



PERÚ

Ministerio
de la Producción



IMARPE
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

Programa Presupuestal por Resultados N°068

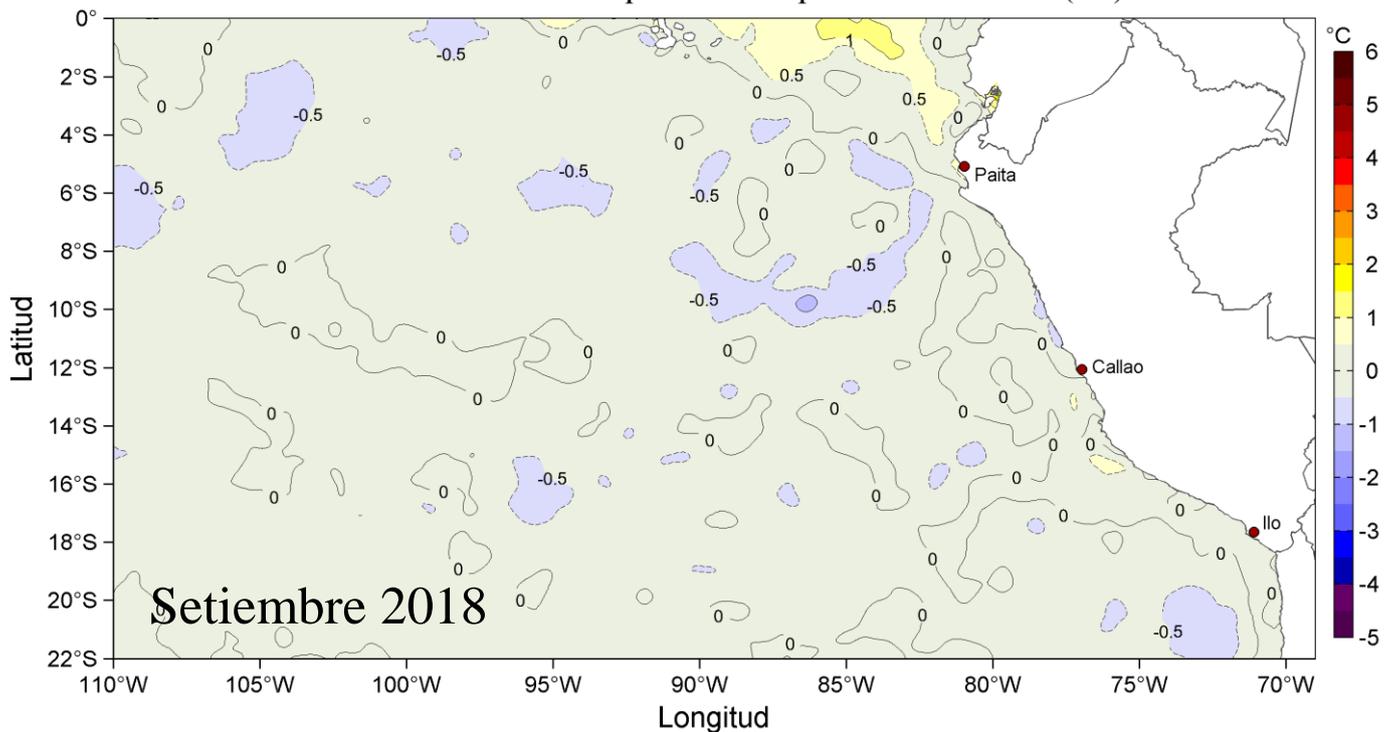
“Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de emergencias por Desastres”

Producto: Estudios para la estimación del Riesgo de Desastres

Actividad 4: Generación de Información y Monitoreo del Fenómeno el Niño

CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS Y BIOLÓGICO-PESQUERAS EN EL MAR PERUANO

Anomalías de la Temperatura Superficial del Mar (°C)



Setiembre, 2018

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ
GRUPO DE TRABAJO INSTITUCIONAL EL NIÑO

Informe de las Condiciones Oceanográficas y Biológico Pesqueras
Setiembre 2018

TABLA DE CONTENIDO

- 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
 - 1.1.2. Condiciones atmosféricas en el Pacífico ecuatorial
 - 1.2 Aspectos oceanográficos**
 - 1.2.1 Condiciones superficiales.
 - 1.2.2. Condiciones sub-superficiales
- 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
 - 2.2 Aspectos Oceanográficos**
 - 2.2.1 Anomalía del nivel medio del mar (ANMM)
 - 2.2.2. Temperatura superficial del mar frente al litoral
 - 2.2.3 Distribución espacial de la Salinidad Superficial del Mar
 - 2.2.4 Secciones Oceanográficas
 - 2.2.5 Estaciones fijas costeras
 - 2.2.6 Fertilidad y Productividad
 - 2.2.7 Indicadores Biológicos del Plancton
- 3. MONITOREO DIARIO DE INDICADORES BIOLÓGICOS MARINOS PROVENIENTES DEL SEGUIMIENTO DE LA PESQUERÍA Y PROGRAMA BITÁCORAS DE PESCA.**
 - 3.1 Condiciones Biológico – Pesqueras.
 - 3.2. Presencia de especies indicadoras
- 4. PRONÓSTICO DE LAS CONDICIONES DEL PACÍFICO ECUATORIAL Y FRENTE A LA COSTA PERUANA.**
 - 4.1 Pronósticos a gran escala de las agencias internacionales
 - 4.2 Propagación de ondas Kelvin
 - 4.3 Pronósticos de la TSM frente a la costa del Perú
- 5. CONCLUSIONES**
- 6. Referencias**
- 7. Tablas**
- 8. Figuras**

Instituto del Mar del Perú
Grupo de Trabajo Institucional El Niño

Informe de las Condiciones Oceanográficas y Biológico Pesqueras
Setiembre 2018

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 30 de setiembre 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 87,5°W, 30°S con una intensidad máxima de ~1022 hPa, encontrándose desplazado al este de posición normal y con una intensidad menor que su valor climatológico en 1 hPa (Figuras 1 y 2). Asimismo, se observaron dos centros de alta presión de aproximadamente 1021 y 1019 hPa ubicados en el Pacífico subtropical central y sobre el continente australiano, respectivamente. Frente a la costa peruana las anomalías de presión fueron cercanas 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) y los índices de posición longitudinal (ILON) y posición latitudinal (ILAT) del APS (Chamorro, en prep.), basado en la media móvil trimestral de la anomalía de la presión atmosférica máxima en el núcleo del APS, y de las anomalías de su posición longitudinal y latitudinal respectivamente, con datos de NCEP/NOAA (Kalnay et al. 1996). El IAPS fue clasificado en 3 condiciones: débil (<-1,5hPa), neutro e intenso (>+1,5hPa). Valores positivos (negativos) de los índices ILON e ILAT representan un desplazamiento al este y al norte (al oeste y al sur) del núcleo del APS. Para el trimestre JAS 2018 el IAPS presentó un valor de +0,1 hPa, menor que su valor anterior (+1,6 hPa). El valor mensual de la anomalía de la presión máxima en setiembre fue de -1,7 hPa (Figura 3a). Los índices ILON e ILAT presentaron valores de +5,1 y -0,9 respectivamente, indicando que el APS estuvo ubicado al este de su posición habitual. Los valores mensuales de las anomalías de posición longitudinal y latitudinal en setiembre fueron de +5,2 y +0,3 respectivamente (Figuras 3b y c).

1.1.2. Condiciones atmosféricas en el Pacífico Ecuatorial

La radiación de onda larga (ROL) presentó valores dentro del rango normal sobre el Pacífico Este y a lo largo de la línea ecuatorial hasta la línea de cambio de fecha, donde se observó un núcleo de anomalías positivas (Figura 4). La componente zonal del viento en la franja ecuatorial de 5°S a 5°N, mantuvo dirección predominante de los vientos alisios con un rango entre 2,0 m.s⁻¹ a 5,0 m.s⁻¹ en el área comprendida entre 180°W y 100°W. En la región entre 160°E hasta los 120°W se presentaron anomalías del oeste de la velocidad zonal, con valores entre 1,0 y 5,0 m/s. Al oeste de los 110°W componente zonal del viento se comportó de acuerdo a la estacionalidad (Figura 5).

1.2. Aspectos oceanográficos

1.2.1. Condiciones superficiales.

En el Pacífico ecuatorial y en las regiones El Niño (EN) se presentaron anomalías de temperatura superficial del mar (TSM) de intensidad débil (Figura 6). Sin embargo, estas anomalías mostraron una tendencia ascendente, manteniendo niveles positivos en las regiones Niño 4, Niño 3.4 y Niño 3, y oscilando entre anomalías negativas y positivas en la región El Niño 1+2. El último valor semanal de setiembre, para las regiones EN 4, EN 3.4, EN 3 y EN 1+2, fue de +0,6°C, +0,6°C, +0,6°C y -0,3 °C respectivamente (Figura 7).

1.2.2. Condiciones sub-superficiales

El contenido de calor en la capa superior del océano (300 m y 180°W y 100°W), mostró anomalías positivas que se fueron incrementando, hasta alcanzar un promedio mensual de +1,1°C (Figura 8). Esto estuvo asociado a la intensificación de anomalías positivas en la celda debajo de los 100 m en el Pacífico central, así como encima de los 100 m en el lado oriental (al este de los 120°W), como consecuencia del avance de una onda Kelvin cálida durante setiembre (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

El viento frente a la costa peruana mantuvo velocidades de 3,0 m s⁻¹ a 8,0 m s⁻¹ durante todo el mes. En la zona oceánica, el viento varió entre 5,0 m s⁻¹ y 8,0 m s⁻¹, con máximos valores durante las tres primeras semanas, para luego disminuir ligeramente en la cuarta semana (Figura 10). La velocidad exhibió fluctuaciones entre anomalías positivas y anomalías negativas en los primeros 23 días, alcanzando durante la última semana valores entre - 2,0 m.s⁻¹ y -1,0 m.s⁻¹ a lo largo de la costa (Figura 11).

A lo largo de la franja costera de 40 km se mantuvieron vientos entre 1,0 m.s⁻¹ y 8,0 m.s⁻¹ (Figura 12). La configuración del viento mantuvo su dirección normal. La velocidad de viento costero fluctuó entre valores normales y anomalías negativas durante la primera quincena, para luego exhibir anomalías positivas entre el 16 y 20 de setiembre (+1,0 m.s⁻¹ y +2,0 m.s⁻¹). Durante la última semana se detectaron anomalías negativas con valores entre -1,0 m.s⁻¹ y -1,5 m.s⁻¹ (Figura 13).

El afloramiento costero se incrementó con respecto al mes anterior, con una mayor persistencia entre Talara y Chicama. Al norte de los 5°S, el índice de afloramiento costero (IAC) fluctuó entre 350 m³ s⁻¹ 100m⁻¹ y 550 m³ s⁻¹ 100m⁻¹, debilitándose a partir de la cuarta semana del mes, con valores alrededor de 450 m³ s⁻¹ 100m⁻¹. Frente a Pisco el afloramiento persistió con valores alrededor de 300 m³ s⁻¹ 100m⁻¹ y 350 m³ s⁻¹100m⁻¹ mientras que, entre los 6°S y 15°S se presentaron valores menores a 250 m³ s⁻¹100m⁻¹ (Figura 14).

2.2 Aspectos oceanográficos

2.2.1 Anomalía del nivel medio del mar (ANMM)

Frente a la costa centro-norte, las ANMM se intensificaron de +5 cm a +10 cm entre la primera y segunda semana, extendiéndose hasta las 200 mn de la costa. De Pisco hacia el sur se mantuvieron todo el mes por encima de +5 cm dentro de las 200 mn. Por otro lado, frente a Pisco se desarrollaron dos vórtices, uno anticiclónico de >+10 cm cerca de la costa, y el otro ciclónico de <-5 cm fuera de las 150 mn. Asimismo, se detectaron vórtices ciclónicos dentro de las 200 mn frente a Paita durante la segunda quincena (Figura 15).

La franja de 60 mn adyacente a la costa presentó ANMM alrededor de +5 cm al norte de Ilo (Figura 16). En promedio las ANMM a lo largo de la costa variaron oscilando entre +5 cm y +10 cm. En la zona de Galápagos en la primera quincena las ANMM disminuyeron a valores menores a +5 cm y en la segunda quincena aumentaron hasta más de +10 cm, mostrando un desfase con la costa peruana, lo cual estaría relacionado con la aproximación de una onda Kelvin cálida (Figura 17).

2.2.2. Temperatura superficial del mar frente al litoral

2.2.2.1 Laboratorios Costeros del IMARPE

La TSM registrada en los Laboratorios Costeros del IMARPE presentó un aumento de su valor promedio mensual en Tumbes, Chimbote, Pisco e Ilo, mientras que, entre Paita y Huanchaco, Huacho y Callao se presentó una disminución de la TSM respecto a agosto. Se presentaron en promedio anomalías negativas entre Chimbote y Pisco, y anomalías positivas en los demás Laboratorios Costeros. La TSM mensual varió entre 14,9 °C (Callao) a 25,4 °C (Tumbes), mientras que su anomalía (ATSM) varió entre -0,3 °C (Chimbote) a +0,8 °C (Paita) (Tabla 1).

A nivel diario, la TSM presentó predominancia de anomalías positivas en Tumbes, mientras que, entre Huanchaco y Callao predominaron las anomalías negativas. En Paita, Santa Rosa, Chicama, Pisco e Ilo se presentó una alternancia entre anomalías positivas y negativas de la TSM. Las máximas anomalías positiva y negativa fueron registradas en Pisco (+2,9°C y -1,5°C respectivamente). En el resto de laboratorios costeros, la máxima anomalía positiva fue detectada en Paita (+2,5°C) en la última semana del mes; y la máxima anomalía negativa en Huanchaco y Chimbote (-1,2°C) a mediados de mes (Figura 18).

El índice LABCOS (Quispe & Vásquez, 2016) presentó un valor de +0,05 °C para el trimestre JAS del 2018 y un valor mensual de setiembre de +0,03 °C, continuando la tendencia ascendente desde marzo 2018 (Figura 19).

2.2.2.2 Información satelital de TSM y ATSM.

La información de TSM mostró que frente a Cabo Blanco las aguas de 20 °C fueron desplazadas por aguas de 19 °C respecto al mes anterior. En la zona de Galápagos se apreció la proyección de una lengua de agua fría <21°C desde el norte del Perú. La zona centro sur mantuvo una configuración parecida al mes anterior, haciendo notar el predominio de aguas entre 16 °C a 17 °C en la zona costera (Figura 20).

Las ATSM cerca del Ecuador, presentaron valores positivos, con un pulso de corta duración de anomalía negativa a mediados de mes. Cerca de Tumbes las anomalías positivas eventualmente alcanzaron hasta +2 °C, mientras que frente a la zona centro norte de Perú, las celdas con anomalía negativa de -1°C se atenuaron hasta condiciones neutras en la segunda quincena. Frente a la zona comprendida de Callao hacia el sur predominaron las condiciones neutras (Figura 21).

El mismo patrón de cambios se observó en la franja de 60 mn adyacente a la costa, donde las ATSM positivas frente a Paita se disiparon, al igual que las débiles anomalías negativas de la zona centro-norte durante el mes. Al sur de los 15°S, se presentaron de manera aislada débiles anomalías positivas (<+1 °C), durante la última semana (Figura 22).

Durante el trimestre JAS 2018, el Índice Térmico Costero Peruano, ITCP (Quispe-Ccalluari *et al.*, 2016), alcanzó un valor de -0,27 indicando una condición fría en la franja costera y manteniendo una tendencia ascendente. El valor de la primera componente principal para el mes de setiembre fue -0,02, menos negativo que en el mes anterior (Figura 23).

2.2.3 Distribución espacial de la Salinidad Superficial del Mar

2.2.3.1 Información del modelo HYCOM

Según el modelo HYCOM (HYbrid Coordinate Ocean Model), las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES), asociadas a salinidades menores a 34,8 ups, se desplazaron desde Tumbes hacia el sur hasta cubrir la costa de Punta La Negra. Las aguas de mezcla con salinidad <35,1 ups se presentaron frente a Pimentel y Salaverry, así como frente a zonas entre Callao y Pisco. Las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) se acercaron más a la costa (<40 mn) frente a la zona centro norte. Frente a la zona sur se proyectaron desde la costa aguas de mezcla con salinidades entre 34,8 ups a 35,1 ups. Frente a San Juan, se habría desarrollado en la tercera semana un filamento con salinidad <34,8 ups (Figura 24).

2.2.4 Secciones oceanográficas

2.2.4.1 Paita (26-27 de setiembre)

La TSM presentó valores entre 18 °C y 20 °C en toda la sección, con la isoterma de 18 °C a 30 mn frente a la costa peruana, la cual no se registró a fines de agosto. Se estimaron ATSM con valores de hasta +1,0 °C por fuera de las 70 mn (Figura 25 a, b, Figura 26 a). Sobre los 100 m de profundidad, las temperaturas variaron de 15 a 20 °C con una débil termoclina. La isoterma de 15 °C se presentó entre los 60 m y 90 m de profundidad, en promedio 40 m más somera que en agosto (Figura 25 d). Fuera de las 20 mn se detectaron anomalías térmicas positivas de hasta +1°C en los primeros 20 m de la columna de agua. En la zona costera y debajo de dicha capa predominaron condiciones térmicas neutras hasta los 200 m, debajo del cual predominaron débiles anomalías positivas (<+0,5°C) hasta los 450 m (Figura 26 b).

La salinidad en los primeros 20 m de profundidad por fuera de las 30 mn evidenció la influencia de AES, con anomalías de hasta -0,20 ups (Figuras 26 c, d). Asimismo, se detectaron aguas de mezcla a 20-70 m de profundidad, posiblemente por la interacción de AES y ASS (Figura 25 c, Figura 26 c).

La distribución del oxígeno disuelto (OD) mostró que la iso-oxígena de 1 mL L⁻¹, asociada a la oxiclina, ascendió de 230 a 130 m de profundidad en toda la zona costera, respecto a agosto (Figuras 25 e y 26 e). El límite superior de la zona de mínima de oxígeno (ZMO; OD<0,5 mL.L⁻¹), se detectó a 110 - 180 m de profundidad en toda la sección. Sobre los 100 m a 20 - 60 mn y sobre los 350 m a 85 - 100 mn, se estimaron flujos geostroficados hacia el sur con velocidades de hasta 20 cm s⁻¹, así como un flujo hacia el norte sobre los 300 m a 60 - 80 mn con una velocidad de hasta 30 cm s⁻¹ (Figura 26 e, f).

2.2.4.2 Chicama (24-25 de setiembre)

La TSM presentó la isoterma de 18°C a 80 mn frente a la costa, la cual se encontraba a 60 mn en el mes de agosto. La ATSM mostró valores alrededor de cero (Figura 27 a, b). Sobre los 100 m se registraron temperaturas entre 15 y 18 °C con una termoclina débil, mientras que la isoterma de 15 °C se presentó a 20 - 80 m de profundidad, en promedio 25 m más somera que en agosto (Figura 27 d). Se presentaron anomalías térmicas negativas débiles en un núcleo a 50 m en la zona costera y anomalías positivas débiles entre los 200 m y 450 m sobre el margen continental (Figura 28 a, b).

En la capa superficial, la salinidad y las temperaturas indicaron la presencia de ACF en la zona costera y ASS por fuera de las 70 mn hasta los 40 m, con menor cobertura espacial respecto a agosto (Figura 27 c, Figura 28 c). Las anomalías de salinidad fueron cercanas a cero dentro de las 100 mn (Figura 28 d), indicando un patrón de distribución conforme a la estacionalidad.

La distribución del OD continuó mostrando un ascenso de las iso-oxígenas cerca de la costa debido al afloramiento. La profundidad de la oxiclina, asociada a la iso-oxígena de 1 mL L⁻¹, se presentó a unos 10-60 m de profundidad, 10 m más somera que en agosto en promedio (Figura 27 e). El borde superior de la ZMO se mostró a 20 - 150 m (Figura 28 e). Por otra parte, se observó un núcleo de flujo geostrofico con dirección sur, a 65 - 100 mn en los primeros 320 m, con una velocidad máxima de 20 cm s⁻¹, así como flujos con dirección norte en los primeros 50 m dentro de las 55 mn con una velocidad de hasta 20 cm s⁻¹ (Figura 28 f).

2.2.5 Estaciones fijas costeras

El monitoreo de alta frecuencia de la columna de agua (<100 m) que se realiza en las estaciones fijas mostró que en el último mes para Paita la temperatura varió entre los 15 y 17 °C, en Chicama entre 14 y 17 °C, en Callao entre 14 y 15 °C, en Atico entre 13 y 15 °C y en Ilo entre 14 y 16 °C, detectándose una profundización de las isotermas en Paita, respecto de agosto, y un ascenso de las isotermas en Chicama, Callao y Atico (Figura 29). En Paita se detectó anomalías de hasta +1,0 °C sobre los 40 m a mediados de setiembre y valores cercanos a cero en el resto de la columna de agua. Esta anomalía positiva de la TSM podría estar relacionada a la llegada de una onda Kelvin cálida, que habría contribuido además a la presencia de ANMM positivas en esa región. En Chicama y Callao predominaron las condiciones neutras en la columna de agua (Figura 30).

Los registros de la salinidad y temperatura evidenciaron la presencia de aguas de mezcla (ACF-ASS) frente a Paita y Chicama en toda la columna de agua y sobre los 60 m, respectivamente, mientras que, en Callao, Atico e Ilo se observó ACF durante el mes (Figura 31).

En cuanto al OD, se detectó una profundización de las iso-oxígenas en Paita, mientras que, en Chicama, Callao y Atico se observó un leve ascenso de las iso-oxígenas, y en Ilo las iso-oxígenas estuvieron someras al igual que en agosto. La iso-oxígena de 0,5 mL.L⁻¹ se evidenció a 40-70 m en Chicama, 20 – 40 m en Callao, 50 – 85 m en Atico y a 50-70 m en Ilo, mientras que en Paita la iso-oxígena de 0,5 mL.L⁻¹ no fue registrada (Figura 32).

2.2.6 Fertilidad y productividad

2.2.6.1. Variabilidad espacio-temporal de los nutrientes

En general los nutrientes exhibieron un incremento de sus concentraciones en las estaciones fijas costeras.

Los nitratos mostraron un ligero incremento de sus concentraciones en la columna de agua en las estaciones fijas durante setiembre. En Paita, se observaron concentraciones de ~ 13 $\mu\text{mol L}^{-1}$ en promedio durante el mes. En Chicama, durante la última semana se observó un incremento de las concentraciones (15 – 20 $\mu\text{mol L}^{-1}$) entre los 40 a 100 m de profundidad. En Callao se observó un núcleo de 15 $\mu\text{mol L}^{-1}$ entre los 10 – 40 m durante casi todo el mes, mientras que en Ilo las concentraciones aumentaron (10 – 15 $\mu\text{mol L}^{-1}$) desde la segunda semana hacia fines del mes (Figura 33).

Los silicatos aumentaron en las estaciones fijas durante setiembre. En Paita se observaron concentraciones entre 15 $\mu\text{mol L}^{-1}$ a 20 $\mu\text{mol L}^{-1}$. En Chicama, la isolínea de 15 $\mu\text{mol L}^{-1}$ se superficializó desde los 60 m hasta la superficie entre inicios y la tercera semana del mes. En Callao e Ilo, por debajo de los 20 m de profundidad las concentraciones aumentaron y se presentaron valores entre 20 $\mu\text{mol L}^{-1}$ a 30 $\mu\text{mol L}^{-1}$ (Figura 34).

Los fosfatos mostraron una disminución en Paita, mientras que en las demás estaciones se observó un aumento de las concentraciones. En Paita, las concentraciones disminuyeron de 2 $\mu\text{mol L}^{-1}$ a 1,5 $\mu\text{mol L}^{-1}$ entre inicios y fines del mes. En Chicama, la isolínea de 2 $\mu\text{mol L}^{-1}$ se superficializó de ~ 80 m hasta los 20 m durante la última semana del mes. En Callao e Ilo, por debajo de los 20 m, las concentraciones fueron de ~ 2.5 $\mu\text{mol L}^{-1}$ (Figura 35).

2.2.6.2 Clorofila-a

Los valores de clorofila-a satelital fluctuaron mayormente entre 1 $\mu\text{g L}^{-1}$ y 2 $\mu\text{g L}^{-1}$ dentro de las 60 mn a lo largo de toda la costa, y se presentó un núcleo de valores mayores a 3 $\mu\text{g L}^{-1}$ frente a Pisco e Ilo. Las anomalías fluctuaron mayormente dentro del rango neutro a lo largo de la costa, mientras que frente a Ilo se observaron anomalías positivas mayores a +1 $\mu\text{g L}^{-1}$ (Figura 36 a, b). En promedio, entre los 6°S y 16°S y dentro de las 60 mn, los valores fluctuaron dentro por debajo de su patrón estacional (~ -0,5 $\mu\text{g L}^{-1}$) (Figura 36 d).

Latitudinalmente, no se pudo distinguir bien el patrón de variabilidad de la clorofila-a satelital dentro del mes, debido la gran presencia de nubes; sin embargo, entre los 8°S y 10°S se presentaron anomalías negativas de ~ -1 $\mu\text{g L}^{-1}$ durante la primera semana. Hacia fines de mes, se presentaron anomalías positivas (+3 $\mu\text{g L}^{-1}$) entre los 13°S y 16°S (Figura 36 e).

Un factor clave para el crecimiento fitoplanctónico es la cantidad de luz incidente, la cual es afectada por la presencia de nubes. A lo largo de la costa, existió una alta cobertura nubosa durante del mes (~ 90% de días nublados), excepto frente a Paita (~ 40%) y entre Pisco y San Juan (~ 50%) (Figura 36 c).

2.2.7 Indicadores biológicos del plancton

2.2.7.1 Indicadores biológicos del fitoplancton.

Paita

Frente a Paita se determinó al dinoflagelado *Ceratium praelongum*, especie indicadora de ACF, distribuido dentro de la 11 mn y relacionado a TSM entre 16,9 y 17,1 °C. Así mismo, se registró a *Ceratium breve* var. *parallelum*, especie indicadora de AES, ubicada entre las 16 y 80 mn, a un rango de TSM entre 17,4 y 18,9 °C (Figura 37). Cabe destacar que, en todo el perfil fue predominante el zooplancton con aproximadamente el 99%, mientras que la diferencia correspondió al fitoplancton (1%). Hubo presencia de algunos dinoflagelados termófilos como *Ceratium kofoidii*, *C. azoricum*, *C. massiliense*, *Goniodoma polyedricum* y *Ceratocorys armata*.

Chicama

Frente a Chicama, se registró a *P. obtusum*, dinoflagelado indicador de ACF, localizado dentro de las 30 mn y relacionado a TSM que variaron entre 16,6 y 17,1 °C (Figura 38). La mayor abundancia del fitoplancton (95% del volumen total de plancton) se presentó en las estaciones cercanas a la línea de costa (15 mn). La comunidad estuvo representada por diatomeas de afloramiento costero y neríticas entre las que se pueden citar a *Chaetoceros debilis*, *Ch. affinis*, *Ch. eibeinii*, *Coscinodiscus perforatus* y *C. centralis* con abundancias relativas de la categoría “Abundante”.

El grupo de dinoflagelados estuvo conformado por especies de distribución cosmopolita dentro de las 40 mn, como *Protoperidinium depressum*, *P. conicum*, *Ceratium furca*, *Dinophysis caudata* y *C. tripos* asociados a TSM de 15,2 y 17,0 °C. A partir de las 60 mn de la costa resaltaron los dinoflagelados termófilos como *Ceratium azoricum*, *C. massiliense*, *C. macroceros*, *Dinophyssi tripos* y *Protoperidinium murrayi* cuyas abundancias relativas fueron de la categoría “Presente” y relacionadas a TSM de 17,5 y 17,9 °C.

2.2.7.2 Indicadores biológicos del zooplancton e ictioplancton

Chicama

En el perfil Chicama se ha determinado a los copépodos *E. inermis* y *C. brachiatus* indicadores de ACF dentro de las 80 mn de la costa, mientras que los copépodos *Acartia danae*, *Calocalanus pavo* y *Oncaea conífera*, especies indicadoras de ASS fueron determinados entre las 80 y 100 mn de la costa (Figura 39).

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

3.1 Condiciones Biológico – Pesqueras de la anchoveta.

Seguimiento de la pesquería de anchoveta

Debido a que la anchoveta se encontró en periodo de veda para la flota industrial, el desembarque calendario de los principales recursos pelágicos al 30 de setiembre del 2018 fue similar al de agosto (aprox. 4 103 401 t), siendo el 98 % compuesto por anchoveta, seguido de caballa y otros, donde destacaron jurel, múnida, merluza y calamar (Tabla 2).

Distribución, capturas y tallas de la anchoveta

Durante setiembre y la primera semana de octubre 2018 los desembarques de anchoveta en la región norte – centro correspondieron a la flota artesanal y de menor escala, los cuales realizan extracción dentro de las 10 mn. El desembarque de anchoveta fue de 5 040 toneladas, los puntos de desembarque en la región norte fueron Paíta (5°S), Parachique y Chimbote; en la región centro correspondió a Callao (12°S) y Pisco (13°S). Ejemplares juveniles de anchoveta fueron registrados frente a Pisco.

Indicadores reproductivos y somáticos de la anchoveta

Los indicadores reproductivos de la anchoveta del stock Norte - Centro, índice gonadosomático (IGS) y Fracción desovante (FD) muestran que el pico del desove se presentó en setiembre, manteniendo la tendencia de sus patrones históricos (Figura 40). Además, la condición somática del recurso, analizada mediante la medición del contenido graso, registró un decrecimiento en sus valores también de acuerdo a su patrón histórico (Figura 40).

3.2. Otras especies

La flota artesanal dirigida a la pesca de anchoveta registró especies indicadoras de aguas frías como *Pleurocondes monodon* “múnida” y recursos costeros como el bagre (Figura 41).

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

4.1 Pronósticos a gran escala de las agencias internacionales

La mayoría de los modelos dinámicos y estadísticos de predicción de ENOS (Niño 3.4) de las agencias internacionales (IRI, setiembre 2018), indican condiciones cálidas moderadas de El Niño durante verano del 2018-219 en la región Niño 3.4 con una ATSM de +1°C en promedio, observándose además valores dentro del rango de +1°C a +2°C entre los 180°W a 110°W en el ecuador (i.e. ECMWF, CFS, NMME; Figuras 42 y 43).

Frente a la costa peruana el modelo ECMWF indica condiciones cálidas débiles para el verano (+0,5°C a +1°C de anomalía en la región norte), mientras que los modelos CFS y NMME pronostican condiciones cálidas moderadas (+1°C a +2°C a lo largo de la costa) (Figura 42).

4.2 Propagación de ondas Kelvin

Según la simulación del modelo de propagación de ondas aplicado en el IMARPE (Illig et al., 2004; Dewitte et al., 2002), en la costa norte de Perú, se espera la llegada de una onda Kelvin cálida (modo 1) entre octubre y noviembre 2018; mientras que otra onda Kelvin cálida (modo 2) llegue durante diciembre 2018. Estas ondas contribuirían a un incremento de las anomalías de la temperatura y del nivel del mar (Figura 44).

4.3 Pronósticos de la TSM frente a la costa del Perú

Para el ITCP, el modelo acoplado océano-atmósfera de complejidad intermedia del Pacífico Tropical Ecuatorial (Dewitte et al., 2002; Gushchina et al., 2000) pronosticó valores dentro de las condiciones neutras entre los meses octubre y noviembre del 2018 y dentro de condiciones cálidas para los meses diciembre 2018 – enero 2019 (Fig. 45), mientras que el modelo estadístico basado en el volumen de agua cálida ecuatorial (Matellini et al., 2007) y APS, pronosticó valores dentro de condiciones cálidas entre octubre 2018 y enero del 2019 (Figura 46).

5. CONCLUSIONES

- En el Pacífico ecuatorial, las condiciones cálidas continuaron presentes. En la región Niño 3.4, se mantuvo la condición cálida débil, mientras que en la región Niño 1+2 permanecieron anomalías negativas débiles. En la capa superior del Pacífico ecuatorial (300 m y 180°W a 100°W), la anomalía térmica positiva se incrementó a +1,1 °C en promedio mensual. El núcleo del APS se presentó desplazado al este de su posición normal con una intensidad cercana a su valor climatológico. En promedio, la presión atmosférica a nivel del mar presentó condiciones normales frente a la costa peruana, de acuerdo a la estacionalidad.
- El viento costero continuó mostrando su patrón normal de dirección a lo largo de la costa. La velocidad del viento exhibió un pulso de anomalías positivas durante la tercera semana del mes, mientras que, valores neutros a negativos estuvieron presentes el resto del mes. El afloramiento costero se incrementó en comparación al mes anterior, manteniendo sus valores más altos frente Talara ($550 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} 100\text{m}^{-1}$). Frente a Pisco el afloramiento persistió con valores de 300 y $350 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} 100\text{m}^{-1}$.
- Las anomalías térmicas de -1°C que permanecieron frente a la costa norte de Perú, se disiparon, mientras que cerca de Tumbes las anomalías variaron eventualmente entre +2°C a -1 °C. En el sur predominaron condiciones térmicas neutras. El ITCP presentó valores dentro de la condición neutra, con tendencia ascendente.
- Frente a Paita se observaron anomalías térmicas de hasta +1°C asociadas a la presencia de AES sobre los 20 m y por fuera de las 30 mn. En el resto de la sección, se determinaron valores de temperatura y salinidad de acuerdo a su estacionalidad. Además, se detectó un flujo hacia el norte (30 cm s^{-1}), entre las 60–80 mn (0-300 m) y dos flujos hacia el sur (20 cm s^{-1}), entre las 85–100 mn (0-350 m) y las entre 20-60 mn (0–100 m).

- Frente a Chicama se determinaron valores de temperatura y salinidad de acuerdo a su estacionalidad, con presencia de ASS por fuera de las 70 mn hasta los 40 m. Además, se estimó un flujo geostrófico con valores de hasta 20 cm s⁻¹, el primero hacia el sur a 0-320 m (65-100 mn) y el segundo hacia el norte a 0-50 m (0-55 mn). La profundidad de la oxiclina exhibió un ascenso frente a Paita fuera de la costa, mientras que en Chicama se mostró similar a agosto. El límite superior de la ZMO se ubicó a 110-180 m en promedio frente a Paita y a 20–150 m de profundidad frente a Chicama.
- Respecto a setiembre, las estaciones fijas costeras monitoreadas (100 m) mostraron una profundización de las isotermas e iso-oxígenas en Paita, mientras que, en Chicama, Callao, Atico se evidenció un ascenso de las mismas y en Ilo las isotermas e iso-oxígenas se mantuvieron similares a agosto. Asimismo, los nutrientes en general exhibieron un aumento de sus concentraciones en todas las estaciones fijas.
- Las concentraciones de clorofila-a fluctuaron entre 1,0 a 2,0 µg L⁻¹ a lo largo de la costa dentro de las 60 mn, con un núcleo frente a Pisco, que presentó valores mayores a 3,0 µg L⁻¹. Las anomalías mayormente se han mantenido dentro del rango neutral, pero con valores negativos (-1 µg L⁻¹), a excepción frente a Ilo (> + 1,0 µg L⁻¹).
- Durante setiembre se registró incidencia de juveniles de anchoveta frente a Pisco. Los índices reproductivos de la anchoveta del stock norte-centro muestran que la especie se encuentra en procesos de desove, con su mayor intensidad en setiembre de acuerdo a la tendencia de sus patrones históricos.
- En la costa norte de Perú, se espera la llegada de una onda Kelvin cálida (modo 1) entre octubre y noviembre; mientras que en diciembre se espera la llegada de otra onda Kelvin cálida (modo 2). Estas ondas podrían generar anomalías positivas de la temperatura del mar en dicho mes.
- Para el verano 2018-2019, en promedio los modelos climáticos internacionales pronostican condiciones de El Niño moderado en la región Niño 3.4 con una anomalía térmica de +1°C. Frente a la costa peruana el modelo ECMWF pronostica condiciones cálidas débiles (+0,5°C a +1°C de anomalía), a diferencia de los modelos CFS y NMME que muestran condiciones cálidas moderadas a lo largo de la costa (+1°C a +2°C).

6. REFERENCIAS

Anculle, T., D. Gutiérrez, A. Chaigneau, F. Chávez, 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

7. TABLAS

Tabla 1: Valores mensuales de TSM y ATSM (°C) registrados en los Laboratorios Costeros del IMARPE - setiembre 2018.

Estación	TSM Ago. (°C)	TSM Set. (°C)	ATSM Set. (°C)
Tumbes	25,10	25,42	0,32
Paita	17,86	17,36	0,76
San José	19,03	19,01	0,11
Chicama	16,84	16,04	0,14
Huanchaco	16,56	16,37	0,47
Chimbote	17,87	18,14	-0,26
Huacho	15,51	15,22	-0,18
Callao	15,19	14,87	-0,23
Pisco	18,01	18,64	-0,16
Ilo	14,83	15,00	0,10

Tabla 2. Desembarque (t) industrial de los principales recursos pelágicos. Periodo: 01 enero – 30 de setiembre del 2018. Fuente: AFIRNP/DGIRP/IMARPE.

Especie\Flota\Región		Año Calendario (01 ene. al 30 set. 2018)					
		Norte	Centro	N+C	Sur	Total	%
Anchoveta	FI Acero	1 461 870	1 606 067	3 067 937	185 317	3 253 255	79
	FI Madera	639 190	93 011	732 201	31 790	763 991	19
Sub-total		2 101 060	1 699 078	3 800 138	217 107	4 017 245	98
%		52	42	95	5	100	0.00
Sardina				0		0	0.00
Jurel		10 438	14 011	24 449	1	24 450	0.60
Caballa		25 274	18 416	43 690		43 690	1.06
Samasa				0		0	0.00
*Otros		143	17 593	17 735	280	18 016	0.44
Total		2 136 915	1 749 098	3 886 012	217 388	4 103 401	100
%		52	43	95	5	100	

*Otros incluye: Múnida, Merluza, Calamar

Cifras preliminares

8. FIGURAS

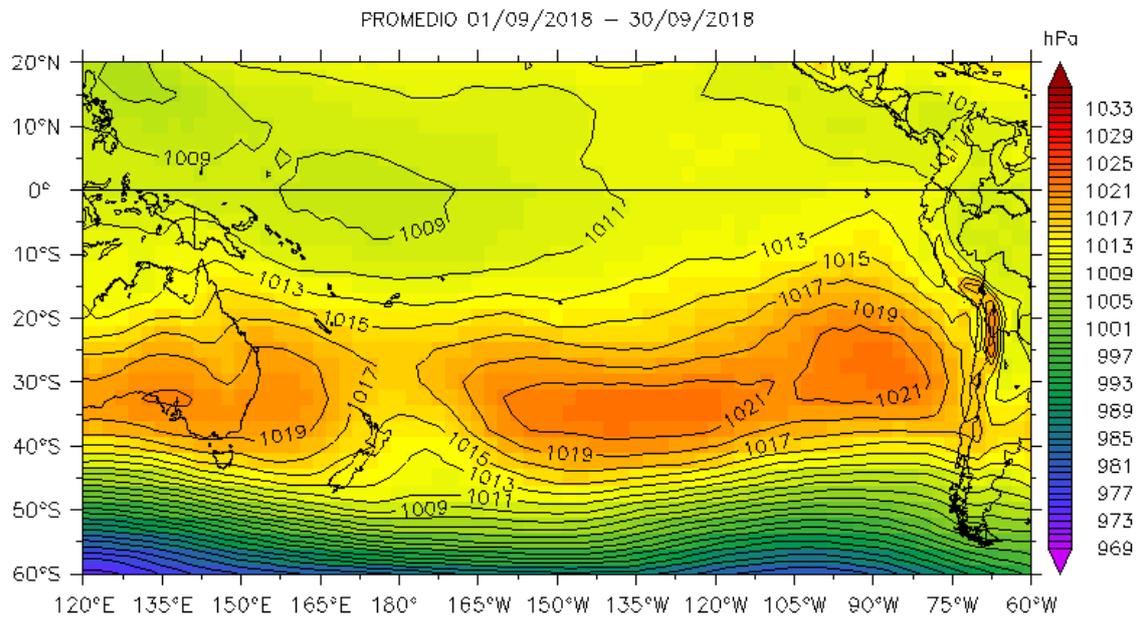
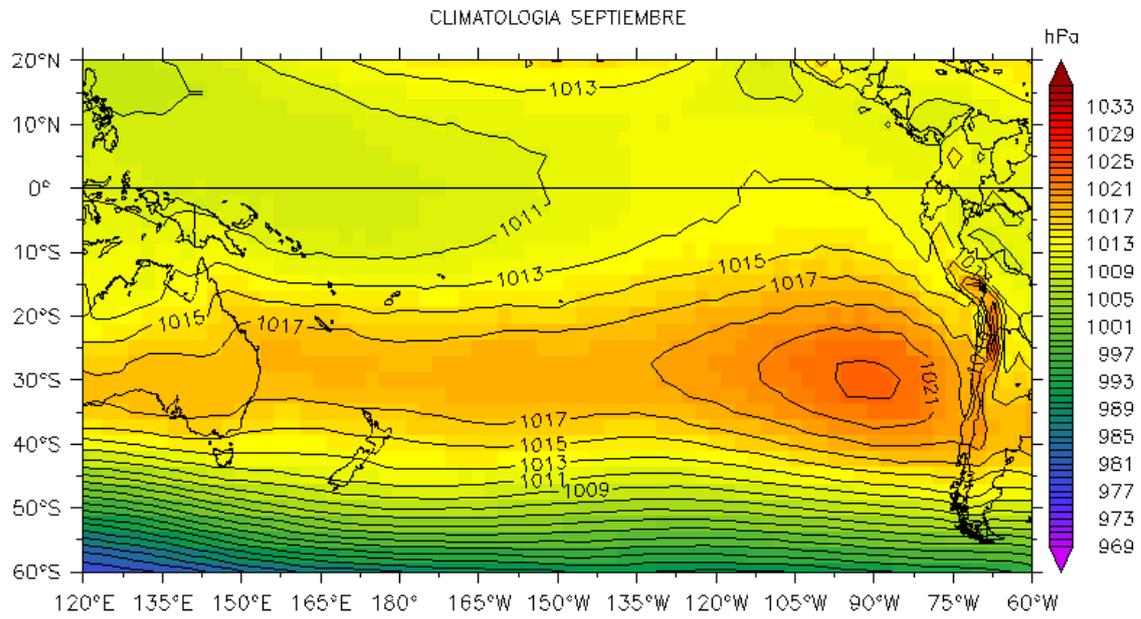


Figura 1. Presión atmosférica a nivel del mar (PNM) en hPa, promedio 1-30 setiembre, Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

a)



b)

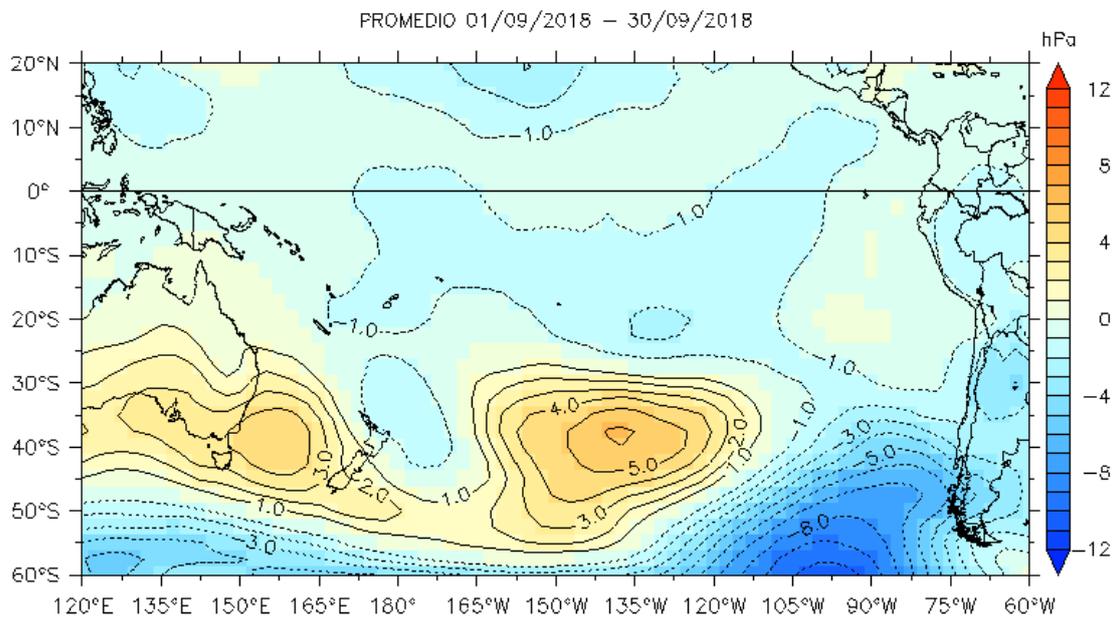


Figura 2. Presión atmosférica a nivel del mar (PNM) en hPa, climatología (a) y anomalías promedio (b) de setiembre 2018. Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

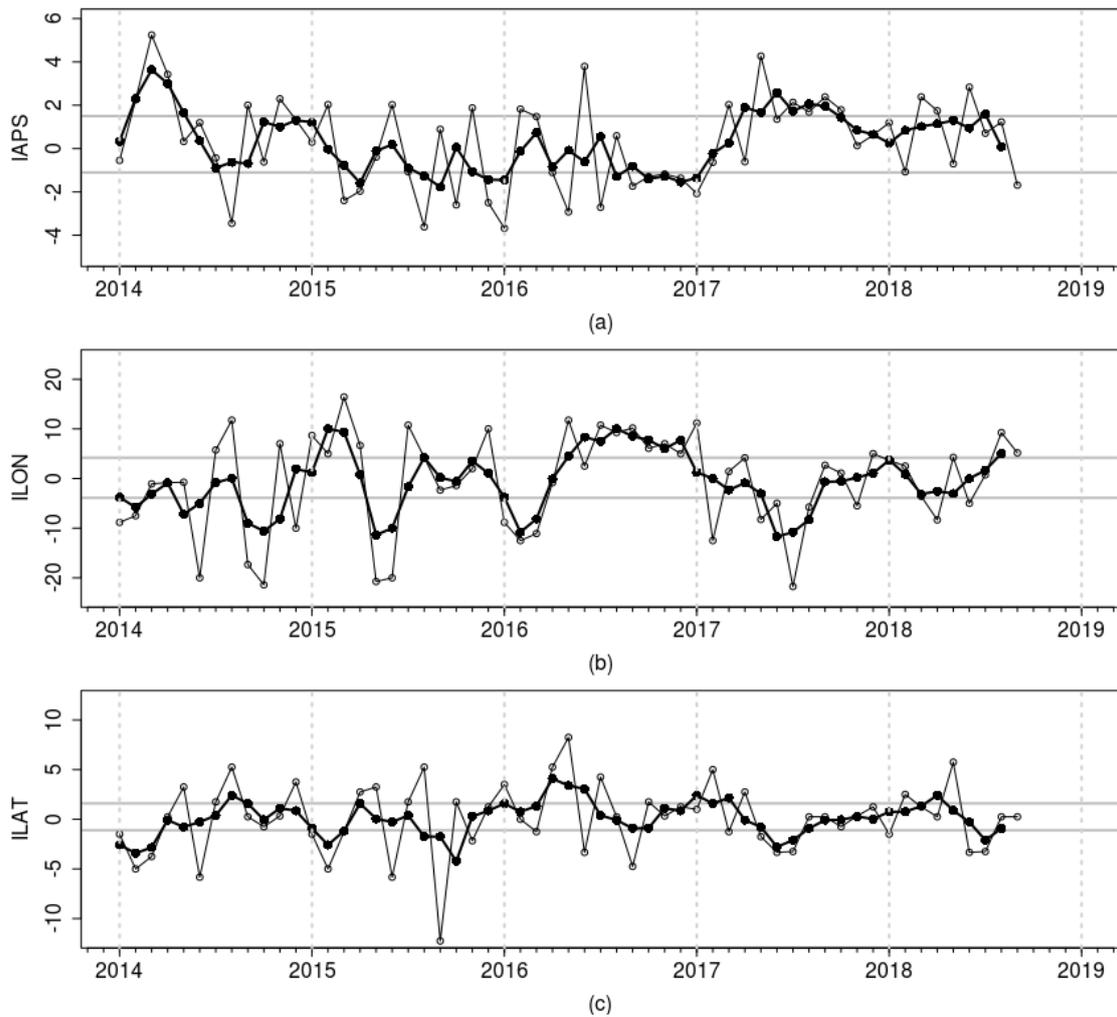


Figura 3. Variación temporal de los índices del APS: a) índice de intensidad (IAPS) e índices de posición b) longitudinal (ILON) y c) latitudinal (ILAT) hasta el trimestre MJJ 2018 (círculos negros). Los círculos blancos indican las anomalías mensuales en el periodo enero 2014 – setiembre 2018.

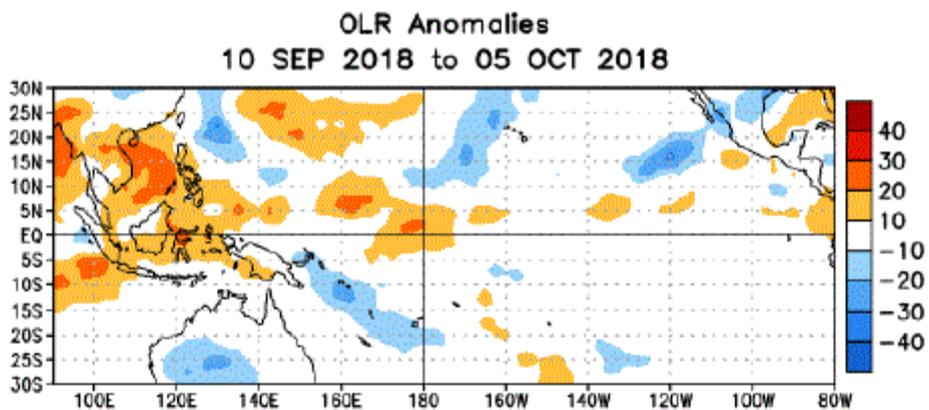


Figura 4. Anomalías del promedio de la radiación de onda larga emitida (OLR, por sus siglas en inglés) (W/m^2) durante el mes de setiembre de 2018. Las anomalías de OLR se calculan como desviaciones de los penta-promedios del período base de 1981-2010.

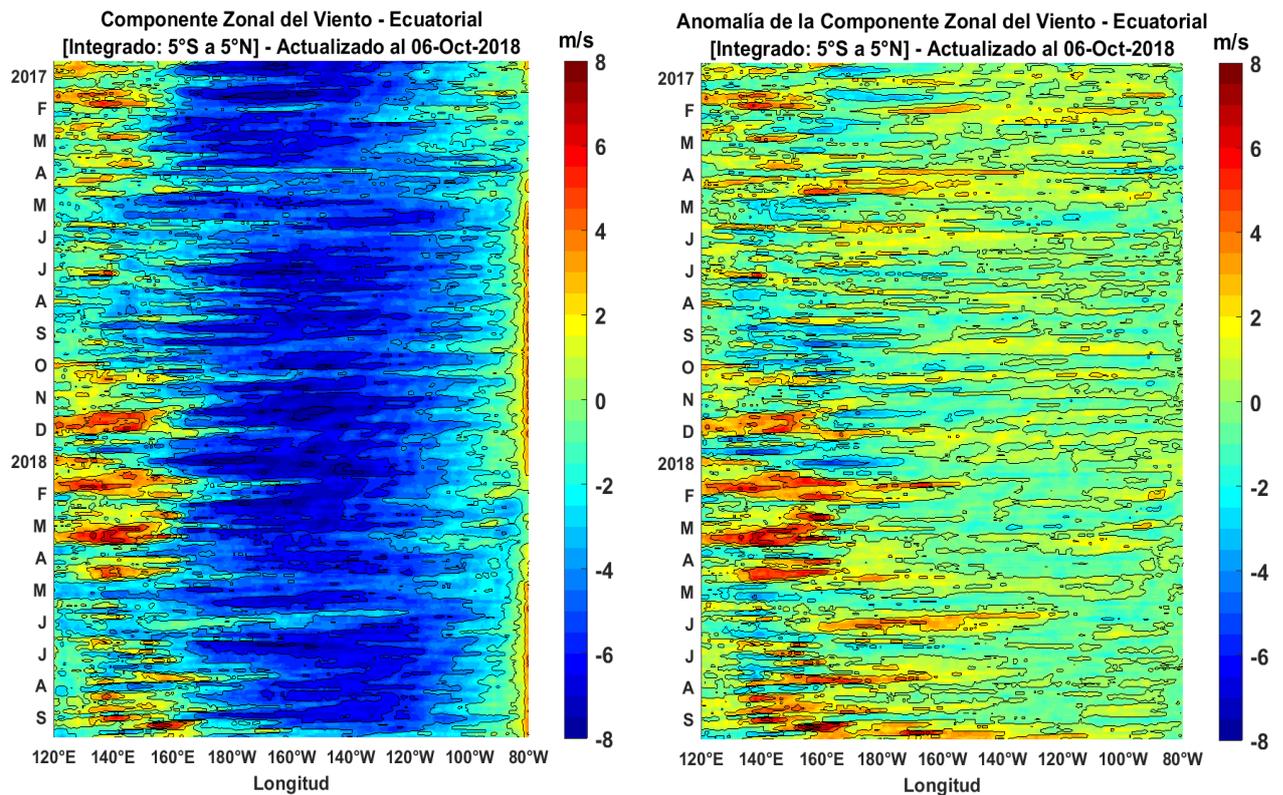


Figura 5. Viento satelital (integrado en el Ecuador): a) Componente zonal del viento (m/s), b) Anomalía de la componente zonal del viento (m/s), durante el último año (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 06/10/2018.

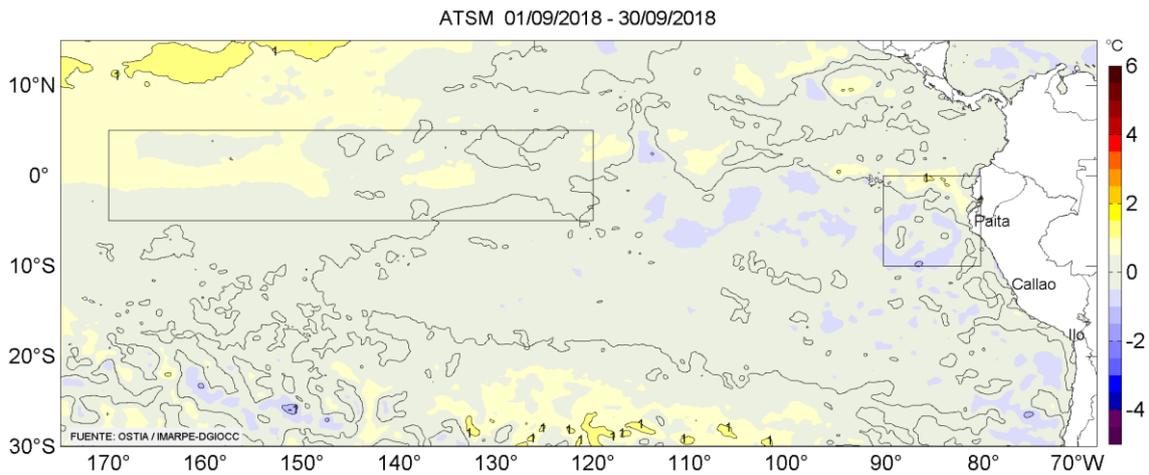


Figura 6. Anomalías promedio de la temperatura superficial del mar (°C) para el mes de setiembre 2018. Fuente: PODAAC/OSTIA, Procesamiento: IMARPE.

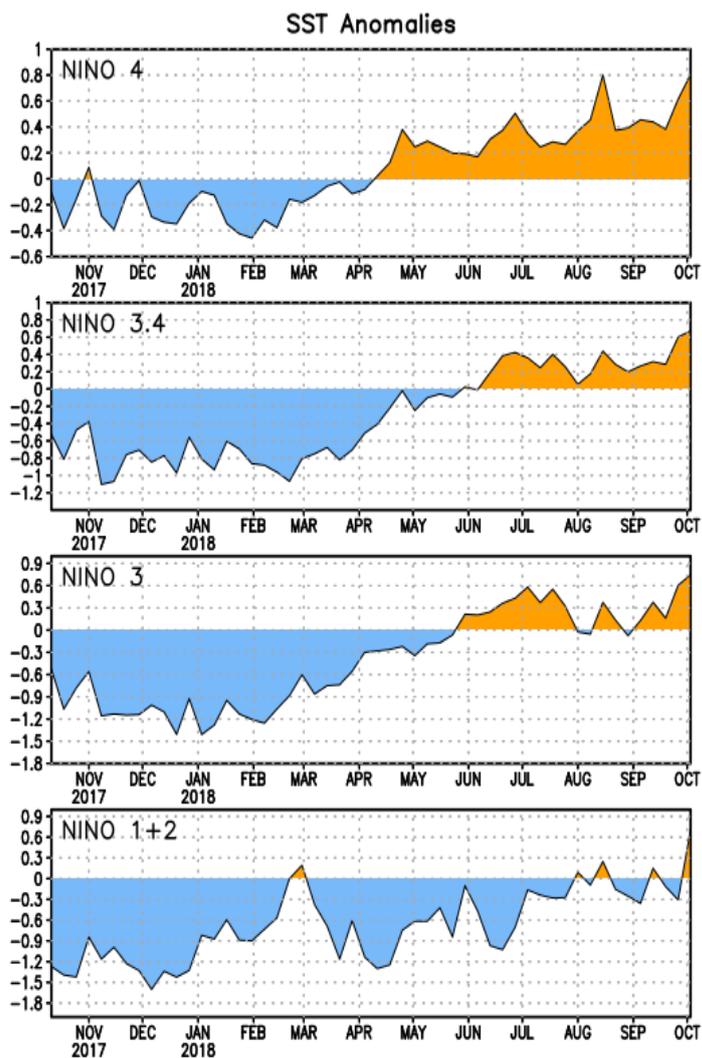


Figura 7. Anomalías semanales promedio de la temperatura superficial del mar (°C) durante un año, hasta fines de setiembre del 2018. Fuente CPC/NOAA.

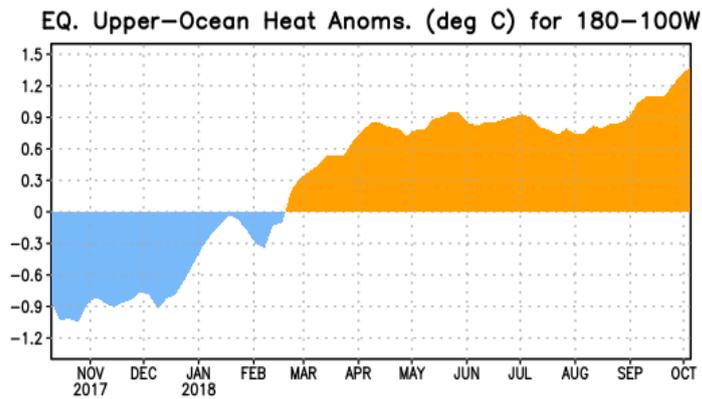


Figura 8. Anomalías del contenido de calor (en °C) en el área promediada del Pacífico ecuatorial (5°N-5°S, 180°-100°W). Las anomalías en el contenido calórico son calculadas como las desviaciones de los promedios por pentadas del período base de 1981-2010. Fuente CPC/NOAA.

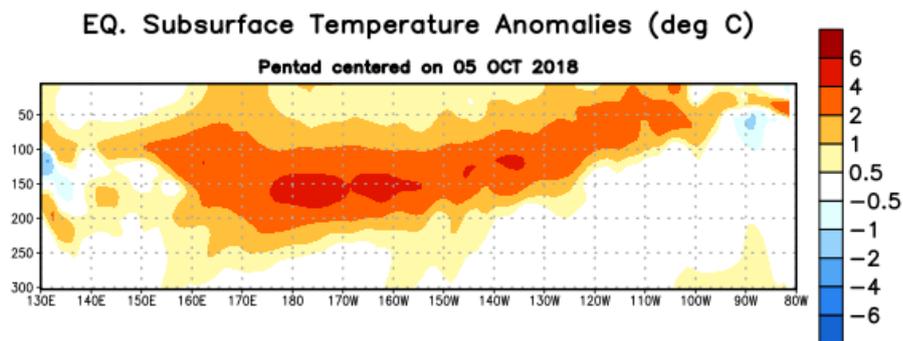


Figura 9: Anomalías de temperatura (en °C) en un transecto de profundidad-longitudinal (0-300 m) en la parte superior del océano Pacífico ecuatorial, centradas en la semana del 05 de octubre de 2018. Las anomalías son promediadas entre 5°N-5°S. Las anomalías son variaciones a partir de los promedios por pentadas durante el periodo base de 1981-2010. Fuente CPC/NOAA.

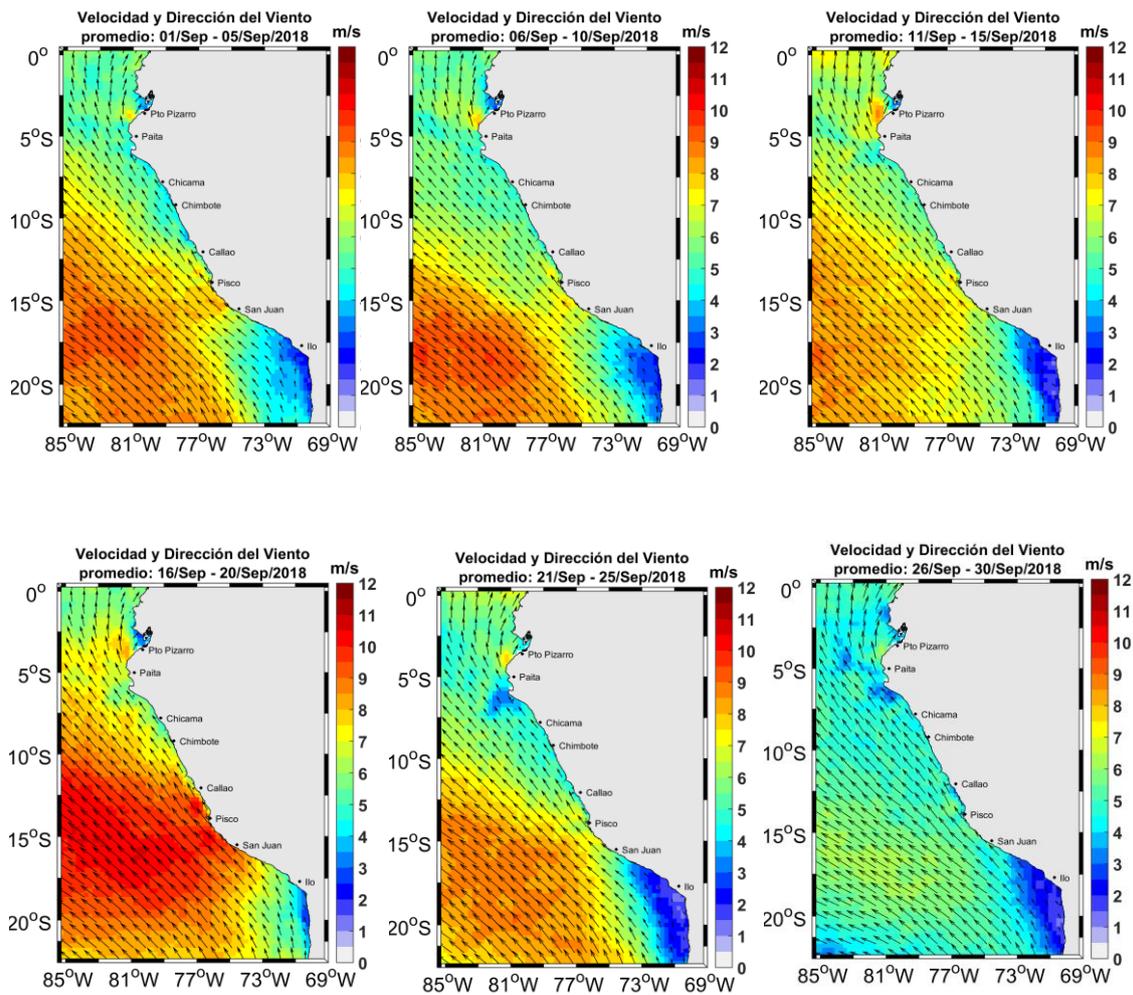


Figura 10. Mapas de la velocidad del viento frente a la costa peruana, durante el mes de setiembre del 2018 (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidrofísica Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 06/10/2018.

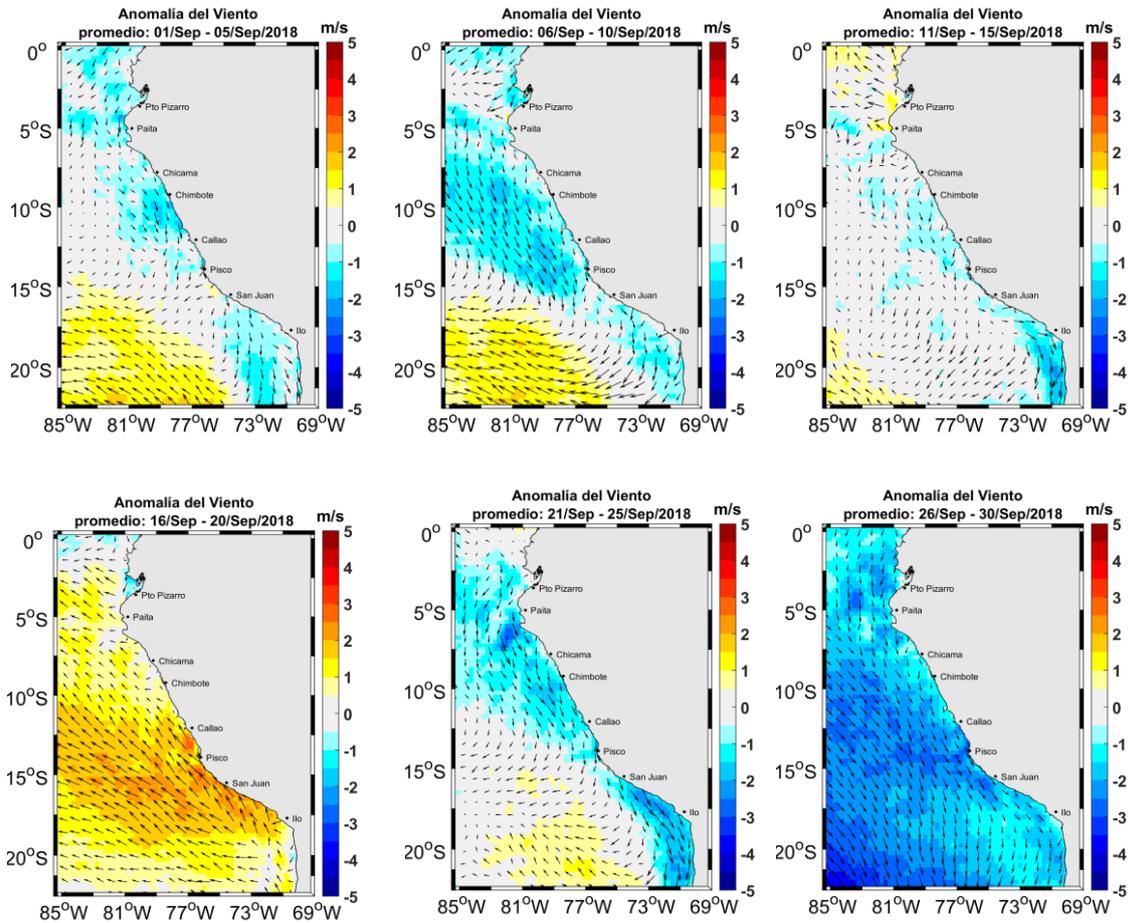


Figura 11. Mapas de anomalía de la velocidad del viento frente a la costa peruana, durante el mes de junio del 2018 (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 06/10/2018.

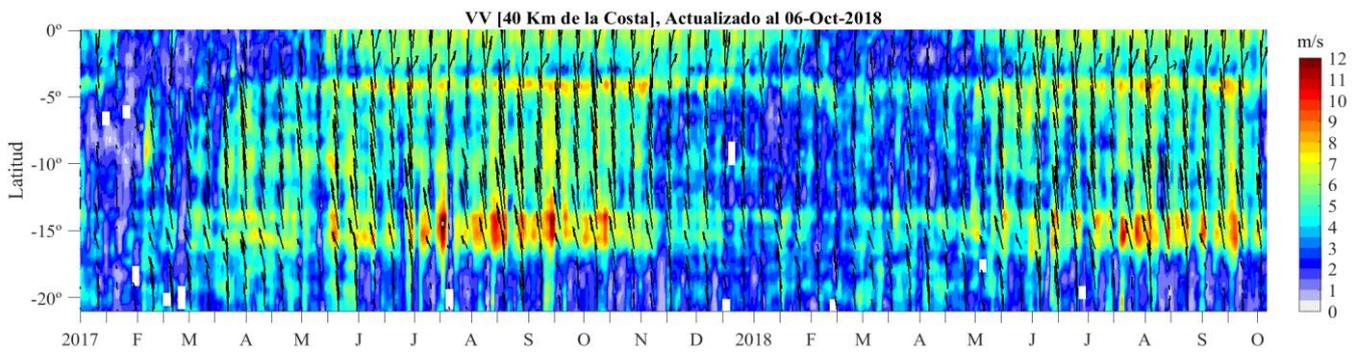


Figura 12. Diagrama Hovmöller de la velocidad del viento a lo largo de la costa peruana (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 06/10/2018.

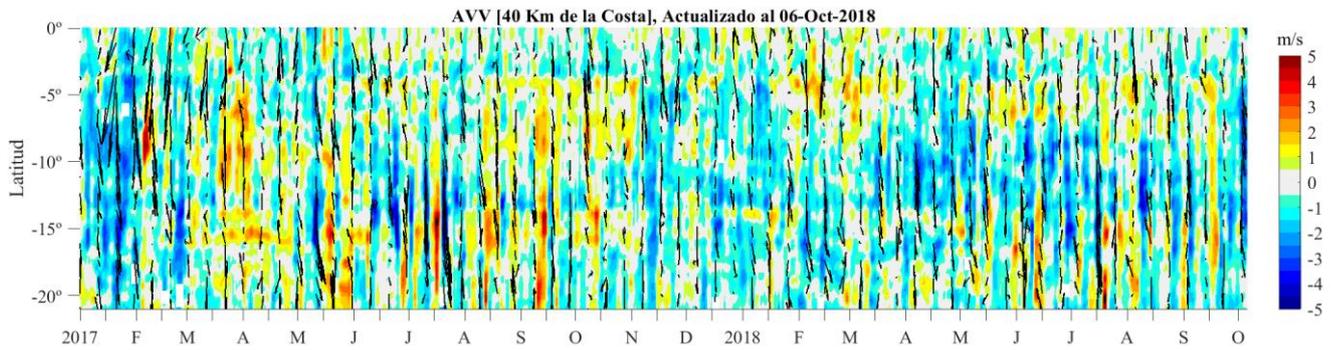


Figura 13. Diagrama Hovmöller de la anomalía del viento a lo largo de la costa peruana meses (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 06/10/2018.

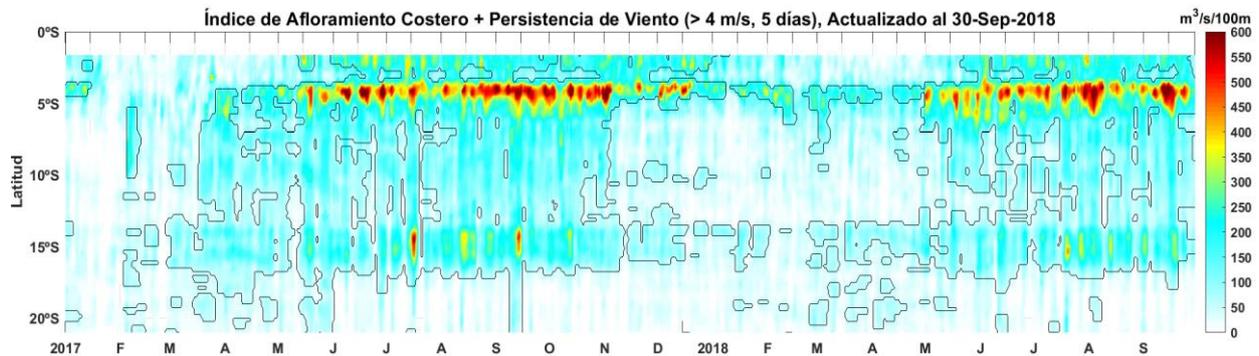


Figura 14. Diagrama de Hovmöller del índice de afloramiento costero ($\text{m}^3/\text{s} \times 100\text{m}$), calculado a partir del viento satelital ASCAT a 40 Km frente a la costa del Perú. Los contornos señalan la persistencia del afloramiento bajo condiciones de velocidad junio a 4 m/s durante 5 días o más. Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE. Actualizada hasta el 06/10/2018.

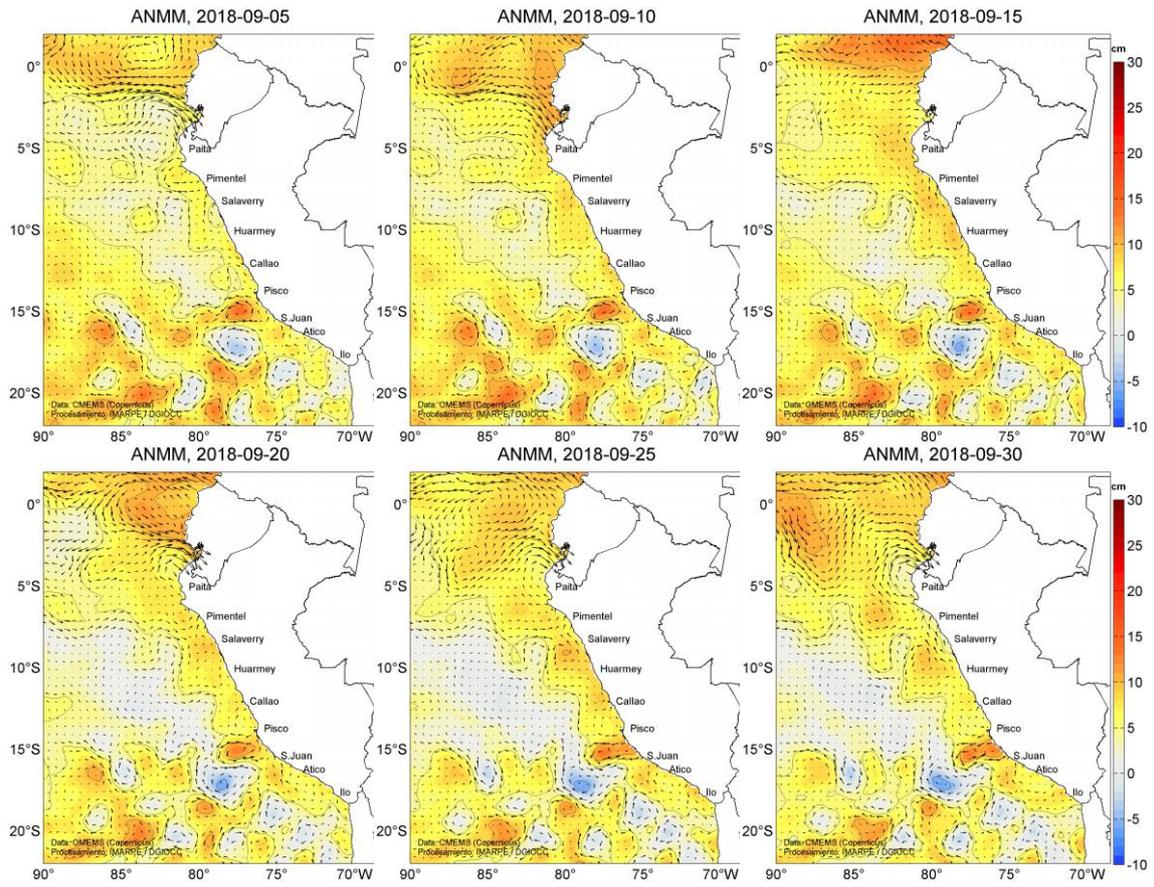


Figura 15. Anomalia de altura del nivel medio del mar (cm) y corrientes geostróficas, cada cinco días para el mes de setiembre de 2018. Fuente: CMEMS, Procesamiento: MARPE.

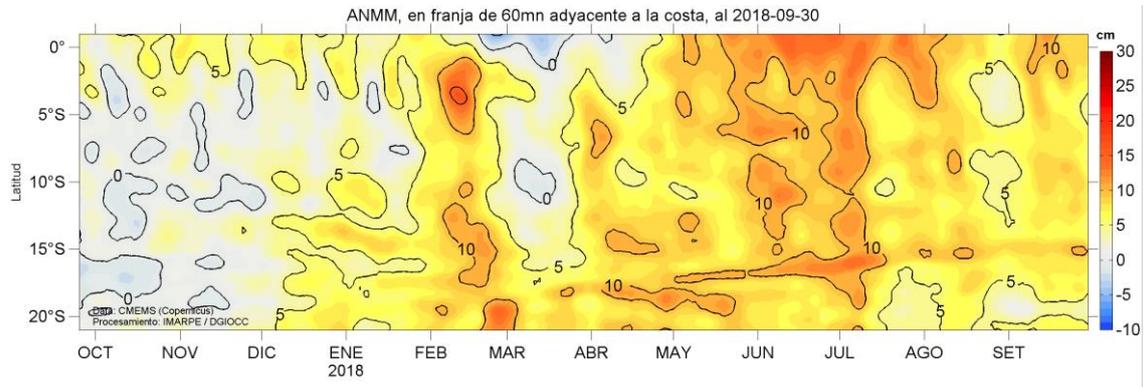


Figura 16. Diagrama Hovmöller de las anomalías del nivel medio del mar (cm), durante un año hasta el 30 de setiembre del 2018, para la franja de 60mn adyacente a la costa. Fuente: CMEMS, Procesamiento IMARPE.

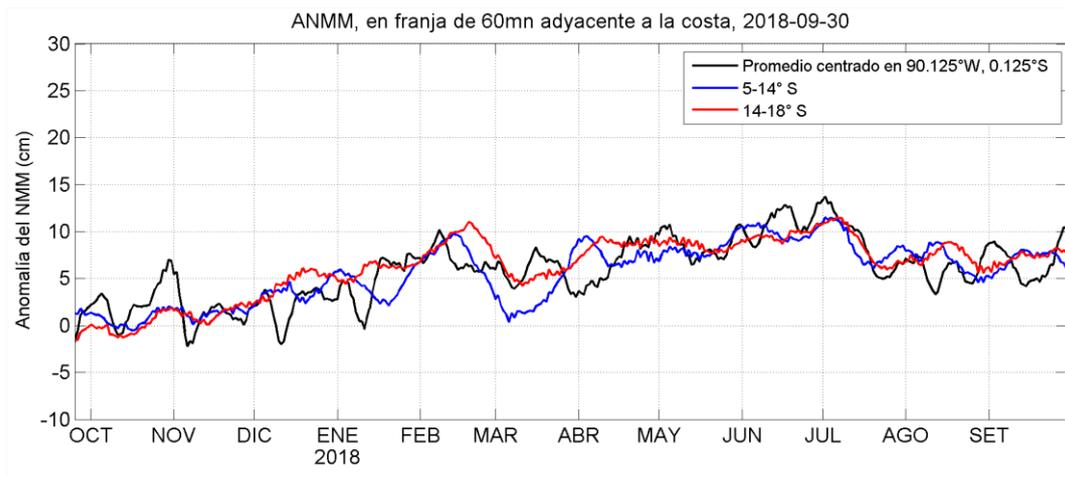


Figura 17. Variación temporal de la ANMM, dentro de las 60 mn de la costa y en la zona de Galápagos, durante un año hasta el 30 de setiembre del 2018. Fuente: CMEMS, Procesamiento: IMARPE.

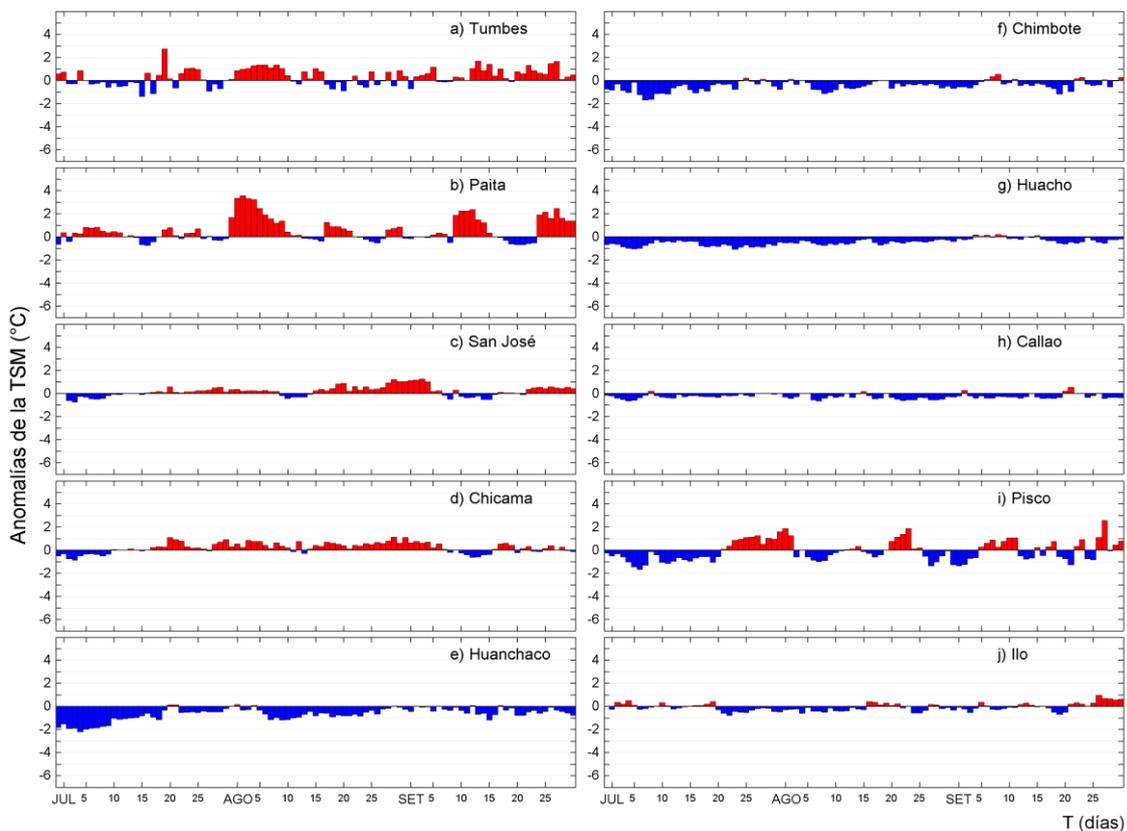


Figura 18. Series temporales del promedio diario de las anomalías de la temperatura superficial del mar ($^{\circ}\text{C}$) en la red de estaciones costeras de IMARPE durante el último trimestre. Datos y procesamiento: IMARPE.

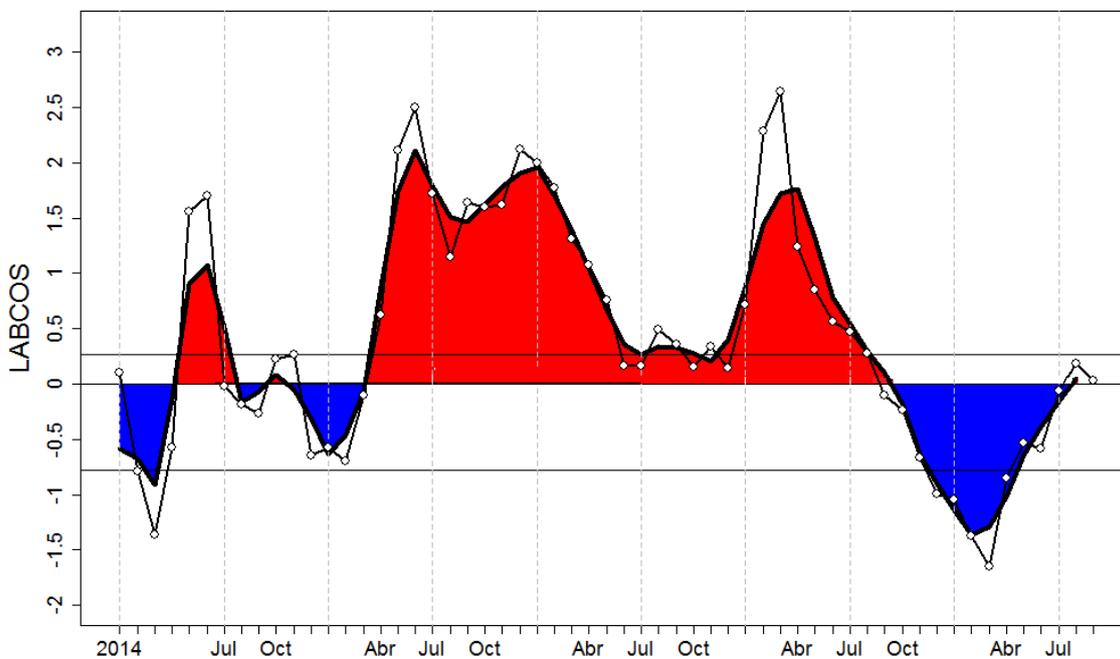


Figura 19. Índice LABCOS (área sombreada) y valor mensual (círculos); periodo enero 2014 - setiembre 2018. Datos: IMARPE, DHN; procesamiento: IMARPE

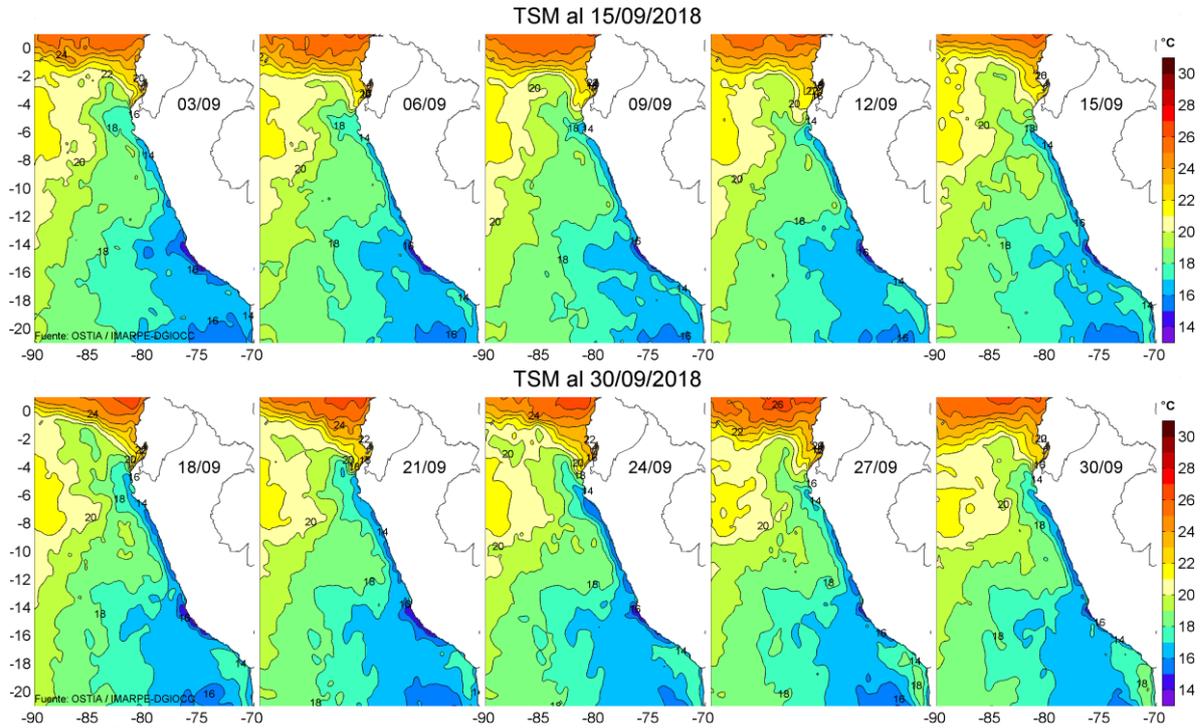


Figura 20. Temperatura superficial del agua (°C) en el mar peruano, cada tres días durante setiembre del 2018. Fuente PODAAC/OSTIA, Procesamiento: IMARPE.

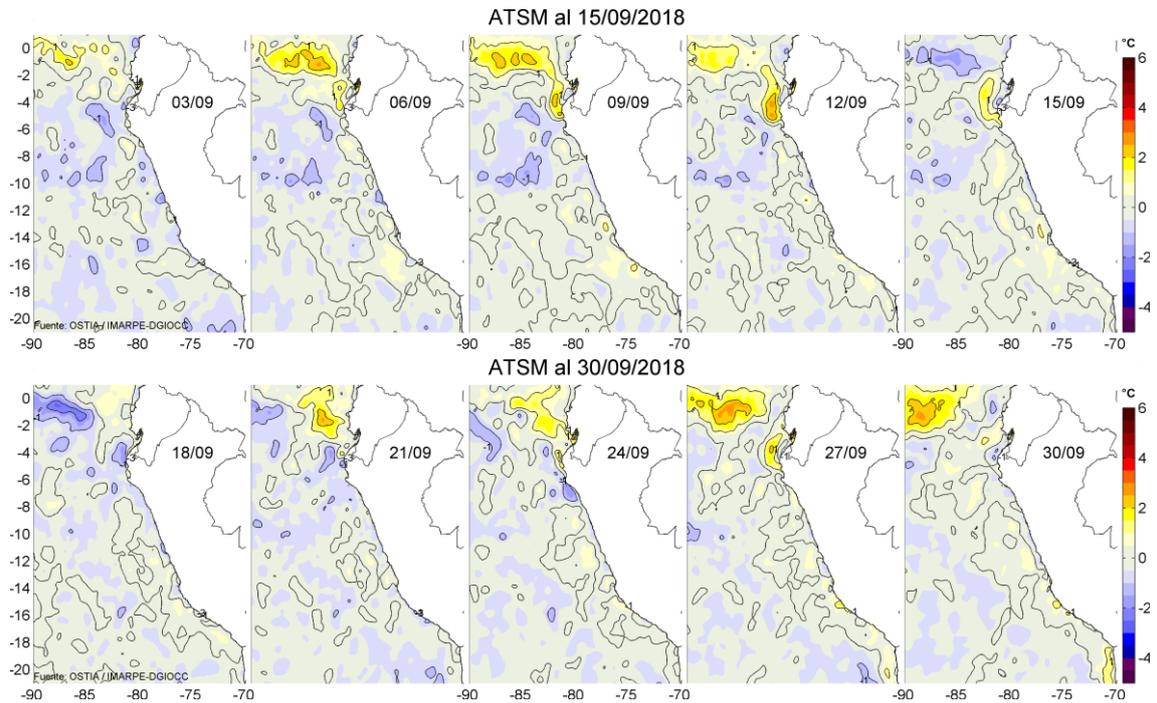


Figura 21. Anomalías de temperatura superficial del mar (ATSM) frente a Perú, cada tres días durante setiembre del 2018, (periodo climatológico 2007-2016). Fuente: PODAAC/OSTIA, Procesamiento: IMARPE.

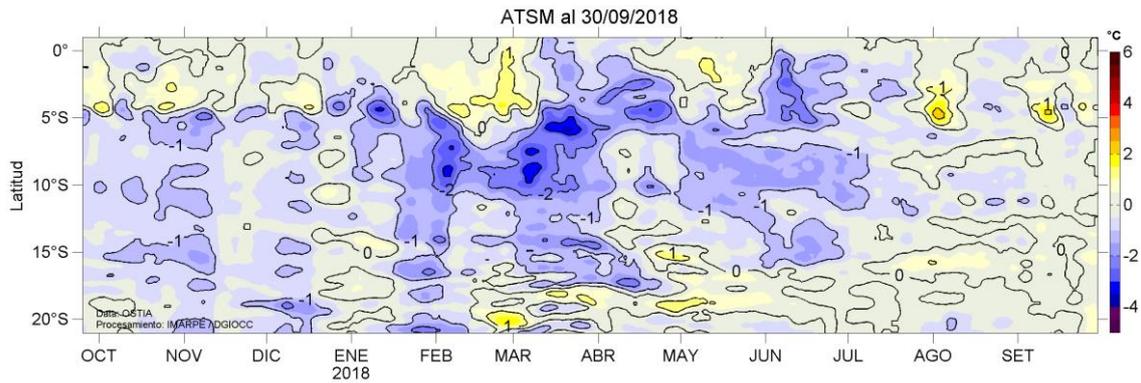


Figura 22. Evolución de las anomalías de temperatura superficial del mar (ATSM), dentro de las 60 mn de la costa, durante un año hasta el 30 de setiembre del 2018, (periodo climatológico 2007-2016). Fuente: PODAAC/OSTIA, Procesamiento: IMARPE.

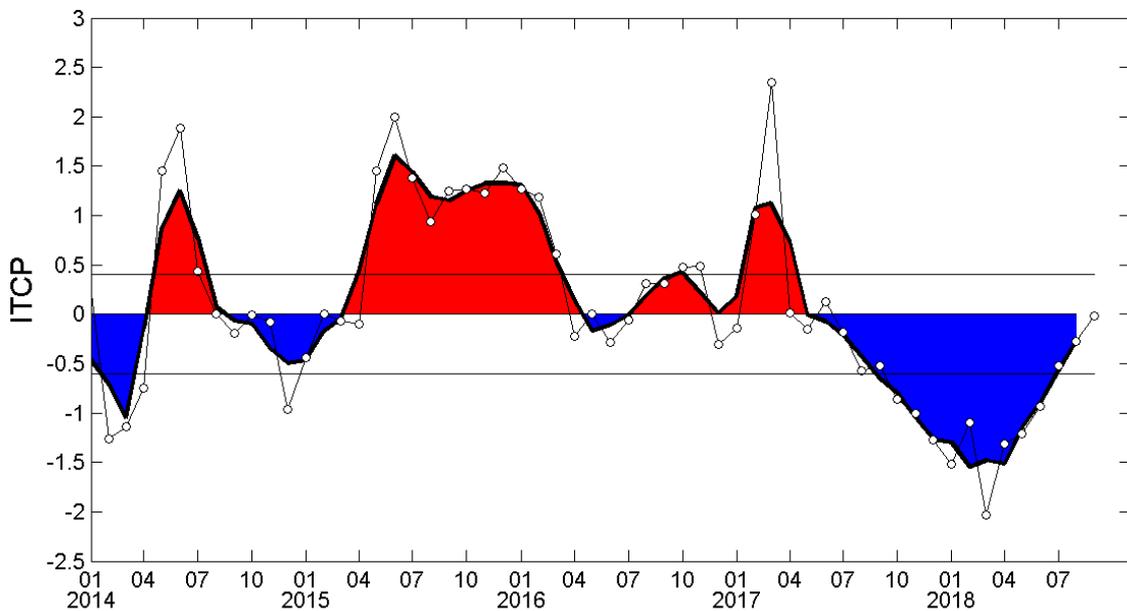


Figura 23. Variación temporal del ITCP hasta el trimestre JAS 2018. La variación temporal del ITCP trimestral (área sombreada) y la serie de tiempo mensual del primer componente principal de la ATSM (círculo blanco). Fuente: IMARPE.

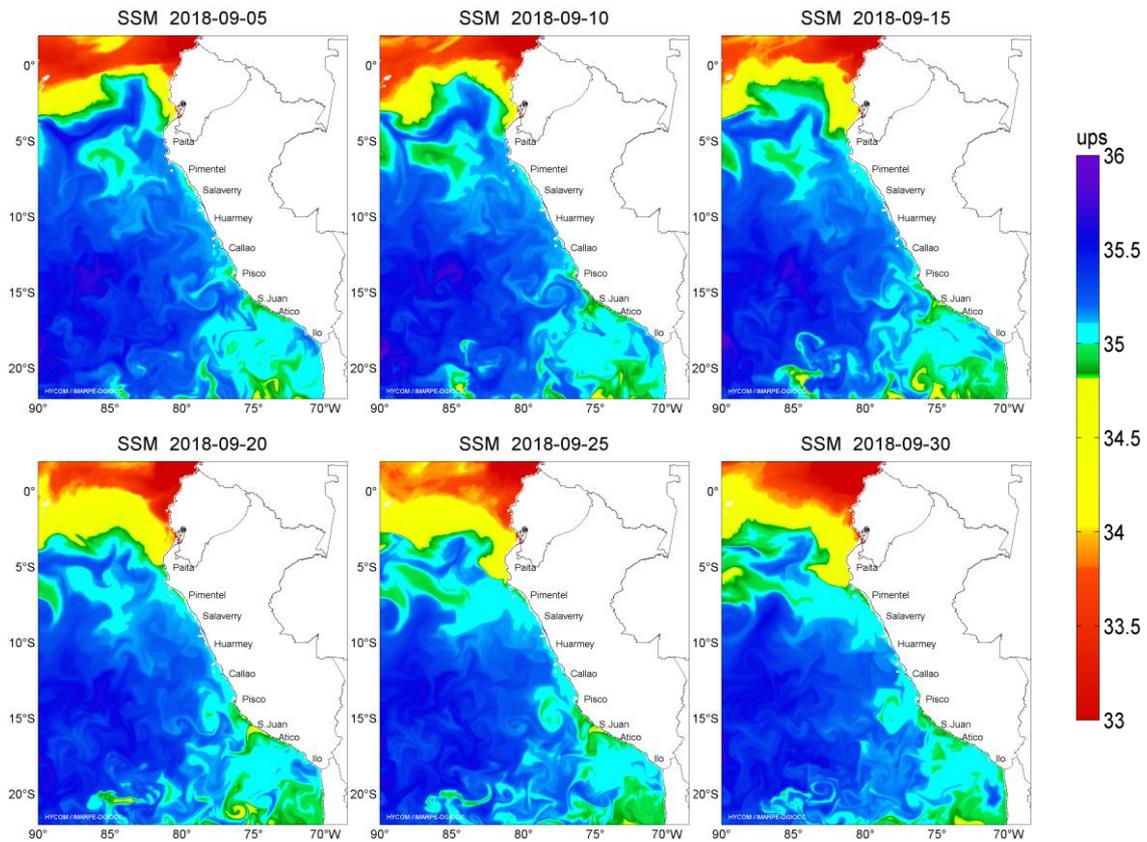


Figura 24. Distribución espacial de salinidad superficial del mar (SSM), durante los días 05, 10, 15, 20, 25 y 31 de setiembre del 2018. Fuente: HYCOM, Procesamiento: DGIOCC-IMARPE.

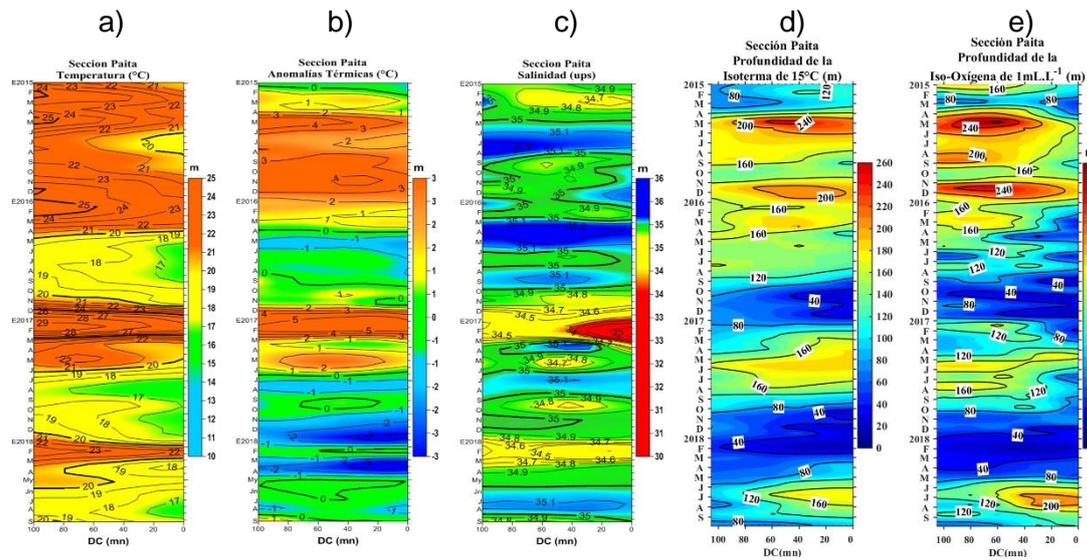


Figura 25. Diagrama Hovmöller de a) TSM, b) ATSM, c) SSM, d) Profundidad de la isoterma de 15°C (m) y e) Profundidad de la iso-oxigena de 1 mL.L⁻¹ (m) de las secciones verticales frente a Paita, registrado desde enero del 2015 hasta setiembre del 2018.

SECCIÓN PAITA (26-27 setiembre del 2018)

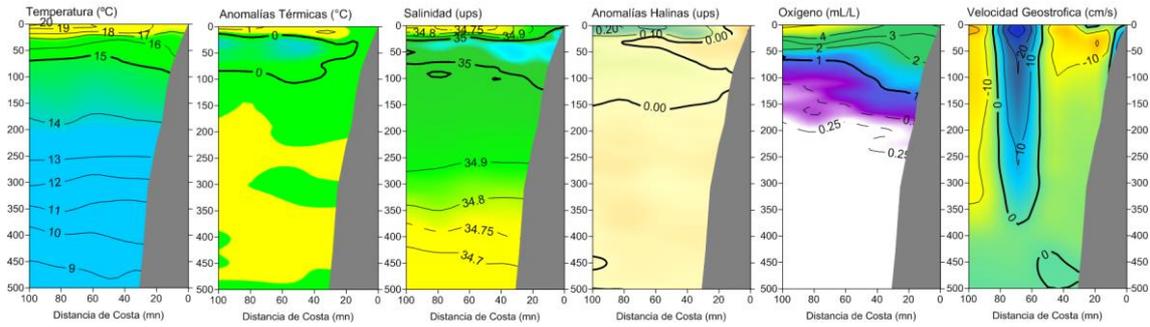


Figura 26. Distribución vertical de: a) temperatura (°C), b) anomalía de temperatura (°C), c) salinidad (ups), d) anomalía de salinidad (ups), e) oxígeno (mL.L⁻¹) y f) velocidad geostrofica (cm/s) frente a Paita, realizada durante el 26 y 27 de setiembre de 2018. Fuente: IMARPE.

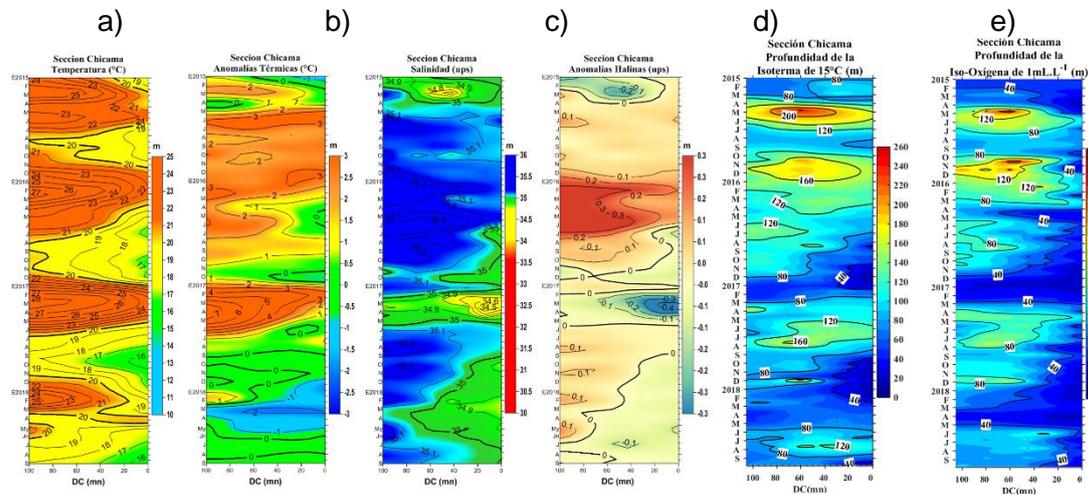


Figura 27. Diagrama Hovmöller de a) TSM, b) ATSM, c) SSM, d) Profundidad de la isoterma de 15°C (m) y e) Profundidad de la iso-oxigena de 1 mL.L⁻¹ (m) de las secciones verticales frente a Chicama, registrado desde enero del 2015 hasta setiembre de 2018.

SECCIÓN CHICAMA (24-25 setiembre 2018)

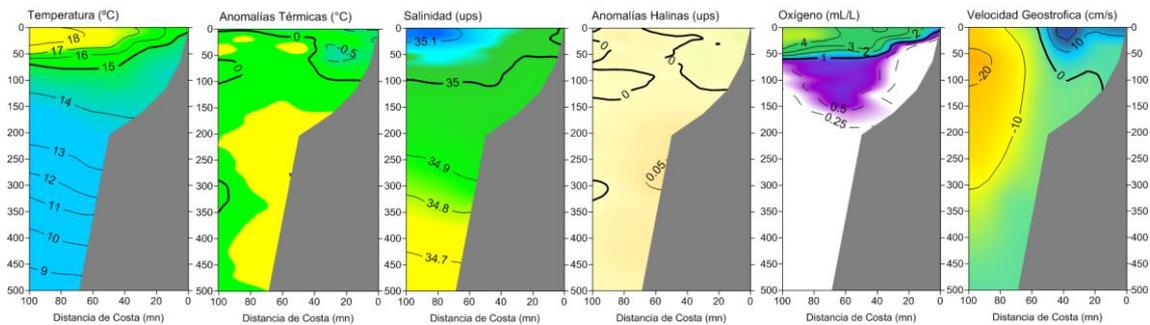


Figura 28. Distribución vertical de: a) Temperatura superficial del mar (°C), b) Anomalía de temperatura superficial del mar (°C), c) Salinidad superficial del mar (ups), d) Anomalía de salinidad superficial del mar (ups), e) Oxígeno (mL.L⁻¹) y f) Velocidad geostrofica (cm/s) frente a Chicama, realizada durante el 24 y 25 de setiembre de 2018. Fuente: IMARPE.

Temperatura de los Puntos Fijos (°C)

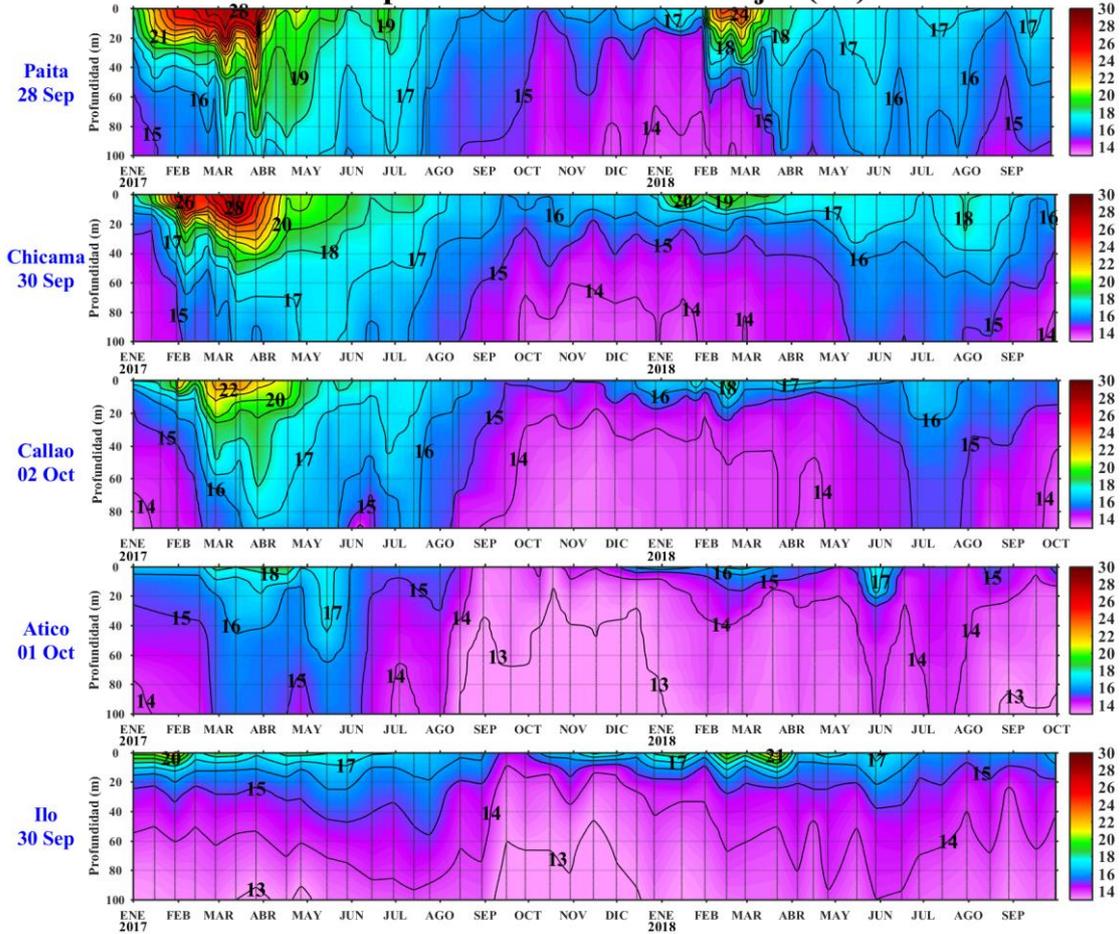


Figura 29. Series de tiempo de la estructura térmica (°C) en las estaciones fijas de: a) Paíta, b) Chicama, c) Callao, d) Atico, e) Ilo de enero de 2017 a setiembre-octubre de 2018.

Anomalia Térmica en los Puntos Fijos (°C)

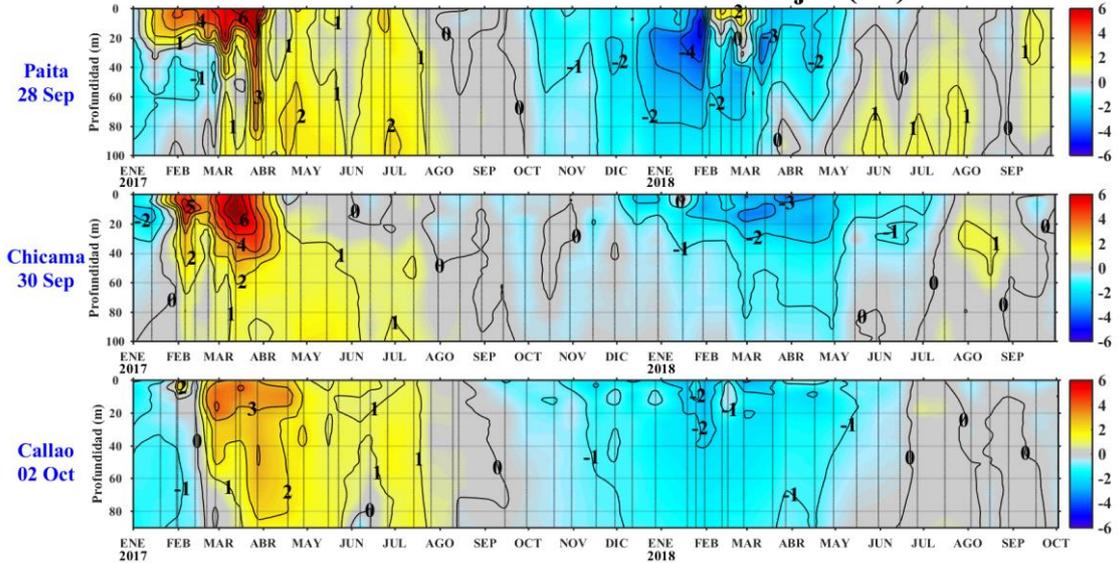


Figura 30. Series de tiempo de la anomalía térmica (°C) en las estaciones fijas de: a) Paíta, b) Chicama, c) Callao, d) Atico, e) Ilo de enero de 2017 a setiembre-octubre de 2018.

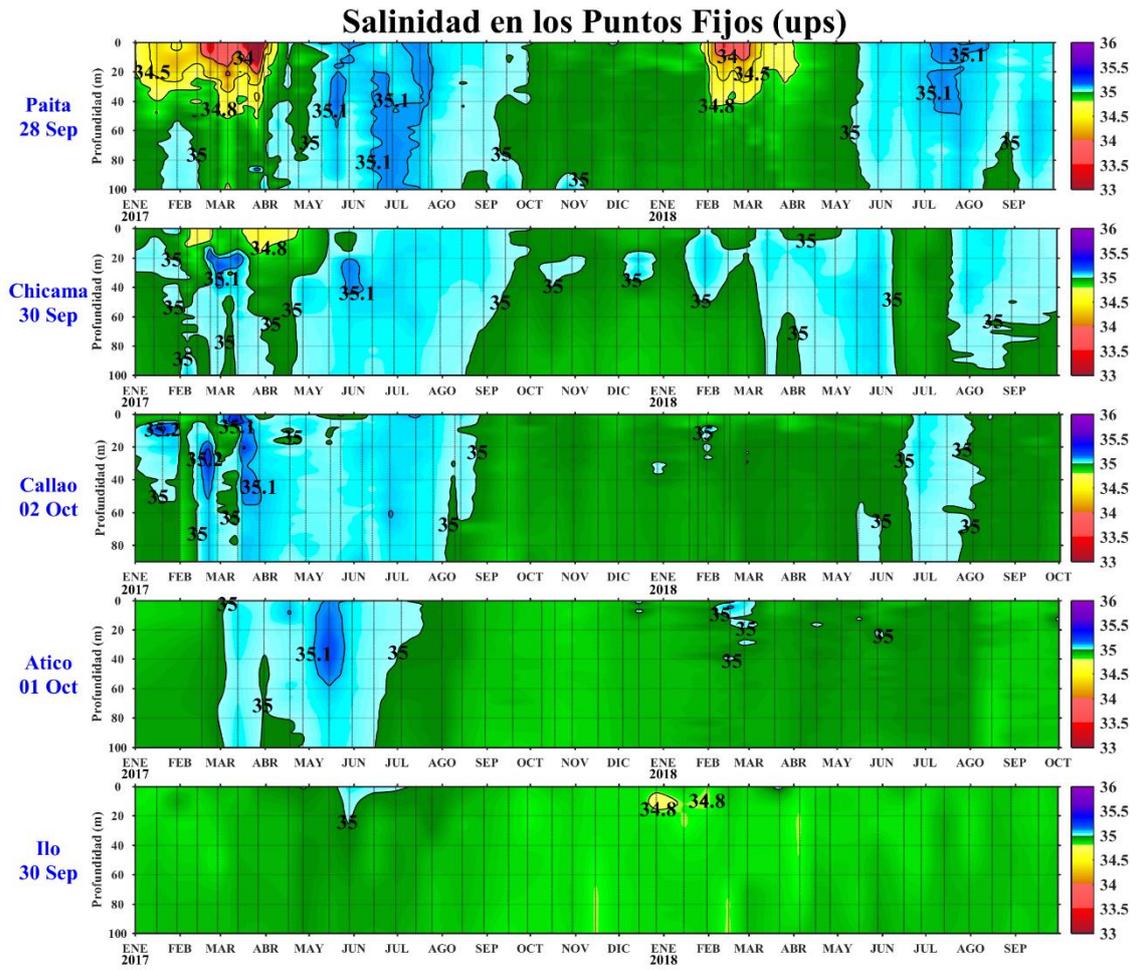


Figura 31. Series de tiempo de la salinidad del agua de mar (ups) en los Punto Fijos de Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo de enero de 2017 a setiembre-octubre de 2018.

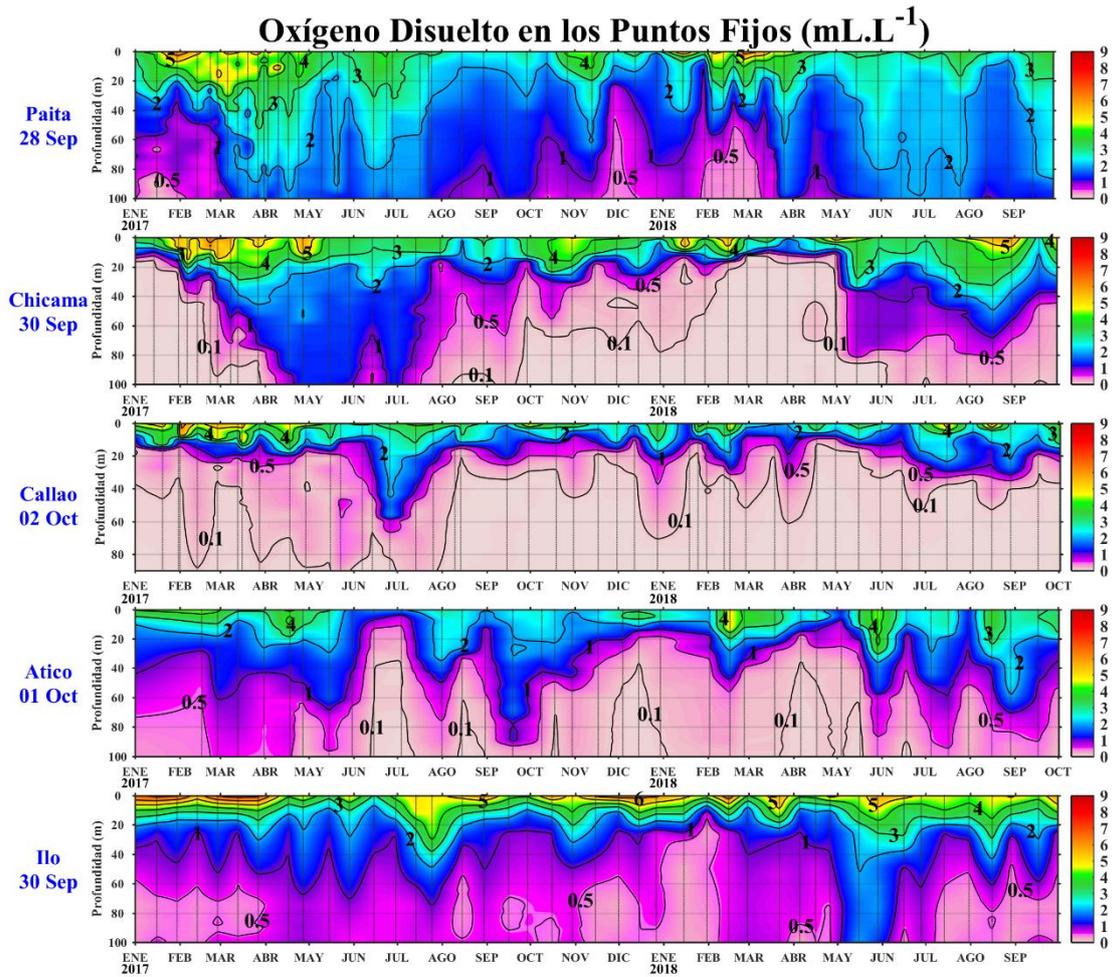


Figura 32. Series de tiempo de la concentración de oxígeno disuelto (mL.L⁻¹) en las estaciones fijas de Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo de enero de 2017 a setiembre-octubre de 2018.

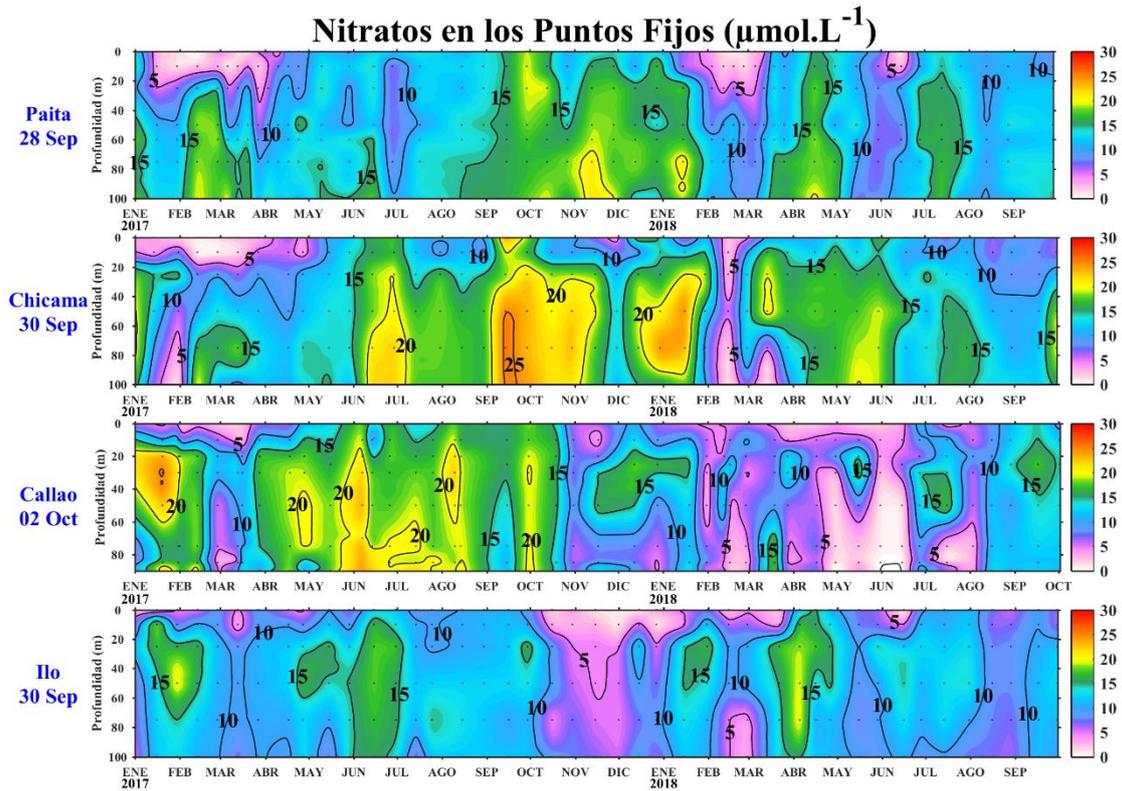


Figura 33. Concentración de nitratos en $\mu\text{mol L}^{-1}$ en los puntos fijos Paita, Chicama, Callao e Ilo de IMARPE entre enero 2017 a setiembre 2018.

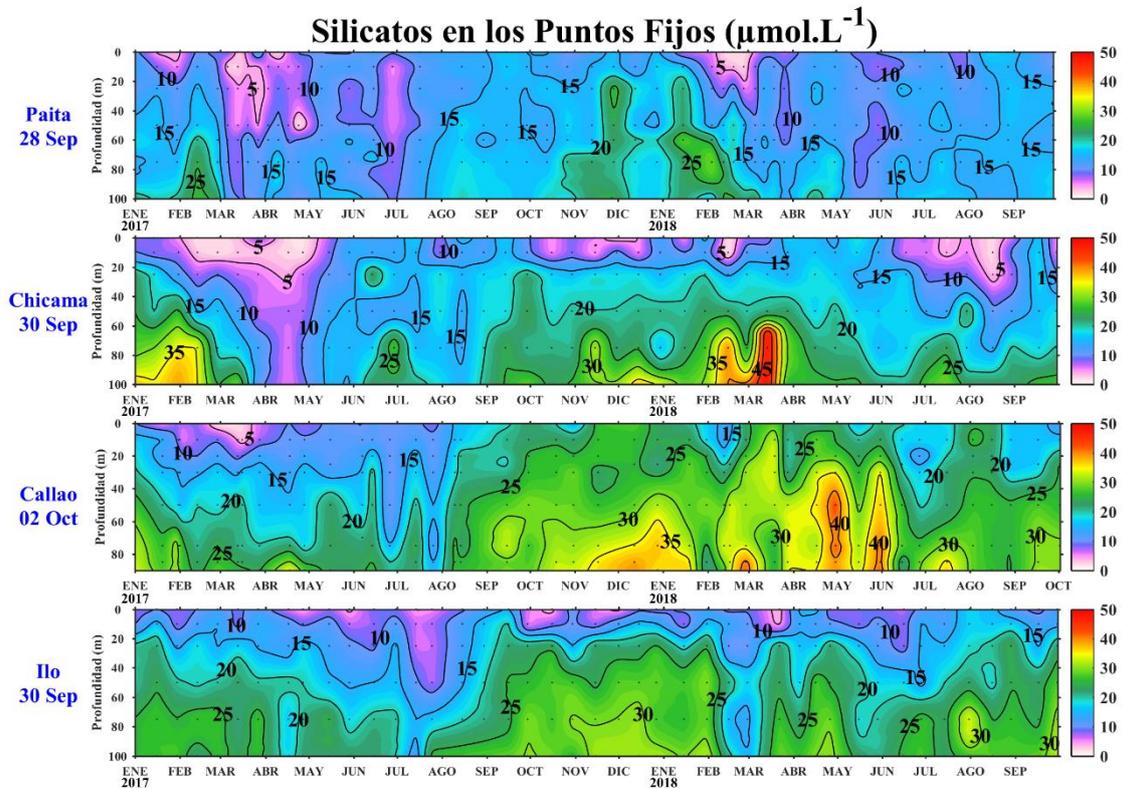


Figura 34. Concentración de silicatos en $\mu\text{mol L}^{-1}$ en los puntos fijos Paita, Chicama, Callao e Ilo de IMARPE entre enero 2017 a setiembre 2018.

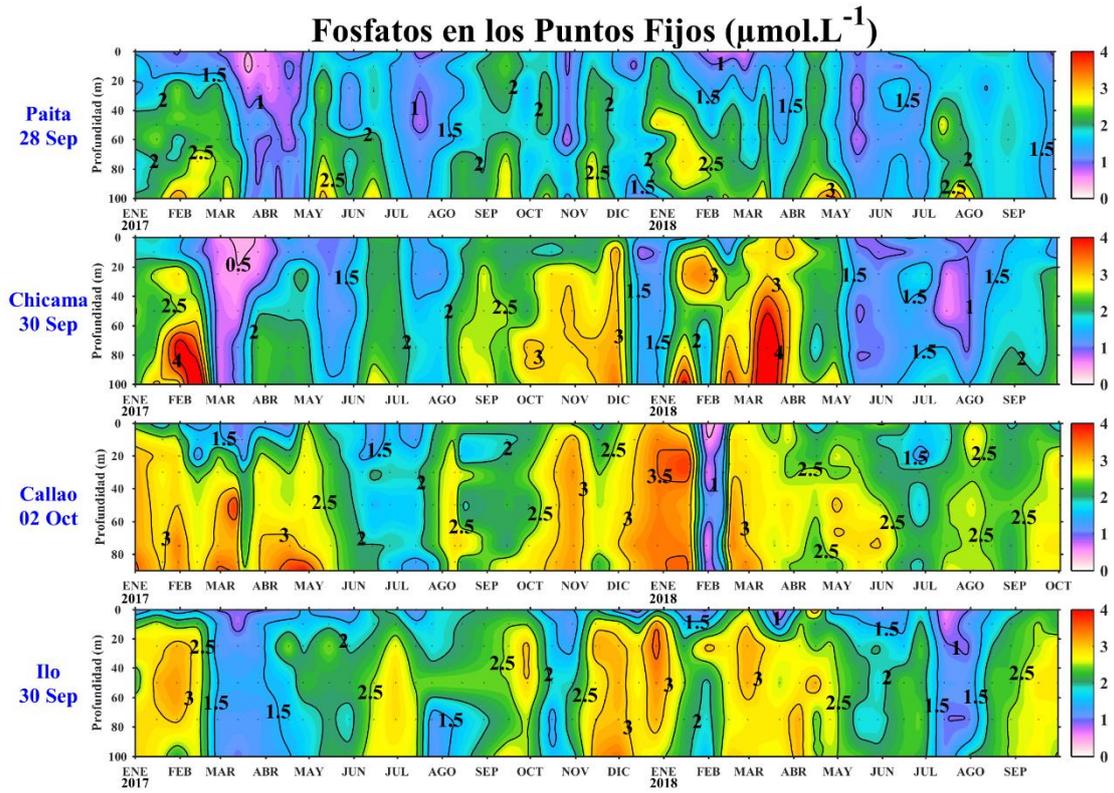


Figura 35. Concentración de fosfatos en $\mu\text{mol L}^{-1}$ en los puntos fijos Paita, Chicama, Callao e Ilo de IMARPE entre enero 2017 a setiembre 2018.

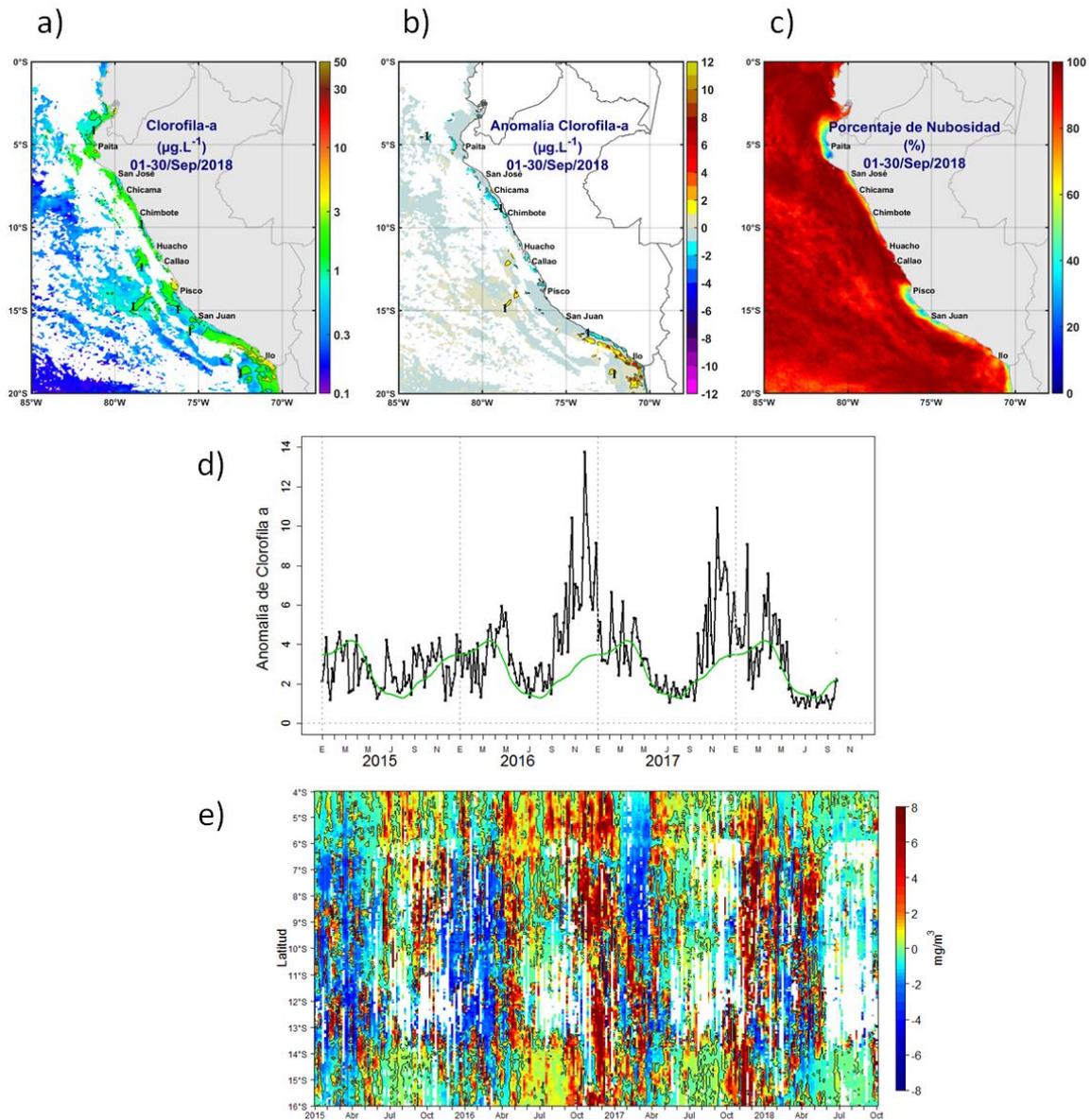


Figura 36. Mapa de la concentración (a) y anomalía (b) de Clorofila-a satelital proveniente de MODIS-AQUA, VIIRS-SNPP durante setiembre 2018. Número de días con nubes en (c). Serie de tiempo (d) para 4°S-16°S y dentro de los 100 km de la costa, de las concentraciones de clorofila-a satelital (línea negra) y su climatología (línea verde) proveniente de MODIS (en $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$); y (e) Diagrama Hovmöller de las anomalías de clorofila-a con respecto a la latitud.

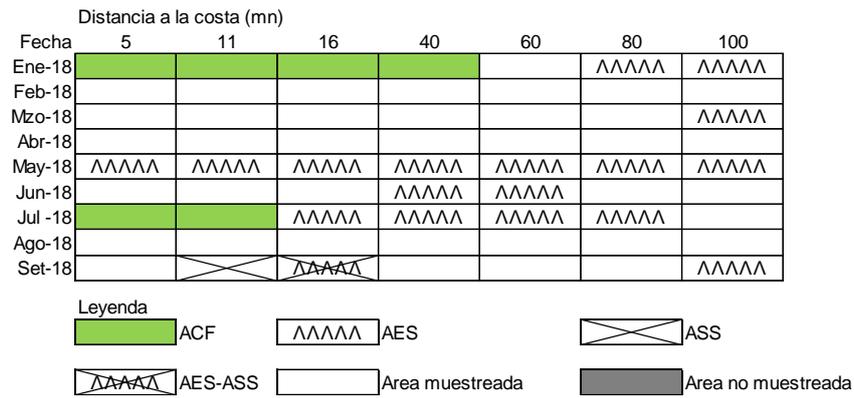


Figura 37. Distribución de indicadores biológicos de fitoplancton en la sección Paita 1809.

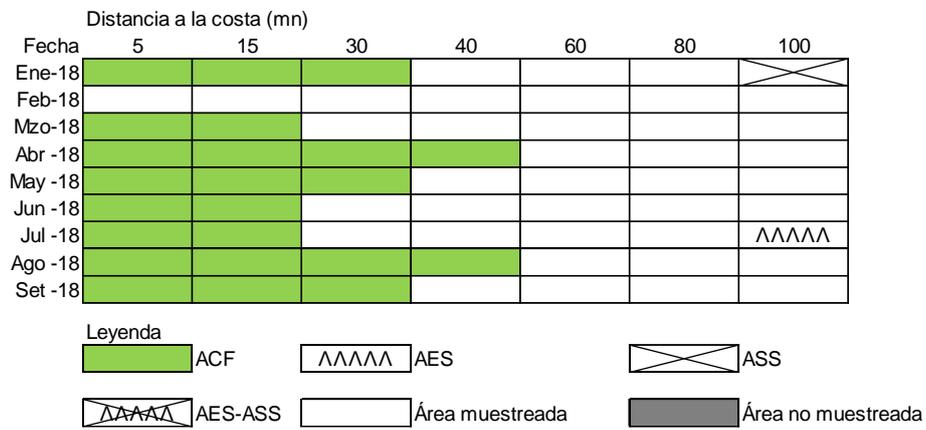


Figura 38. Distribución de indicadores biológicos de fitoplancton en la sección Chicama 1809.

Chicama
Distancia a la costa (mn)

Fecha	5	15	30	40	60	80	100
26 y 27 de Enero 2018				X	X	X	X
21 y 22 de Febrero 2018			X		X	X	X
21 de Marzo 2018			X	X	X		
24 y 25 de Abril del 2018		X			X		
30 y 31 de Mayo del 2018		X	X	X		X	~~~~~
22 de Junio del 2018	X			X	X	X	~~~~~
22 y 23 de Julio del 2018	X	X		X		~~~~~	~~~~~
04 de Setiembre del 2018					X		

Aguas Costeras Frías (ACF)



Aguas Subtropicales Superficiales (ASS)



Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES)



Area muestreada



Area no muestreada



Figura 39. Distribución de Indicadores biológicos de zooplancton en la sección Chicama 1809.

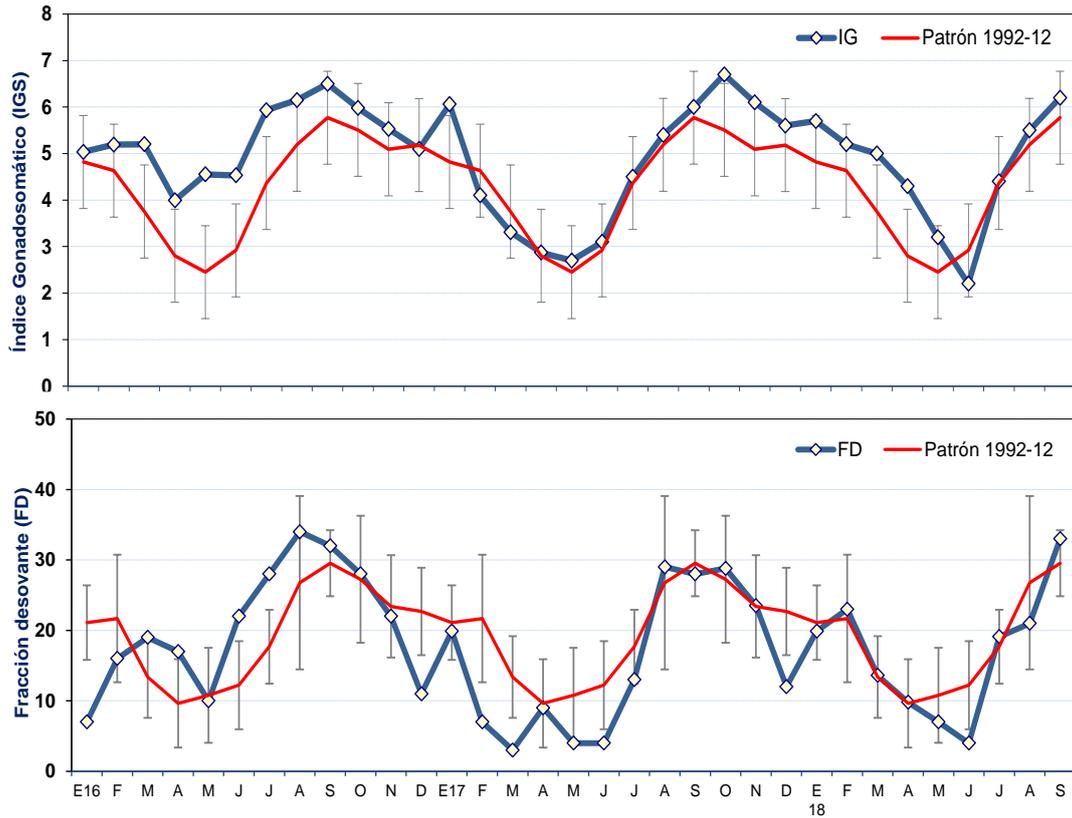


Figura 40. Indicadores reproductivos, a) Índice Gonadosomático (IGS), b) Fracción Desovante (FD), del stock norte – centro de anchoveta. Serie mensual: enero 2017 – setiembre 2018. Fuente: LBR/AFIRNP/DGIRP/IMARPE.



Figura 41. Especies asociadas a las capturas de la flota de cerco artesanal y menor escala dirigida a la anchoveta durante setiembre del 2018. Fuente: PBP/AFDPERP/DGIRP/IMARPE

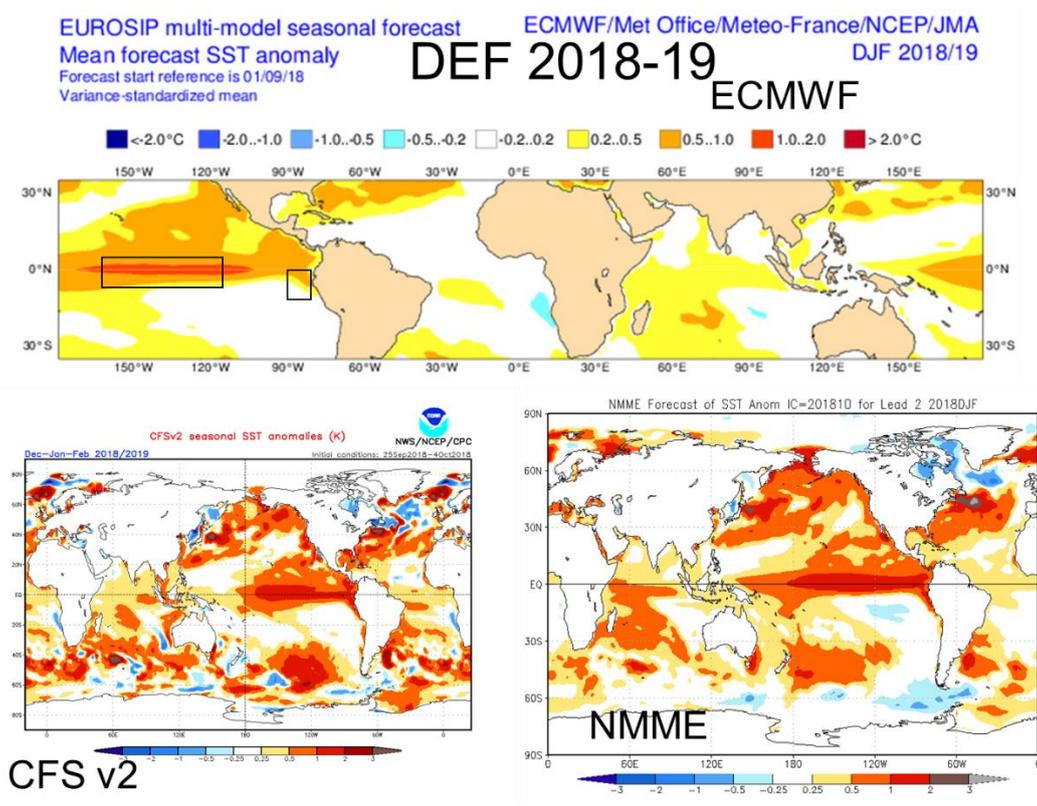


Figura 42. Pronóstico de la SST para el trimestre DEF 2018-2019 del modelo ECMWF (condiciones iniciales setiembre 2018), CFSv2 (condiciones iniciales setiembre 2018), y NMME (condiciones iniciales setiembre 2018). Los recuadros indican la región El Niño 3.4 y 1+2. Fuente: IRI/CPC.

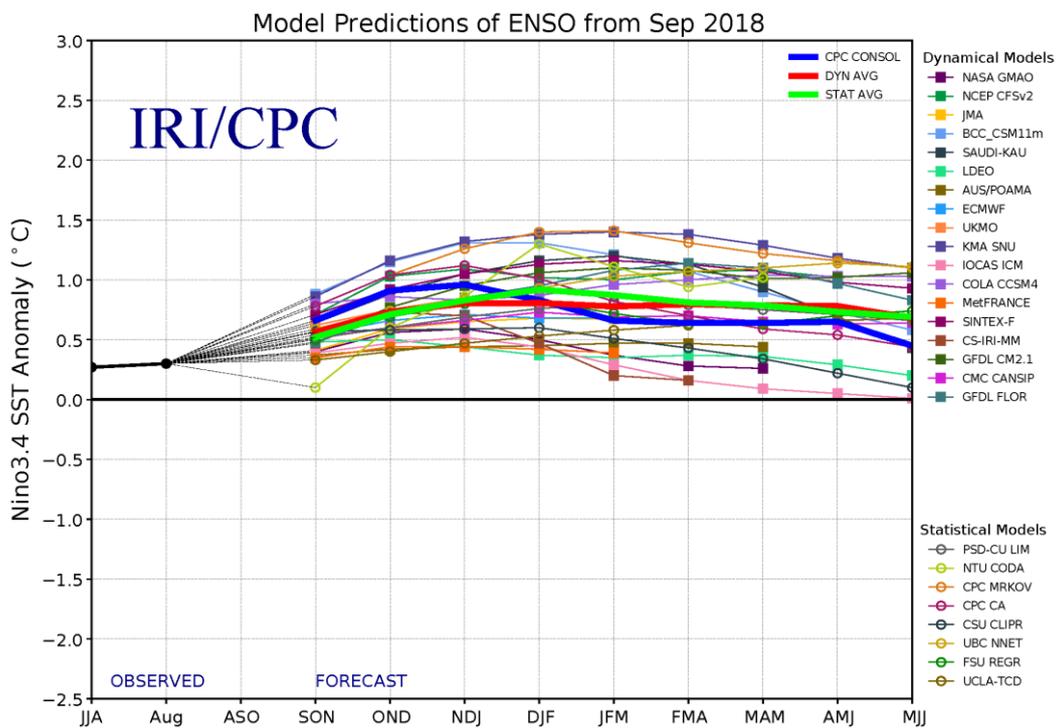


Figura 43. Pronóstico del índice Niño 3.4 mediante modelos climáticos estadístico y dinámico. Fuente: IRI/CPC, setiembre 2018.

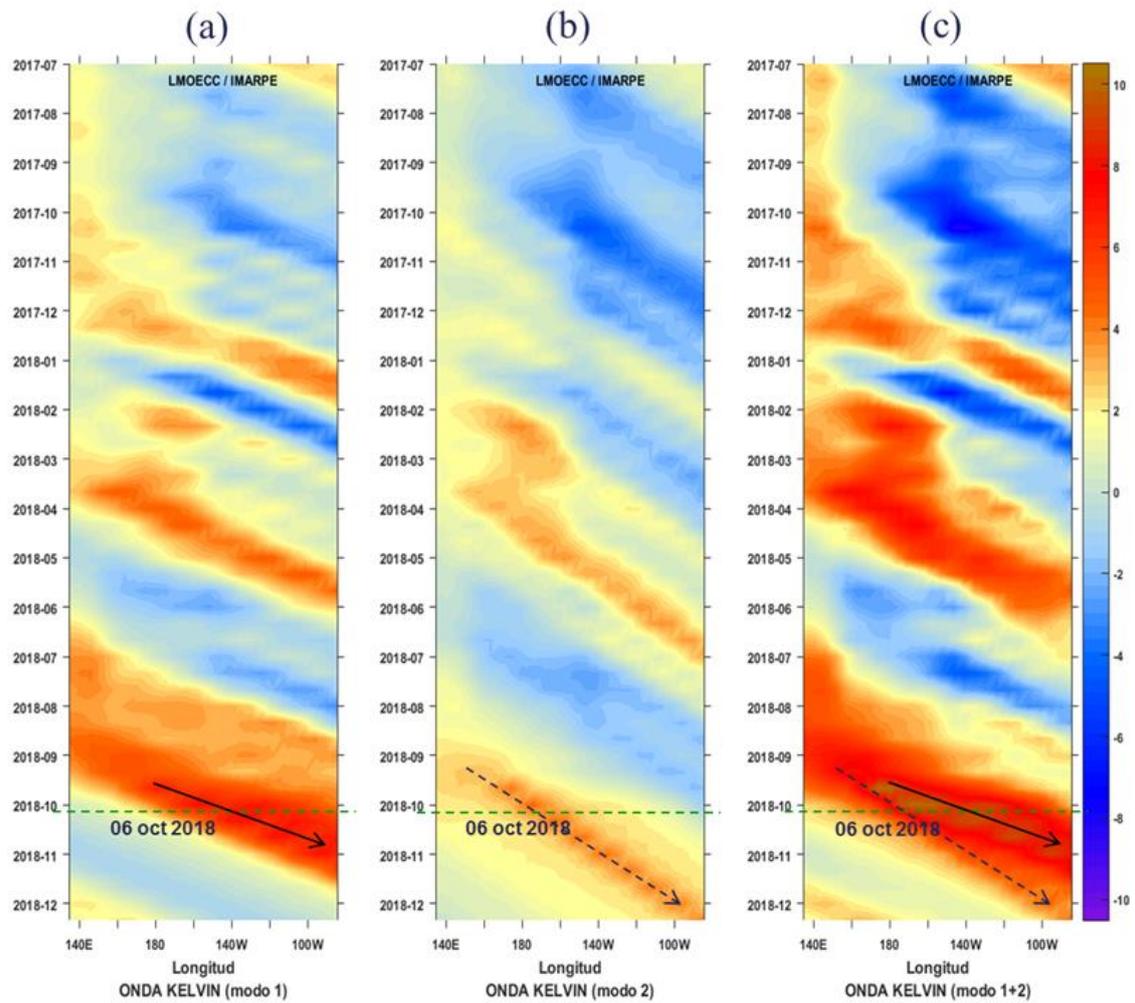


Figura 44. Diagrama Hovmöller longitud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacífico ecuatorial (0°N): (a) Modo 1, (b) Modo 2, (c) Modos 1+2. La línea discontinua horizontal, en verde, indica el inicio del pronóstico sin el forzante de vientos. Fuente: IMARPE, forzado con vientos de NCEP (Figuras a-c).

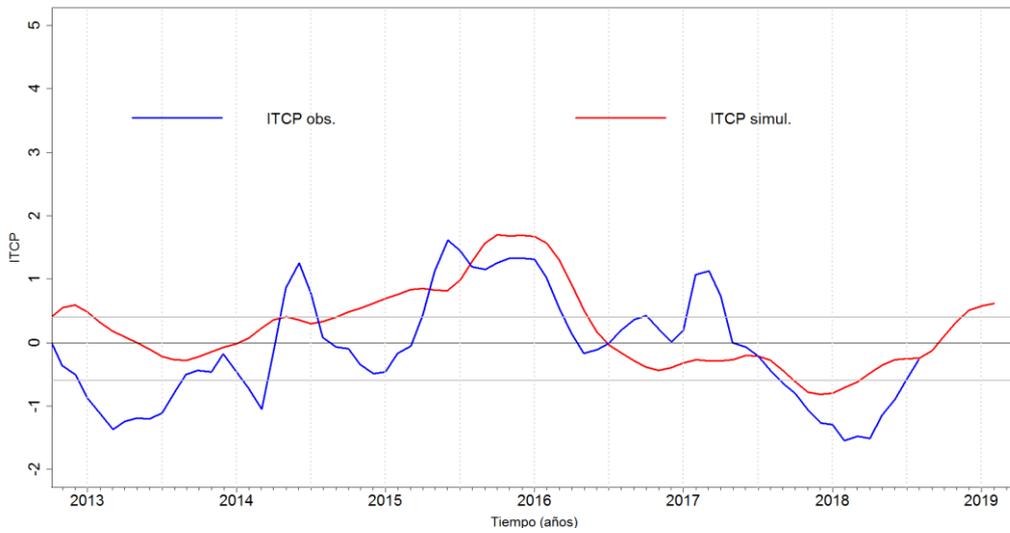


Figura 45. Pronóstico del ITCP mediante un modelo acoplado océano-atmósfera de complejidad intermedia. Fuente: IMARPE.

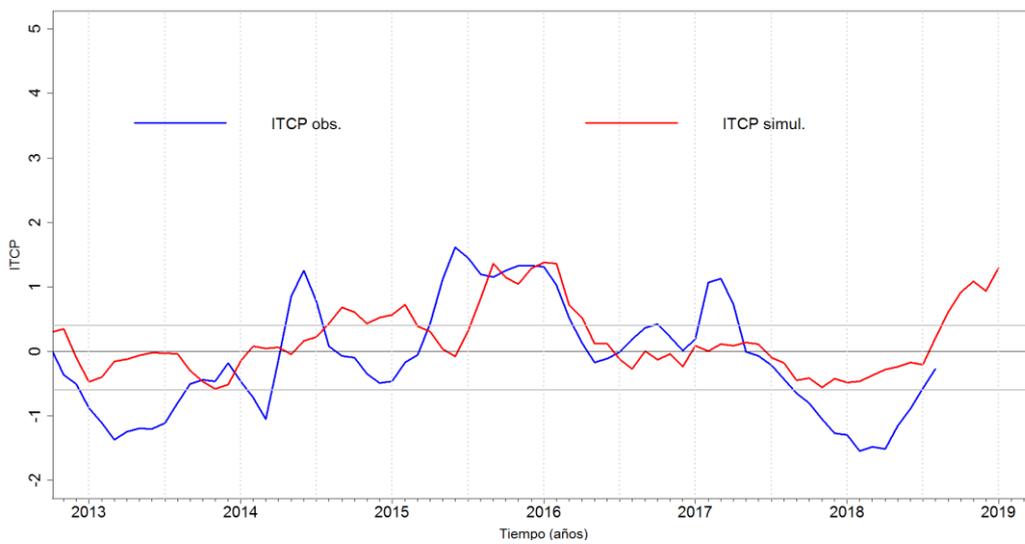


Figura 46. Pronóstico del ITCP mediante un modelo estadístico. Fuente: IMARPE.