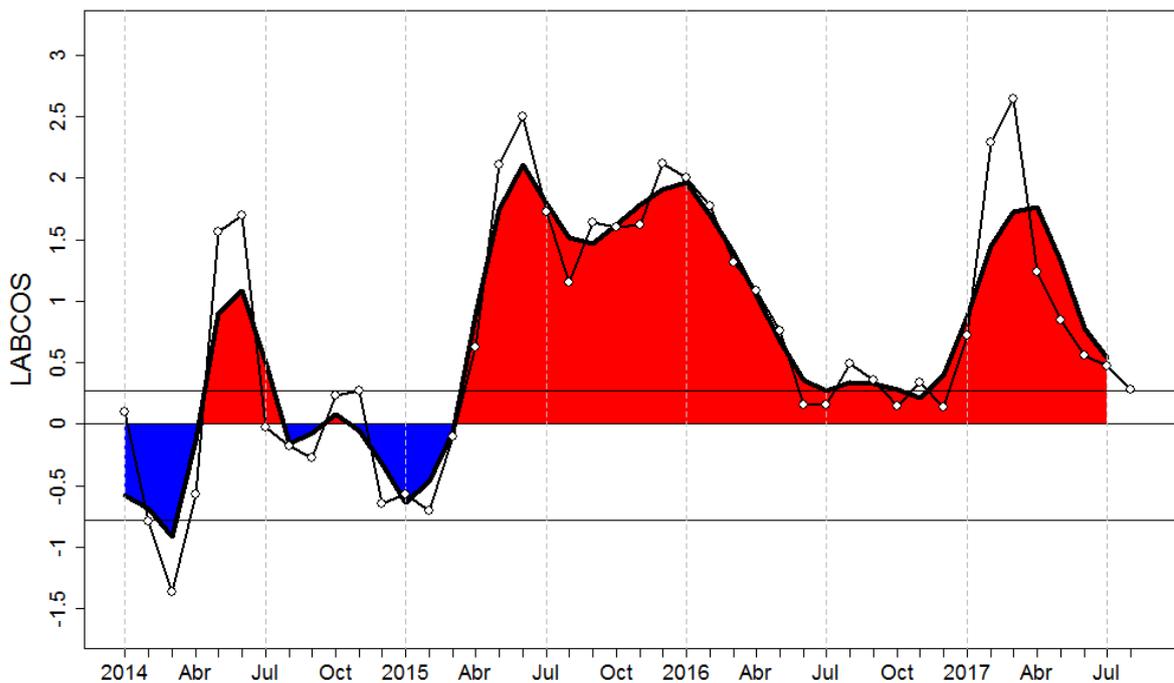


Figura 19. Índice LABCOS (área sombreada) y valor mensual (círculos); periodo 2015-agosto 2017. Datos: IMARPE, DHN; procesamiento: IMARPE.

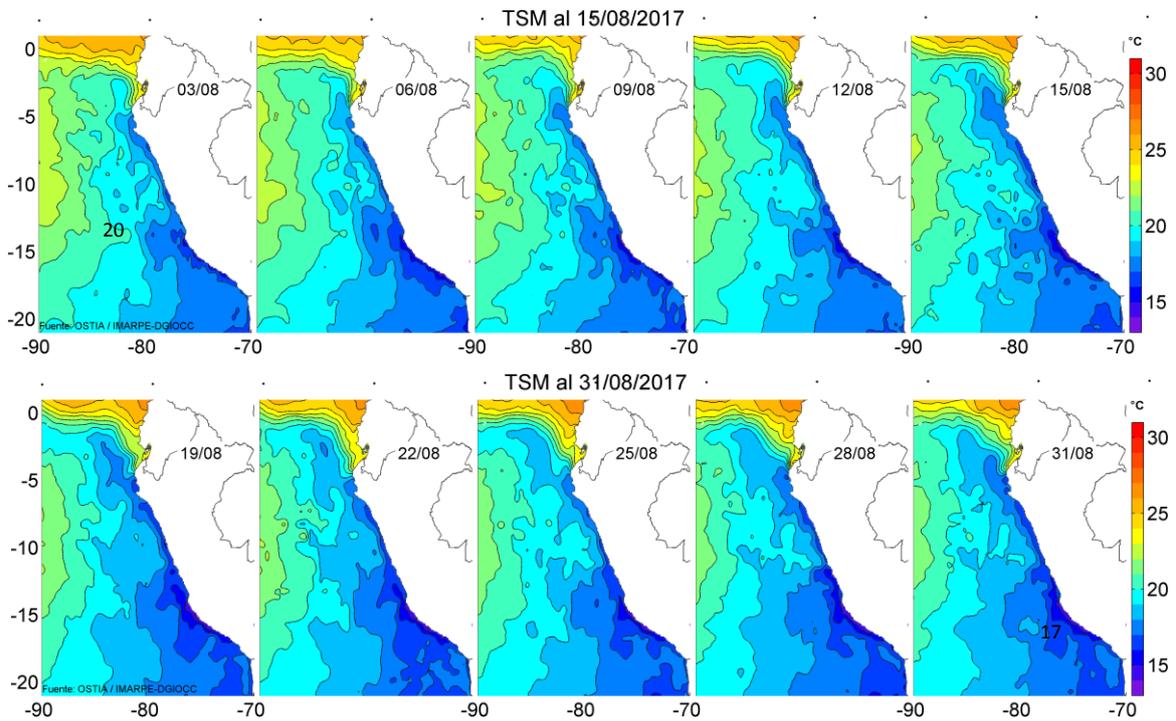


Figura 20. Temperatura superficial del agua ( $^{\circ}\text{C}$ ) en el mar peruano, cada tres días para agosto de 2017. Datos: UKMO/OSTIA. Procesamiento: IMARPE.

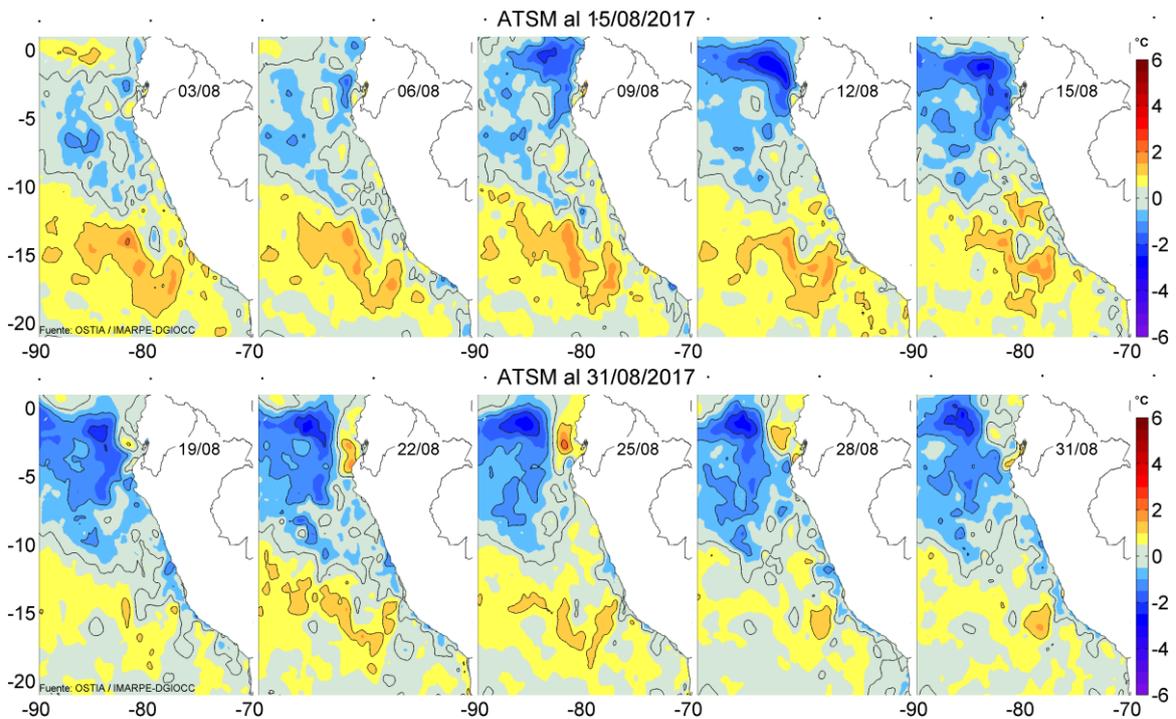


Figura 21. Anomalías de la temperatura superficial del agua ( $^{\circ}\text{C}$ ) en el mar peruano, cada tres días para agosto de 2017. Datos: UKMO/OSTIA. Procesamiento: IMARPE.

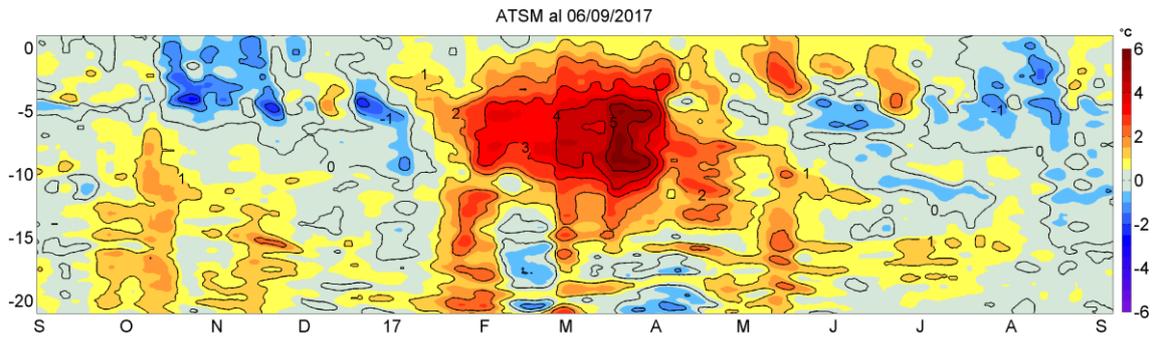


Figura 22. Evolución latitudinal de las anomalías promedio diarias de la temperatura superficial del mar (°C) para la franja de ~50 mn adyacentes al litoral peruano. Datos: AVHRR/NOAA. Procesamiento: IMARPE.

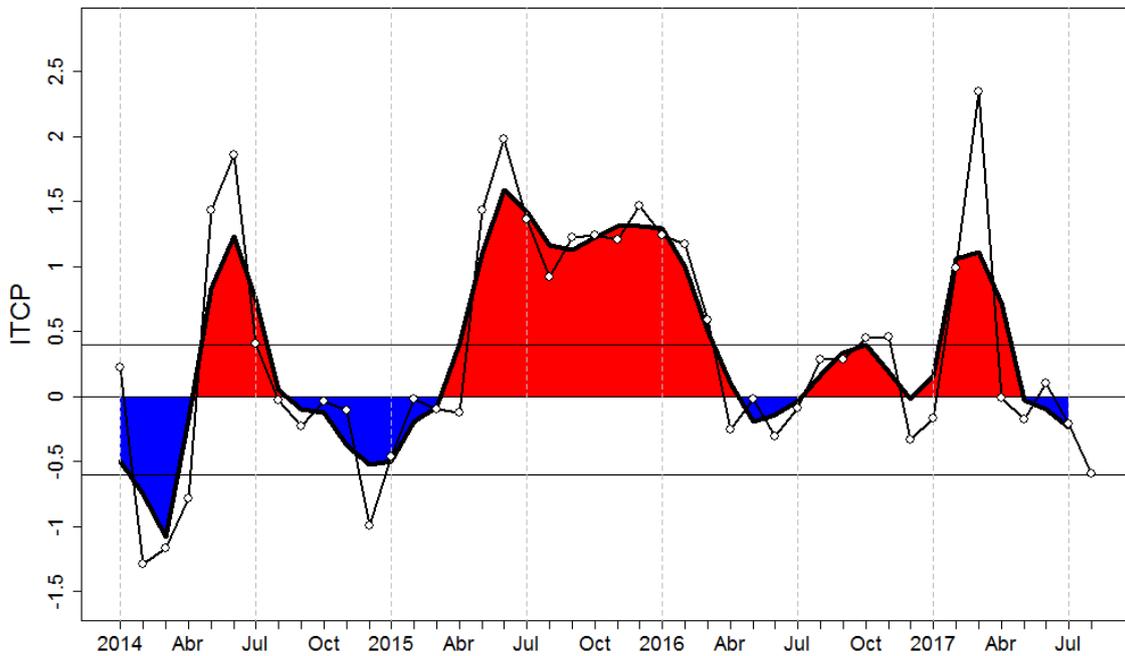


Figura 23. Variación temporal del ITCP hasta el trimestre JJA 2017. La variación temporal del ITCP trimestral (círculo negro) y la serie de tiempo mensual del primer componente principal de la ATSM (círculo blanco).

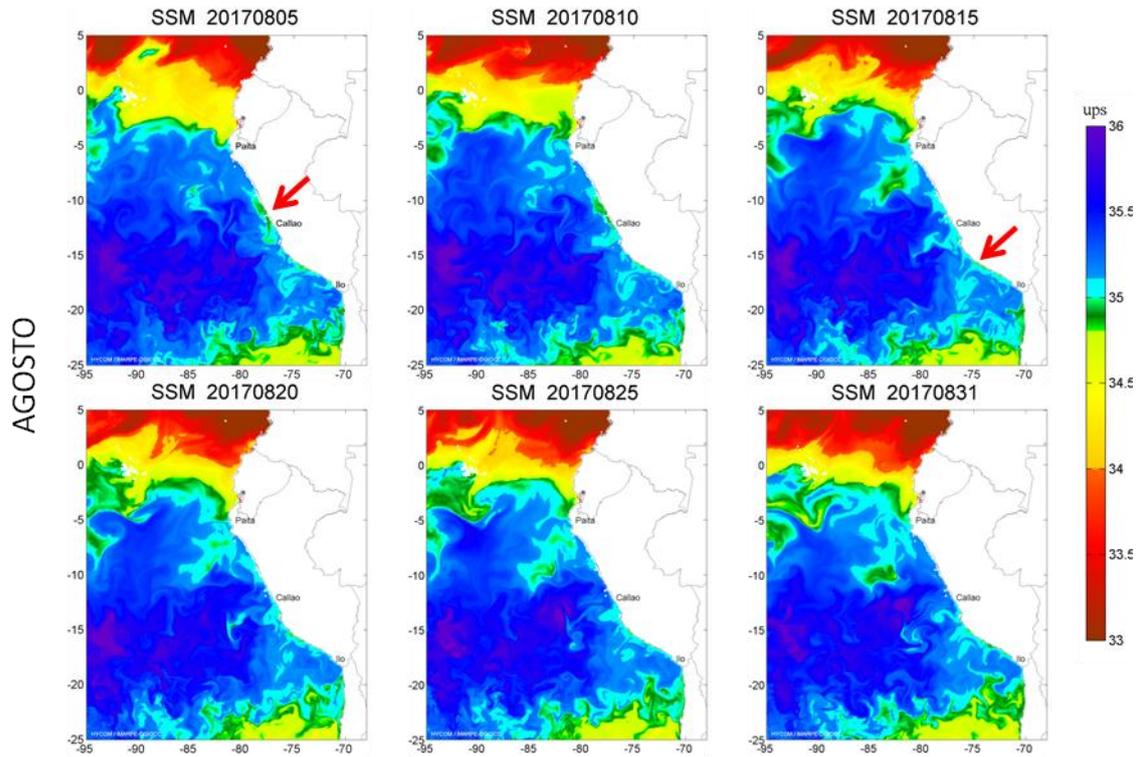


Figura 24. Distribución espacial de Salinidad Superficial del Mar (SSM), durante los días 05, 10, 15, 20, 25 y 31 de agosto del 2017. Fuente: HYCOM, Procesamiento: DGIOCC-IMARPE.

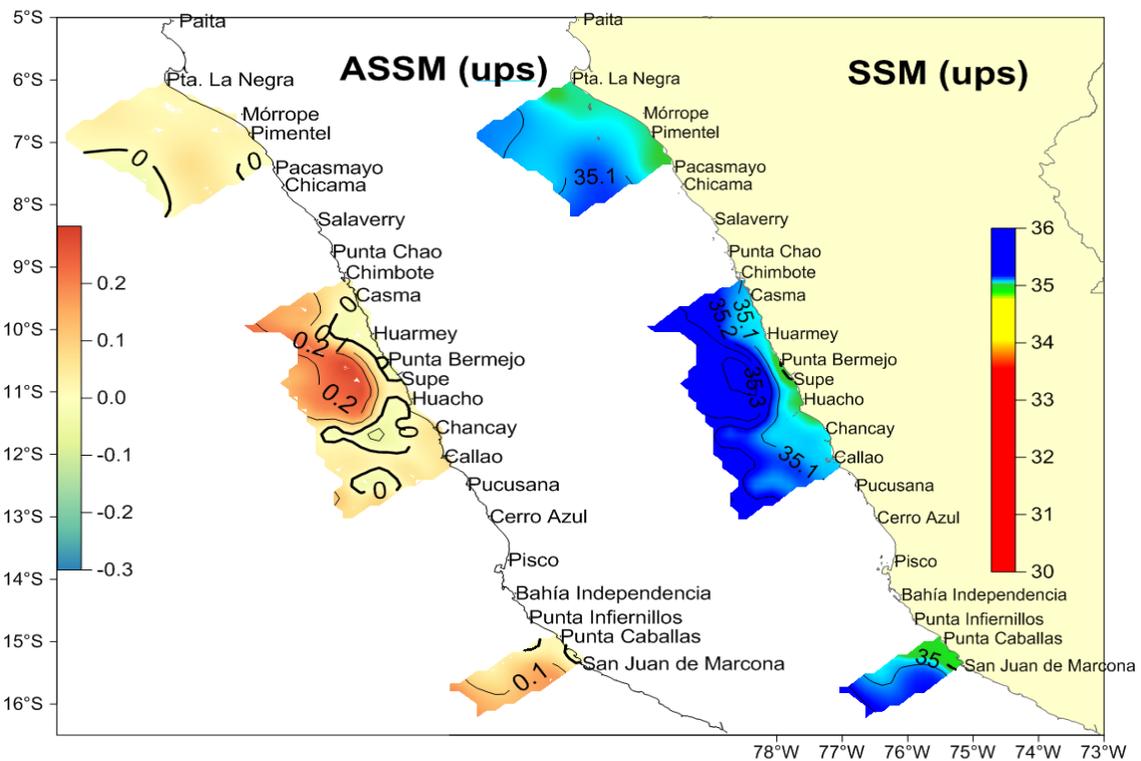


Figura 25. Distribución de la Salinidad Superficial del Mar (la escala de colores corresponde a los límites halinos de las masas de agua) y anomalías de Salinidad Superficial. Crucero 1708-09 de Estimación de Biomasa Desovante, Fuente: IMARPE

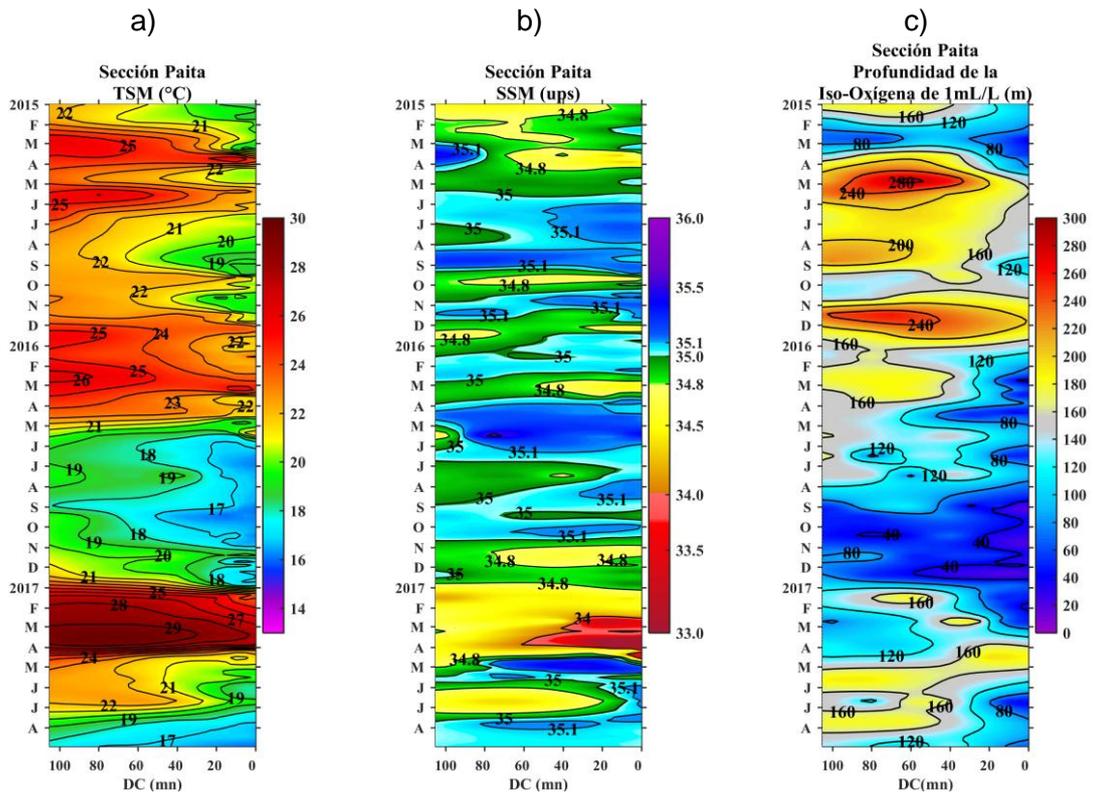


Figura 26. Diagrama Hovmöller de a) TSM, b) SSM y c) Profundidad de la Iso-Oxígeno de 1 mL/L(m) de las secciones verticales frente a Paita, registrado desde enero del 2015 hasta agosto del 2017.

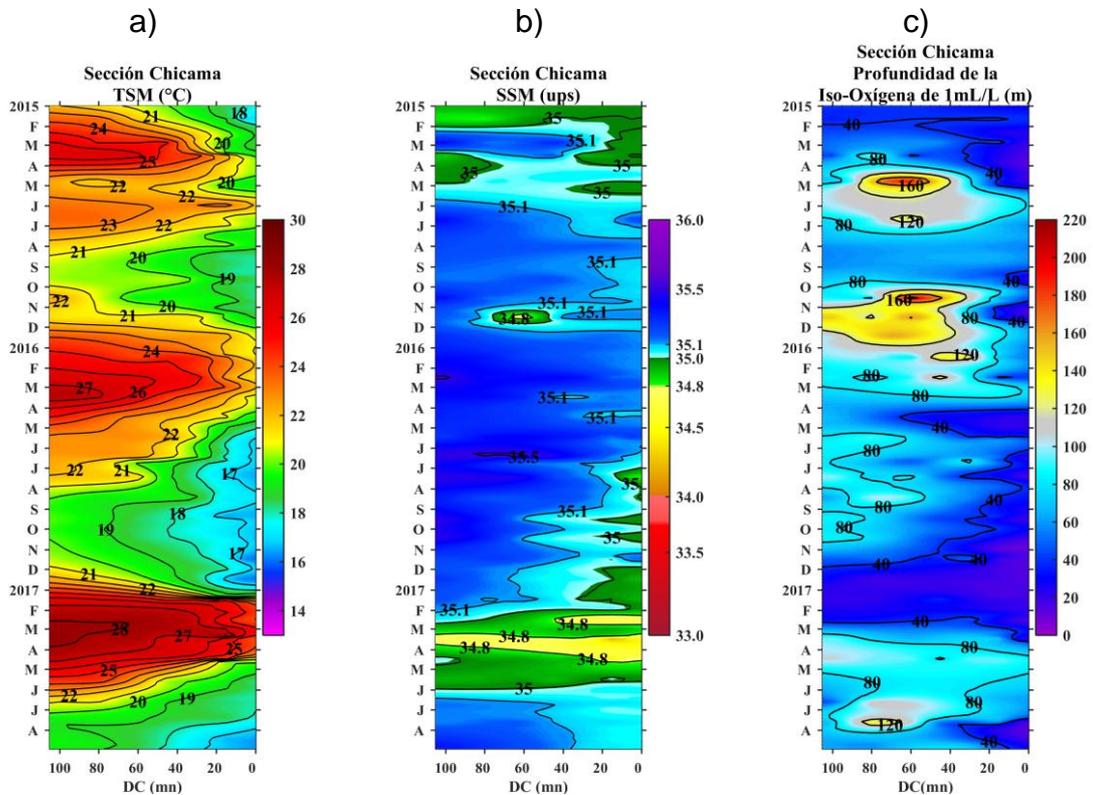


Figura 27. Diagrama Hovmöller de a) TSM, b) SSM y c) Profundidad de la Iso-Oxígeno de 1 mL/L(m) de las secciones verticales frente a Chicama, registrado desde enero del 2015 hasta agosto del 2017.

**SECCION PAITA (28-29 de Agosto del 2017)**

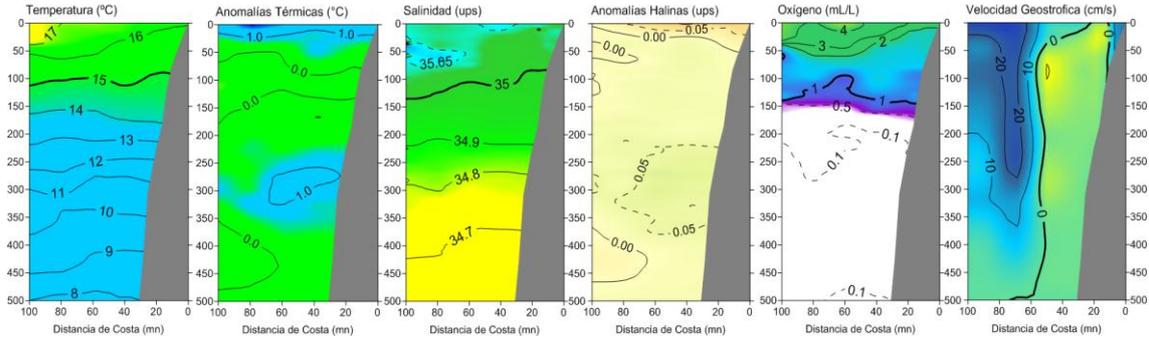


Figura 28. Distribución vertical de: a) temperatura (°C), b) anomalía de temperatura (°C), c) salinidad (ups), d) anomalía de salinidad (ups), e) oxígeno (mL/L) y f) velocidad geostrofica (cm/s) frente a Paíta, realizada durante el 28-29 de agosto de 2017 (BIC Flores). Fuente: IMARPE.

**SECCION CHICAMA (25-26 de Agosto del 2017)**

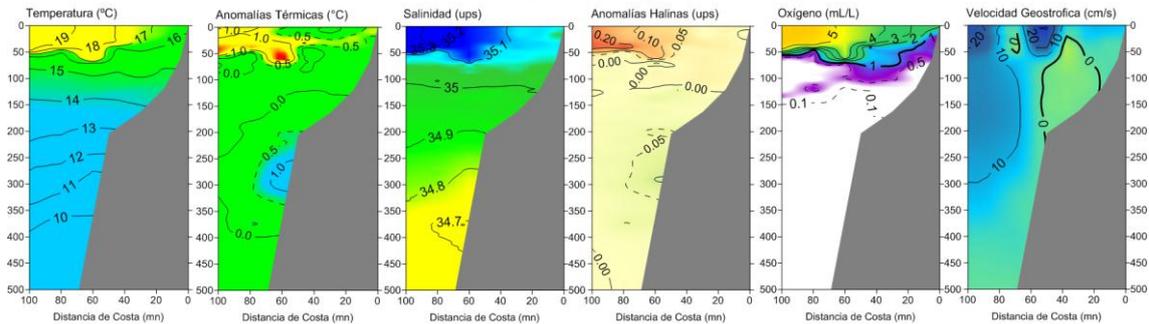


Figura 29. Distribución vertical de: a) Temperatura Superficial del Mar (°C), b) Anomalía de Temperatura Superficial del Mar (°C), c) Salinidad Superficial del Mar (ups), d) Anomalía de Salinidad Superficial del mar (ups), e) Oxígeno (mL/L) y f) Velocidad Geostrofica (cm/s) frente a Chicama, realizada durante el 25-26 de agosto de 2017 (BIC Flores). Fuente: IMARPE.

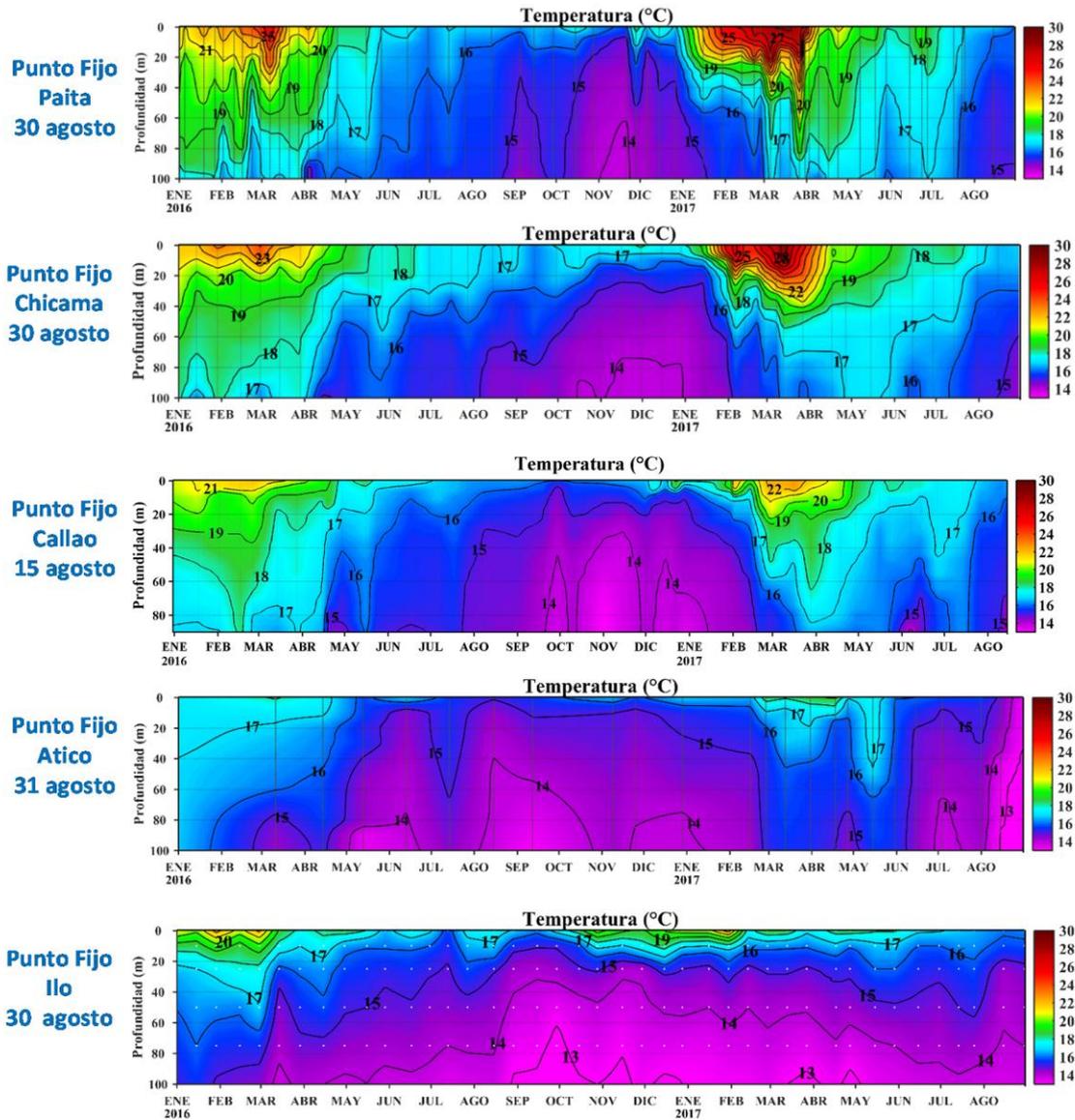


Figura 30. Series de tiempo de la estructura térmica (°C) en las estaciones fijas de: a) Paita, b) Chicama, c) Callao, d) Atico, e) Ilo de enero de 2016 a agosto de 2017.

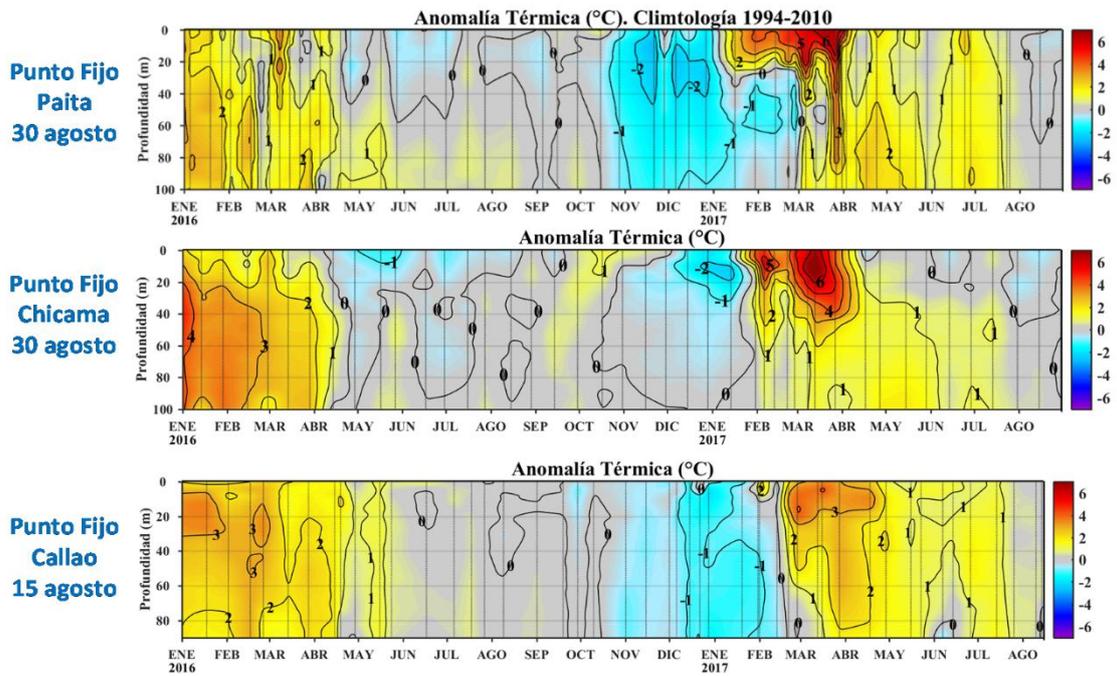


Figura 31. Series de tiempo de la anomalía térmica (°C) en las estaciones fijas de: a) Paita, b) Chicama, c) Callao, d) Atico, e) Ilo de enero de 2016 a agosto de 2017.

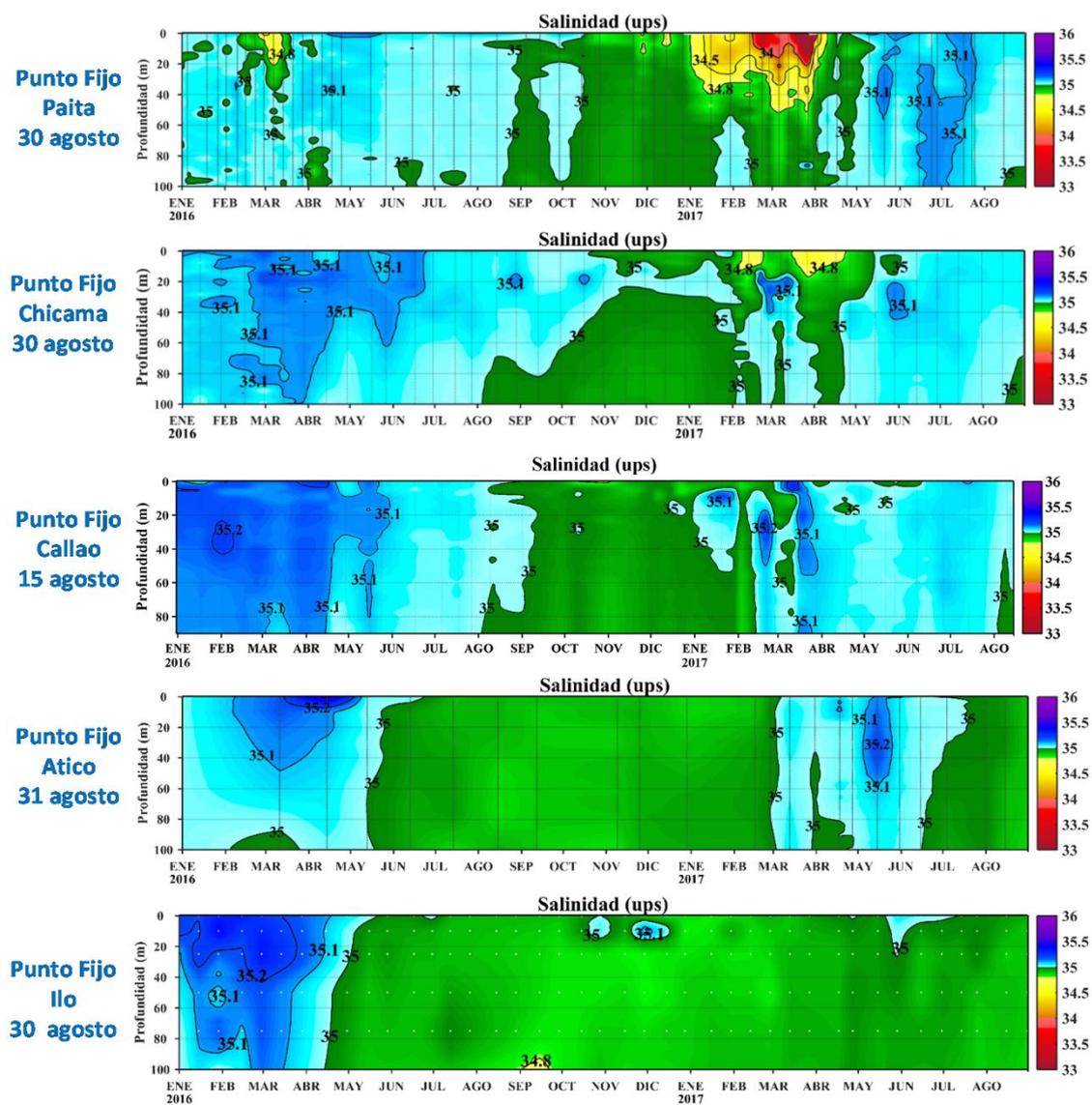


Figura 32. Series de tiempo de la Salinidad del agua de mar (ups) en los Punto Fijos de Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo de enero 2016 a agosto de 2017.

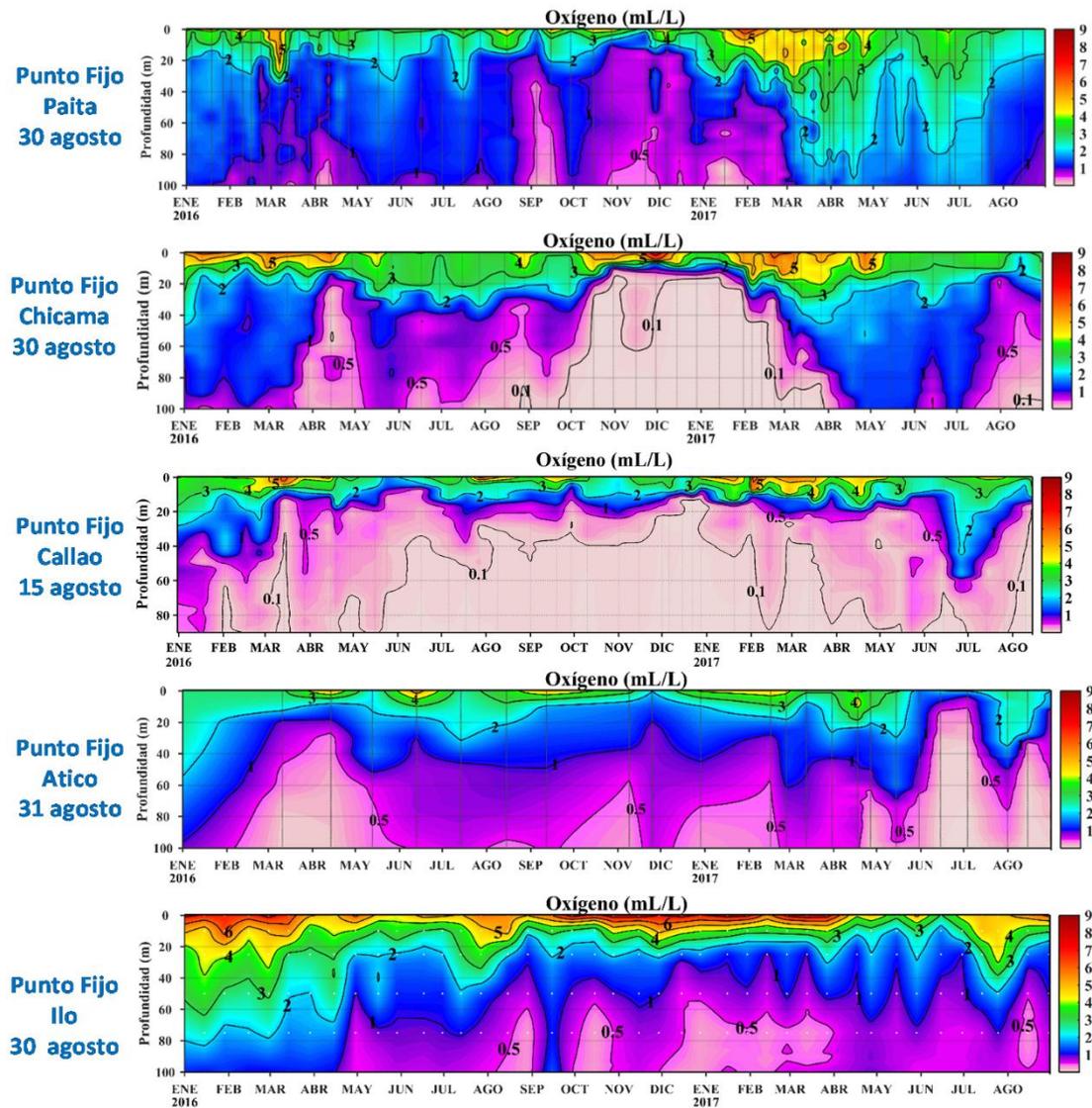


Figura 33. Series de tiempo de la concentración de oxígeno disuelto (mL/L) en las estaciones fijas de Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo de enero 2016 a agosto de 2017.

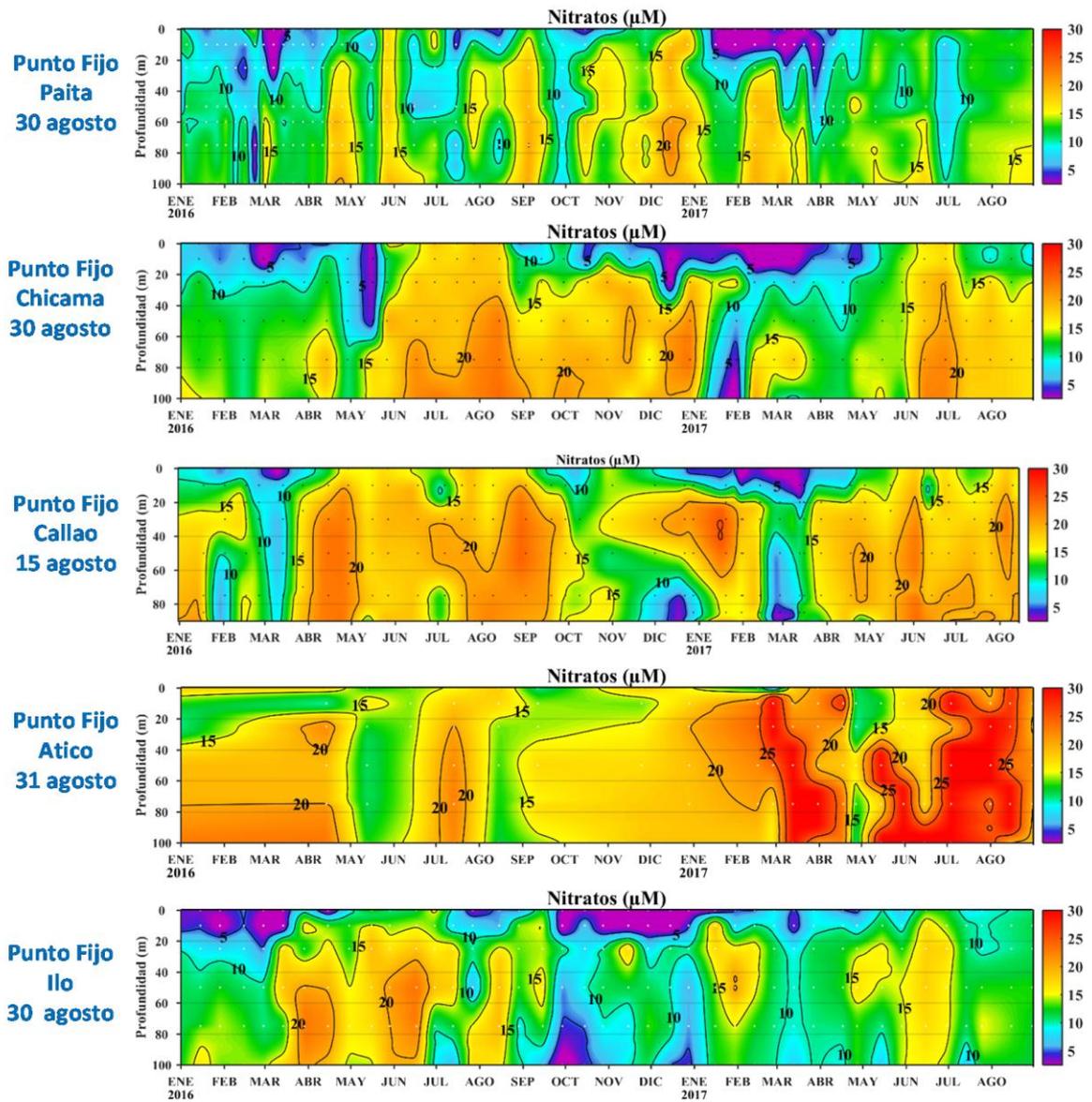


Figura 34. Concentración de nitratos en  $\mu\text{mol.L}^{-1}$  en los puntos fijos Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo de IMARPE entre enero 2016 a agosto 2017

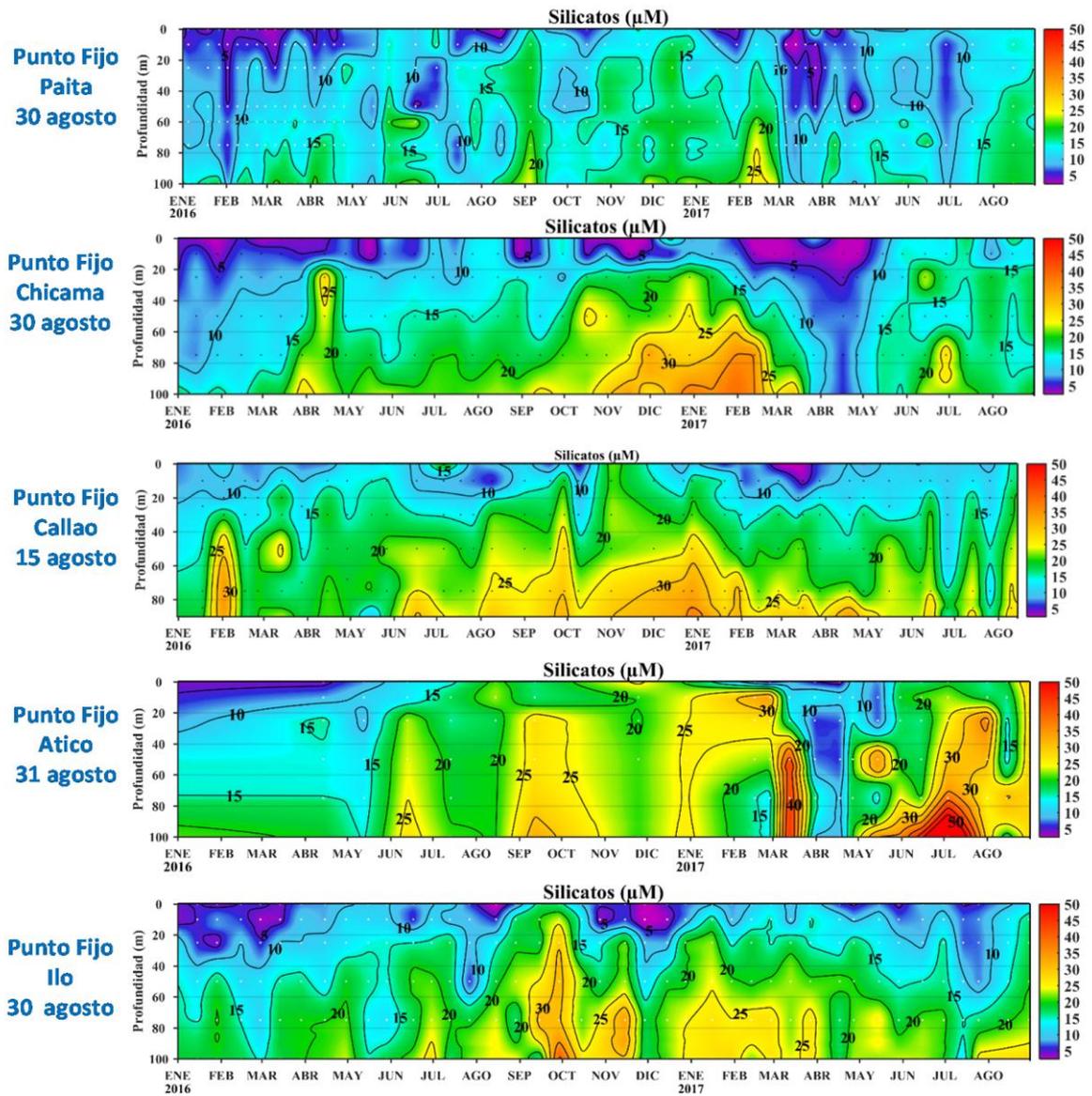


Figura 35. Concentración de silicatos en  $\mu\text{mol.L}^{-1}$  en los puntos fijos Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo de IMARPE entre enero 2016 a agosto 2017

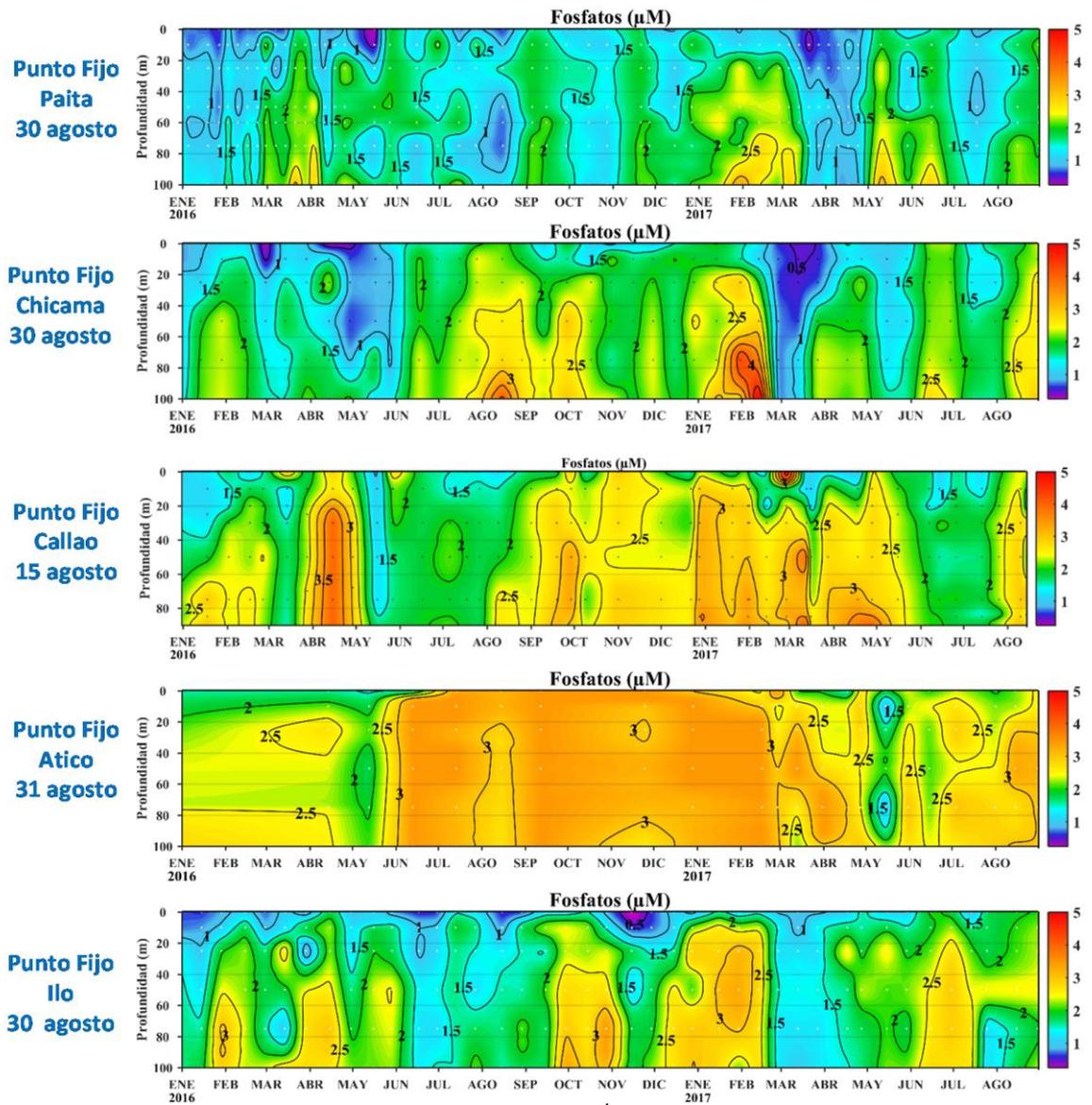


Figura 36. Concentración de fosfatos en  $\mu\text{mol.L}^{-1}$  en los puntos fijos Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo de IMARPE entre enero 2016 a agosto 2017

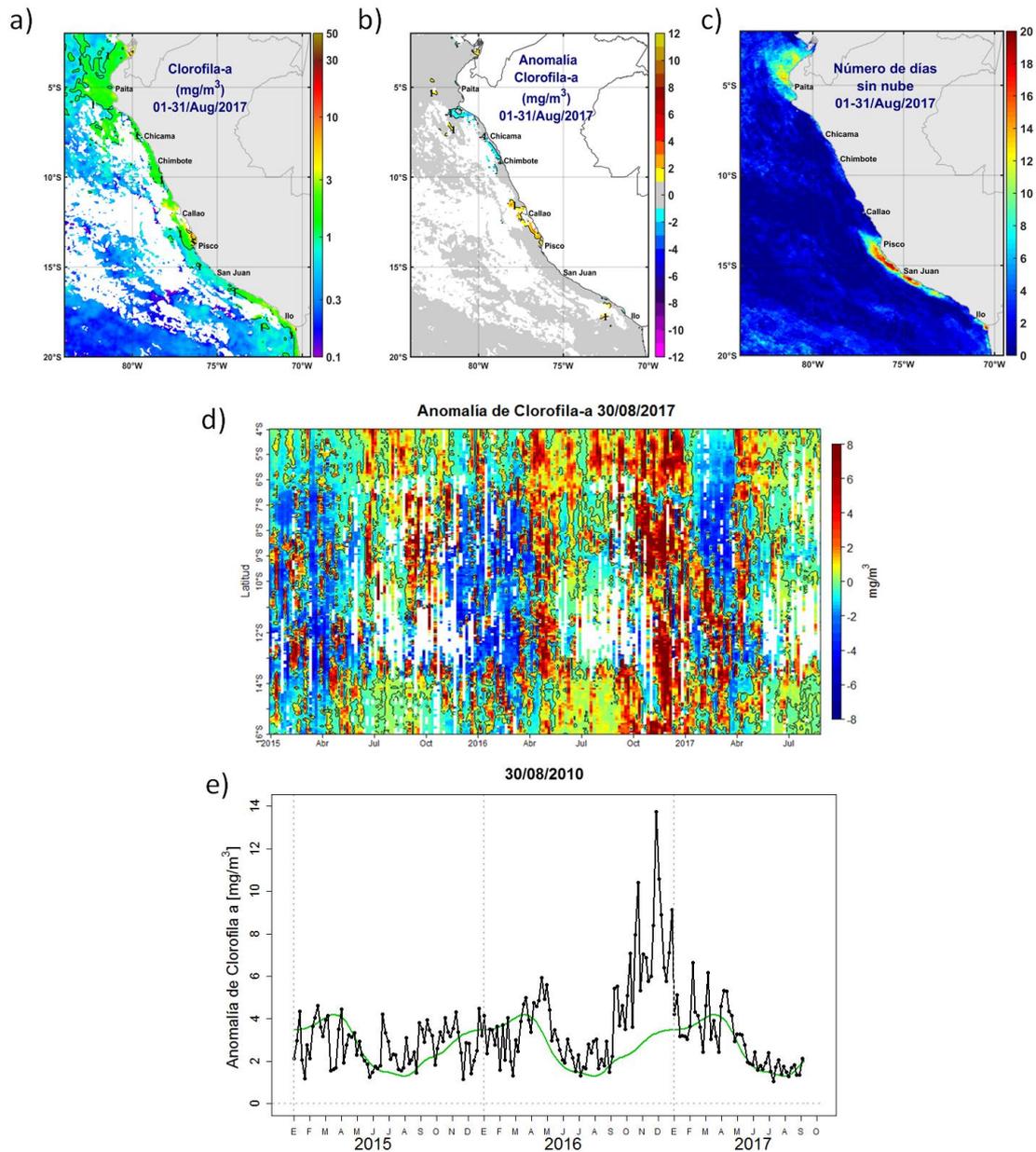


Figura 37. Mapa de la concentración (a) y anomalía (b) de Clorofila-a satelital proveniente de MODIS-AQUA, VIIRS-SNPP durante agosto 2017. Número de días sin nubes en (c). Diagrama Hovmöller (d) y serie de tiempo (e) de las concentraciones de clorofila-a satelital (línea negra) y su climatología (línea verde) proveniente de MODIS (4°S-16°S y dentro de los 100km de la costa).

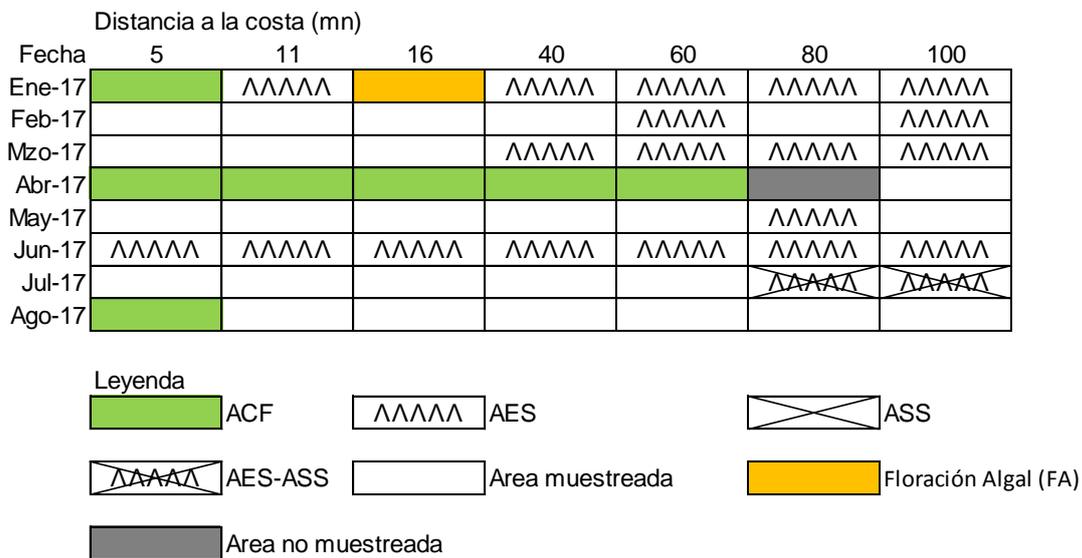


Figura 38. Distribución de indicadores biológicos de fitoplancton Perfil hidrográfico Paíta 1707

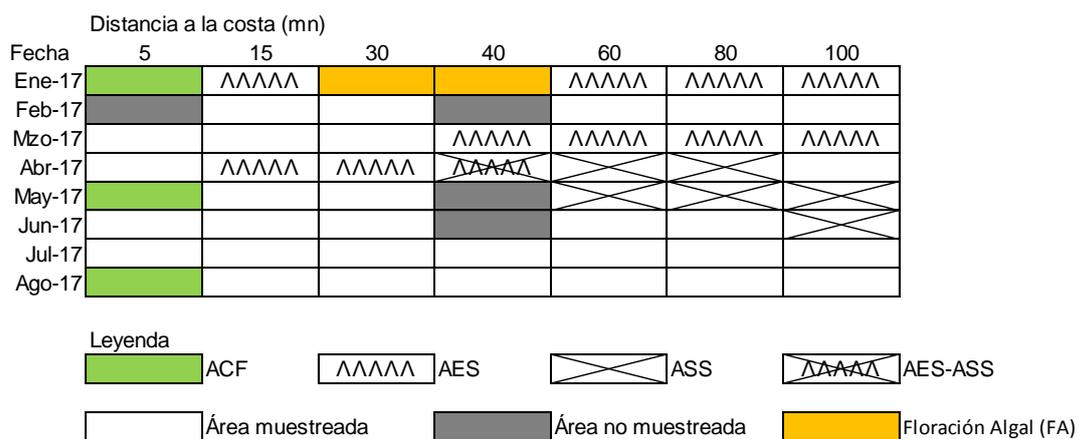


Figura 39. Distribución de indicadores biológicos de fitoplancton Perfil hidrográfico Chicama 1707

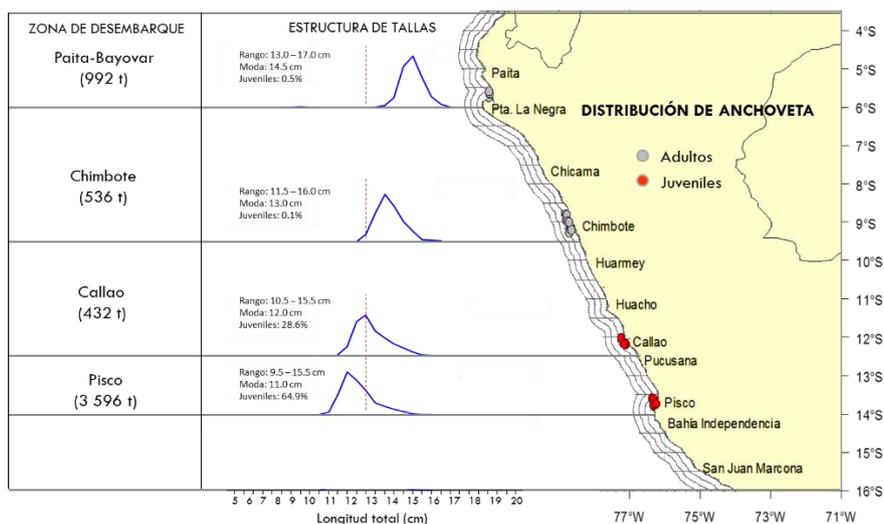


Figura 40. Captura, estructura de tallas y distribución de anchoveta por la flota de menor escala y artesanal en la región norte – centro durante agosto. Fuente: AFIRNP/DGIRP/IMARPE.

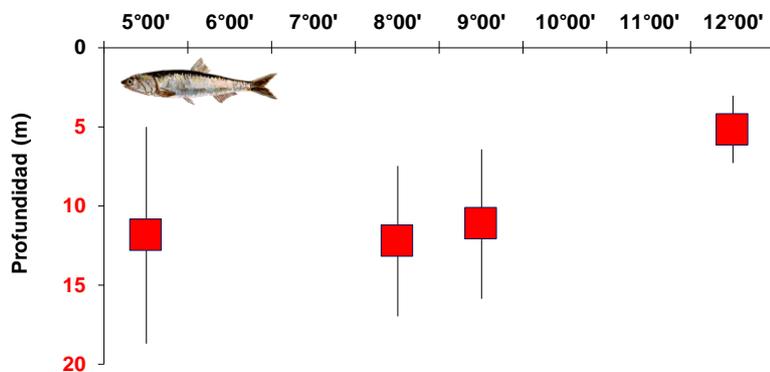


Figura 41. Distribución vertical de anchoveta, con información de la flora de menor escala y artesanal, durante agosto 2017. Fuente: Bitácoras de Pesca/AFDPERP/DGIRP/IMARPE.

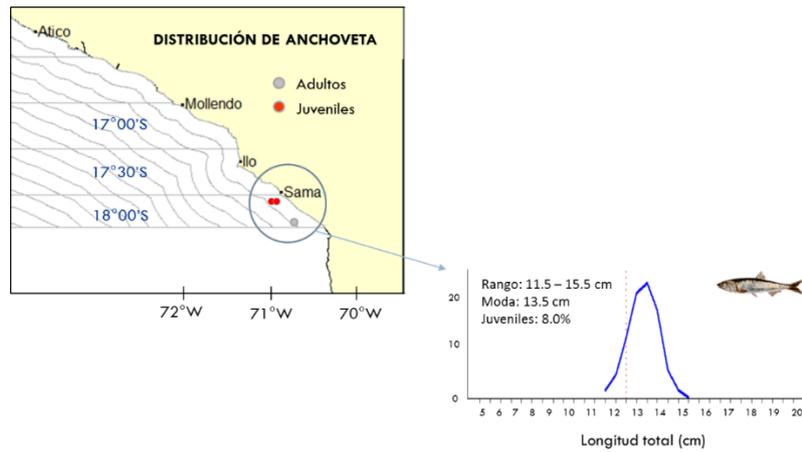


Figura 42. Captura, estructura de tallas y distribución de anchoveta por la flota industrial en la región sur durante agosto. Fuente: AFIRNP/DGIRP/IMARPE.

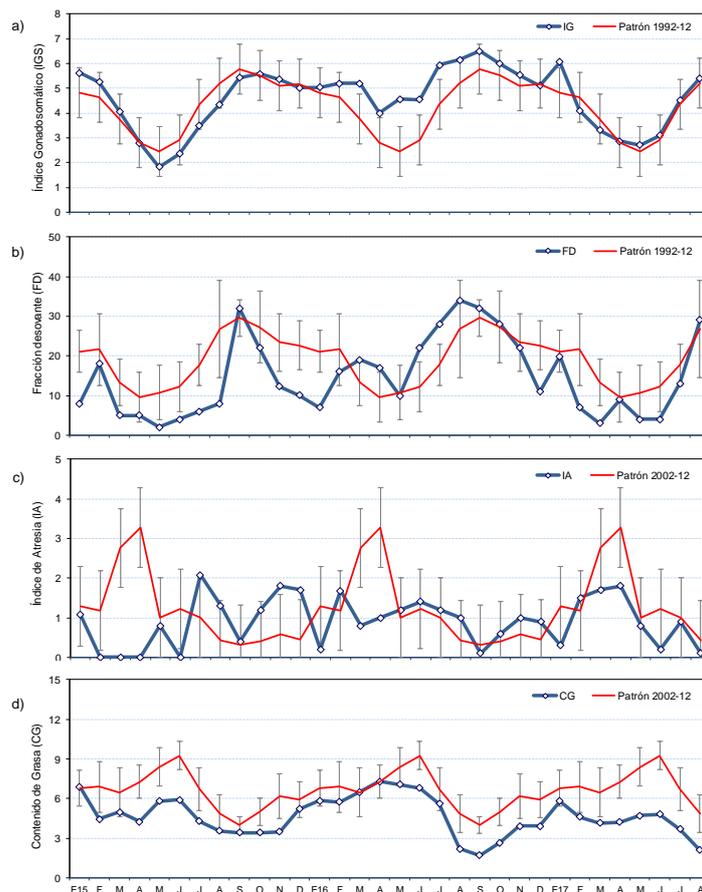


Figura 43. Indicadores reproductivos, a) Índice Gonadosomático (IGS), b) Fracción Desovante (FD), c) Índice de Atresia y d) Contenido Graso del stock norte – centro de anchoveta. Serie mensual: Enero 2015 – agosto 2017. Fuente: LBR/AFIRNP/DGIRP/IMARPE.

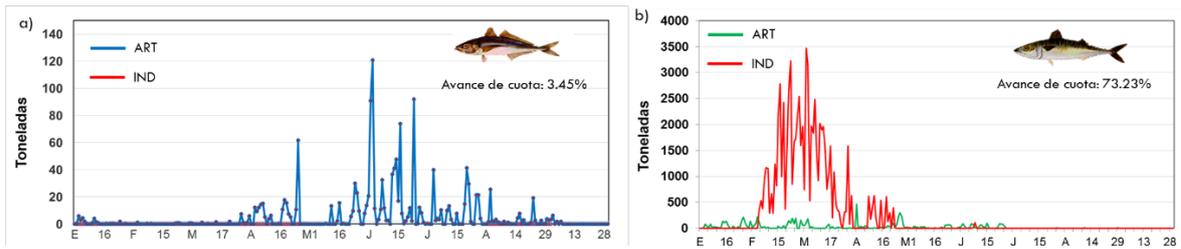


Figura 44. Desembarque diario de a) jurel y b) caballa durante el periodo 01 enero – 31 agosto 2017. Fuente: AFIRNP/DGIRP/IMARPE.

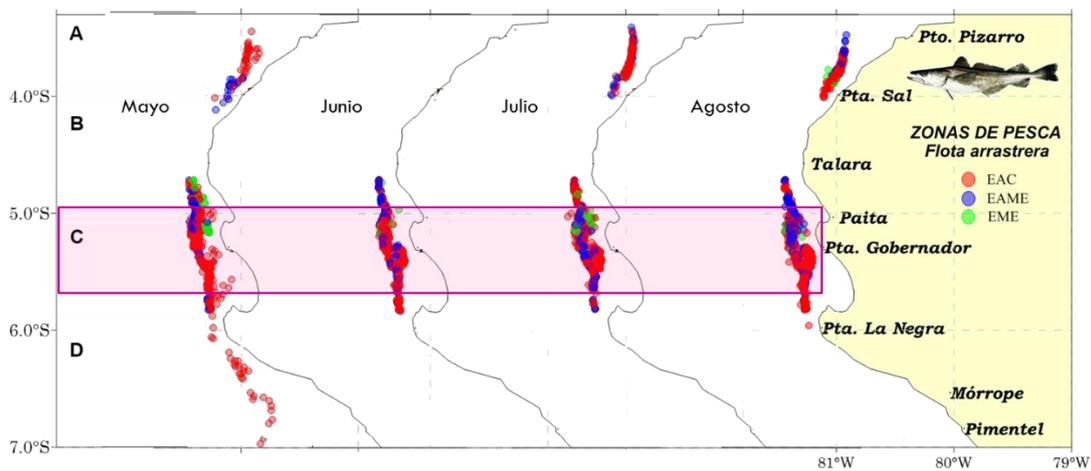


Figura 45. Distribución mensual de merluza durante el periodo mayo –agosto 2017. Fuente: AFIPDBL/ DGIRDL/IMARPE.

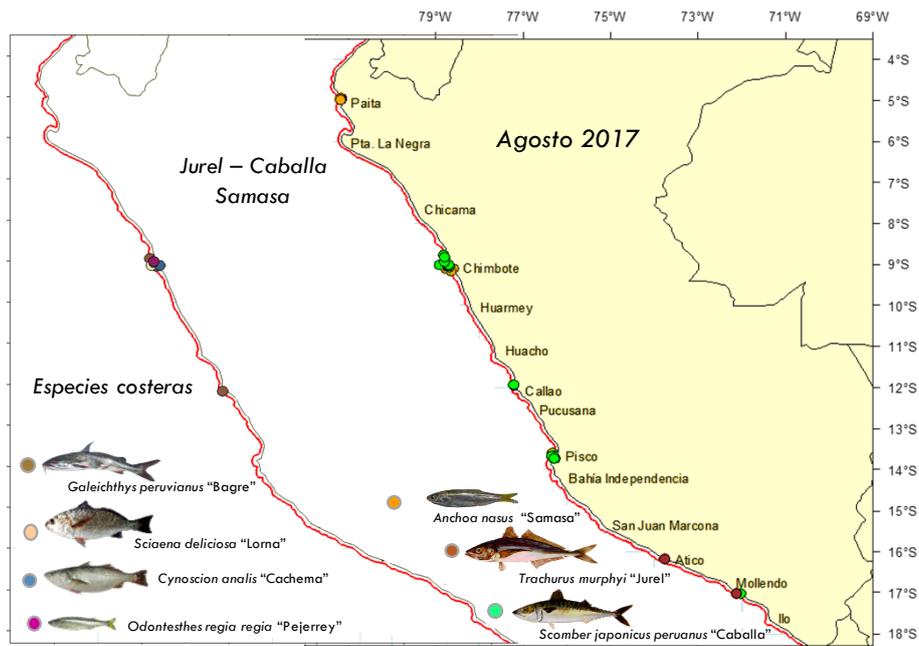


Figura 46. Especie registradas en la flota cercoera (industrial, menor escala y artesanal) durante agosto 2017. Fuente: AFIRNP/DGIRP/IMARPE.

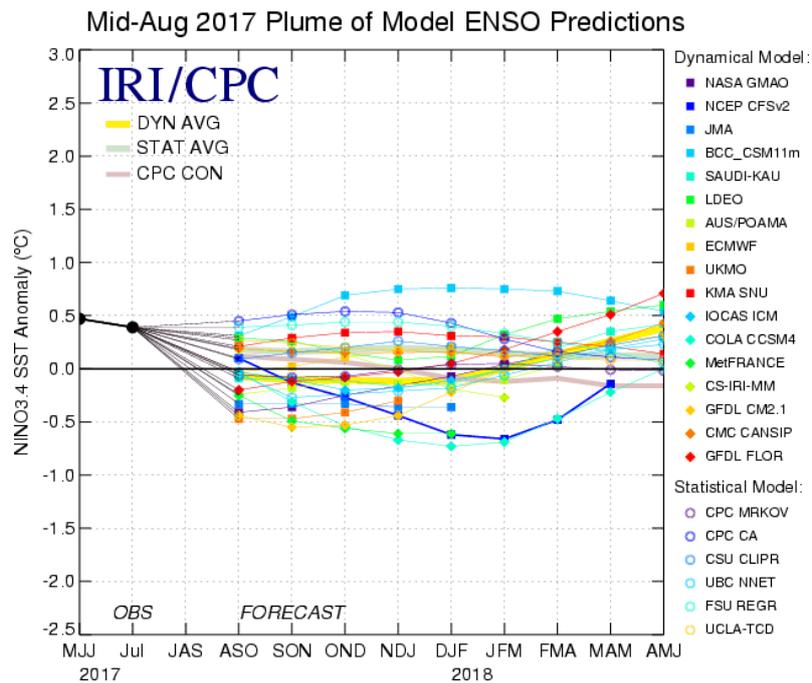


Figura 47. Pronóstico del índice Niño 3.4 mediante modelos climáticos estadístico y dinámico. Fuente: IRI/CPC, Agosto 2017.

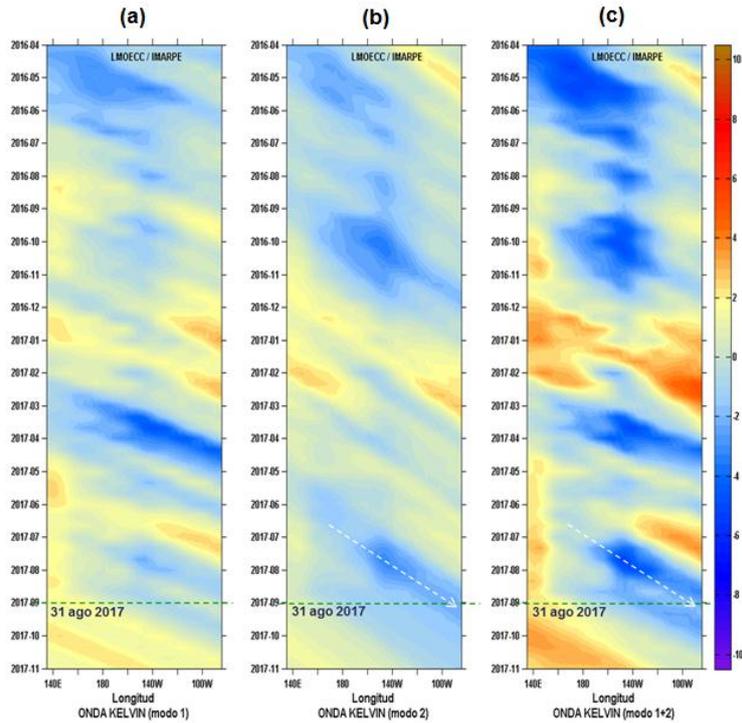


Figura 48. Diagrama Hovmöller longitud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacífico ecuatorial ( $0^{\circ}\text{N}$ ): (a) Modo 1, (b) Modo 2, (c) Modos 1+2. La línea discontinua horizontal, en verde, indica el inicio del pronóstico sin el forzante de vientos. Fuente: IMARPE, forzado con vientos de NCEP (Figuras a-c).

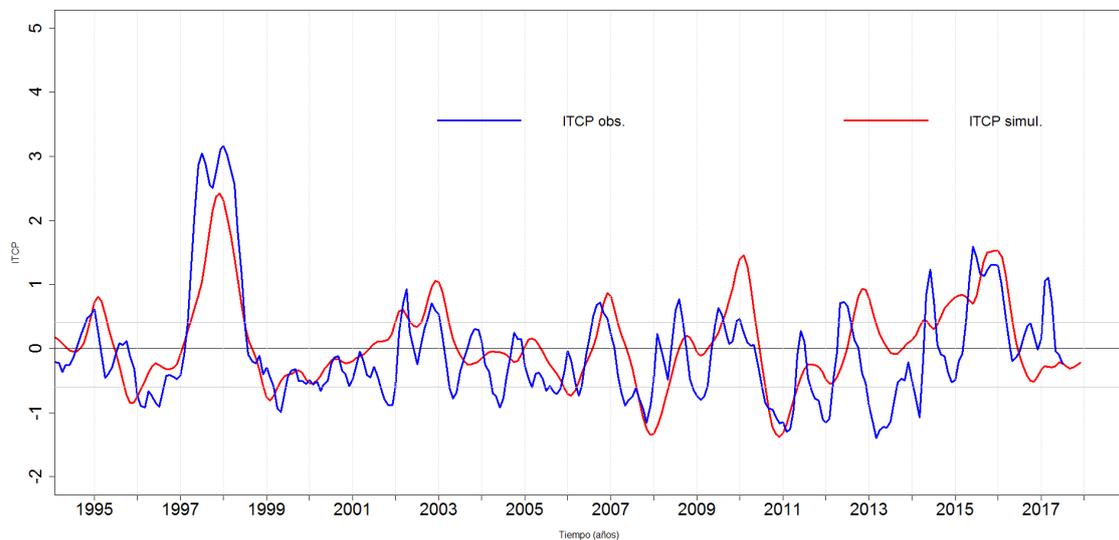


Figura 49. Pronóstico del ITCP mediante el modelo acoplado océano-atmósfera de complejidad intermedia del Pacífico Tropical Ecuatorial (Dewitte et al. 2002, Gushchina et al. 2000).

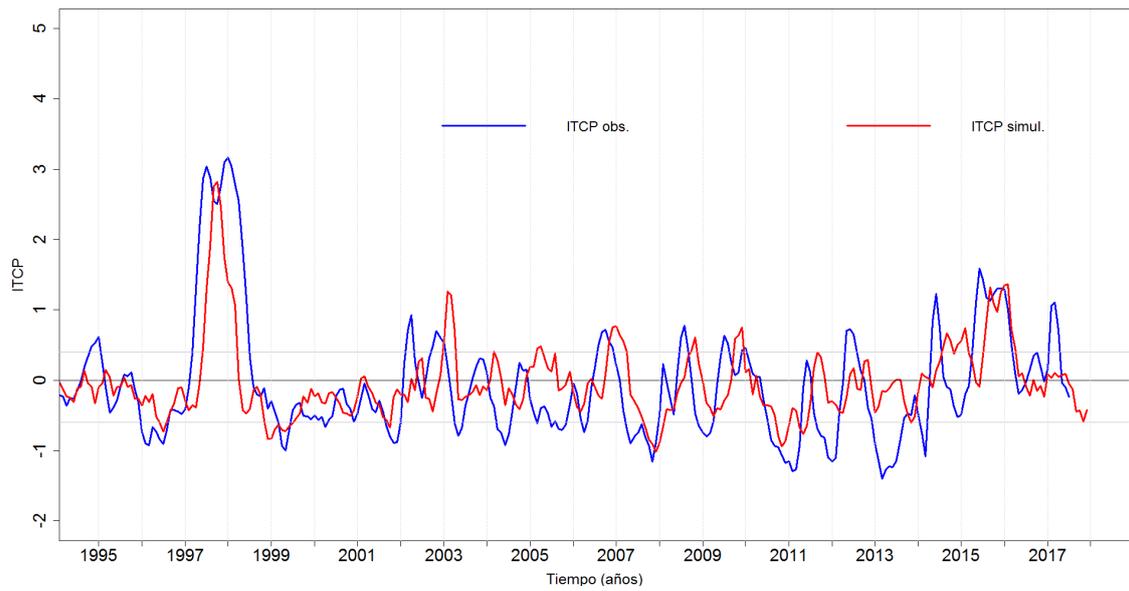


Figura 50. Pronóstico del ITCP mediante modelo estadístico basado en el volumen de agua cálida ecuatorial (Matellini et al., 2007) y el Anticiclón del Pacífico Sur (IAPS).