



PERÚ

Ministerio
de la Producción



IMARPE
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

Programa Presupuestal por Resultados N°068

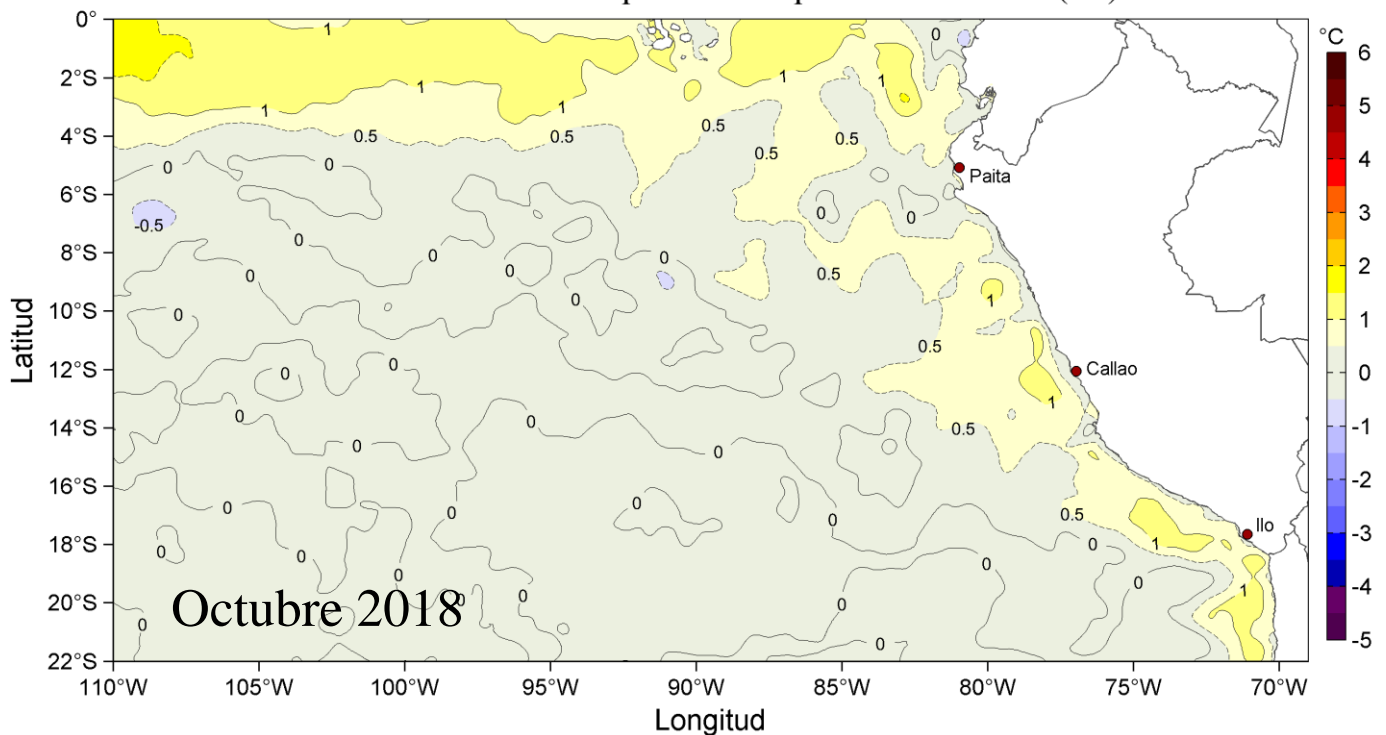
“Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de emergencias por Desastres”

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)



Octubre, 2018

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ
GRUPO DE TRABAJO INSTITUCIONAL EL NIÑO

Informe de las Condiciones Oceanográficas y Biológico Pesqueras
Octubre 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
Octubre 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 promedio de presión a nivel del mar del 1 al 31 de octubre usando datos de reanálisis NCEP/NOAA (Kalnay et al. 1996). Se observó que el Anticiclón del Pacífico Sur (APS) presentó un núcleo centrado en los 90°W, 30°S con una intensidad máxima de ~1024 hPa, encontrándose desplazado al noreste de su posición normal y con una intensidad alrededor de su valor climatológico (Figuras 1 y 2). Así mismo, se observaron anomalías positivas de presión en el Pacífico occidental y oriental, con un núcleo de +1,0 hPa frente a la costa norte peruana, un núcleo de +6,0 hPa frente a la costa sur de Chile, y un núcleo de +7,0 hPa frente al continente australiano (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, neutro e intenso. 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 ASO 2018 el IAPS presentó un valor de -0,2 hPa, menor que su valor anterior (+0,1 hPa), indicando una condición neutra del APS. El valor mensual de la anomalía de la presión máxima en octubre fue de -0,2 hPa (Figura 3a). Los índices ILON e ILAT presentaron valores de +6,8 y +0,8 para el trimestre ASO, respectivamente. Los valores mensuales de las anomalías de posición longitudinal y latitudinal en octubre fueron de +6,0 y +1,8, respectivamente, confirmando que el APS estuvo ubicado al este de su posición habitual (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 Sureste y a lo largo de la línea ecuatorial hasta la línea de cambio de fecha. Al noreste de la línea ecuatorial 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°W hasta los 80°W la velocidad zonal se presentó dentro de su rango normal, mientras que al oeste de los 160°W, se presentaron anomalías del oeste con valores entre +1,0 m s⁻¹ y +5,0 m s⁻¹ (Figura 5).

1.2. Aspectos oceanográficos

1.2.1. Condiciones superficiales.

En el Pacífico ecuatorial las regiones Niño presentaron zonas de anomalías térmicas positivas en expansión. El promedio mensual mostró anomalías de temperatura superficial del mar (TSM) de +1°C, distribuidas ampliamente en las regiones Niño 3.4 y Niño 3, y en menor extensión en la región Niño 1+2 (Figura 6). En el último mes, la variación temporal de las anomalías de TSM continuó mostrando una tendencia ascendente en las regiones Niño 4, Niño 3.4 y Niño 3, mientras que en la región Niño 1+2, se observó una tendencia decreciente. El último valor semanal de octubre, para las regiones Niño 4, Niño 3.4, Niño 3 y Niño 1+2, fue de +1,1 °C, +1,2 °C, +0,9 °C y +0,2 °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 continuaron expandiéndose hasta presentar un promedio mensual de +1,58 °C (Figura 8). Esto también estuvo asociado a anomalías mayores a +2 °C encima de los 200 m, que al finalizar el mes se extendieron desde los 150 °E hasta los 80 °W (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 los días 11 y 15 (Figura 10). La velocidad presentó anomalías negativas durante los primeros 10 días, y luego condiciones entre neutras y de anomalías positivas hasta finales del mes ($\pm 1,0$ m s⁻¹) (Figura 11).

A lo largo de la franja costera (40 km a la costa), 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 del viento costero fluctuó entre anomalías negativas y condiciones neutras durante casi todo el mes de octubre (-2,0 m.s⁻¹ y +1,0 m.s⁻¹). En general, se observó una tendencia ascendente de las anomalías, pasando de negativas a valores cercanos a cero (Figura 13). Las máximas anomalías positivas se registraron entre los 05 °S y 06 °S.

El afloramiento costero se debilitó con respecto al mes anterior, con mayor persistencia entre 4 °S y 6 °S, así como entre 14 °S y 17 °S. En la primera zona (frente a Talara y Paita), el índice de afloramiento costero (IAC) fluctuó entre 350 m³ s⁻¹ 100m⁻¹ y 450 m³ s⁻¹ 100m⁻¹. En la segunda (frente a Pisco hasta Atico), el afloramiento persistió con valores alrededor de 300 m³ s⁻¹ 100m⁻¹ y 350 m³ s⁻¹.100m⁻¹ mientras que, entre los 6°S y 14°S presentaron valores menores a 250 m³ s⁻¹ 100m⁻¹ (Figura 14).

2.2 Aspectos oceanográficos

2.2.1 Anomalía del nivel medio del mar (ANMM)

Frente a Ecuador y el norte de Perú, se observó el incremento de la ANMM, pasando de +5 cm a inicios del mes a +15 cm en la segunda quincena. Asociado a flujos geostroficados oceánicos con dirección al este y al sureste (hacia la costa). Frente a la mayor parte de la costa centro-norte dentro de las 100 millas, se desarrollaron ANMM positivas de +5 cm durante el mes, con excepción de la zona costera entre Salaverry y Huarmey, donde se formó un vórtice anticiclónico con ANMM de +10 cm. Frente a la zona sur, se presentaron ANMM cercanas a cero y positivas, asociadas a vórtices de menor envergadura, con flujos ciclónicos y anticiclónicos respectivamente (Figura 15).

La franja de 60 mn adyacente a la costa mostró el avance progresivo de ANMM de +10 cm y +15 cm hacia la zona de Paita, indicando el arribo de una onda Kelvin cálida (ENFEN, 2018), mientras que en el resto de la costa las ANMM se mantuvieron encima de +5 cm, alcanzando eventualmente los +10 cm frente a San Juan (Figura 16). En promedio las ANMM a lo largo de la costa variaron por debajo de +10 cm, mostrando una ligera tendencia ascendente en la costa centro-norte (5 °S–14 °S), mientras que en la zona de Galápagos se presentó una tendencia ascendente mayor, que varió desde los +10 cm hasta superar los +15 cm (Figura 17).

2.2.2. Temperatura superficial del mar frente al litoral

2.2.2.1 Información de Crucero

Se ha colectado información de la TSM del Crucero Pelágico 1809-11 entre el 27 de setiembre al 11 de noviembre en las embarcaciones BIC Olaya y BIC Flores. La información de cruceros muestra a lo largo de la costa, dentro de las 30 mn, que la TSM presenta valores de ~17 °C, alcanzando en Pisco sus mínimos valores (16 °C); mientras que entre Callao y Cerro Azul la TSM fue de 18 °C. Entre las 40 mn y 100 mn, las TSM osciló predominantemente entre los 18 °C a 19 °C (Figura 18 a). La ATSM mayormente evidencia condiciones neutras muy cerca de la costa (20 mn); mientras que frente a Paita y Bahía Independencia se observaron valores negativos (-0,5 °C – -1 °C). Entre los 6 °S y los 13 °S fuera de los 30 mn predominaron ATSM de +0,5 °C a +1,5 °C (Figura 18 b).

La isoterma de 15 °C (indicador de la termoclina), presentó una profundidad menor a 20 m entre Chicama a Chimbote y Chancay a Bahía Independencia, dentro de las 20 mn; mientras que, frente a Paita se observó más profunda (~40 m), Entre las 60 mn - 100 mn, la termoclina se encontró a una profundidad de 70 m – 90 m, a lo largo de la costa (Figura 19).

2.2.2.2 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, en Paita, San José, Chicama, Huanchaco, Huacho y Callao de la TSM disminuyó respecto a setiembre. En la mayor parte de los laboratorios costeros se registraron anomalías positivas a excepción de San José, Chimbote y Callao. La TSM mensual varió entre 14,7 °C (Callao) a 25,9 °C (Tumbes), mientras que su anomalía (ATSM) varió entre -0,5 °C (San José) a +0,7 °C (Ilo) (Tabla 1).

A nivel diario, la TSM presentó predominancia de anomalías positivas en Tumbes (máx. +1,9 °C), Chicama (máx. +1,3 °C) e Ilo (máx. +1,7 °C). En las demás estaciones se observó alternancia de anomalías positivas y negativas de la TSM, a excepción de Huanchaco donde predominaron anomalías negativas (mín. -1,4 °C). De todos los laboratorios costeros, la máxima anomalía positiva fue registrada en Paita (+3,8 °C) durante la última semana; mientras que la máxima anomalía negativa de la TSM fue registrada en Pisco (-2,6 °C) durante la quincena (Figura 20).

El índice LABCOS (Quispe & Vásquez, 2016) presentó un valor de +0,17 °C para el trimestre ASO del 2018 y un valor mensual de octubre de +0,3 °C, continuando con la tendencia ascendente desde marzo 2018 (Figura 21).

2.2.2.3 Información satelital de TSM y ATSM.

La TSM en promedio frente a Paita aumentó de 20 °C a 21 °C, en asociación al repliegue de la lengua de agua fría. En la zona costera las aguas menores a 17 °C se replegaron a la costa, mientras se aproximaron a la costa central aguas mayores a 19 °C. Frente a Ilo, la TSM alcanzó los 19 °C (Figura 22).

Las ATSM evidenciaron el paso hacia una condición cálida débil frente a la mayor parte del litoral al sur de Paita en la primera quincena, alcanzando valores de +1 °C dentro de las 100 mn, aunque en la segunda quincena las anomalías disminuyeron en intensidad. Frente a Paita y Tumbes las ATSM variaron entre condiciones neutras y positivas, observándose celdas pequeñas que alcanzaron los +2 °C (Figura 23).

En la franja de 60 mn adyacente a la costa, durante la primera quincena se observó una expansión de ATSM positivas de +1 °C desde la zona sur hacia la costa central (7 °S). Estas anomalías se atenuaron durante la segunda quincena, llegando a mostrar el predominio de condiciones neutras a lo largo de toda la costa (Figura 24).

Durante el trimestre ASO 2018, el Índice Térmico Costero Peruano, ITCP (Quispe-Ccalluari et al., 2016), alcanzó un valor de -0,12 asociado a una condición neutra en la franja costera. El valor de la primera componente principal para el mes de octubre fue -0,05 variando poco respecto al mes anterior (Figura 25).

2.2.3 Distribución espacial de la Salinidad Superficial del Mar

2.2.3.1 Información de Crucero

Durante el Crucero Pelágico 1809-11, se han registrado Aguas Costeras Frías (ACF) con salinidades entre 34,8 ups – 35,1 entre los 6 °S – 15 °S dentro de las ~40 mn, las cuales se proyectaron mar afuera frente a Bahía Independencia (90 mn), entre Huacho a Callao (60 mn) y entre Paita a Pimental (90 mn). Frente a Punta Sal predominaron aguas ecuatoriales superficiales (AES) con salinidades < 34,8 ups; mientras que fuera de la costa (> 60 mn) predominaron aguas subtropicales superficiales (ASS) con salinidades mayores a 35,1 ups (Figura 26 a). Respecto a las anomalías de la salinidad superficial del mar (SSM), entre Talara y Paita y al sur de Punta Infiernillos se observaron valores positivos de 0,1 ups a 0,2 ups; mientras que, entre los 6°S a 15°S las anomalías oscilaron entre 0 ups – 1 ups (Figura 26 b).

2.2.3.2 Información del modelo HYCOM

El modelo HYCOM (HYbrid Coordinate Ocean Model) mostró que en la zona norte las AES con salinidad $< 34,8$ ups, se habrían desplazado desde zonas oceánicas hacia la costa de Paita proyectando procesos de mezcla con ASS, contribuyendo a una expansión de aguas con salinidad entre $34,8$ ups a $35,1$ ups hacia el norte de Huarney. Frente a la costa sur las aguas con salinidad $< 35,0$ ups, asociadas al afloramiento costero, se habrían proyectado hacia el océano frente a Pisco, disipándose en procesos de mezcla con las ASS (Figura 27).

2.2.4 Secciones oceanográficas

2.2.4.1 Paita (26-27 de octubre)

La TSM presentó valores entre 17 °C y 19 °C en toda la sección, con la isoterma de 18 °C a 50 mn frente a la costa peruana, la cual se había registrado a 25 mn hacia fines de setiembre. Se estimaron anomalías de TSM cercanas a cero dentro de las 100 mn (Figura 28 a, b, Figura 29 a). Sobre los 100 m de profundidad, las temperaturas variaron de 15 °C a 19 °C con una débil termoclina. La isoterma de 15 °C se presentó entre los 70 m y 80 m de profundidad, en promedio similar a setiembre (Figura 28 d). En los primeros 50 m se detectaron pequeños núcleos de anomalía térmica de hasta $-1,0$ °C en las primeras 20 mn y de $+2,0$ °C entre las 80 y 100 mn de la costa. Por debajo de los 150 m predominaron débiles anomalías positivas ($< +1,0$ °C), (Figura 29 b).

La salinidad en los primeros 50 m de profundidad evidenció la presencia de aguas de mezcla con influencia de ASS (Figura 28 c, Figura 29 c), con anomalías halinas de hasta $+0,15$ ups en la zona costera, lo cual descarta la presencia de AES a lo largo de la sección. Por debajo de los 150 m predominaron anomalías positivas de hasta $+0,05$ ups (Figura 29 d).

La distribución del oxígeno disuelto (OD) mostró que la iso-oxígena de 1 mL L⁻¹, asociada a la oxiclina, se profundizó de 130 m a 200 m en toda la zona costera, respecto a setiembre (Figuras 28 e y 29 e). En octubre, el límite superior de la zona de mínima de oxígeno (ZMO; OD $< 0,5$ mL L⁻¹), se detectó a $130 - 250$ m de profundidad en toda la sección. Se estimaron flujos geostroficados hacia el norte a $85 - 100$ mn sobre los 300 m y dentro de las 60 mn sobre los 100 m, con velocidades de hasta 30 cm s⁻¹ y 20 cm s⁻¹, respectivamente, así como un flujo hacia el sur sobre los 400 m a $55 - 85$ mn con una velocidad de hasta 30 cm s⁻¹ (Figura 29 e, f).

2.2.4.2 Chicama (24-25 octubre)

En Chicama se presentó la isoterma de 18 °C a 30 mn frente a la costa, a diferencia de setiembre, la cual se observó a 80 mn. La ATSM mostró valores cercanos a cero (Figura 30 a, b). Sobre los 100 m se registraron temperaturas entre 15 °C y 18 °C con una termoclina débil, mientras que la isoterma de 15 °C se presentó a $20 - 100$ m de profundidad, en promedio 10 m más profunda que en setiembre (Figura 30 d). Las anomalías térmicas presentaron un núcleo de hasta $-1,0$ °C a $30 - 70$ m entre las 70 mn y 100 mn y otro de hasta $+1,0$ °C sobre los 100 m entre las 35 mn y 65 mn de la costa. Entre los 130 y 400 m, predominaron anomalías de $+1$ °C sobre el margen continental a lo largo de toda la sección (Figura 31 a, b).

En la capa superficial, la salinidad y las temperaturas indicaron la presencia de aguas costeras frías (ACF) en la zona costera y aguas de mezcla (ASS-ACF) por fuera de las 30 mn hasta los 100 m. No se detectó la presencia de ASS, las cuales estuvieron presentes en setiembre (Figura 27 c, Figura 31 c). Entre las 60 mn y 100 mn, las anomalías de salinidad mostraron valores de hasta -0,1 ups sobre los 50 m, asociados al alejamiento de la costa de las ASS. En cambio, dentro de las 80 mn se detectaron anomalías de +0,05 ups a 280 – 370 m de profundidad.

La distribución del OD continuó mostrando un ascenso de las iso-oxígenas cerca de la costa debido al afloramiento. Sin embargo, la profundidad de la oxiclina, asociada a la iso-oxígena de 1 Ml L^{-1} , se presentó a unos 20 – 70 m de profundidad, 10 m más profunda que en setiembre (Figura 30 e). En octubre, el borde superior de la ZMO se presentó a 30 - 150 m de profundidad (Figura 31 e). Por otra parte, dentro de las 50 mn se estimó un núcleo de flujo geostrófico con dirección norte, restringido a los primeros 80 m, con una velocidad máxima de 20 cm s^{-1} . Asimismo, se estimaron flujos con dirección sur sobre los 270 m (75-100 m) y sobre los 80 m (40-65 mn) con una velocidad máxima de 20 cm s^{-1} , los cuales pudieron haber contribuido a la profundización de las isothermas e iso-oxígenas (Figura 31 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 °C y 20 °C, en Chicama entre 14 °C y 17 °C, en Callao entre 14 °C y 16 °C, en Atico entre 13 °C y 15 °C y en Ilo entre 14 °C y 17 °C. Se detectó una profundización de las isothermas en Paita en la última quincena de octubre, mientras que en el resto de las estaciones fijas se registró un leve ascenso de las isothermas con respecto a setiembre (Figura 32). En Paita, en la última semana de octubre, se detectó anomalías de hasta +1,0 °C sobre los 80 m alcanzando valores de hasta +3,0 °C en la capa superficial. Esta anomalía positiva correspondió 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 condiciones neutras en la columna de agua (Figura 33).

Los registros de la salinidad y temperatura evidenciaron la presencia de AES frente a Paita y aguas de mezcla (ACF-ASS) frente a Chicama sobre los 40 m y 60 m, respectivamente. En Callao, Atico e Ilo se observó el predominio de ACF durante el mes (Figura 34).

En cuanto al OD, se detectó una profundización de las iso-oxígenas en Paita, mientras que en Chicama, Callao, Atico e Ilo se observó un leve ascenso de las iso-oxígenas. La iso-oxígena de 0,5 mL L^{-1} se evidenció a 40 – 60 m en Chicama, 20 m en Callao, 55 – 65 m en Atico y 40 – 50 m en Ilo. En Paita la iso-oxígena de 0,5 mL L^{-1} no fue registrada (Figura 35).

2.2.6 Fertilidad y productividad

2.2.6.1. Variabilidad espacio-temporal de los nutrientes

En general los nutrientes exhibieron un incremento en las estaciones fijas costeras. Los nitratos mostraron un incremento de sus concentraciones en la columna de agua en las estaciones fijas durante octubre. En Paita, la isolínea de ~ 10 $\mu\text{mol L}^{-1}$ se superficializó durante el mes (de 80 m a 20 m). En Chicama, se observó concentraciones entre 20 $\mu\text{mol L}^{-1}$ a 30 $\mu\text{mol L}^{-1}$ debajo de los 30 m durante todo el mes.

En Callao, se observó un núcleo con concentraciones de $15 \mu\text{mol L}^{-1}$ a $20 \mu\text{mol L}^{-1}$ en la primera quincena del mes; sin embargo, durante la última semana las concentraciones fueron $< 10 \mu\text{mol L}^{-1}$ en toda la columna de agua. En Ilo, las concentraciones promedio en toda la columna de agua fueron de $\sim 15 \mu\text{mol L}^{-1}$ (Figura 36).

Los silicatos mantuvieron sus concentraciones en la mayoría de las estaciones fijas durante octubre, a excepción de Chicama. En Paita se observaron concentraciones $< 10 \mu\text{mol L}^{-1}$ y de $15 \mu\text{mol L}^{-1}$ en promedio por encima y debajo de los 40 m respectivamente, durante todo el mes. En Chicama, la isolinia de $20 \mu\text{mol L}^{-1}$ se superficializó de 80 m a 60 m entre la primera y última semana del mes. En Callao e Ilo, las concentraciones fueron de $10 - 15 \mu\text{mol L}^{-1}$ por encima de los 20 m, mientras que debajo de los 30 m, los valores fluctuaron entre $20 - 30 \mu\text{mol L}^{-1}$ (Figura 37).

Los fosfatos mostraron un aumento durante octubre. En Paita, las concentraciones aumentaron de 1 a $1,5 \mu\text{mol L}^{-1}$ debajo de los 30 m entre la primera y segunda quincena del mes. En Chicama la isolinia de $2,5 \mu\text{mol L}^{-1}$ se superficializó de 100 m a 20 m. En Callao e Ilo por debajo de los 10 m, las concentraciones fluctuaron entre los $2,5 \mu\text{mol L}^{-1}$ a $3 \mu\text{mol L}^{-1}$ durante todo el mes; sin embargo, en Ilo se registraron concentraciones $> 3 \mu\text{mol L}^{-1}$ durante la última quincena por debajo de los 20 m (Figura 38).

2.2.6.2 Clorofila-a

Los valores de clorofila-a satelital fluctuaron mayormente entre $1 \mu\text{g L}^{-1}$ y $3 \mu\text{g L}^{-1}$ dentro de las 90 mn a lo largo de toda la costa. Se presentaron núcleos con valores $> 3 \mu\text{g L}^{-1}$ frente a San José, entre Chicama y Chimbote, así como frente a Pisco e Ilo. Las anomalías fluctuaron mayormente dentro del rango neutro a $-1 \mu\text{g L}^{-1}$ a lo largo de la costa; sin embargo, entre Callao y Pisco se presentaron anomalías de $-3 \mu\text{g L}^{-1}$ y frente a Ilo, anomalías positivas de $+1 \mu\text{g L}^{-1}$ (Figura 39 a, b). En promedio, entre los 6°S y 16°S y dentro de las 60 mn, los valores fluctuaron alrededor de su patrón estacional ($\pm 0,5 \mu\text{g L}^{-1}$) (Figura 39 d).

Latitudinalmente, no se pudo distinguir bien el patrón de variabilidad de la clorofila-a satelital dentro del mes (sobre todo entre los 11°S y 14°S), debido a la gran presencia de nubes. No obstante, durante la última semana entre los 7°S y 8°S se presentaron anomalías negativas de $\sim -1,5 \mu\text{g L}^{-1}$. Además, entre los 10°S y 15°S se presentaron mayormente anomalías positivas ($+3 \mu\text{g L}^{-1}$) hacia fines de mes (Figura 39 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 cobertura temporal de 50 % de cielo cubierto entre Paita y Huacho, así como entre Pisco y San Juan dentro de las ~ 40 mn. En cambio, en la costa central y al sur de San Juan, la cobertura temporal alcanzó más del 80 %, un porcentaje mayor respecto a setiembre ($\sim 50\%$) (Figura 39 c).

2.2.7 Indicadores biológicos del plancton

2.2.7.1 Indicadores biológicos del fitoplancton.

Paita

Frente a Paita, para octubre se determinó a *Protoperidinium obtusum*, especie indicadora de ACF, dentro de las 16 mn de la costa y asociada a un rango de TSM entre $16,5^\circ\text{C}$ y $16,9^\circ\text{C}$ (Figura 40).

Desde las 40 mn y hasta las 100 mn, el 99 % del volumen de plancton estuvo compuesto principalmente por zooplancton, mientras que la diferencia correspondió al fitoplancton (1%). Se observó la presencia de algunos dinoflagelados termófilos como *Ceratium azoricum*, *C. lunula* y *Protoperdinium quarnerense*.

Chicama

Para octubre, frente a Chicama, también se registró a *P. obtusum* dentro de las 30 mn y relacionado a una TSM que varió entre 15,6 °C y 18,3 °C (Figura 41), donde la predominancia del fitoplancton fue del 99 % del volumen de plancton. La comunidad del fitoplancton estuvo representada por diatomeas de afloramiento y diatomeas neríticas, entre las que destacaron *Chaetoceros debilis*, *Ch. didymus*, *Ch. compresssus*, *Coscinodiscus perforatus*, *C. wailesii* y *C. centralis*, presentándose en la categoría de abundancia relativa “Abundante”. Los dinoflagelados de distribución cosmopolita como *Protoperdinium conicum*, *P. depressum*, *Ceratium furca*, *C. dens* y *C. tripos* presentaron una amplia distribución en todo el perfil, presentándose en la categoría de abundancia relativa “Presente”, asociados a una TSM que varió entre de 15,6 °C y 18,3 °C.

2.2.7.2 Indicadores biológicos del zooplancton e ictioplancton

Paita

Frente a Paita se determinó al copépodo copépodo *C. furcatus*, indicador de AES, ubicado dentro de las 15 mn. Los copépodos *A. danae* y *O. conífera*, especies indicadoras de ASS, estuvieron localizadas por fuera de las 80 mn de la costa (Figura 42).

Con relación al ictioplancton, se determinaron huevos y larvas de “anchoveta”, localizados dentro de las 15 mn de la costa.

Chicama

Frente a Chicama se determinó la presencia del copépodo *Centropages brachiatus*, especie asociada a las ACF, localizada dentro de las 80 mn de la costa (Figura 43). No se registraron especies asociadas a ASS y AES.

A nivel del ictioplancton, se determinó la presencia de huevos y larvas de “anchoveta”, distribuidos en toda el área evaluada.

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

El desembarque calendario de los principales recursos pelágicos al 09 de noviembre del 2018 ascendió a 4 183 832 t, correspondiendo el 98% a anchoveta, seguida de caballa y jurel. Dentro del grupo de otras especies destacaron el pejerrey y lorna (Tabla 2).

Distribución, capturas y tallas de la anchoveta

Desde 01 de octubre al 09 noviembre 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 4 087 t, siendo los principales puertos de desembarque en la región norte Paita, Parachique y Chimbote; mientras que en la región centro Callao y Pisco. Ejemplares juveniles de anchoveta fueron registrados frente a Pisco.

En la región sur, de octubre al 09 de noviembre, la captura de anchoveta acumulada en la segunda temporada de pesca fue de aproximadamente 51 990 t, con un avance de la cuota de pesca de anchoveta de 9,72 %.

Indicadores reproductivos y somáticos de la anchoveta

Los indicadores reproductivos de la anchoveta del stock norte - centro, índice gonadosomático (IGS) y Fracción desovante (FD), mostraron que la declinación del periodo principal del desove se inició a finales de octubre de acuerdo a su patrón histórico (Figura 44).

3.2. Otras pesquerías

En octubre, la flota industrial y artesanal de jurel y caballa operó en la zona central del litoral peruano entre Supe y Callao.

La pesquería de merluza desembarcó un total de 2 698 t, ascendiendo el total anual a 9 506 t. Las áreas de pesca se concentraron principalmente frente a Punta Gobernador.

La “pota” *Dosidicus gigas* fue la principal especie de invertebrado desembarcada, durante la primera quincena de octubre, representando el 74% del total de invertebrados desembarcados. En total, durante octubre se desembarcaron ~10 mil toneladas, ligeramente superior a lo desembarcado durante setiembre (~8 mil toneladas), pero menor que lo registrado en promedio durante otoño 2018 (~50 mil toneladas).

3.3. Avistamiento de aves

Durante el Monitoreo oceanográfico del mes de octubre realizado entre Paita y Chimbote, se observó una mayor distribución latitudinal y mayores abundancias de aves guaneras respecto a setiembre, principalmente dentro de las 30 mn.

Las aves guaneras (piquero, pelícano y guanay) mostraron asociación con las ACF. Las aves migratorias como: albatros y golondrinas de mar, se registraron con temperaturas promedio de 19,4 °C (Figura 45). Por otro lado, el Albatros de Galapagos *Phoebastia irrorata* se observó frente a Paita entre las 5 mn a 100 mn.

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, octubre 2018), indican condiciones cálidas moderadas de El Niño durante verano del 2019 en la región Niño 3.4 con una TSM en promedio de $\sim +1$ °C para los modelos estadísticos y dinámicos, 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 46 y 47). Frente a la costa peruana los modelo ECMWF (sobre todo en el norte), CFS y NMME indican condiciones cálidas débiles para el verano ($+0,5$ °C a $+1$ °C) (Figura 47).

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), la onda Kelvin cálida (modo 2) generada en setiembre en el Pacífico Occidental, arribaría a la costa norte del Perú hacia inicios de diciembre. Además, recientemente una nueva señal onda Kelvin cálida (modo 1), que podría haberse generado debido a las anomalías de viento del oeste observadas durante octubre, podría llegar durante la quincena del mes de diciembre. Éstas ondas contribuirían a un incremento de las anomalías de la temperatura y del nivel del mar Pacífico ecuatorial central y oriental (Figura 48).

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) y, el modelo estadístico basado en el volumen de agua cálida ecuatorial (Matellini et al., 2007) y APS, pronostican valores dentro de condiciones cálidas entre diciembre 2018 y febrero del 2019 (Figuras 49 y 50).

5. CONCLUSIONES

- A lo largo de la mayor parte del Pacífico ecuatorial, las zonas con anomalías positivas de TSM se expandieron, mientras que en la región Niño 1+2 las anomalías positivas se atenuaron ligeramente. El núcleo del Anticiclón del Pacífico Sur (APS) se presentó desplazado al noreste de su posición normal con una intensidad cercana a su valor climatológico. Así también, las anomalías de presión frente a la costa peruana estuvieron cercanas a $+1,0$ hPa.
- El viento costero continuó mostrando su patrón normal de dirección a lo largo de la costa. La velocidad del viento a lo largo de la costa fluctuó entre anomalías negativas a condiciones neutras durante el mes. El afloramiento costero se debilitó en comparación al mes anterior, manteniendo sus valores más altos frente a Talara y Paita (hasta $450 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} 100\text{m}^{-1}$). Al sur de los 6^{a}S los valores fueron inferiores a $250 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} 100\text{m}^{-1}$.
- A lo largo de la costa peruana, las ATSM evidenciaron la transición a una condición cálida débil, observándose celdas de $+1^{\circ}\text{C}$ cerca de la costa. Dentro de las 60 mn, se notó un episodio de calentamiento desde la zona sur hacia la zona centro-norte durante la primera quincena. El ITCP y el LABCOS presentaron valores positivos pero asociados a una condición neutra, con tendencia ascendente.

- Frente a Paita se observó condiciones térmicas alrededor de lo normal sobre los 60 m, mostrando las isotermas e iso-oxígenas un leve ascenso hacia la costa asociado a los flujos hacia el norte (30 cm s^{-1}) entre las 0 – 60 mn (0 – 100 m). En el resto de la sección predominaron anomalías positivas de hasta $+1,0^{\circ}\text{C}$, leves anomalías positivas halinas y una profundización de las iso-oxígenas profundas en el talud continental, posiblemente asociado a un flujo hacia el sur (30 cm s^{-1}), entre las 55 – 85 mn (0-300 m). Frente a Chicama se observaron ligeras anomalías positivas de temperatura en gran parte de la sección con un pequeño núcleo de anomalía de hasta $-1,0^{\circ}\text{C}$ y de $-0,10$ ups sobre los 60 m por fuera de las 70 mn, asociado a un alejamiento de la costa de las ASS. Además, se detectó flujos hacia el sur (20 m s^{-1}), entre las 40 – 100 mn, y un flujo hacia el norte (20 m s^{-1}) dentro de las 50 mn (0-80 m), el cual pudo haber influenciado en la superficialización las isotermas e iso-oxígenas en la zona costera.
- Entre las estaciones fijas costeras monitoreadas, en Paita se evidenció una profundización de las isotermas e iso-oxígenas, asociada al incremento de ANMM hasta $+15 \text{ cm}$ al norte de Paita, debido al arribo de una onda Kelvin cálida. En cambio, en el resto de las estaciones fijas se observó un ascenso de las isotermas. Asimismo, los nutrientes en general exhibieron un aumento de sus concentraciones en la mayoría de las estaciones fijas.
- La concentración de clorofila-a fluctuó entre $1,0 \mu\text{g L}^{-1}$ a $3,0 \mu\text{g L}^{-1}$ a lo largo de la costa dentro de las 90 mn, y se presentaron núcleos de valores $> 3 \mu\text{g L}^{-1}$ frente a San José, entre Chicama y Chimbote, así como frente a Pisco e Ilo. Las concentraciones fluctuaron dentro del rango neutro a $-1 \mu\text{g L}^{-1}$, a excepción entre Callao y Pisco donde las anomalías fueron de $-3 \mu\text{g L}^{-1}$ y frente a Ilo donde alcanzaron valores de $+1 \mu\text{g L}^{-1}$.
- El desembarque de anchoveta se registró principalmente en la región norte en Paita, Parachique y Chimbote; y en la región centro en Callao y Pisco. Ejemplares juveniles de anchoveta fueron registrados frente a Pisco. Los índices reproductivos de la anchoveta del stock norte-centro, índice gonadosomático (IGS) y fracción desovante (FD), mostraron que la declinación del periodo principal del desove se inició a finales de octubre de acuerdo a su patrón histórico.
- En la costa norte de Perú, se espera la llegada de dos ondas Kelvin cálidas de modo 1 y 2 durante diciembre, que podrían contribuir al desarrollo de anomalías positivas de la temperatura del mar.
- Para el verano 2019, los modelos climáticos internacionales pronostican condiciones de El Niño moderado en la región Niño 3.4 con una TSM en promedio de $\sim +1^{\circ}\text{C}$. Frente a Perú, la mayoría de modelos indica condiciones El Niño débiles ($+0,5^{\circ}\text{C}$ a $+1^{\circ}\text{C}$).

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.

ENFEN, 2018: Comunicado Oficial ENFEN, N°.13 - 2018, noviembre de 2018.

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 - octubre 2018.

Estación	TSM Set. (°C)	TSM Oct. (°C)	ATSM Oct. (°C)
Tumbes	25,02	25,88	0,08
Paita	17,74	17,50	0,10
San José	18,81	18,54	-0,46
Chicama	16,87	16,25	0,45
Huanchaco	16,79	16,31	0,51
Chimbote	17,94	18,75	-0,06
Huacho	15,82	15,22	0,02
Callao	15,81	14,72	-0,18
Pisco	18,14	19,90	0,10
Ilo	15,20	15,76	0,66

Tabla 2. Desembarque (t) industrial de los principales recursos pelágicos. Periodo: 01 enero – 09 de noviembre del 2018. Fuente: AFIRNP/DGIRP/IMARPE.

Especie\Flota\Región	Norte	Centro	N+C	Sur	Total	%	
Anchoveta	Ind. Acero	1561 413	1549 875	3111 288	181 294	3292 581	78.70
	Ind. Madera	673 468	91 513	764 981	29 596	794 576	18.99
Sub-total (t)	2234 880	1641 388	3876 269	210 889	4087 158	97.69	
Sardina	0	0	0		0	0.00	
Jurel	12 458	26 765	39 223	0	39 223	0.94	
Caballa	21 185	18 250	39 435	0	39 435	0.94	
Samasa	0	0	0		0	0.00	
*otros	143	17 593	17 736	280	18 016	0.43	
Total	2268 666	1703 996	3972 662	211 169	4183 832	100.00	

8. FIGURAS

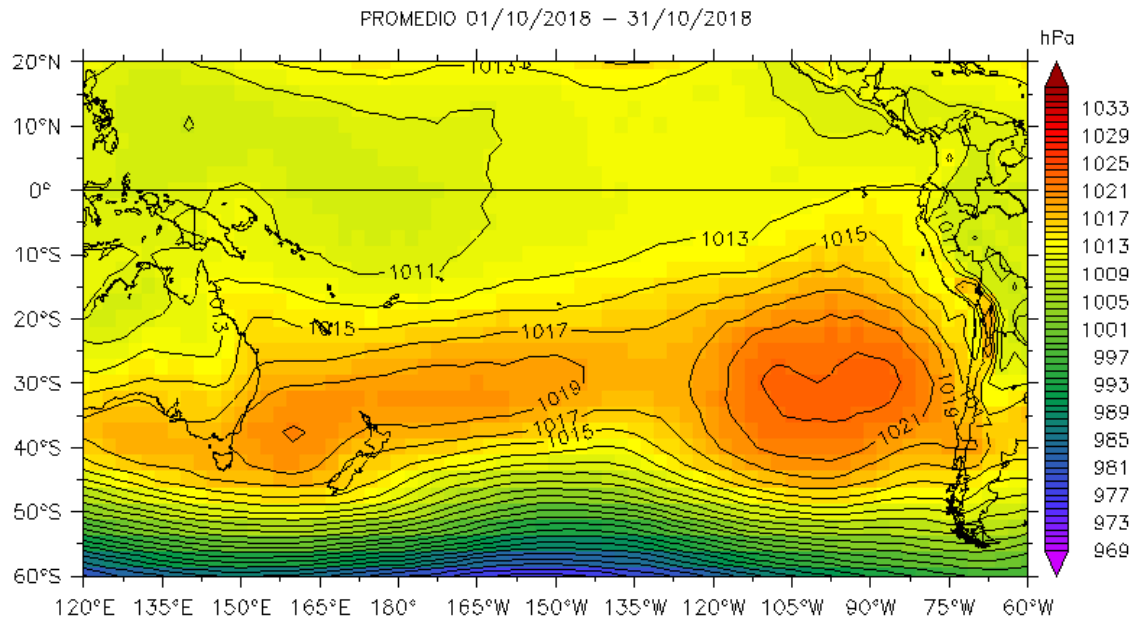


Figura 1. Presión atmosférica a nivel del mar (PNM) en hPa, promedio 1-31 octubre, Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

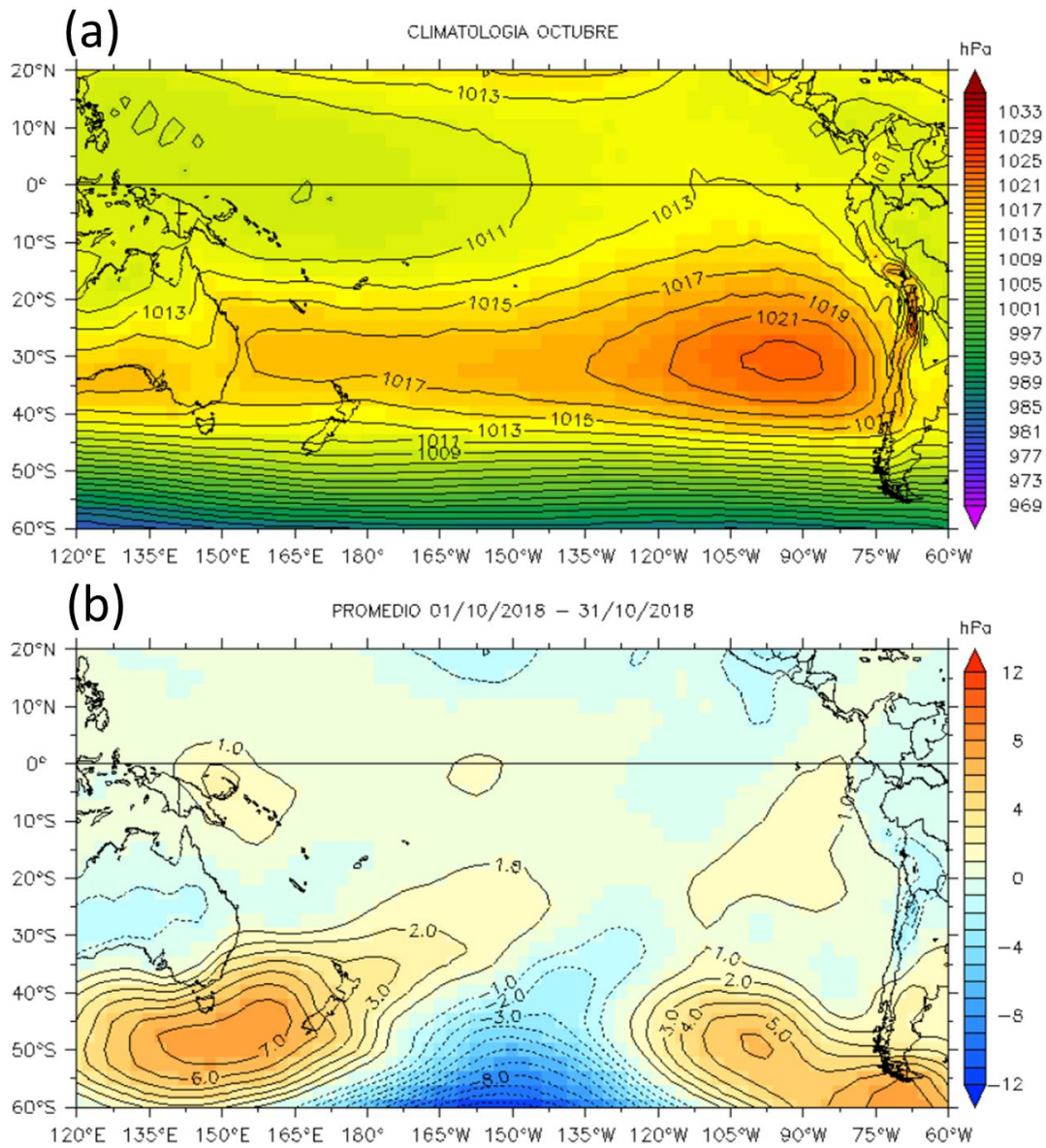


Figura 2. Presión atmosférica a nivel del mar (PNM) en hPa, climatología (a) y anomalías promedio (b) de octubre 2018. Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

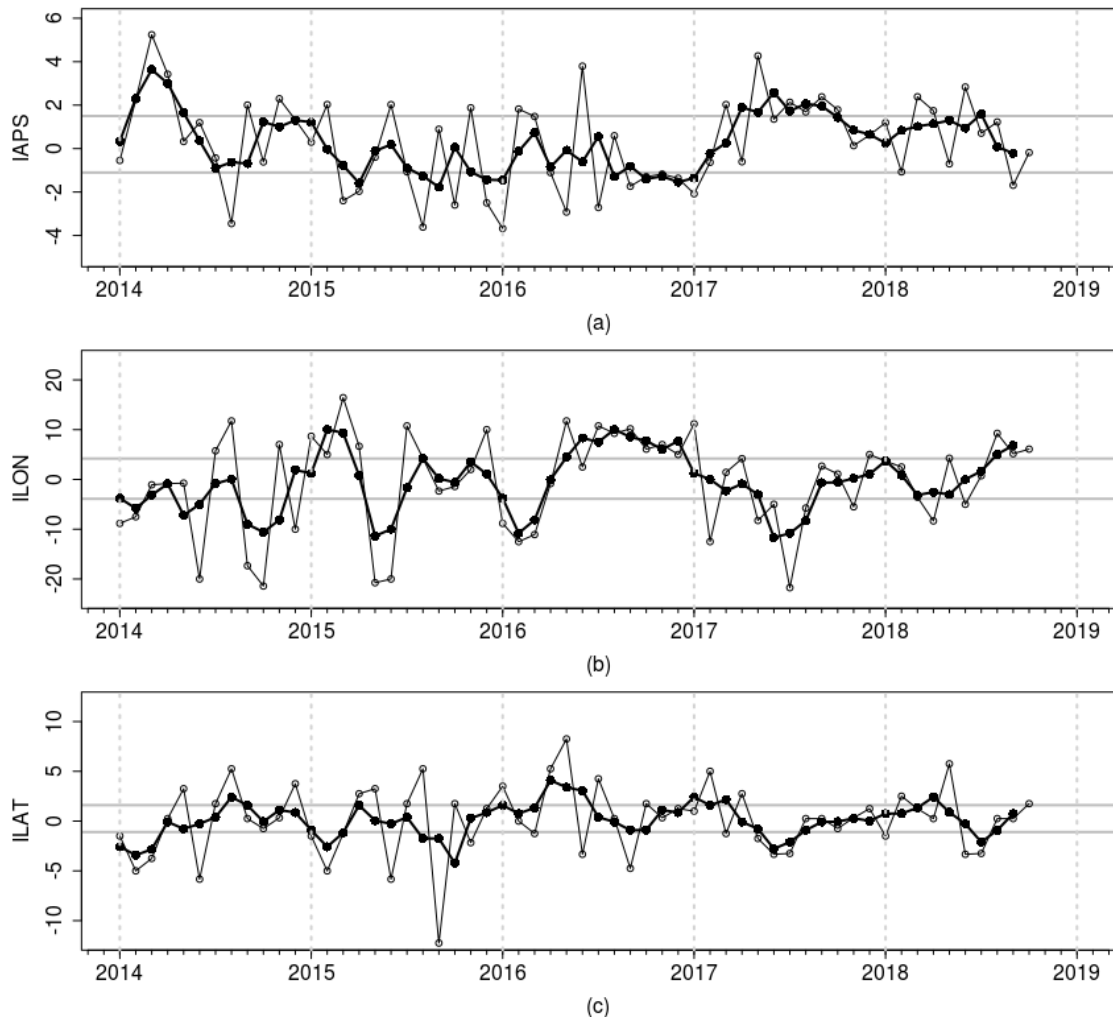


Figura 3. Variación temporal de los índices del APS: a) índice de intensidad (IAPS) e índices de posición b) longitudinal (ILON) y c) latitudinal (ILAT) hasta el trimestre ASO 2018 (círculos negros). Los círculos blancos indican las anomalías mensuales en el periodo enero 2014 – octubre 2018.

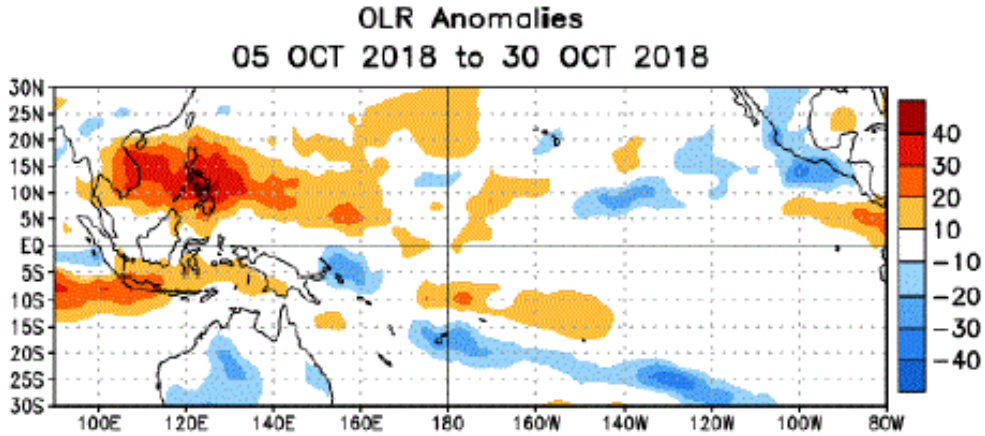


Figura 4. Anomalías del promedio de la radiación de onda larga emitida (OLR, por sus siglas en inglés) (W/m^2) durante el mes de octubre de 2018. Las anomalías de OLR se calculan como desviaciones de los penta-promedios del período base de 1981-2010.

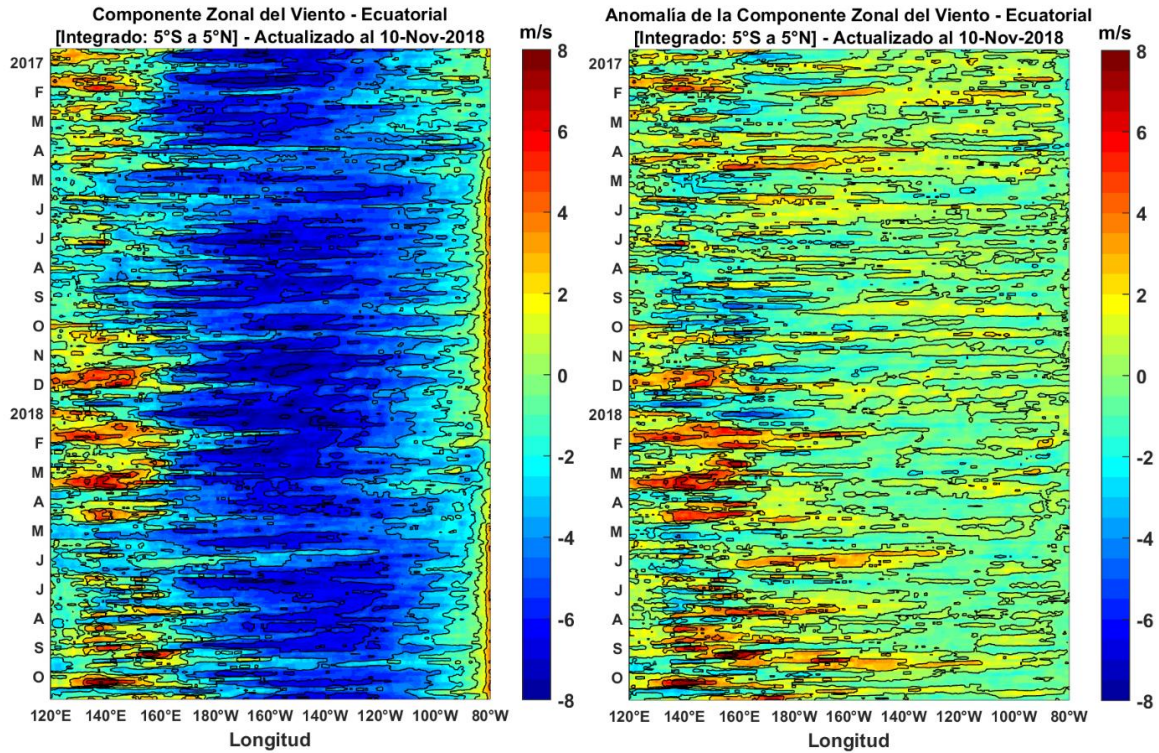


Figura 5. Viento satelital (integrado en el Ecuador): a) Componente zonal del viento (m/s), b) Anomalía de la componente zonal del viento (m/s), durante el último año (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 10/11/2018.

ATSM 01/10/2018 - 31/10/2018

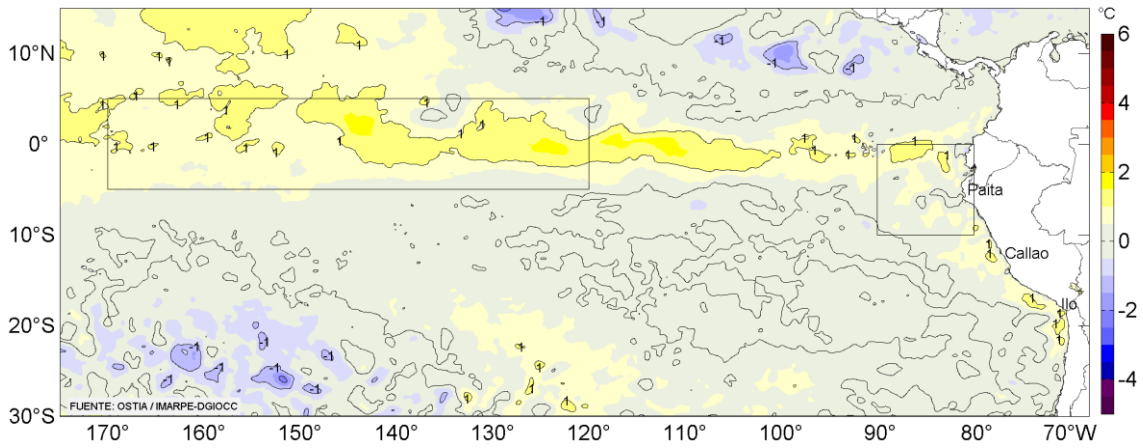


Figura 6. Anomalías promedio de la temperatura superficial del mar (°C) para el mes de octubre 2018. Fuente: PODAAC/OSTIA, Procesamiento: IMARPE.

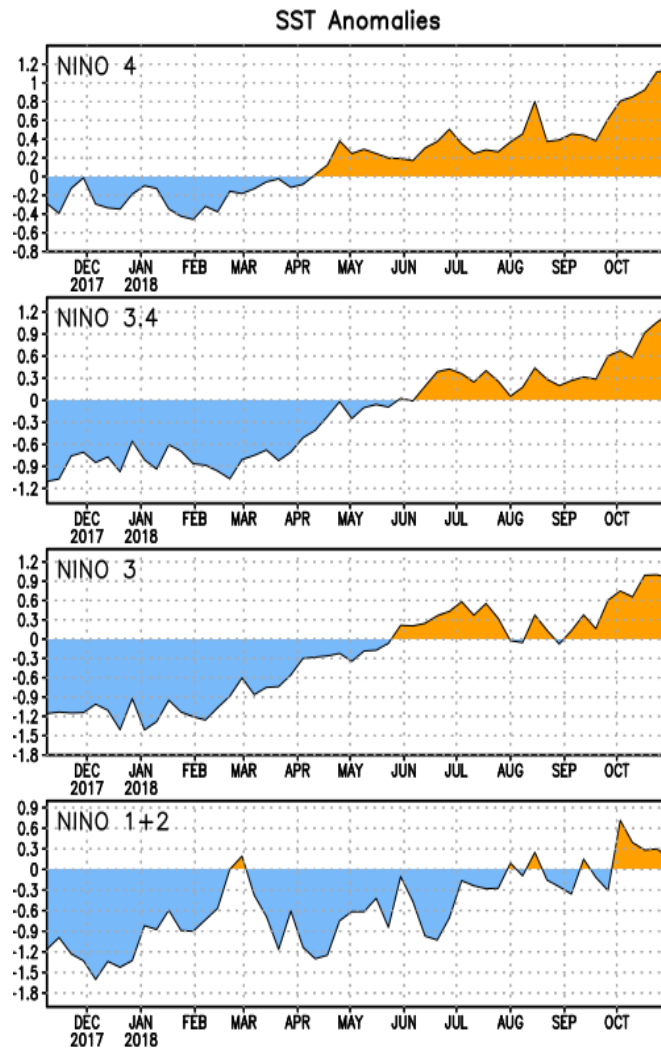


Figura 7. Anomalías semanales promedio de la temperatura superficial del mar (°C) durante un año, hasta fines de octubre del 2018. Fuente CPC/NOAA.

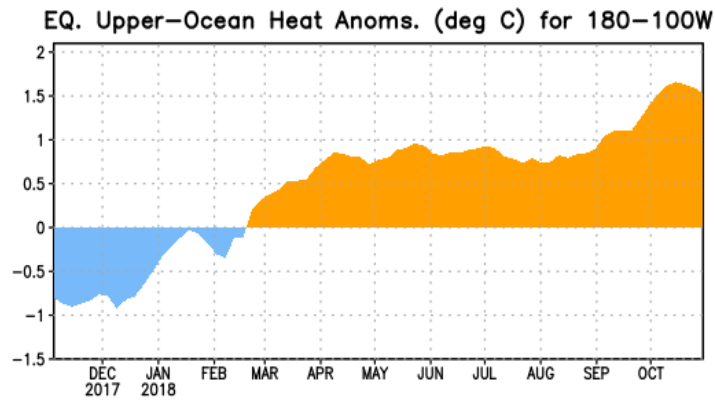


Figura 8. Anomalías del contenido de calor (en °C) en el área promediada del Pacífico ecuatorial (5°N-5°S, 180°-100°W). Las anomalías en el contenido calórico son calculadas como las desviaciones de los promedios por pentadas del período base de 1981-2010. Fuente CPC/NOAA.

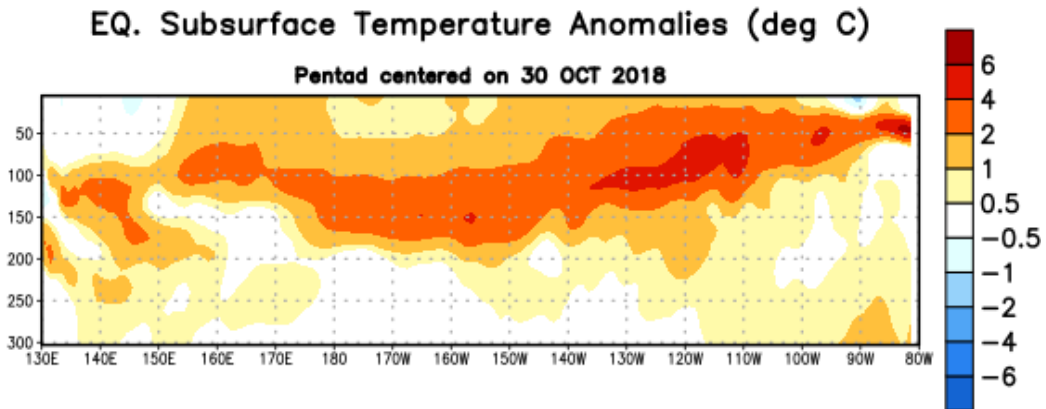


Figura 9: Anomalías de temperatura (en °C) en un transecto de profundidad-longitudinal (0-300 m) en la parte superior del Océano Pacífico Ecuatorial, centradas en la semana del 30 de octubre de 2018. Las anomalías son promediadas entre 5°N-5°S. Las anomalías son variaciones a partir de los promedios por pentadas durante el periodo base de 1981-2010. Fuente CPC/NOAA.

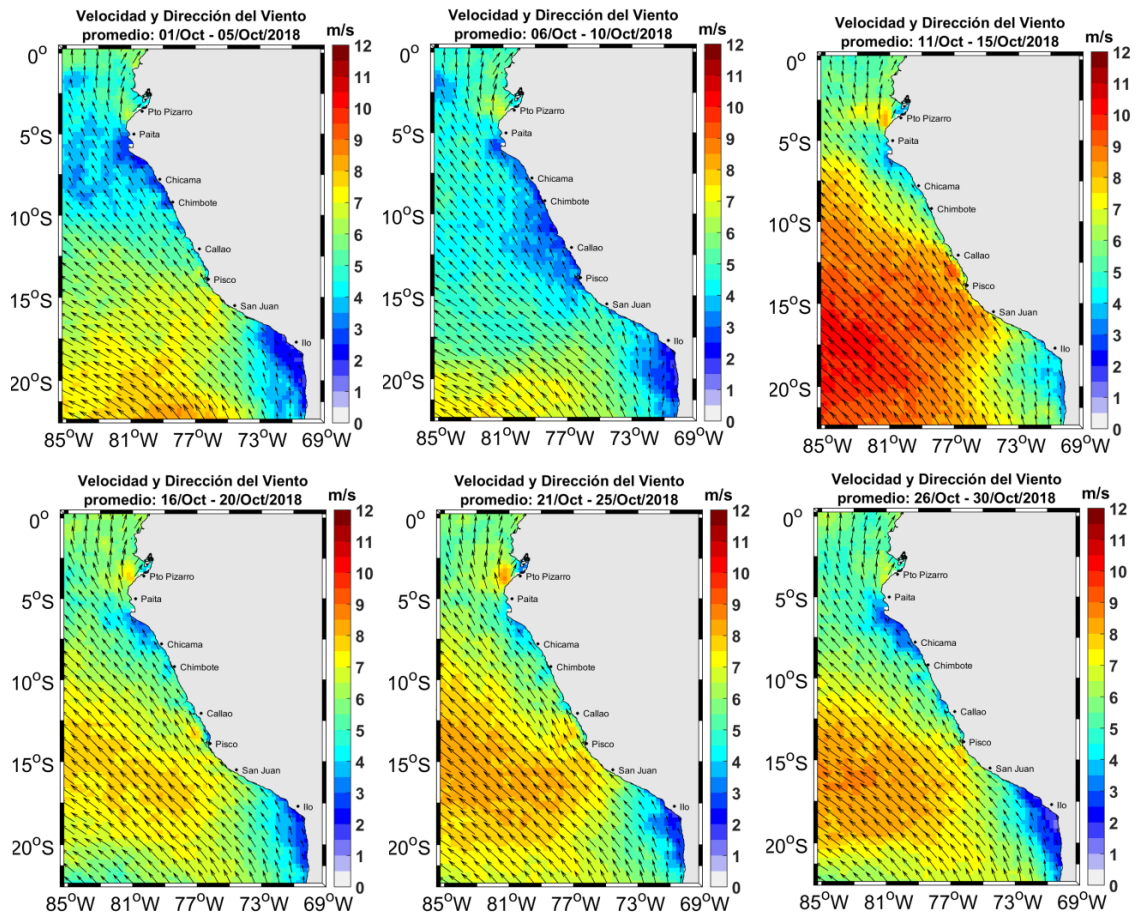


Figura 10. Mapas de la velocidad del viento frente a la costa peruana, durante el mes de octubre del 2018 (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 30/10/2018.

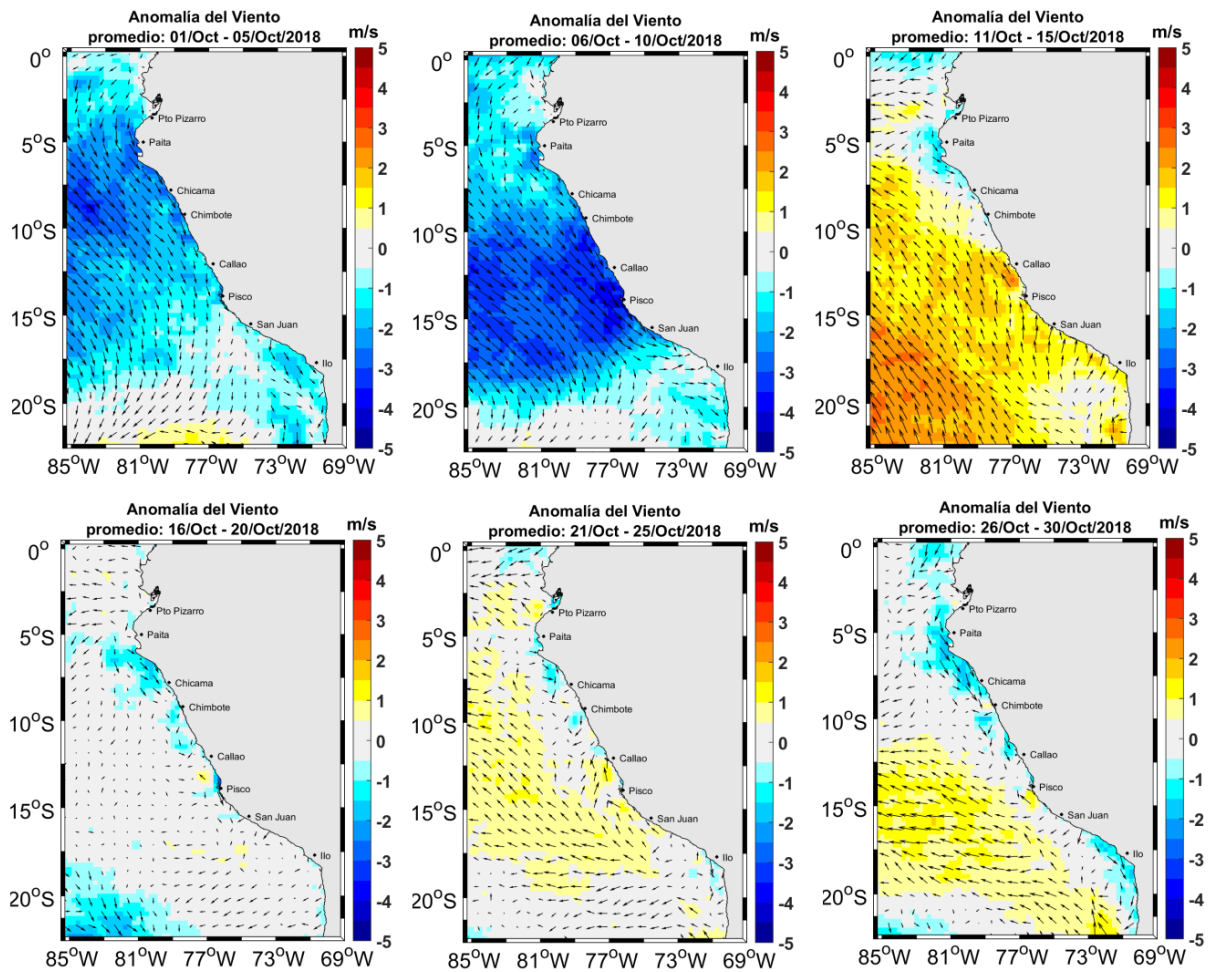


Figura 11. Mapas de anomalía de la velocidad del viento frente a la costa peruana, durante el mes de octubre del 2018 (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 30/10/2018.

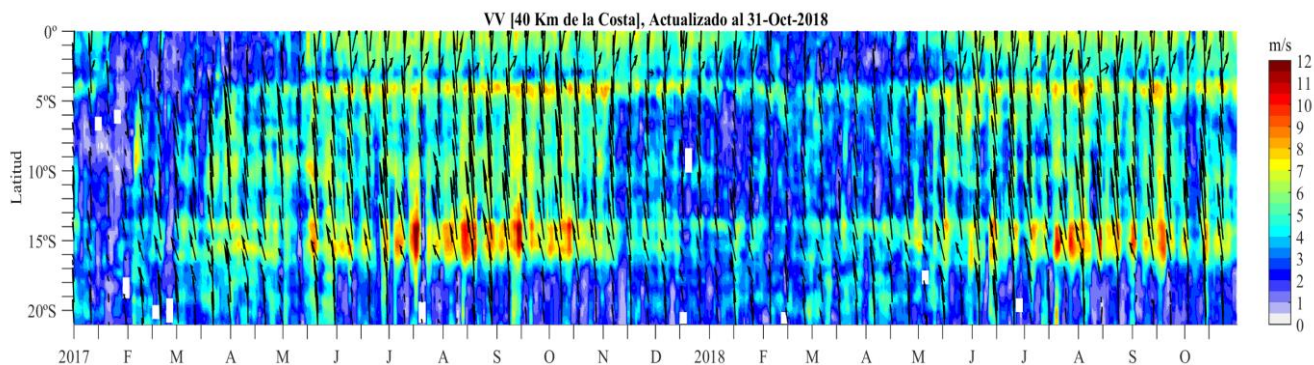


Figura 12. Diagrama Hovmöller de la velocidad del viento a lo largo de la costa peruana (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 10/11/2018.

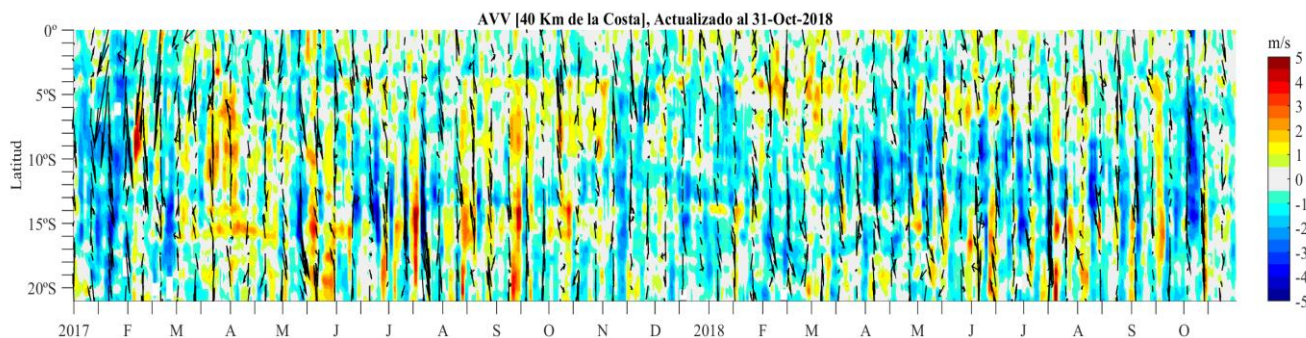


Figura 13. Diagrama Hovmöller de la anomalía del viento a lo largo de la costa peruana meses (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 10/11/2018.

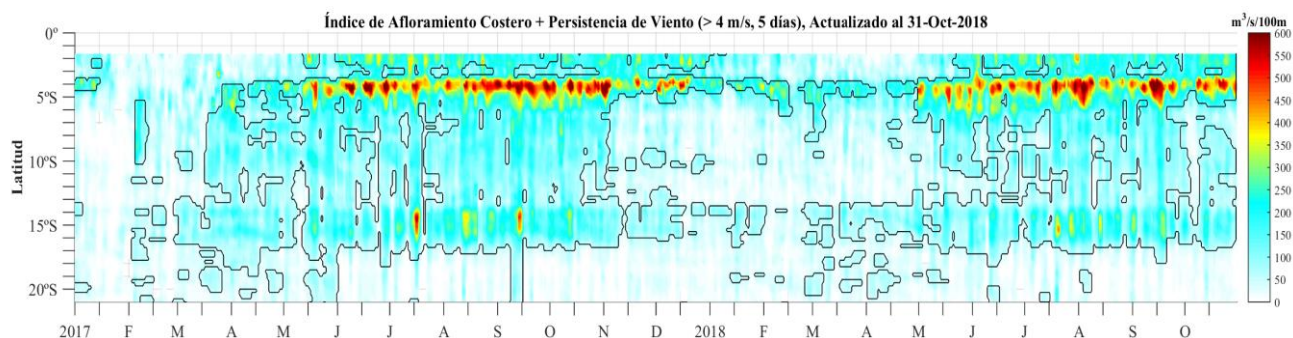


Figura 14. Diagrama de Hovmöller del índice de afloramiento costero ($\text{m}^3 \text{s}^{-1} 100\text{m}$), calculado a partir del viento satelital ASCAT a 40 Km frente a la costa del Perú. Los contornos señalan la persistencia del afloramiento bajo condiciones de velocidad octubre a 4 m s^{-1} durante 5 días o más. Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE.

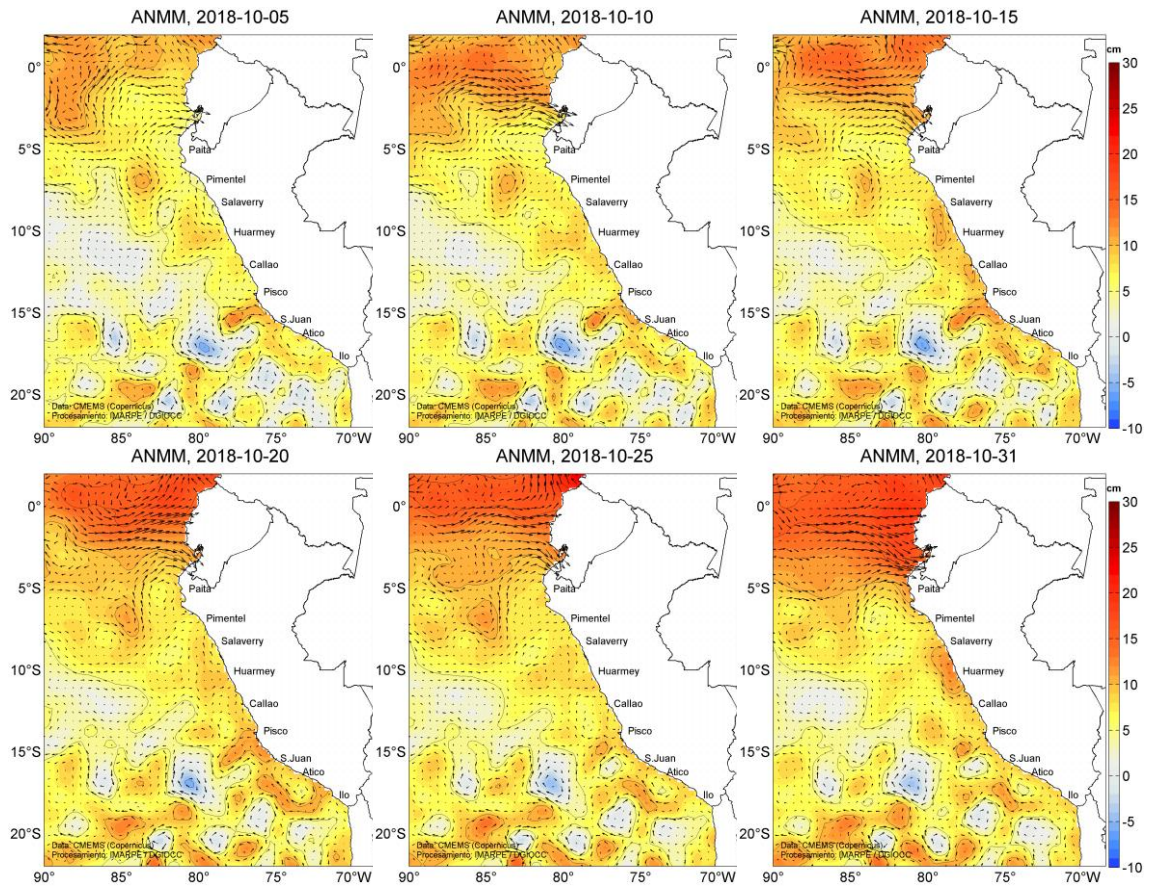


Figura 15. Anomalia de altura del nivel medio del mar (cm) y corrientes geostróficas, cada cinco días para el mes de octubre de 2018. Fuente: CMEMS, Procesamiento: IMARPE.

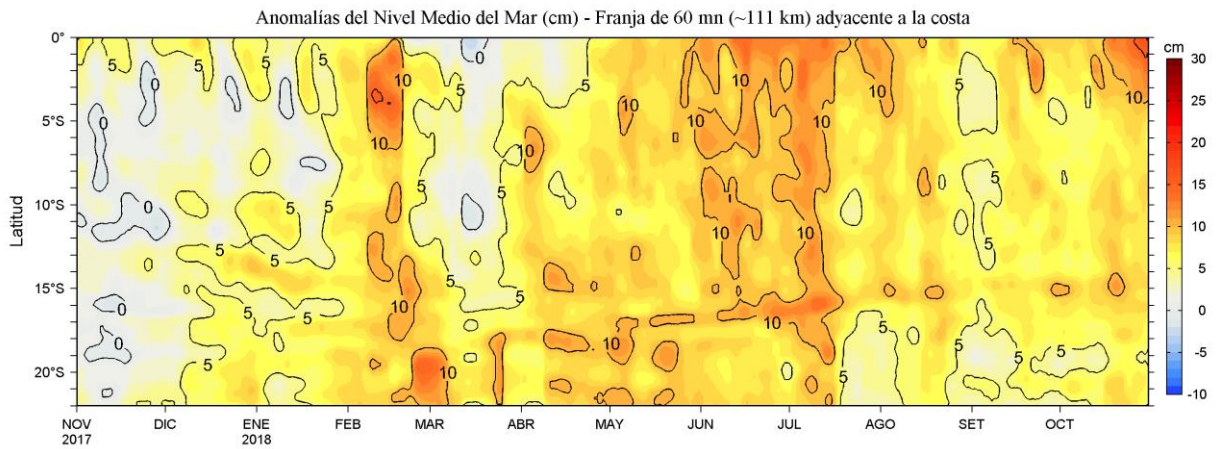


Figura 16. Diagrama Hovmöller de las anomalías del nivel medio del mar (cm), durante un año hasta el 31 de octubre del 2018, para la franja de 60 mn adyacente a la costa. Fuente: CMEMS, Procesamiento IMARPE.

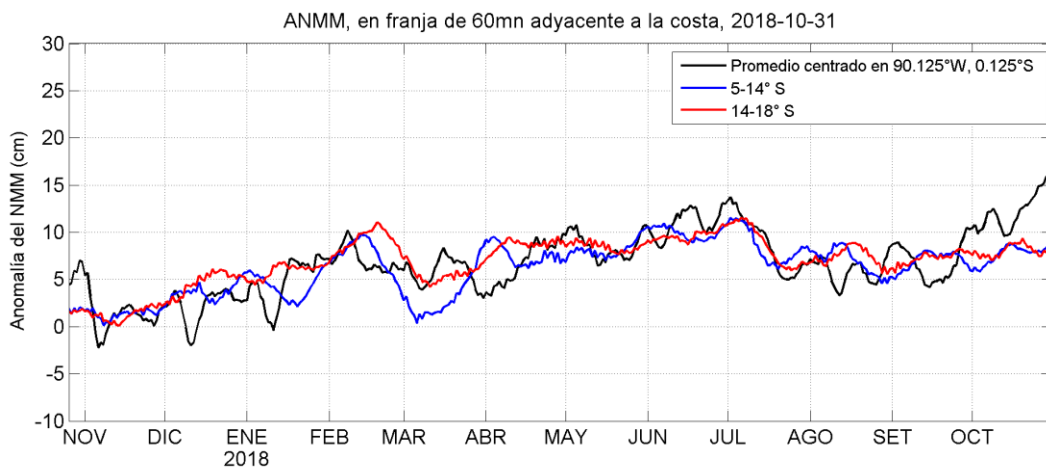


Figura 17. Variación temporal de la ANMM, dentro de las 60 mn de la costa y en la zona de Galápagos, durante un año hasta el 31 de octubre del 2018. Fuente: CMEMS, Procesamiento: IMARPE.

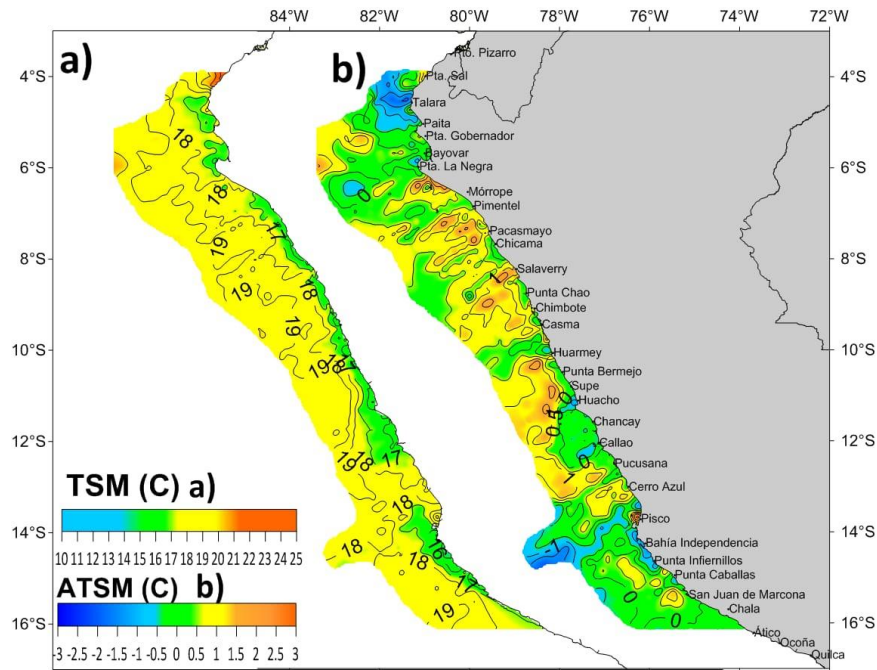


Figura 18. Información de la TSM (a) y la ATSM (b) registrada en el Crucero Pelágico 1809-11 entre el 27 de setiembre al 11 de noviembre en las embarcaciones BIC Olaya y BIC Flores.

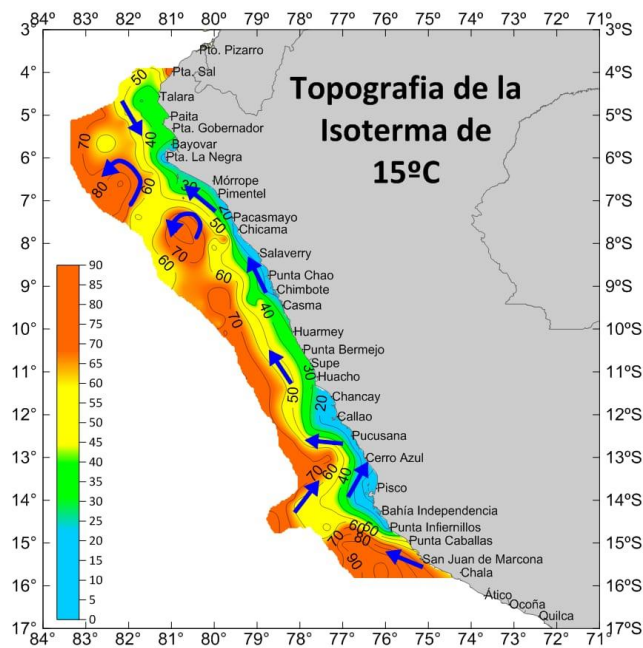


Figura 19. Información de la profundidad de la isoterma de 15°C (índice de la termoclina) registrada en el Crucero Pelágico 1809-11 entre el 27 de setiembre al 11 de noviembre en las embarcaciones BIC Olaya y BIC Flores.

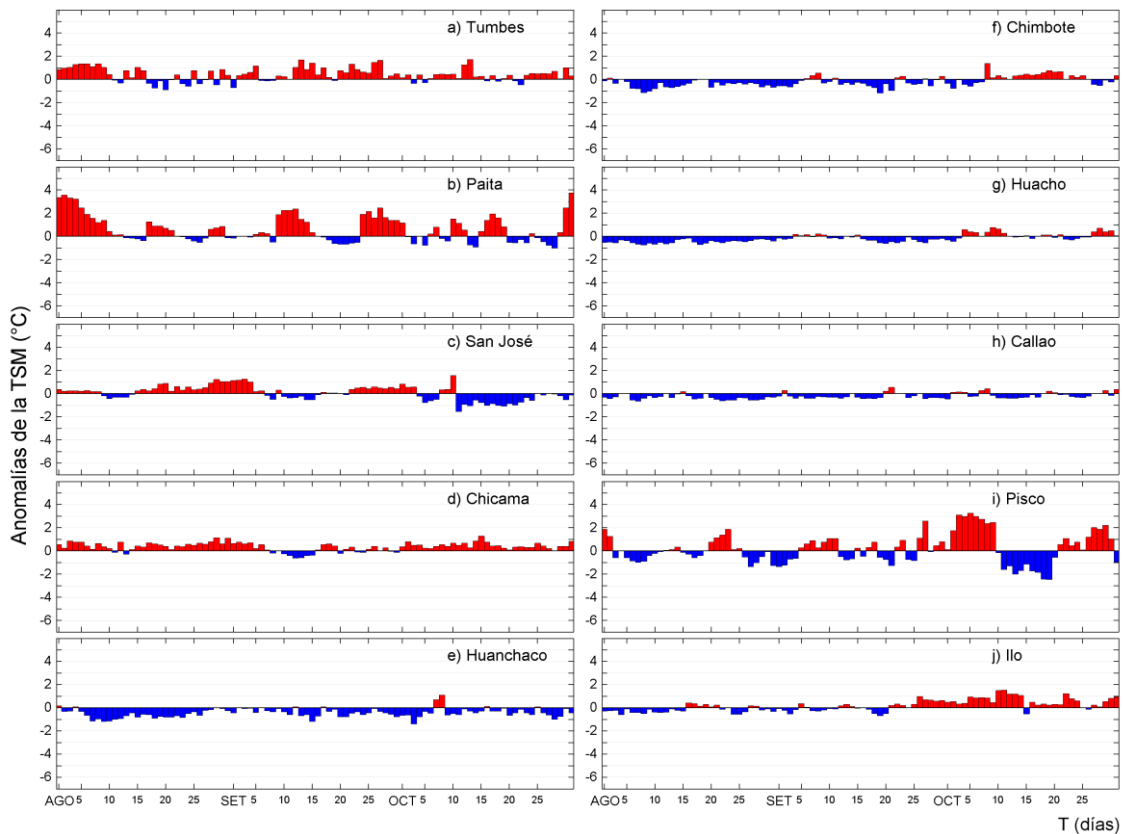


Figura 20. Series temporales del promedio diario de las anomalías de la temperatura superficial del mar ($^{\circ}\text{C}$) en la red de estaciones costeras de IMARPE durante el último trimestre. Datos y procesamiento: IMARPE.

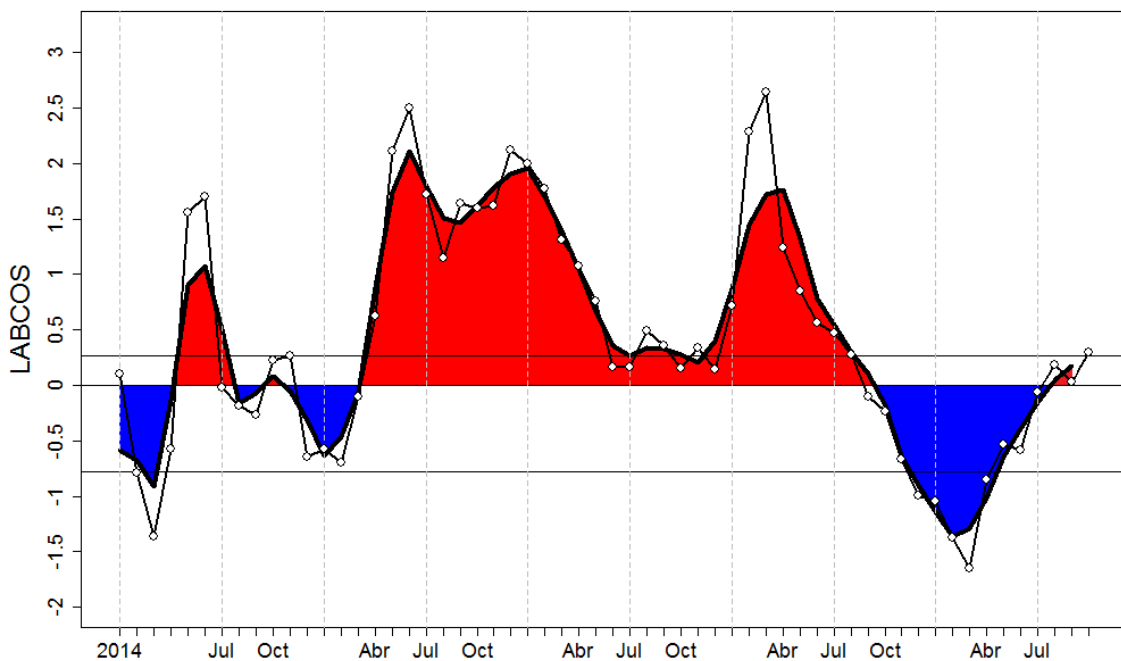


Figura 21. Índice LABCOS (área sombreada) y valor mensual (círculos); periodo enero 2014 - octubre 2018. Datos: IMARPE, DHN; procesamiento: IMARPE

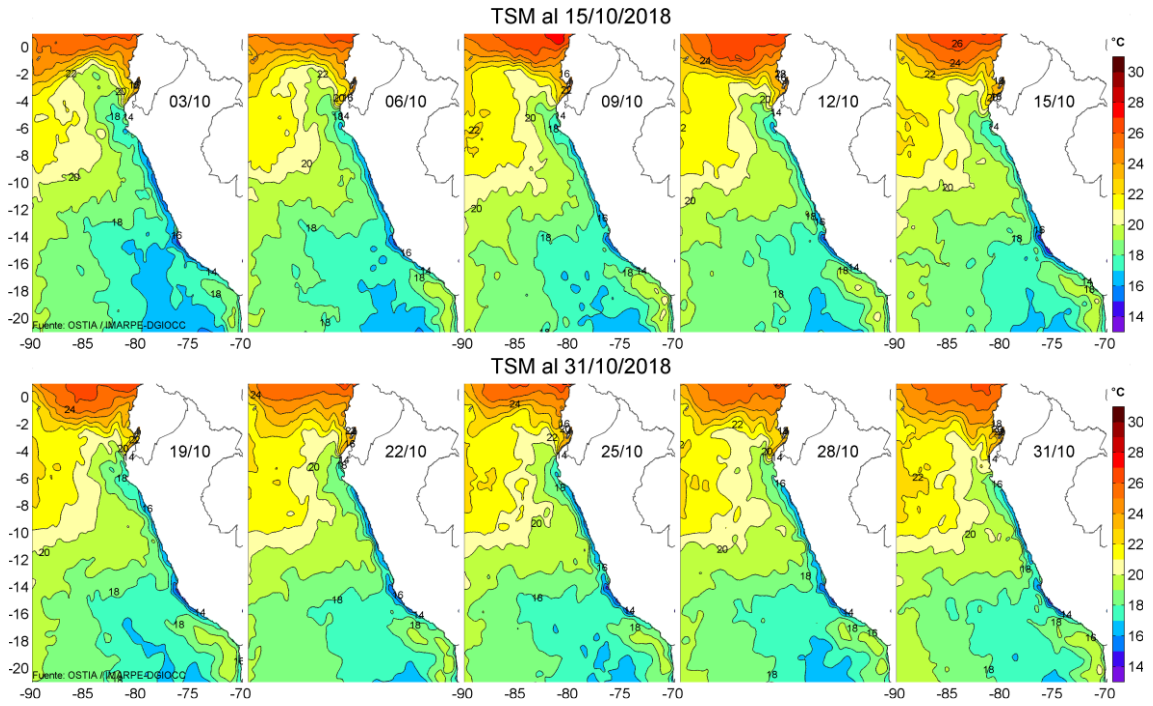


Figura 22. Temperatura superficial del agua (°C) en el mar peruano, cada tres días durante octubre del 2018. Fuente PODAAC/OSTIA, Procesamiento: IMARPE.

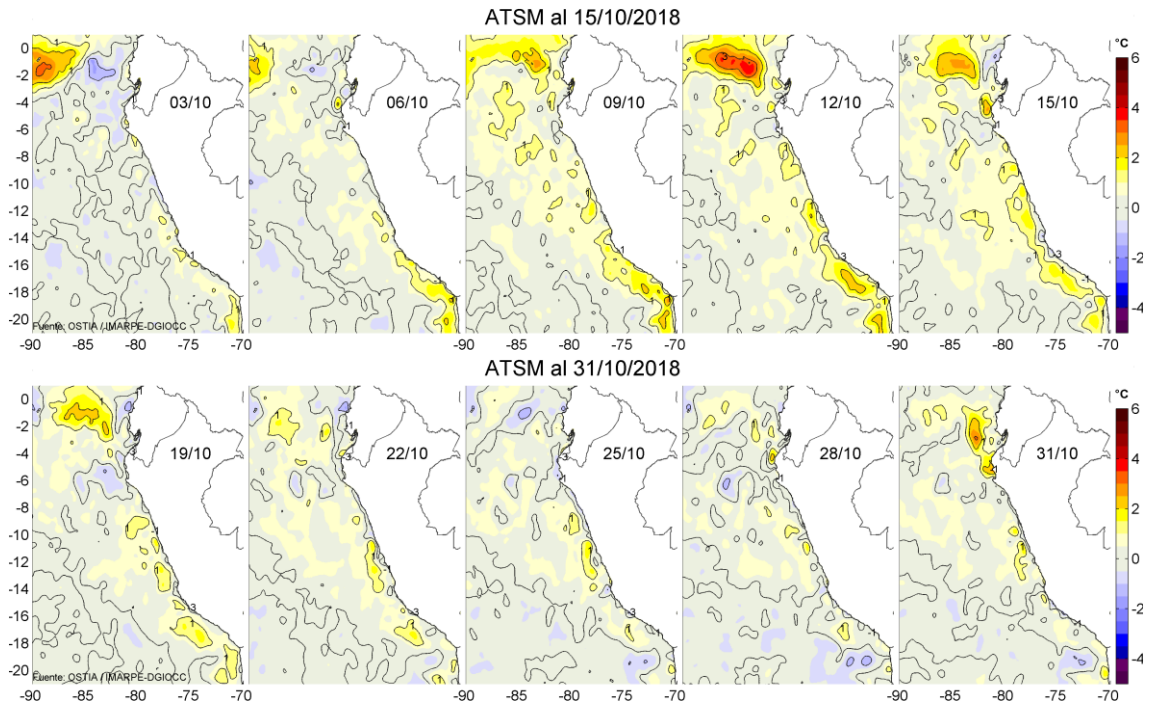


Figura 23. Anomalías de temperatura superficial del mar (ATSM) frente a Perú, cada tres días durante octubre del 2018, (periodo climatológico 2007-2016). Fuente: PODAAC/OSTIA, Procesamiento: IMARPE.

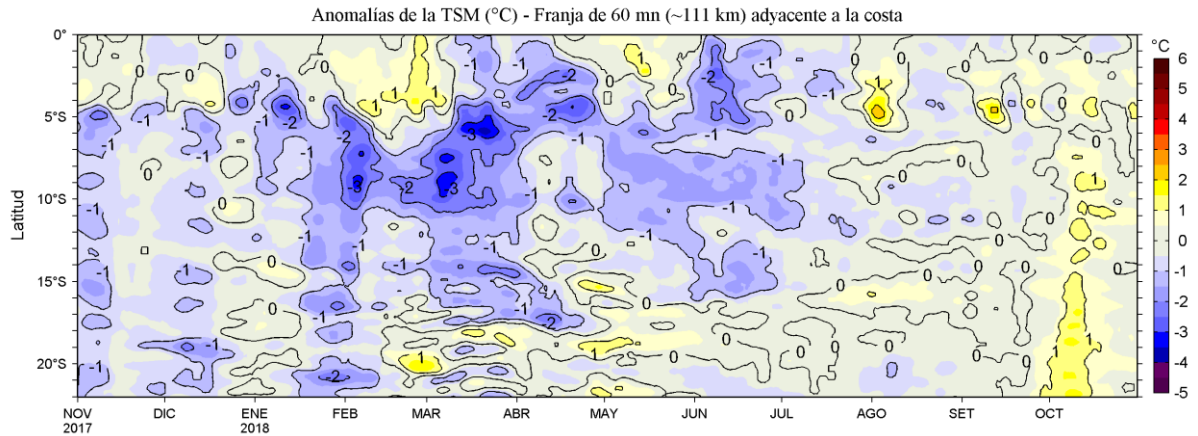


Figura 24. Evolución de las anomalías de temperatura superficial del mar (ATSM), dentro de las 60 mn de la costa, durante un año hasta el 31 de octubre del 2018, (periodo climatológico 2007-2016). Fuente: PODAAC/OSTIA, Procesamiento: IMARPE.

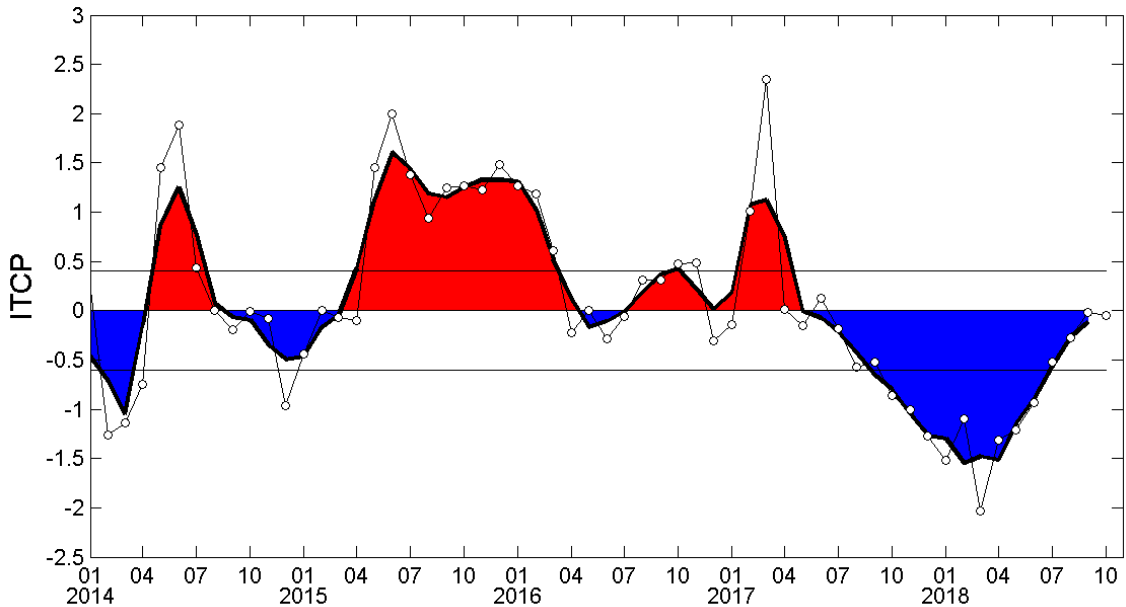


Figura 25. Variación temporal del ITCP hasta el trimestre ASO 2018. La variación temporal del ITCP trimestral (área sombreada) y la serie de tiempo mensual del primer componente principal de la ATSM (círculo blanco). Fuente: IMARPE.

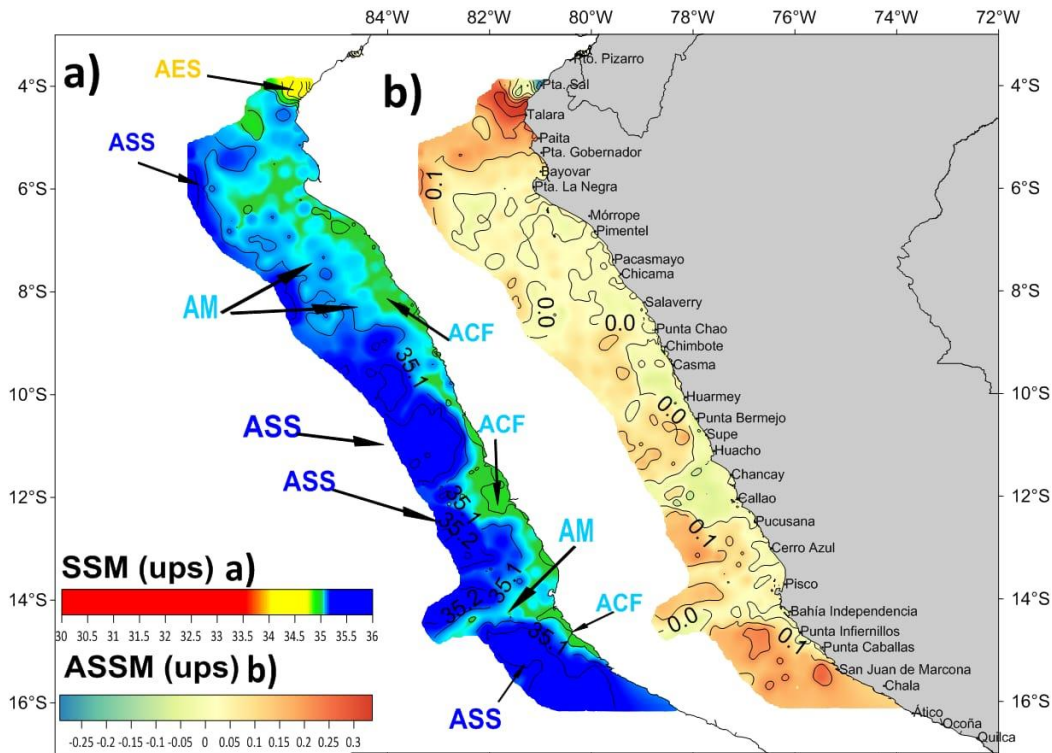


Figura 26. Información de la SSM (a) y la ASSM (b) registrada en el Crucero Pelágico 1809-11 entre el 27 de setiembre al 11 de noviembre en las embarcaciones BIC Olaya y BIC Flores.

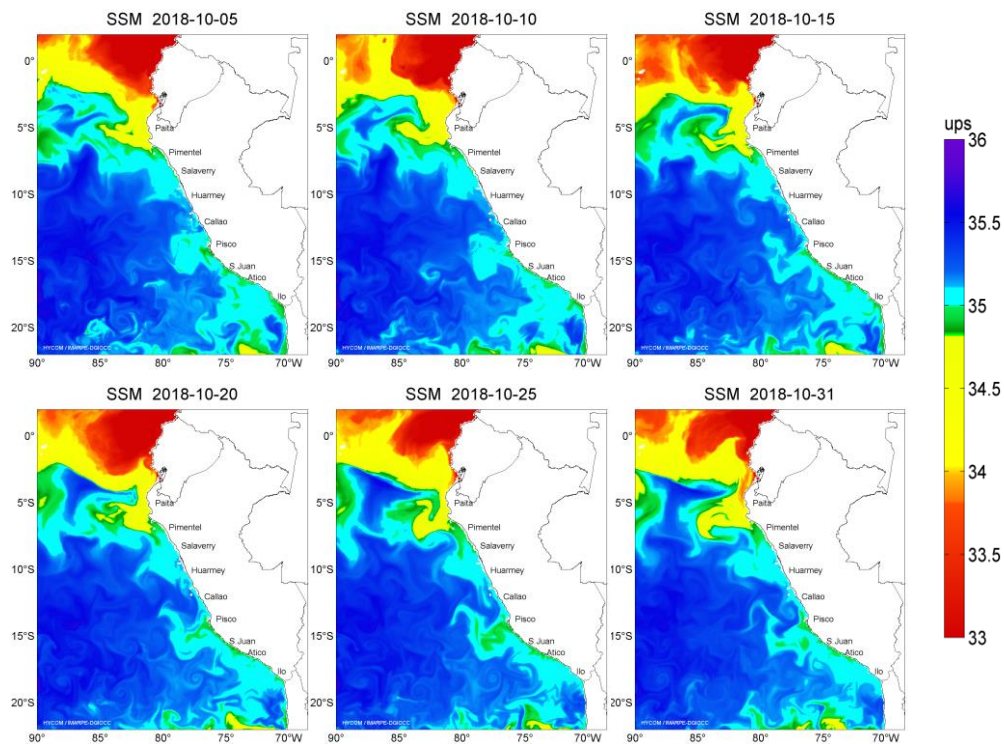


Figura 27. Distribución espacial de salinidad superficial del mar (SSM), durante los días 05, 10, 15, 20, 25 y 31 de octubre del 2018. Fuente: HYCOM, Procesamiento: DGIOCC-IMARPE.

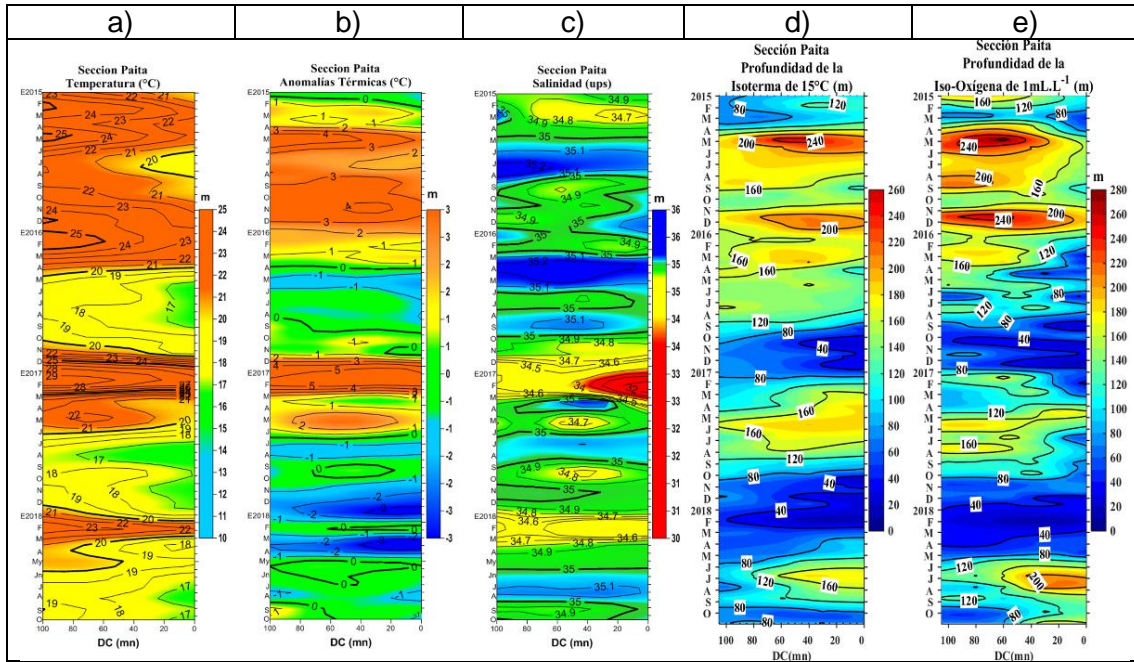


Figura 28. Diagrama Hovmöller de a) TSM, b) ATSM, c) SSM, d) Profundidad de la isoterma de 15°C (m) y e) Profundidad de la iso-oxigena de 1 mL L⁻¹ (m) de las secciones verticales frente a Paita, registrado desde enero del 2015 hasta octubre del 2018.

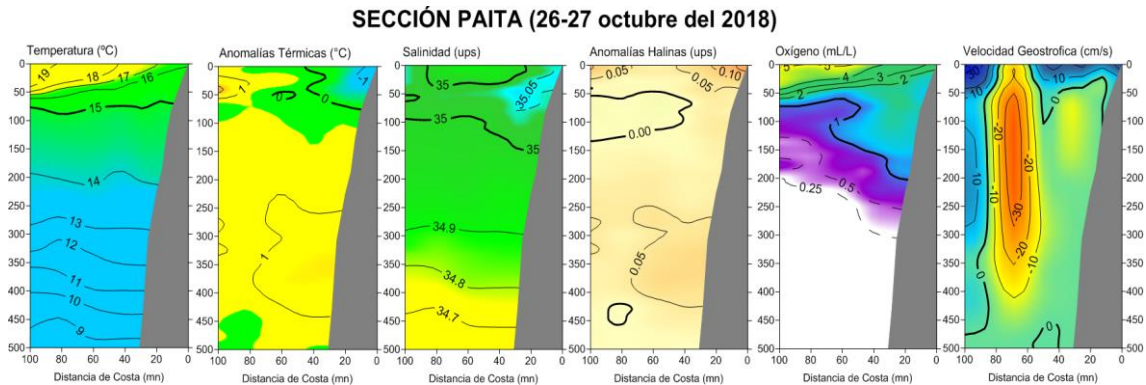


Figura 29. Distribución vertical de: a) temperatura (°C), b) anomalía de temperatura (°C), c) salinidad (ups), d) anomalía de salinidad (ups), e) oxígeno (mL L⁻¹) y f) velocidad geostrofica (cm s⁻¹) frente a Paita, realizada durante el 26 y 27 de octubre de 2018. Fuente: IMARPE.

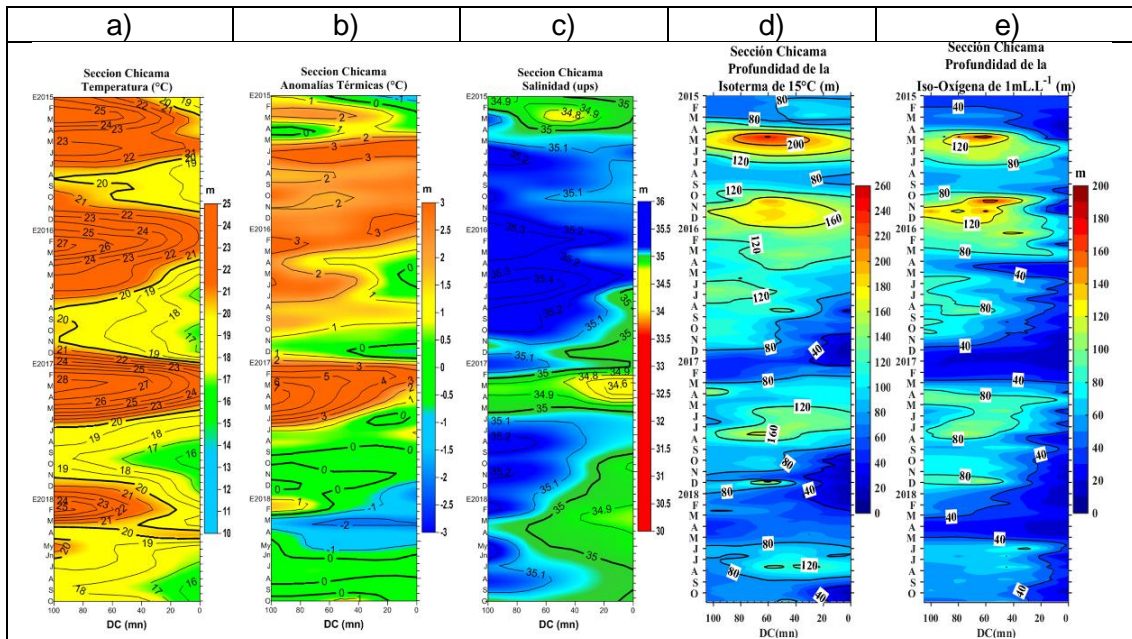


Figura 30. Diagrama Hovmöller de a) TSM, b) ATSM, c) SSM, d) Profundidad de la isoterma de 15°C (m) y d) Profundidad de la iso-oxigena de 1 mL L⁻¹ (m) de las secciones verticales frente a Chicama, registrado desde enero del 2015 hasta octubre de 2018.

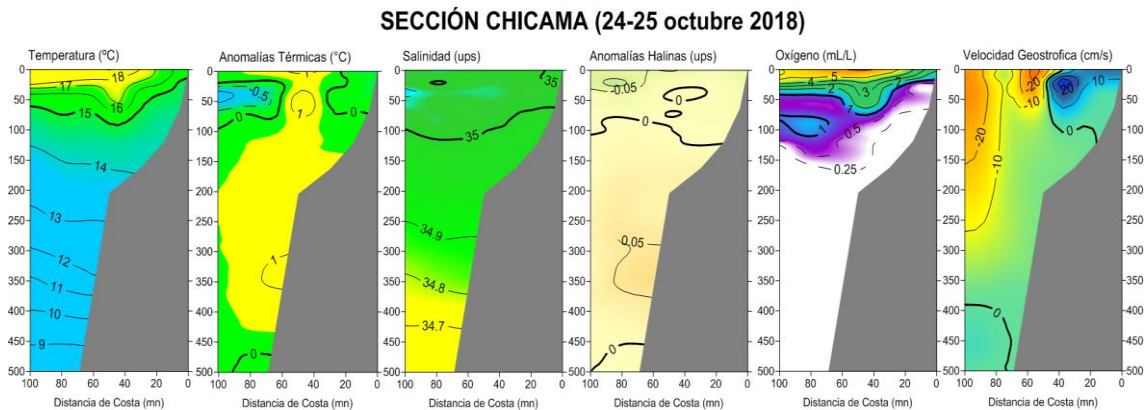


Figura 31. Distribución vertical de: a) Temperatura superficial del mar (°C), b) Anomalia de temperatura superficial del mar (°C), c) Salinidad superficial del mar (ups), d) Anomalia de salinidad superficial del mar (ups), e) Oxígeno (mL L⁻¹) y f) Velocidad geostrofica (cm s⁻¹) frente a Chicama, realizada durante el 24 y 25 de octubre de 2018. Fuente: IMARPE.

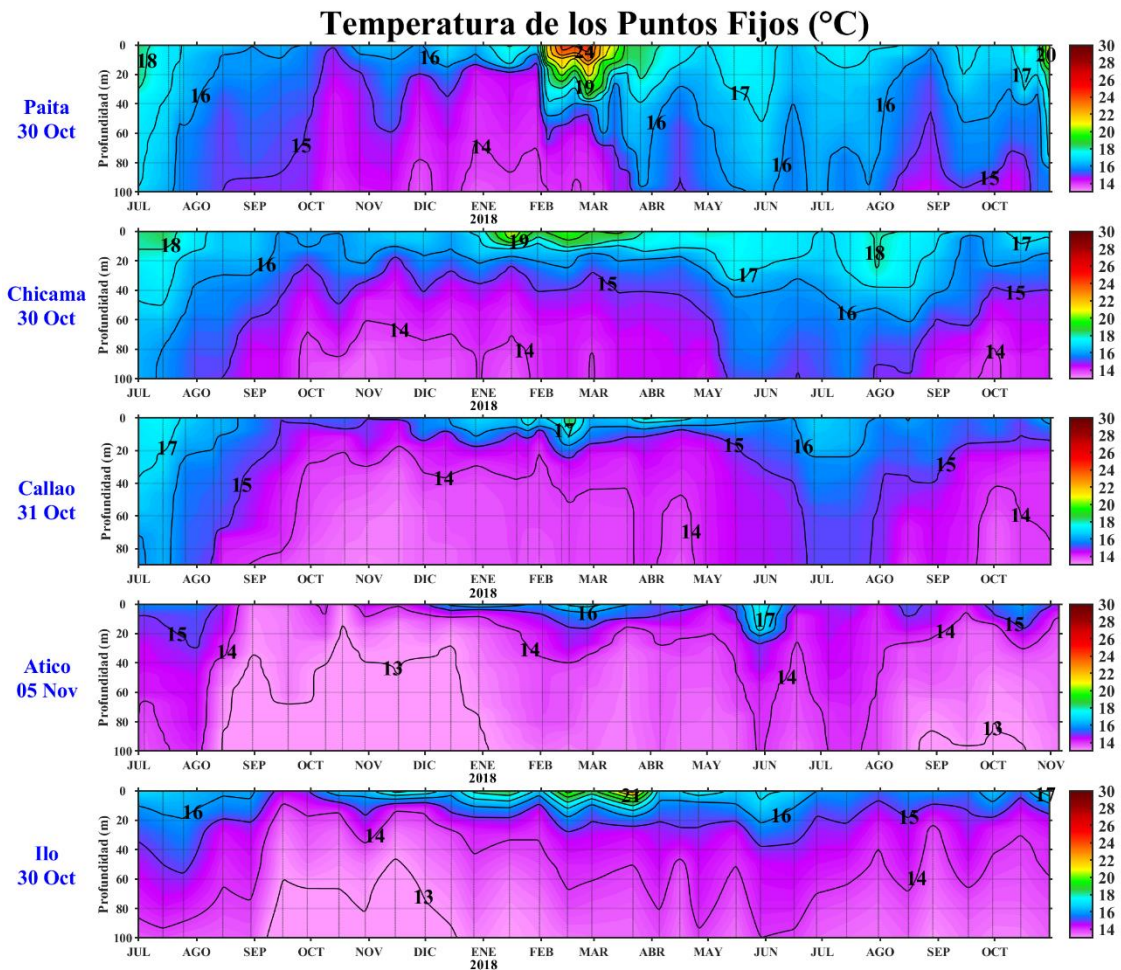


Figura 32. Series de tiempo de la estructura térmica (°C) en las estaciones fijas de: a) Paita, b) Chicama, c) Callao, d) Atico, e) Ilo de julio de 2017 a octubre de 2018.

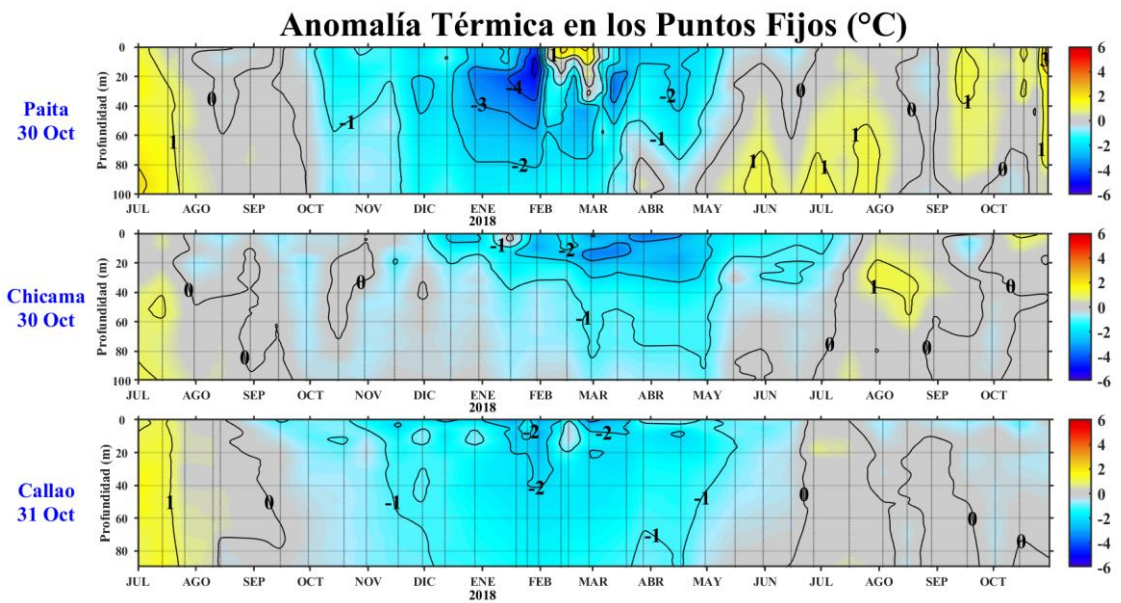


Figura 33. Series de tiempo de la anomalía térmica (°C) en las estaciones fijas de: a) Paita, b) Chicama, c) Callao, d) Atico, e) Ilo de julio de 2017 a octubre de 2018.

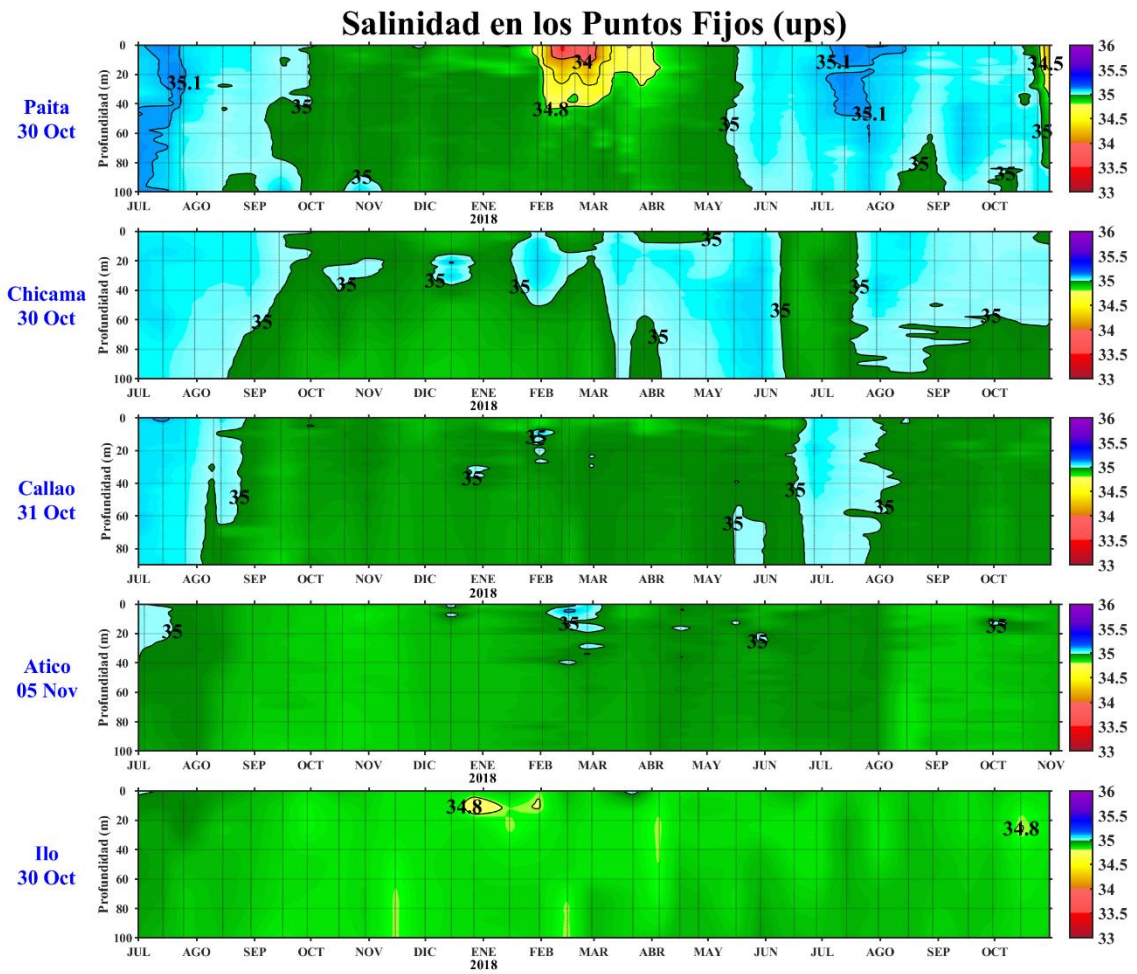


Figura 34. Series de tiempo de la salinidad del agua de mar (ups) en los Punto Fijos de Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo de julio de 2017 a octubre de 2018.

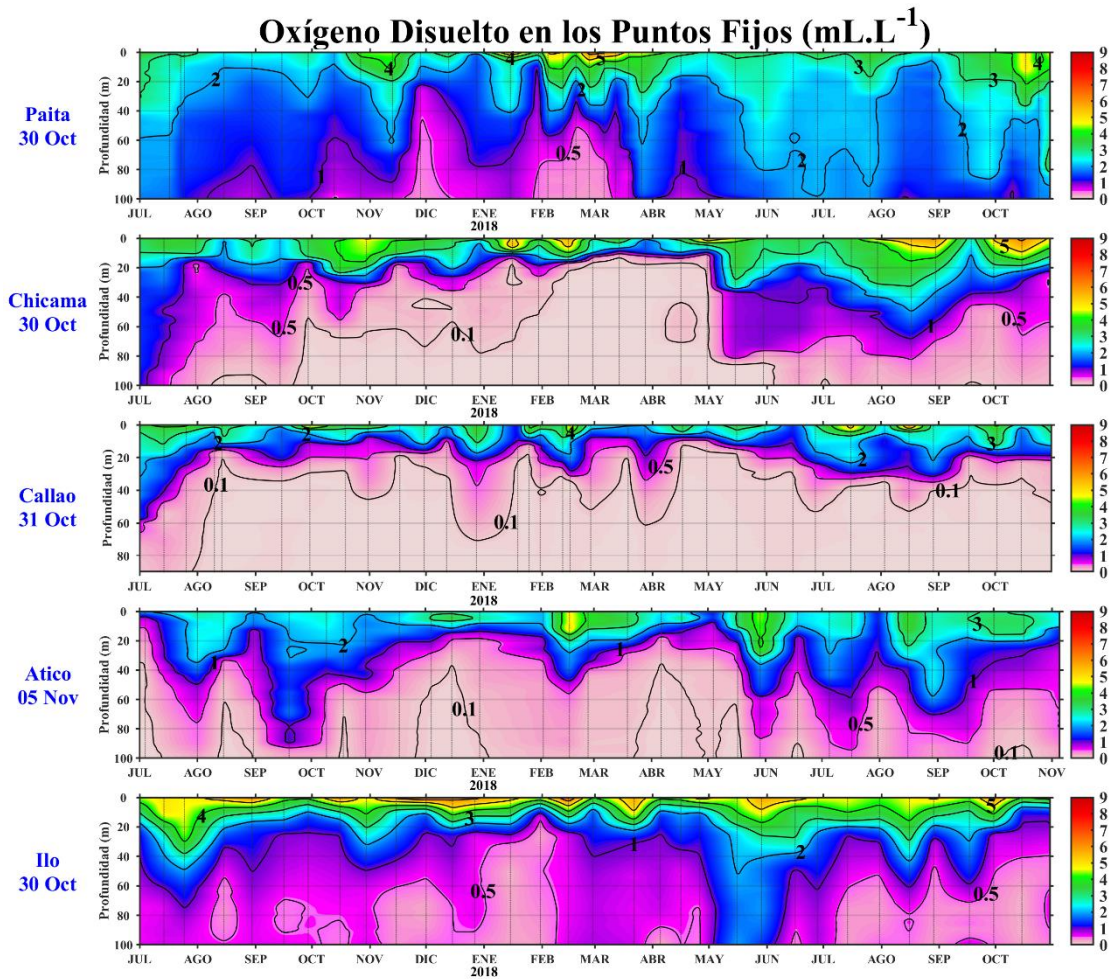


Figura 35. Series de tiempo de la concentración de oxígeno disuelto (mL L⁻¹) en las estaciones fijas de Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo de julio de 2017 a octubre de 2018.

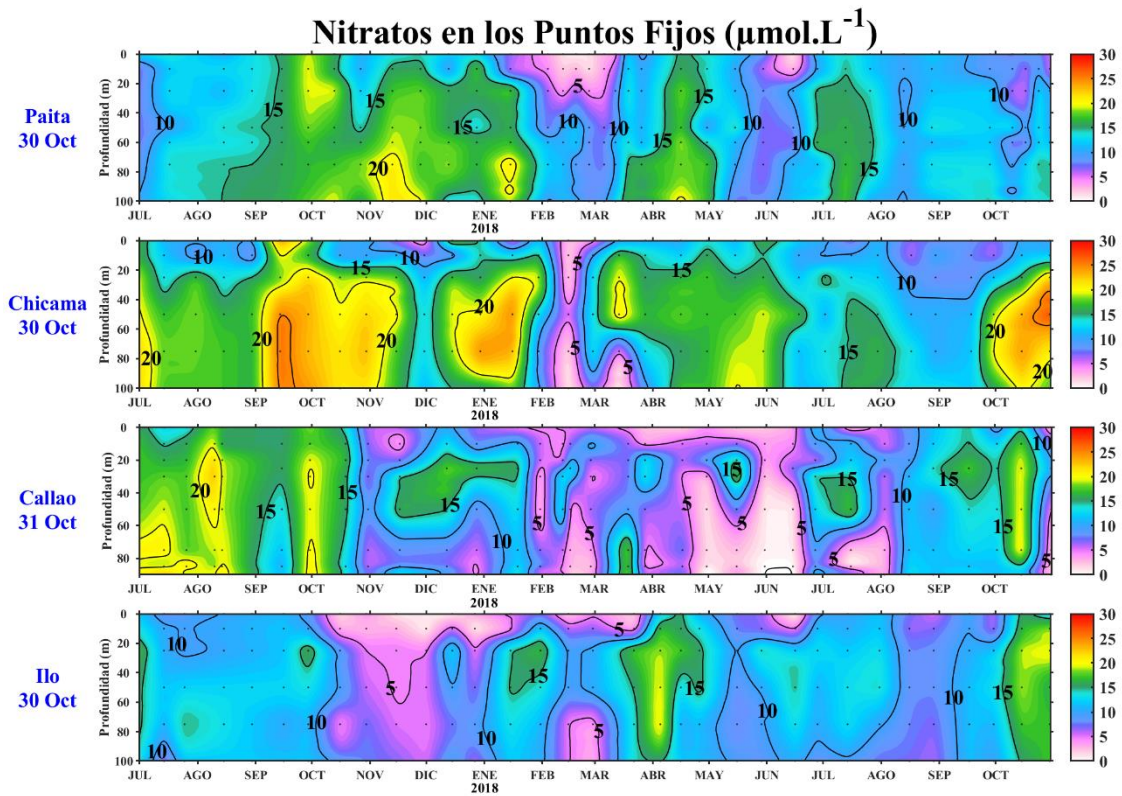


Figura 36. Concentración de nitratos en $\mu\text{mol L}^{-1}$ en los puntos fijos Paita, Chicama, Callao e Ilo de IMARPE entre julio 2017 a octubre 2018.

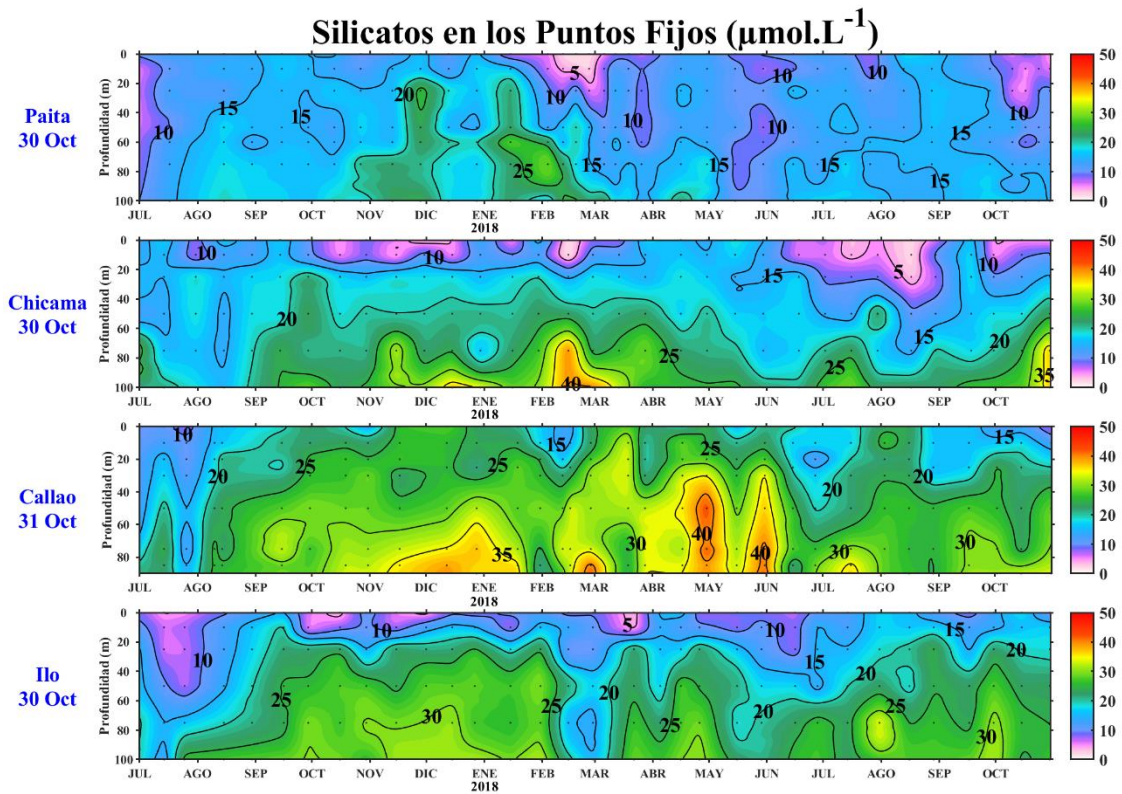


Figura 37. Concentración de silicatos en $\mu\text{mol L}^{-1}$ en los puntos fijos Paita, Chicama, Callao e Ilo de IMARPE entre julio 2017 a octubre 2018.

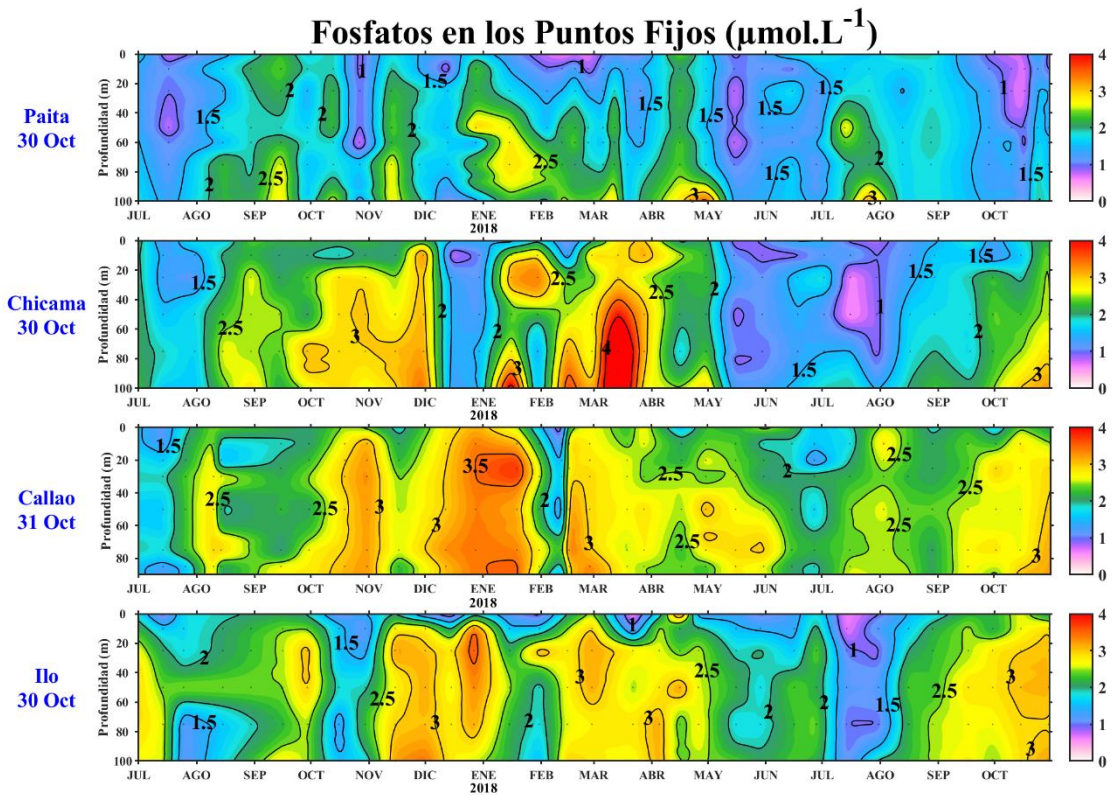


Figura 38. Concentración de fosfatos en $\mu\text{mol L}^{-1}$ en los puntos fijos Paita, Chicama, Callao e Ilo de IMARPE entre julio 2017 a octubre 2018.

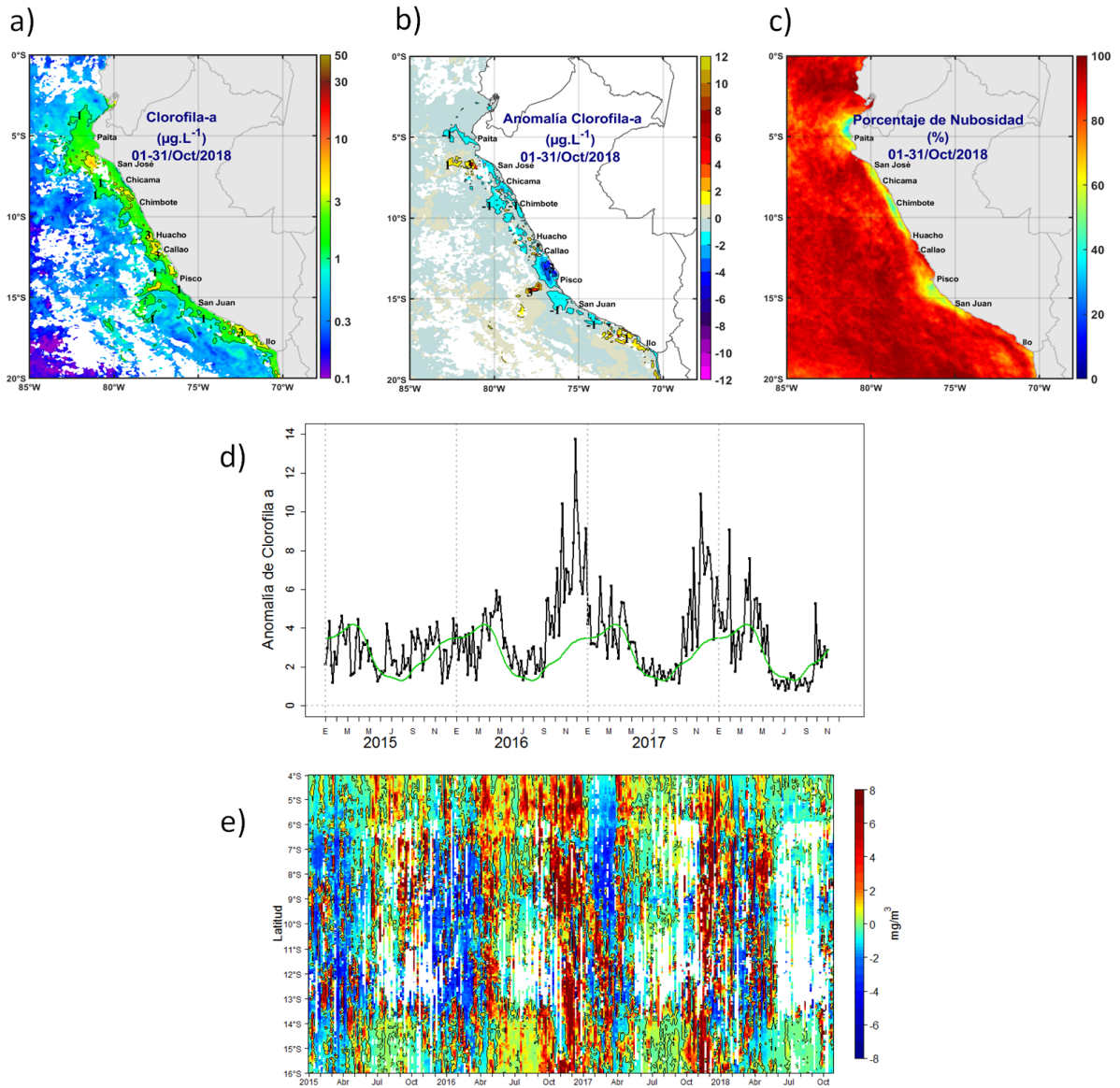


Figura 39. Mapa de la concentración (a) y anomalía (b) de Clorofila-a satelital proveniente de MODIS-AQUA, VIIRS-SNPP durante octubre 2018. Número de días con nubes en (c). Serie de tiempo (d) para 04°S-16°S y dentro de los 100 km de la costa, de las concentraciones de clorofila-a satelital (línea negra) 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.

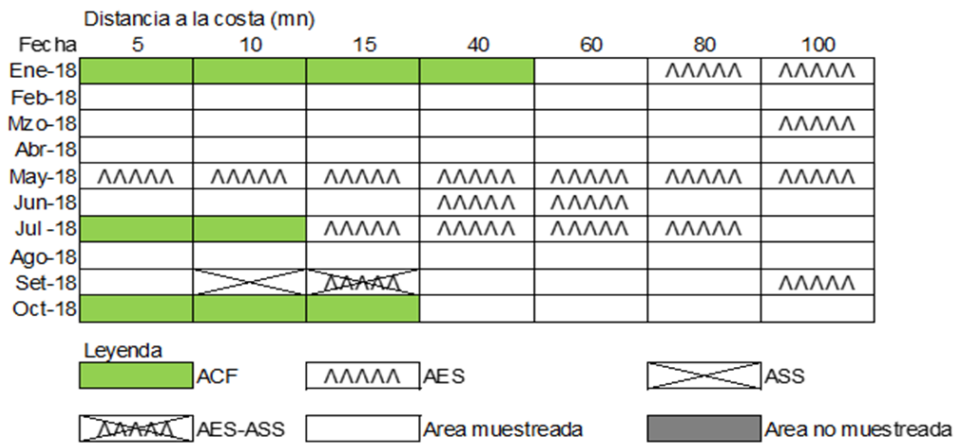


Figura 40. Distribución de indicadores biológicos de fitoplancton en la sección Paita 1810.

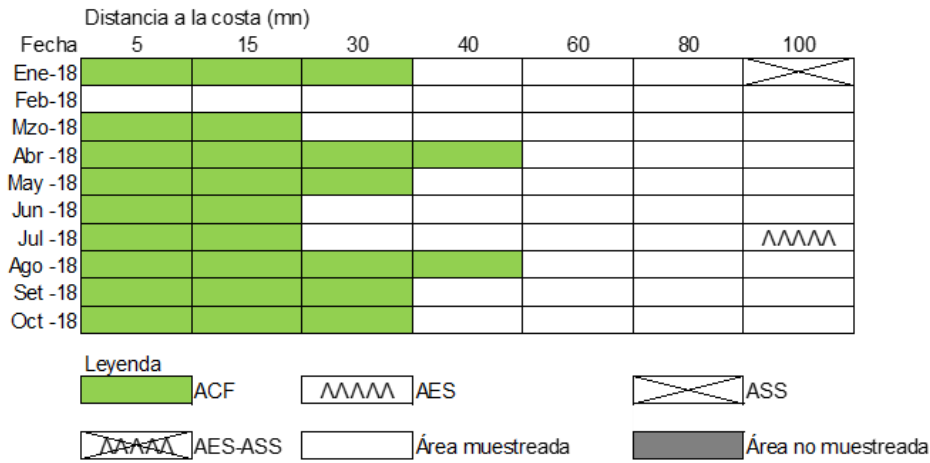


Figura 41. Distribución de indicadores biológicos de fitoplancton en la sección Chicama 1810.

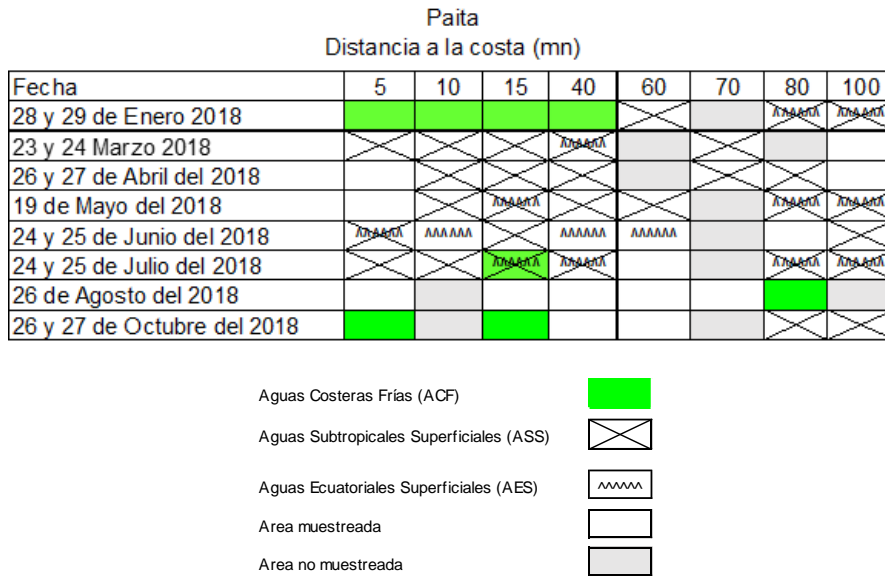


Figura 42. Distribución de Indicadores biológicos de zooplancton en la sección Paita 1810.

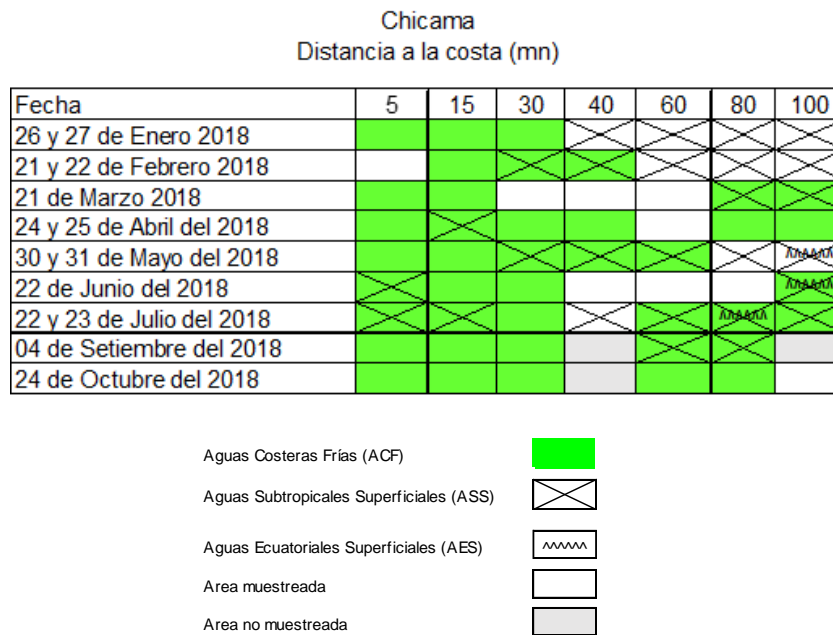


Figura 43. Distribución de Indicadores biológicos de zooplancton en la sección Chicama 1810.

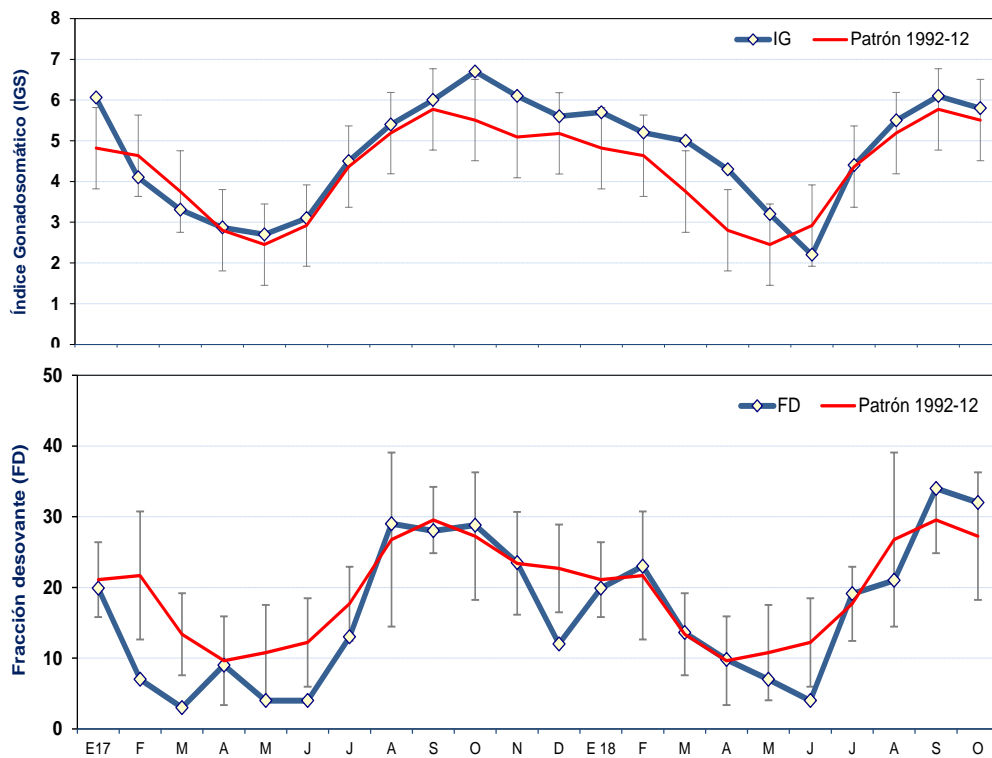


Figura 44. Indicadores reproductivos, a) Índice Gonadosomático (IGS) y b) Fracción Desovante (FD) del stock norte – centro de anchoveta. Serie mensual: enero 2017 – octubre 2018. Fuente: LBR/AFIRNP/DGIRP/IMARPE.

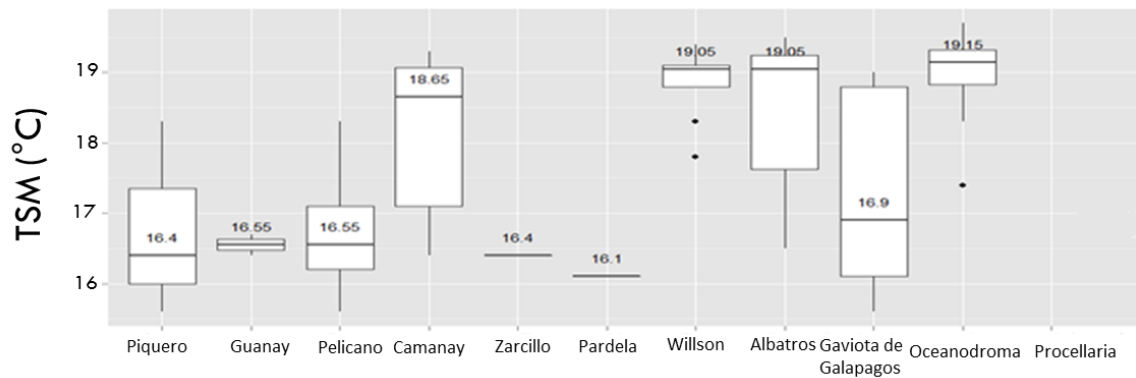


Figura 45. Distribución de aves marinas en relación a la TSM durante el Monitoreo Oceanográfico Paita - Chicama octubre 2018. Fuente: AFIOF/ DGIOCC/IMARPE

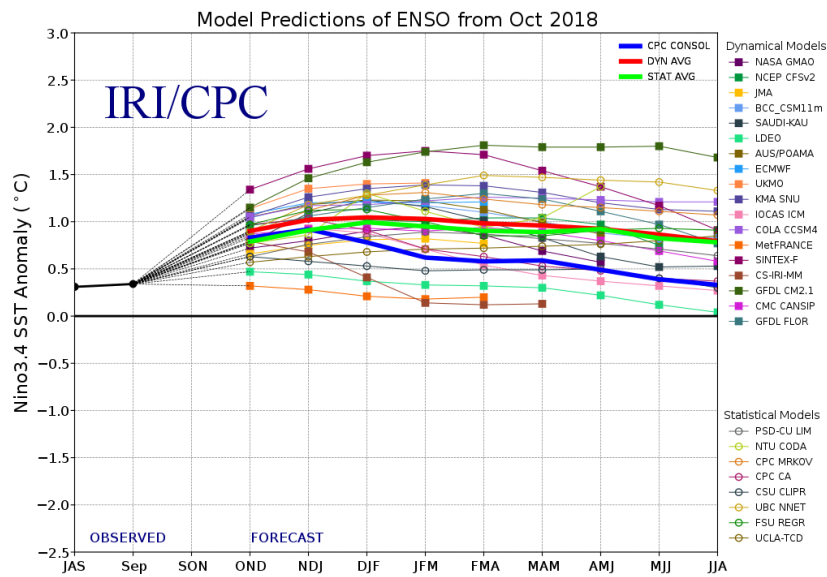


Figura 46. Pronóstico del índice Niño 3.4 mediante modelos climáticos estadístico y dinámico. Fuente: IRI/CPC, octubre 2018.

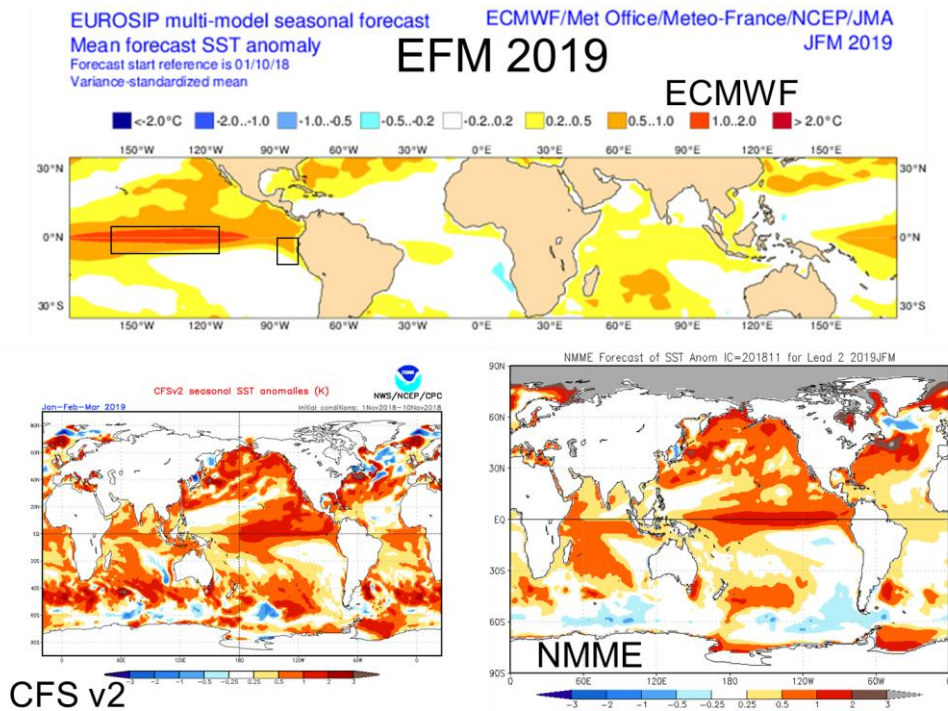


Figura 47. Pronóstico de la SST para el trimestre SON 2018 del modelo ECMWF, CFSv2, y NMME. Los recuadros indican la región El Niño 3.4 y 1+2. Las condiciones iniciales para los modelos fueron de octubre 2018. Fuente: IRI/CPC.

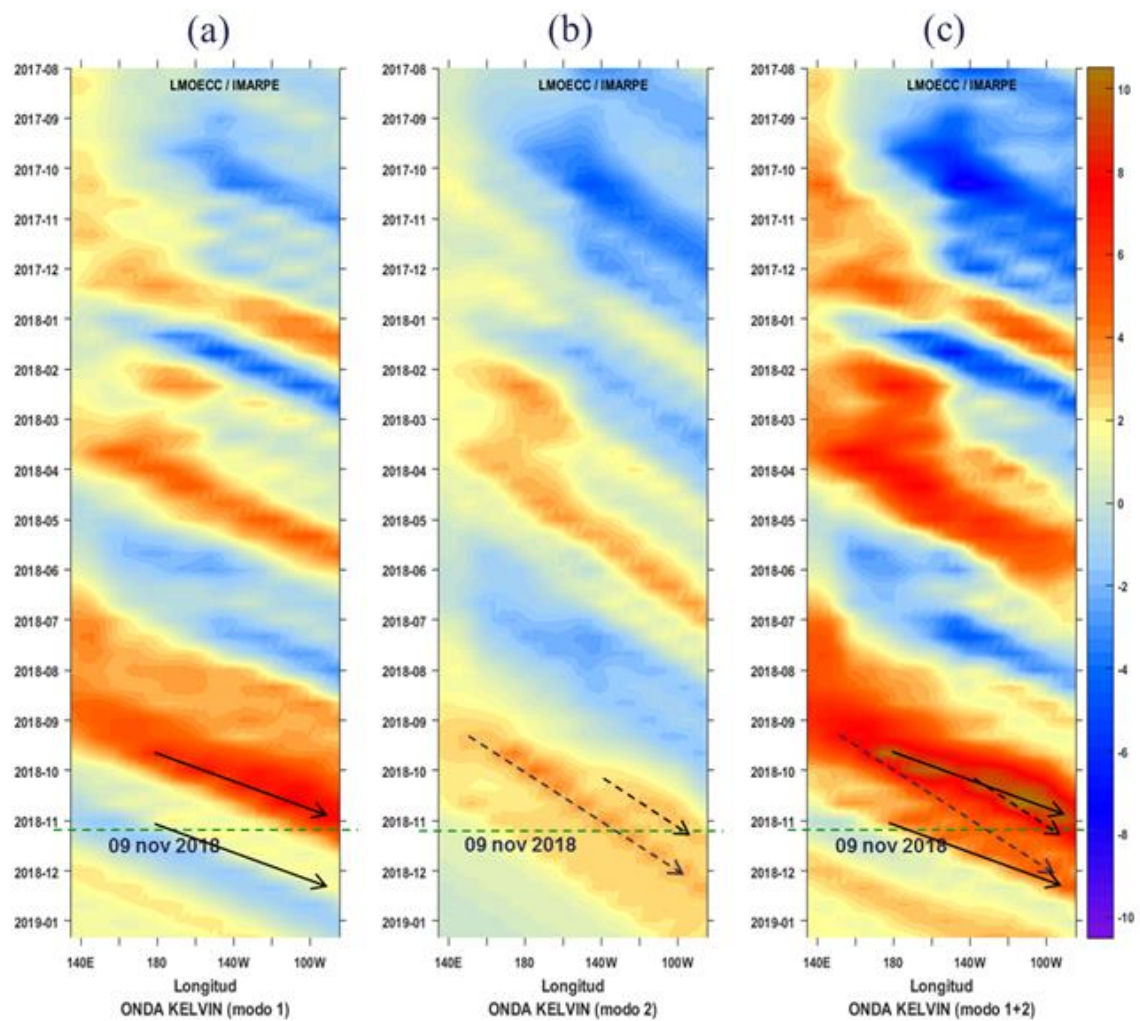


Figura 48. Diagrama Hovmöller longitud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacífico ecuatorial (0°N): (a) Modo 1, (b) Modo 2, (c) Modos 1+2. La línea discontinua horizontal, en verde, indica el inicio del pronóstico sin el forzante de vientos. Fuente: IMARPE, forzado con vientos de NCEP (Figuras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

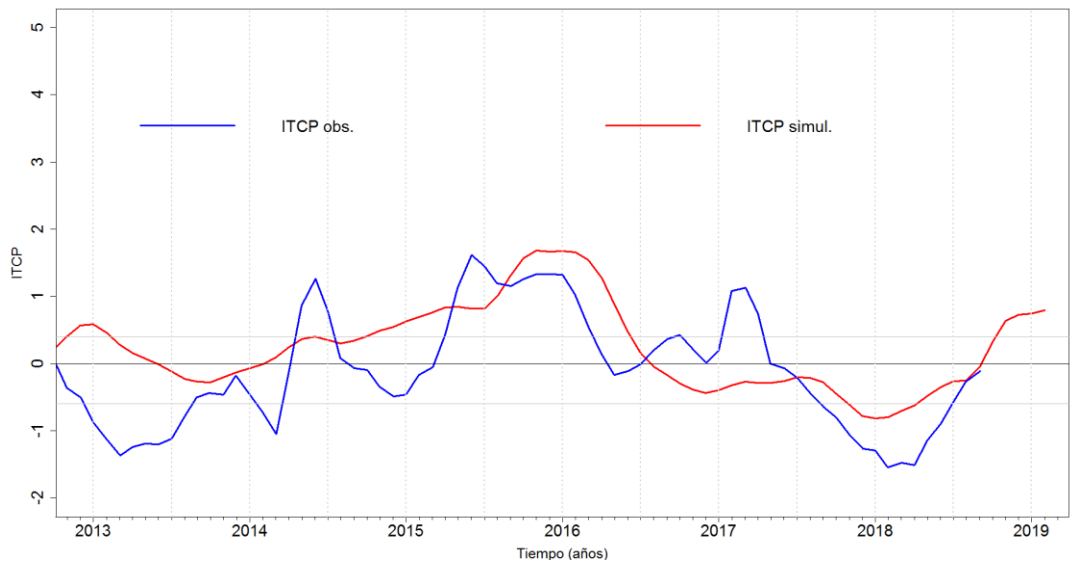


Figura 49. Pronóstico del ITCP mediante un modelo acoplado océano-atmósfera de complejidad intermedia. Fuente: IMARPE.

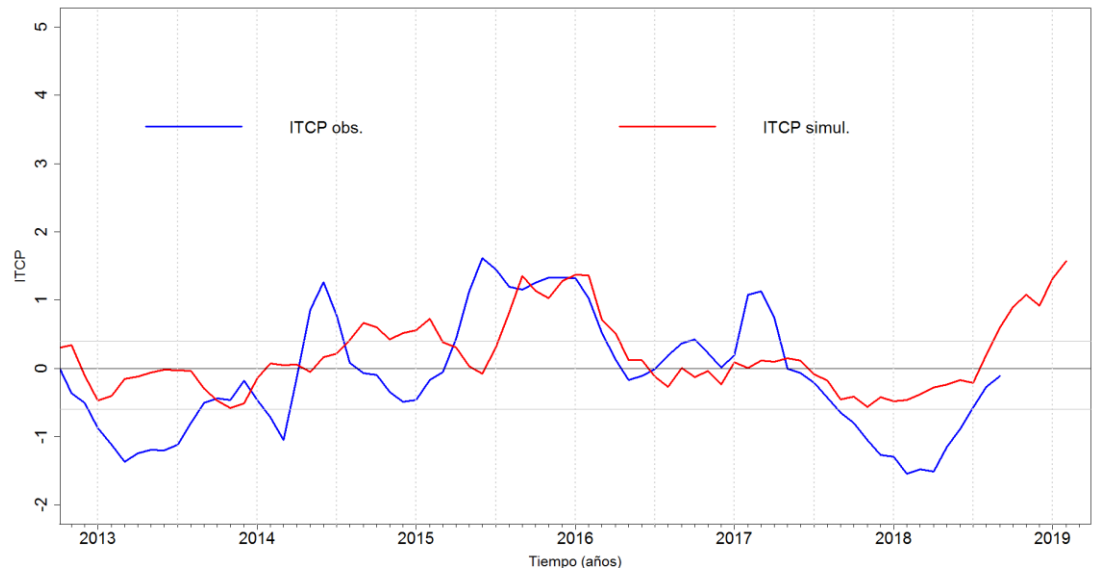


Figura 50. Pronóstico del ITCP mediante un modelo estadístico. Fuente: IMARPE.