



PERÚ

Ministerio
de la Producción



IMARPE
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

Programa Presupuestal por Resultados N°068

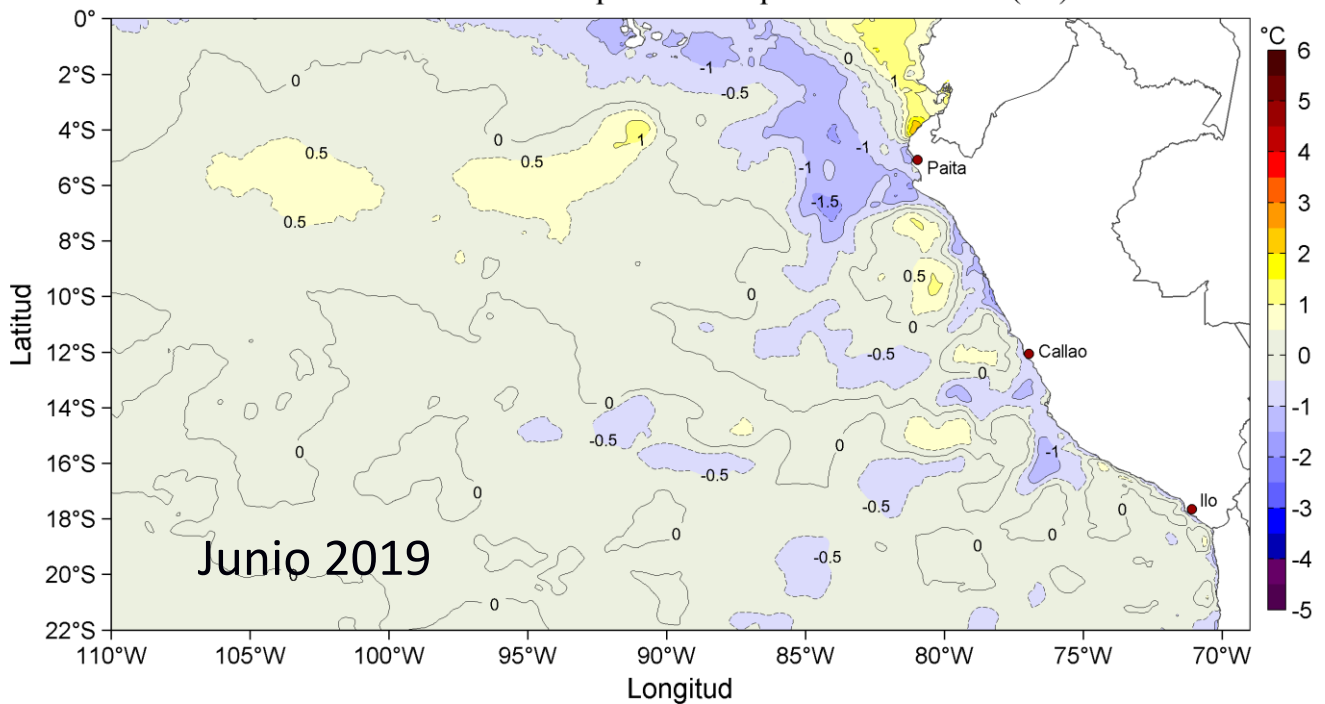
“Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de emergencias por Desastres”

Producto: Estudios para la estimación del riesgo de Desastres

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

INFORME DE LAS CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS Y BIOLÓGICO-PESQUERAS JUNIO 2019

Anomalías de la Temperatura Superficial del Mar (°C)



Junio, 2019

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

GRUPO DE TRABAJO INSTITUCIONAL EL NIÑO

**Informe de las Condiciones Oceanográficas y Biológico Pesqueras
Junio 2019**

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 de la anchoveta.**
 - 3.2. Especies Indicadoras**
- 4. PRONÓSTICO DE LAS CONDICIONES DEL PACIFICO 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
Junio 2019

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 30 de junio 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 96,3°W y 28,8°S con una intensidad máxima de ~1024 hPa, encontrándose ubicado en su posición normal y con una intensidad mayor que su valor climatológico de 2 hPa (Figuras 1 y 2). Así mismo, se observaron anomalías de presión cerca de +8 hPa en el Pacífico subtropical central y un núcleo de anomalías de presión de +4,0 hPa en el Pacífico occidental. Frente a la costa peruana predominaron anomalías próximas a cero (Figura 2 b).

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) (media móvil trimestral de la anomalía de la presión atmosférica 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 AMJ 2019, el IAPS presentó un valor de +0,8 hPa, menor que su valor anterior (+1,0 hPa), aunque aún dentro del rango neutro del APS. El valor mensual de la anomalía de la presión máxima en junio fue de +2,1 hPa (Figura 3a). Los índices ILON e ILAT presentaron valores de +2,4° y +1,3° para el trimestre AMJ, respectivamente, indicando que el núcleo del APS se encontró ubicado al noreste de su posición habitual en el último trimestre. Los valores mensuales de las anomalías de posición longitudinal y latitudinal fueron de +1,3 y +0,4 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 Sureste, así como a lo largo del Pacífico ecuatorial hasta alcanzar la línea de cambio de fecha. En el Pacífico noreste entre 120°W y 90°W se presentaron valores positivos de ROL (Figura 4), indicando condiciones anómalas de subsidencia. La componente zonal del viento en la franja ecuatorial entre 5°S y 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 140°W hasta los 80°W los vientos alisios mostraron una intensidad normal a ligeramente débil, con anomalías del oeste de hasta 1 m s⁻¹, mientras que, al oeste de los 150°W, se presentaron anomalías del oeste con valores alrededor de 3,0 m s⁻¹ (Figura 5).

1.2. Aspectos oceanográficos

1.2.1. Condiciones superficiales.

En el Pacífico ecuatorial oriental, la temperatura superficial del mar (TSM) presentó condiciones neutras y anomalías negativas. En el Pacífico central se redujeron en extensión las zonas con anomalía positiva de +1 °C (Figura 6). La variación temporal de las anomalías de TSM en las regiones Niño 4, Niño 3.4 y Niño 3, mostraron una tendencia descendente, mientras que en la región Niño 1+2, fluctuó mayormente entre anomalías negativas de intensidad débil. El último valor semanal de junio para las regiones Niño 4, Niño 3.4, Niño 3 y Niño 1+2, fue de +0,2 °C; +0,3 °C; +0,4 °C; y -0,3 °C respectivamente (Figura 7).

1.2.2. Condiciones sub-superficiales

El contenido de calor en la capa superior del Pacífico ecuatorial (300 m, entre 180°W y 100°W) mostró una tendencia descendente en sus anomalías, pasando de positivas a negativas en la última semana, con un promedio mensual de +0,24 °C (Figura 8). Esto estuvo asociado a la disminución en extensión de las anomalías de +1 °C al oeste de los 120°W y la expansión de anomalías negativas débiles en la capa de 100 m a 250 m, manteniendo valores de -2 °C entre los 120°W y 100°W encima de los 100 m (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 4,0 m s⁻¹ a 6,0 m s⁻¹ durante casi 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 la tercera semana del mes (Figura 10). A lo largo de la costa entre Paita y Pisco la velocidad del viento presentó predominancia de anomalías negativas. Mar adentro frente a Pisco y San Juan se presentaron anomalías positivas de velocidad de viento durante casi todo el mes, excepto entre el 21 y 25 de junio, período en el cual se presentaron anomalías negativas. Durante la última semana, a lo largo de la costa peruana se presentaron anomalías negativas, mientras que fuera de la costa las condiciones fueron normales, salvo entre Pisco y Callao, donde se presentaron anomalías de +1 m s⁻¹ (Figura 11).

A lo largo de la franja costera de 40 km se presentaron vientos con velocidades entre 3,0 m s⁻¹ y 7,0 m s⁻¹ (Figura 12), que correspondieron a condiciones normales entre 3°S y 7°S. Al sur de los 7°S, predominaron anomalías entre -2,0 m s⁻¹ y -3,0 m s⁻¹. Alrededor de los 15°S durante la primera quincena del mes se presentaron ligeras anomalías positivas (Figura 13).

El afloramiento costero, estimado a partir del esfuerzo de viento, mantuvo similar intensidad con respecto al mes anterior, persistiendo a lo largo de todo el mes entre Talara y Huacho, así como al sur de Pisco. Frente a Talara y Paita el índice de afloramiento (IAC) se mantuvo entre 400 m³ s⁻¹ 100m⁻¹ y 450 m³ s⁻¹ 100m⁻¹. Entre los 5°S y los 13°S, el IAC presentó valores por debajo de 150 m³ s⁻¹ 100m⁻¹. Frente a Pisco y San Juan el IAC mantuvo valores similares al mes anterior (200 m³ s⁻¹ 100m⁻¹) (Figura 14).

2.2 Aspectos oceanográficos

2.2.1 Anomalía del nivel medio del mar (ANMM)

Frente a la costa peruana predominaron ANMM de +5 cm, presentándose vórtices ciclónicos (horarios) y anticiclónicos (anti-horarios). Al norte de los 10°S, estos vórtices tuvieron mayor amplitud, uno frente a Paita en sentido horario y otro frente a Pimentel – Salaverry con ANMM de hasta +15 cm en la primera quincena, con giro anti-horario. Al sur de los 10°S se presentaron vórtices de menor amplitud con giros en ambos sentidos, notándose que los vórtices que presentaron ANMM positivas se fueron atenuando hacia fines de mes (Figura 15).

En la franja de 60 mn adyacente a la costa, al norte de Tumbes (4°S), todo el mes permanecieron ANMM de +10 cm, mientras que, en el resto de la costa se propagó de norte a sur un valle en la secuencia de las ANMM, presentando estos valores de +5 cm en la primera semana frente a Paita, a mediados de mes frente Callao y a fines de mes frente a Ilo (Figura 16). En Galápagos, a mediados de mes se presentó un pulso que se elevó de +6 cm a +9 cm, disminuyendo luego hasta +5 cm, mostrando un desfase con la costa peruana (Figura 17).

Por otro lado, en base a la información de altimetría satelital, se ha evaluado remolinos mediante un algoritmo híbrido de identificación (Halo *et al.*, 2014). Los remolinos de mesoescala transportan calor, energía y masas de agua, así como plancton, material biogénico y nutrientes que provienen del afloramiento. También influyen en la distribución de biomasa de fitoplancton, y en el sostenimiento de la producción biológica en zonas oligotróficas. En el hemisferio sur, de acuerdo al sentido del giro pueden ser ciclónicos generando divergencia, y anticiclónicos provocando convergencia del fluido. En la zona entre los 70°W - 84°W y 3°S - 18°S, durante el mes de junio se presentó una disminución de la cantidad de remolinos detectados con respecto al mes anterior, con un promedio de entre 5 y 9 remolinos detectados por día. Este mes, los remolinos anticiclónicos predominaron levemente sobre los ciclónicos con un 52,8 % (Figura 18 a). El radio y la energía cinética (EKE) muestran que en promedio los valores diarios oscilaron entre 60 - 75 km y 85 - 220 cm²s⁻², respectivamente, con una mayor frecuencia en 65 km y 140 cm²s⁻². El tamaño de los remolinos en función de la latitud, indica que el radio tendió a aumentar en dirección noroeste, siendo 120 km (8°S) el mayor tamaño alcanzado. En comparación al mes anterior, en junio el radio promedio (~68 km) fue ligeramente superior, como consecuencia de la intensificación de los vientos a mediados de mes. La energía cinética continuó presentando un comportamiento irregular, con valores más elevados durante la primera quincena, con tendencia a disminuir en la segunda (Figura 18 b y c).

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 una disminución de su valor promedio mensual a lo largo de toda la costa, de acuerdo a la estacionalidad. Se presentaron anomalías positivas de la TSM en los Laboratorios Costeros de Tumbes, Chicama, Huanchaco, Callao y Pisco; mientras que, en Paita, San José, Chimbote, Huacho e Ilo las anomalías fueron negativas. La TSM mensual varió entre 15,9°C (Ilo) a 27,5 °C (Tumbes), mientras que su anomalía varió entre -0,7 °C (San José) a +1,6 °C (Tumbes) (Tabla 1).

A nivel diario, la anomalía de la TSM (ATSM) presentó predominancia de valores positivos en Tumbes, Huacho, Callao y Pisco, predominancia de valores negativos en Paita, San José, Huanchaco y Chimbote, y la alternancia de anomalías positivas y negativas en Chicama e Ilo. Entre Tumbes y Callao las máximas ATSM fueron observadas en Tumbes durante la segunda semana del mes (+2,6 °C), mientras que el mínimo valor (-2,5 °C) fue observado en Huanchaco durante la primera semana del mes. Al sur del Callao, la mínima (-2,0 °C) y la máxima (+2,3 °C) ATSM fueron detectadas en Pisco durante la última y segunda semana del mes (Figura 19).

El índice LABCOS (Quispe & Vásquez, 2016) presentó un valor de +0,29 °C para el trimestre AMJ del 2019 y un valor mensual de +0,06 °C, siendo menor al valor observado durante mayo 2019 (+0,33 °C) (Figura 20).

2.2.2.2 Información satelital de TSM y sus anomalías

La TSM en general continuó descendiendo. En la zona norte, aguas de 22 °C se expandieron hasta la zona de Galápagos. En el sur frente al codo Perú-Chile, la TSM descendió hasta 17 °C. A lo largo de la costa predominaron aguas menores a 18 °C, mostrando frente a Pisco valores de TSM menor a 17 °C con mayor expansión hacia zonas oceánicas durante la segunda quincena (Figura 21).

En la zona norte frente a Tumbes, las ATSM se mantuvieron positivas con tendencia a disiparse hacia fines de mes, mientras que, frente a Paita, las ATSM negativas se intensificaron, proyectándose las aguas con valor de -1 °C hasta la zona de Galápagos. En la costa central, las ATSM positivas se atenuaron hasta mostrar en celdas aisladas anomalías negativas de -1 °C. En el sur predominaron condiciones neutras, mostrando solo frente a Pisco ATSM negativas de -1 °C que se expandieron hasta fuera de las 50 mn a mediados de mes (Figura 22).

En la franja de 60 mn, desde los 4°S (Tumbes) hacia el norte, las ATSM de +1 °C se atenuaron. Entre los 5°S y 16°S (Paita – Atico) se presentaron anomalías negativas que se intensificaron a mediados de mes hasta -1°C en zonas entre Paita y Pimentel, frente a Huarmey y de Pisco a Atico. Al sur de los 16°S se mantuvieron condiciones neutras (Figura 23).

El Índice Térmico Costero Peruano ITCP (Quispe-Ccalluari et al., 2016) presentó un valor de -0,4 °C para el trimestre AMJ 2019, indicando una condición más fría de lo normal en la franja costera. El valor de la primera componente principal para el mes de junio fue -0,5 °C, menor respecto al mes anterior (Figura 24).

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), en la zona norte las salinidades menores a 34,8 ups, asociadas a aguas ecuatoriales superficiales (AES), habrían fluctuado entre Tumbes y Punta Falsa. De Paita hasta Chicama, cerca de la costa, se presentaron aguas de mezcla con salinidades de 34,9 ups a 35,1 ups; mientras que, salinidades mayores a 35,1 ups permanecieron frente a la costa central, asociadas a aguas subtropicales superficiales (ASS) procedentes de zonas oceánicas. En el sur, las aguas de mezcla menores a 35,1 ups se distribuyeron frente a Pisco, expandiéndose hasta Callao y aguas de mezcla menores a 35 ups, se aproximaron hasta la zona de Atico, cubriendo toda la zona del codo Perú – Chile (Figura 25).

Estas aguas de mezcla estuvieron asociadas a la influencia de las aguas intermedias del Pacífico sur Este (AIPSE), antes referidas como Aguas Subantárticas, (Grados et al., 2018), que se habrían aproximado hasta los 22°S.

2.2.4 Secciones oceanográficas

2.2.4.1 Paita (24-25 de junio)

La TSM presentó valores entre 17 °C y 20 °C en toda la sección; las isotermas de 18 °C, que se encontraban a 20 mn a fines de mayo, se desplazaron hasta las 30 mn. Se estimaron ATSM de -1,0 °C dentro de las 40 mn (Figura 26 a, b, Figura 27 a, b). Sobre los 100 m de profundidad, las temperaturas variaron de 15 °C a 20 °C con una débil termoclina. La isoterma de 15 °C se presentó entre los 100 m y 150 m de profundidad, 20 m más somera que en mayo (Figura 27 d). Sobre los 50 m se registraron anomalías térmicas negativas de -1,0 °C dentro de las 40 mn y a 80 - 100 mn, y un núcleo de +1,0 °C a 50 - 70 mn, y debajo de estas hasta los 500 m las condiciones térmicas fueron normales (Figura 26 b).

La salinidad en los primeros 50 m de profundidad sugirió la presencia de aguas de mezcla entre ASS y las aguas costeras frías (ACF) dentro de las 50 mn ($S < 35,1$ ups) y un núcleo de ASS a 50 – 80 mn; aunque por fuera de las 80 mn se observó una disminución de los valores de salinidad. En general, en esta capa se determinaron ligeras anomalías halinas positivas, con valores de hasta +0,10 ups asociado al núcleo de ASS (Figura 27 c, Figura 26 c, d). Por otra parte, los datos sugieren mezcla entre ASS y Aguas Ecuatoriales Sub-superficiales (AESS) entre los 50 m y 100 m, y AESS a mayor profundidad, conforme al patrón estacional.

La distribución del oxígeno disuelto (OD) mostró que la iso-oxígena de 1,0 mL L⁻¹, asociada a la oxiclina, se profundizó de 90 m a 170 m de profundidad en toda la zona costera, respecto a mayo (Figuras 26 e y 27 e). El límite superior de la zona de mínima de oxígeno (ZMO; $OD < 0,5$ mL L⁻¹), se detectó a 130 - 240 m de profundidad en toda la sección. En los primeros 30 metros se estimaron flujos geostroficados hacia el norte con una velocidad de hasta 20 cm s⁻¹. Asimismo, se estimaron flujos geostroficados hacia el sur entre los 30 y 200 m a 40 – 80 mn, y entre los 150 y 420 m a 80 – 100 mn con velocidades de hasta 30 cm s⁻¹ y 20 cm s⁻¹, respectivamente (Figura 26 e, f).

2.2.4.2 Chicama (22 de junio)

La TSM presentó la isoterma de 21 °C a 60 mn frente a la costa, la cual se encontraba a 40 mn a fines de mayo. Se evidenció el frente térmico entre las aguas oceánicas cálidas (> 21 °C) y las costeras frías (< 19 °C) a 20 – 35 mn de la costa. La anomalía de la temperatura mostró valores alrededor de cero en la zona costera, mientras que al oeste del frente se presentaron anomalías de +1,0 °C, desde la superficie hasta los 50 m (Figura 28 a, b; Figura 29 a, b). Asimismo, fuera del frente se observó una termoclina pronunciada a 40 m, mientras que en la zona costera se observó el afloramiento de las isotermas de 20 a 17 °C, así como la elevación de la isoterma de 16 °C muy cerca de superficie. La isoterma de 15 °C se presentó a 70 - 110 m de profundidad, en promedio 20 m más somera que en mayo (Figura 28 d).

En la capa superficial hasta los 40 m de profundidad, la salinidad y las temperaturas indicaron la presencia de aguas de mezcla entre ACF y ASS dentro de las 20 mn, y ASS a 20 – 100 mn, esta última asociada a anomalías halinas de hasta +0,20 ups. Por otra parte, entre los 50 y 150 m de profundidad, se detectaron aguas de mezcla ASS – AESS y AESS a mayor profundidad (Figura 29 c, Figura 28 c, d).

La distribución del OD exhibió un leve ascenso de las iso-oxígenas cerca de la costa debido al afloramiento. La profundidad de la iso-oxígena de $1,0 \text{ mL L}^{-1}$ se presentó a unos 20 - 100 m de profundidad, en promedio 15 m más profunda que en mayo (Figura 29 e). El borde superior de la ZMO se presentó a 80 - 170 m (Figura 28 e). Por otra parte, se estimaron flujos geostroficados con dirección hacia el norte sobre los 50 m dentro de las 60 mn de hasta 30 cm s^{-1} , disminuyendo en intensidad y grosor hacia la costa. Asimismo, se estimó un flujo con dirección hacia el sur sobre los 150 m a 60 - 100 mn de la costa y 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 $16 \text{ }^{\circ}\text{C}$ y $19 \text{ }^{\circ}\text{C}$, en Chicama entre $16 \text{ }^{\circ}\text{C}$ y $17 \text{ }^{\circ}\text{C}$, en Callao entre $16 \text{ }^{\circ}\text{C}$ y $17 \text{ }^{\circ}\text{C}$, en Atico entre $14 \text{ }^{\circ}\text{C}$ y $16 \text{ }^{\circ}\text{C}$ y en Ilo entre $14 \text{ }^{\circ}\text{C}$ y $17 \text{ }^{\circ}\text{C}$. En Paita se detectó un ascenso de las isothermas en la primera y en la cuarta semana del mes. En Chicama, Callao y Atico se observó un ascenso de las isothermas desde inicios del mes, mientras que en Ilo no se detectaron variaciones importantes de las isothermas más cálidas y más bien un leve ascenso de la isoterma profunda de $14 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (Figura 30). En Paita, se detectó pequeños pulsos con valores de hasta $+1,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ durante el mes. En Chicama se observó anomalías térmicas de $-1,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ sobre los 40 m a inicios del mes y condiciones térmicas neutras en el resto de la columna; mientras que en Callao se detectó anomalías térmicas de $+1,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ sobre los 40 m en la primera quincena del mes (Figura 31).

En Paita, Chicama y Callao, los registros de salinidad y temperatura evidenciaron la presencia de aguas de mezcla ASS – AES durante todo el mes, aunque en Chicama y Callao también se observó núcleos de ASS sobre los 50 m. En Atico e Ilo se observó el predominio de ACF (Figura 32).

En cuanto al OD, se detectó una profundización de las iso-oxígenas en Paita, mientras que en Chicama, Callao y Atico las iso-oxígenas mostraron una tendencia similar al mes de mayo; por otro lado, en Ilo se observó un ascenso de las iso-oxígenas profundas con respecto a mayo. La iso-oxígena de $0,5 \text{ mL L}^{-1}$ no se registró en Paita y se determinó a 60 - 90 m en Chicama, a 40 - 60 m en Callao, a 70 m en Atico y a 40 - 50 m en Ilo durante el mes, en promedio (Figura 33).

2.2.6 Fertilidad y productividad

2.2.6.1. Variabilidad espacio-temporal de los nutrientes

En las estaciones fijas costeras, los nutrientes exhibieron un incremento durante el mes de junio.

Respecto a los nitratos, las estaciones fijas en promedio en la columna de agua presentaron un incremento durante la última semana. En Paita la concentración aumentó de $6 \text{ } \mu\text{mol L}^{-1}$ a $10 \text{ } \mu\text{mol L}^{-1}$ entre la primera y segunda quincena del mes. En Chicama y Callao, por debajo de los 20 m las concentraciones se mantuvieron alrededor de $10 \text{ } \mu\text{mol L}^{-1}$ y $15 \text{ } \mu\text{mol L}^{-1}$, durante casi todo el mes, respectivamente; sin embargo, durante los últimos días se observaron concentraciones de $15 \text{ } \mu\text{mol L}^{-1}$ y $20 \text{ } \mu\text{mol L}^{-1}$, respectivamente. En Ilo, la concentración promedio entre los 15 m a 100 m fue de $10 \text{ } \mu\text{mol L}^{-1}$, observándose un núcleo de $15 \text{ } \mu\text{mol L}^{-1}$ entre los 30 m a 70 m durante la última semana del mes (Figura 34).

Los silicatos mostraron un ligero incremento a lo largo de la costa. En Paita y Chicama las isolíneas de $10 \mu\text{mol L}^{-1}$ y $15 \mu\text{mol L}^{-1}$ se superficializaron de 60 m a superficie y de 50 m a 30 m, respectivamente, entre el inicio y fin del mes. En Callao, las concentraciones se mantuvieron con valores entre $15 \mu\text{mol L}^{-1}$ y $20 \mu\text{mol L}^{-1}$ por debajo de los 20 m. En Ilo, los valores por encima de los 20 m se mantuvieron alrededor de $15 \mu\text{mol L}^{-1}$, mientras que la isolínea de $20 \mu\text{mol L}^{-1}$ se superficializó de 60 m a 45 m entre inicio y fin de mes (Figura 35).

Respecto a los de fosfatos, presentaron un incremento de sus concentraciones a lo largo de la costa. En Paita los valores aumentaron de $1 \mu\text{mol L}^{-1}$ a $1,5 \mu\text{mol L}^{-1}$ entre la primera y segunda quincena del mes. En Chicama, la columna de agua presentó la predominancia de concentraciones alrededor de $15 \mu\text{mol L}^{-1}$; sin embargo, en los últimos días se observaron valores menores a $1,5 \mu\text{mol L}^{-1}$ entre los 20 m a 100 m. En Callao, los valores se mantuvieron durante el mes, observándose concentraciones en promedio de $1,5 \mu\text{mol L}^{-1}$ y $2 \mu\text{mol L}^{-1}$ por encima y por debajo de los 20 m, respectivamente. En Ilo, por encima de los 15 m predominaron valores de $1,5 \mu\text{mol L}^{-1}$ durante el mes; mientras que, por debajo de los 20 m la concentración promedio fue de $2,5 \mu\text{mol L}^{-1}$ (Figura 36).

2.2.6.2 Clorofila-a satelital

La concentración de clorofila-a satelital mensual proveniente de la unión de todos los satélites que registran clorofila-a superficial (www.oceancolor.gsfc.nasa.gov/l3/), mostró que a lo largo de la costa se presentó la predominancia de valores de $1 \mu\text{g L}^{-1}$ a $3 \mu\text{g L}^{-1}$ dentro de 60 mn hacia la costa; sin embargo, al sur de los 16°S se presentaron valores mayores a $3 \mu\text{g L}^{-1}$ dentro de las 20 mn (Figura 37 a), evidenciando esta distribución una disminución de las concentraciones respecto a mayo. En promedio mensual, las concentraciones estuvieron en el rango normal; sin embargo, frente a Pisco hubo predominancia de anomalías negativas ($-1 \mu\text{g L}^{-1}$), dentro de las 60 mn, y frente a San Juan e Ilo predominaron anomalías positivas ($\sim +1 \mu\text{g L}^{-1}$) a 60 mn y dentro de las 30 mn, respectivamente (Figura 37 b). El rango de las anomalías se redujo respecto a lo observado durante mayo, donde predominaron anomalías negativas a lo largo de la costa ($-1 \mu\text{g L}^{-1}$ a $-2 \mu\text{g L}^{-1}$).

A escala diaria se ha utilizado la información de MODIS (Ocean Biology Processing Group, 2003) corregida respecto a SeaWiFS (O'Reilly et al. 1998). A partir de este producto, el promedio pentadal, entre los 6°S - 16°S y dentro de las 60 mn, nos indica que las concentraciones presentaron una disminución de sus concentraciones siguiendo su ciclo anual (Figura 37 d). Asimismo, latitudinalmente, las condiciones normales han predominado a lo largo del mes (Figura 37 e). Un factor clave para el crecimiento fitoplanctónico es la cantidad de luz incidente, la cual es afectada por la presencia de nubes. Frente a Paita y entre Pisco y San Juan la cobertura de nubes representó el 20% – 60 % y el 60% – 80% de días nublados, respectivamente; mientras que, en las demás áreas se observó un 90% de días nublados (Figura 37 c).

2.2.7 Indicadores biológicos del plancton

2.2.7.1 Indicadores biológicos del fitoplancton.

Paita

Frente a Paita se determinó a *Tripos praelongus* (*Ceratium praelongum*), especie indicadora de ASS, a 16 mn de la costa, asociada a una TSM de $16,6^{\circ}\text{C}$ y *Ceratium breve* var. *Parallelum*, especie indicadora de AES, relacionada a un rango de TSM entre $18,8$ y $19,6^{\circ}\text{C}$ (Figura 38).

La comunidad de fitoplancton estuvo conformada por diatomeas neríticas (*Detonula pumila*, *Lithodesmium undulatum*, *Ditylum brightwellii*, *Lauderia annulata*, *Eucampia zoodiacus*, *Stephanopyxis palmeriana* y Grupo *Pseudo-nitzschia delicatissima*), de afloramiento (*Chaetoceros debilis*, *Ch. curvisetus*, *Ch. socialis* y *Thalassiosira subtilis*) y de aguas cálidas (*Bacteriastrum hyalinum*, *Proboscia alata* f. indica, *Pseudosolenia calcar-avis* y *Lioloma delicatulum*). Estas especies presentaron abundancias relativas de categoría “Abundante”, distribuidas ampliamente entre las 11 mn y 80 mn de la costa. Una distribución similar mostraron los dinoflagelados de distribución cosmopolita (*Tripos furca*, *T. dens* y *T. fusus*, *Protoperidinium depressum* y *P. conicum*), así como los termófilos (*Tripos karstenii*, *Pronoctiluca pelágica*, *Dinophysis tripos*, *Tripos lunula* y *Pyrocistis fusiformis*), que mostraron abundancias relativas de categoría “Presente”.

Chicama

En Chicama, se determinó a *Protoperidinium obtusum*, especie indicadora de ACF, que se distribuyó dentro de las 15 mn de la costa, relacionado a una TSM promedio de 17,9 °C. Además, se apreció a *C. breve* var. *parallelum*, especie indicadora de AES, a 40 mn de la línea de costa asociado a una TSM de 20,7 °C (Figura 39).

El fitoplancton fue predominante a 5 mn de la costa, destacando las diatomeas de afloramiento y neríticas como *Chaetoceros lorenzianus* y *Odontella mobiliensis*, que alcanzaron abundancias relativas de categoría “Muy Abundante” y “Abundante”, respectivamente, asociadas a una TSM de 16,6 °C.

Entre las 11 mn y 100 mn resaltaron las diatomeas oceánicas (*Planktoniella sol*, *Rhizosolenia bergonii*, *R. acuminata*, *R. castracanei*, *Thalassiosira partheneia* y *Lioloma delicatulum*) y los dinoflagelados termófilos (*Protoperidinium murrayi*, *P. elegans*, *Tripos macroceros*, *T. azoricus*, *T. carriense*, *Protoperidinium grande* y *Triadinium polyedricum*). Del grupo de los dinoflagelados cosmopolitas se determinaron a *Tripos furca*, *T. dens* y *T. fusus*. Todas estas especies mostraron abundancias relativas de categoría “Presente”.

2.2.7.2 Indicadores biológicos del zooplancton e ictioplancton

Paita

Se determinó la presencia del copépodo *Centropages brachiatus*, especie asociada a ACF entre las 10 mn y 40 mn frente a Paita. Los copépodos *Acartia danae*, *Calocalanus pavo* e *Inschnocalanus plumulusus*, especies indicadoras de ASS, se localizaron por fuera de las 15 mn de la costa. *Centropages furcatus*, especie asociada a AES, se ubicó a 100 mn (Figura 40).

Chicama

Se determinó la presencia del copépodo *Centropages brachiatus*, especie asociada a ACF a 5 mn de la costa. Los copépodos *Acartia danae*, *Calocalanus pavo* e *Inschnocalanus plumulusus*, especies indicadoras ASS, se localizaron por fuera de las 45 mn de la costa. *Centropages furcatus*, especie asociada a AES, se ubicó por fuera de las 60 mn (Figura 41).

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.

Distribución, capturas y tallas de la anchoveta

En el periodo comprendido entre enero al 30 de junio del 2019, la flota industrial de cerco desembarcó aproximadamente 2 108 308 toneladas (t). La primera temporada de pesca de anchoveta en la región norte – centro, se inició el 28 abril y al 30 de junio los desembarques totalizaron 1 772 415 t, correspondientes al 88% de la cuota otorgada (2 100 000 t).

Los desembarques durante junio presentaron una tasa de captura promedio de 31 mil toneladas. La anchoveta presentó una distribución hasta las 40 mn entre Paita (5°S) y San Juan de Marcona (15°S), con las mayores capturas frente a Chicama, Chimbote y Pisco. La estructura de tallas de la anchoveta presentó un rango entre 7,0 y 18,0 cm de longitud total, con moda en 12,5 cm y presencia de ejemplares menores a 12,0 cm alrededor del 28 % (Figura 42).

Indicadores reproductivos y somáticos de la anchoveta

Los indicadores reproductivos de la anchoveta peruana del stock norte-centro, índice gonadosomático (IGS) y fracción desovante (FD), indicaron que el recurso presentó una baja actividad desovante de acuerdo al patrón histórico para el mes de junio (Figura 43).

3.2. Especies Indicadoras

En la pesca dirigida a la anchoveta se registró como captura incidental a la caballa (*Scomber japonicus*) en tallas juveniles, especie indicadora de aguas cálidas, principalmente entre Paita y Chimbote dentro de las 20 mn. En la flota de cerco artesanal se registró capturas de bonito (*Sarda chiliensis*), especie indicadora de aguas oceánicas, frente a Bayovar y Pisco, dentro de las 30 mn (Figura 44).

3.3. Avistamiento de aves marinas

En junio la mayor abundancia de aves marinas se registró dentro de las 10 millas náuticas de la costa, con presencia de pelicano, guanay y piquero con una distribución latitudinal hasta los 5°S, similar al mes anterior (Figura 45 a). Las aves guaneras (piquero, pelícano y guanay) y aves residentes como el zarcillo y camanay mostraron una mayor asociación con las ACF con TSM promedio de 16,9 °C (Figura 45 b).

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, indican condiciones débiles de El Niño durante fines de invierno y primavera (trimestre SON) en la región Niño 3.4 con una TSM promedio entre +0,5 °C y 1,0 °C (IRI, mayo 2019) (Figura 46 y 47).

Espacialmente, para el trimestre SON 2019, el modelo ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts model) pronostica la predominancia de valores entre +0,5 °C a +1 °C entre los 180°W a 110°W. En la misma región, el modelo CFSv2 (Coupled Forecast System model de la NOAA) pronostica valores entre -0,5 °C a +0,5 °C; mientras que, el modelo NMME (North American Multi-Model Ensemble model de la NOAA) pronostica la predominancia de condiciones neutras. En la región El Niño 1+2 y frente a la costa peruana, para el trimestre SON 2019, los modelos ECMWF y NMME indican una condición neutra; sin embargo, el modelo CFSv2 presenta valores entre -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), una onda Kelvin fría (modo 1) se generó debido a las anomalías de viento del este en el Pacífico ecuatorial occidental en junio 2019 y llegaría al extremo del Pacífico ecuatorial oriental en julio 2019. Además, durante la última semana de junio, una onda Kelvin cálida (modo 1) se habría generado debido a las anomalías de vientos del este y llegaría frente a las costas de Sudamérica en agosto 2019 (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, pronosticaron condiciones neutras de julio a octubre del 2019 (Figuras 49 y 50).

5. CONCLUSIONES

- En el Pacífico ecuatorial central y occidental se mantuvo la condición cálida débil, mientras que en la región Niño 1+2 predominaron anomalías negativas de TSM. La presión atmosférica a nivel del mar mostró ligeras anomalías positivas en el Pacífico central. El núcleo del Anticiclón del Pacífico Sur (APS) se presentó ubicado al noreste de su posición normal con una intensidad dentro del rango climatológico. El campo de presión a nivel del mar frente a la costa peruana presentó condiciones normales.
- En la capa subsuperficial del Pacífico ecuatorial (300 m), el contenido de calor presentó una tendencia descendiente (+0,4 °C a -0,05°C en anomalías) durante el mes de junio, asociado a la expansión de anomalías térmicas negativas en la capa de 100 a 200 m.
- El viento costero continuó mostrando su patrón normal de dirección a lo largo de la costa. La velocidad del viento exhibió predominancia de valores neutros y de anomalías positivas frente a Paita y Pisco. El afloramiento costero se intensificó frente a Paita y Talara, mientras que al sur entre Pisco y San Juan el afloramiento costero mantuvo valores de IAC alrededor de $200 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} \text{ 100m}^{-1}$.
- En la zona costera dentro de las 60 mn, al norte de Tumbes se presentaron anomalías positivas de la TSM, desde Paita a Atico predominaron anomalías negativas, mientras que de Atico hacia el sur persistieron las condiciones neutras.

- A fines de mayo, frente a Paita, sobre los 50 m se detectaron anomalías térmicas promedio de $-1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, aunque se apreció un núcleo de anomalías de $+1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ a 60 mn asociado a la presencia de ASS; entre los 50 y 500 m la temperatura y la salinidad mostraron valores de acuerdo a su estacionalidad. También se observó una ligera superficialización de la isoterma de $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ y una profundización de la iso-oxígena de $1,0\text{ mL L}^{-1}$ en la zona costera respecto a mayo, asociado a la presencia de flujos geostroficados hacia el sur entre los 30 y 200 m a 40 – 80 mn. Frente a Chicama, se detectaron anomalías térmicas de $+1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ en promedio sobre los 50 m entre las 30 mn y 100 mn, asociados a la presencia de ASS, mientras que en la zona costera se observaron aguas de mezcla ASS - ACF, siendo normal para la época. Además, se observó una termoclina pronunciada fuera de la costa, superficialización de la isoterma de $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ y una ligera profundización de la iso-oxígena de $1,0\text{ mL L}^{-1}$.
- Las estaciones fijas costeras de Paita y Callao mostraron pulsos de anomalías térmicas positivas, mientras que en Chicama se observaron condiciones neutras en la columna de agua (<100 m). En las estaciones fijas de Paita, Chicama y Callao se registró el predominio de aguas de mezcla ASS-ACF, con pulsos de ASS en Chicama y sobre todo en Callao, lo que explicaría las anomalías térmicas positivas en este último punto. Por otro lado, en Atico e Ilo se observó la presencia de ACF.
- La concentración de clorofila-a a lo largo de la costa presentó una disminución de sus valores de acuerdo a su estacionalidad. Los valores fluctuaron de $1\text{ }\mu\text{g L}^{-1}$ a $3\text{ }\mu\text{g L}^{-1}$ dentro de las 60 mn a lo largo de la costa; sin embargo, se presentaron valores mayores a $3\text{ }\mu\text{g L}^{-1}$ dentro de las 20 mn al sur de los 16°S . Aunque las concentraciones fueron predominantemente en el rango neutro, frente a Pisco se detectaron anomalías negativas ($-1\text{ }\mu\text{g L}^{-1}$) dentro de las 60 mn, y frente a San Juan e Ilo predominaron anomalías positivas ($\sim+1\text{ }\mu\text{g L}^{-1}$) a las 60 mn y dentro de 30 mn hacia la costa, respectivamente.
- La anchoveta en la región norte - centro, presentó una distribución hasta las 40 mn de la costa, siendo la principal área de pesca frente a Chicama, Chimbote y Pisco. Hubo presencia de juveniles en las capturas de anchoveta, que representó el 28%. Los indicadores reproductivos de la anchoveta peruana del stock norte-centro indican que el recurso presentó una baja actividad desovante.
- Según el modelo de propagación de ondas aplicado en el IMARPE se espera la llegada de una onda Kelvin fría de modo 1 durante julio a la costa norte del Perú. Además, una onda Kelvin cálida de modo 1 se habría generado durante la última semana de junio debido a las anomalías de vientos del este y llegaría frente a las costas de Sudamérica en agosto 2019.
- Para el fin de invierno y primavera 2019, los modelos climáticos internacionales pronostican en promedio condiciones de El Niño débiles en la región Niño 3.4 con un valor promedio entre $+0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $+1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Para el mismo periodo, frente a la costa peruana los modelos ECMWF y NMME indican una condición neutra y el modelo CFSv2 indica una condición fría ($-0,25^{\circ}\text{C}$ a $-1,0^{\circ}\text{C}$). A su vez para el ITCP los pronósticos de modelo estadístico y acoplado indicaron condiciones neutras desde julio a octubre 2019.

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.
- Correa D., G. Luque, C. Grados, D. Quispe, C. Paulino (2016). Vigilancia y Pronóstico a Corto Plazo del Viento Frente al Litoral Peruano en Base a Información Satelital y el Modelo GFS. Poster CONCIMAR 2016.
- 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, 2019 a. Comunicado Oficial ENFEN, N°.09 -2019, junio de 2019.
- Grados, C., Chaigneau, A., Echevin, V., Dominguez, N. 2018. Upper ocean hydrology of the Northern Humboldt Current System at seasonal, interannual and interdecadal scales. *Progress in Oceanography* 165 (2018) 123–144.
- Halo, I., P. Penven, B. Backeberg, I. Ansorge, F. Shillington and R. Roman, 2014, Mesoscale eddy variability in the southern extension of the East Madagascar Current: Seasonal cycle, energy conversion terms, and eddy mean properties, *J. Geophys. Res. Oceans*, 119, 7324 – 7356, doi:10.1002/2014JC009820.
- 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.
- Ocean Biology Processing Group, 2003: MODIS Aqua Level 3 Global Daily mapped 4 km Chlorophyll a. Ver. 6. PO.DaaC, Ca, USA. Dataset accessed [2019-01-03]
- O'Reilly J E, Maritorena S, Mitchell B G, Siegel D A, Carder K L, Garver S A, Kharu M, McClain C. 1998. Ocean color chlorophyll algorithms for SeaWiFS. *J. Geophys. Res.*, 103, C11, 24,937-24,953, doi:10.1029/98JC02160.
- 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 - junio 2019.

Estación	TSM May. (°C)	TSM Jun. (°C)	ATSM Jun. (°C)
Tumbes	28,2	27,5	1,63
Paita	18,9	17,6	-0,56
San José	19,9	18,5	-0,73
Chicama	18,4	17,3	0,08
Huanchaco	18,2	17,2	0,04
Chimbote	19,9	18,9	-0,32
Huacho	17,4	16,6	-0,06
Callao	17,2	16,7	0,30
Pisco	21,1	20,1	0,65
Ilo	16,2	15,9	-0,03

8. FIGURAS

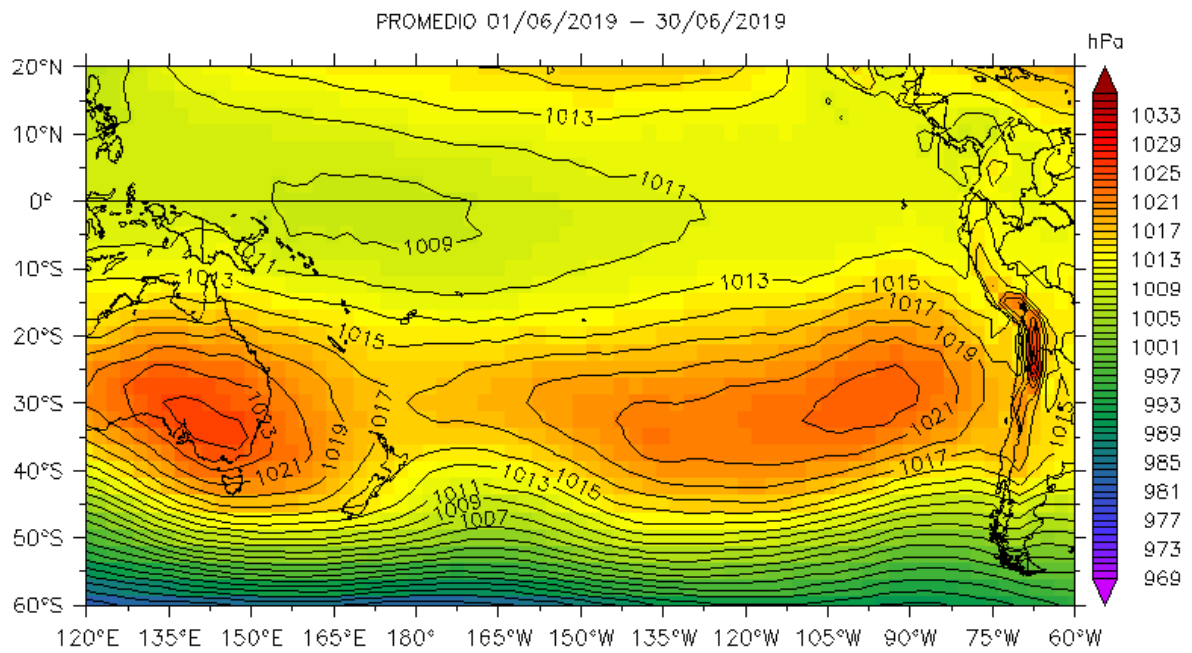
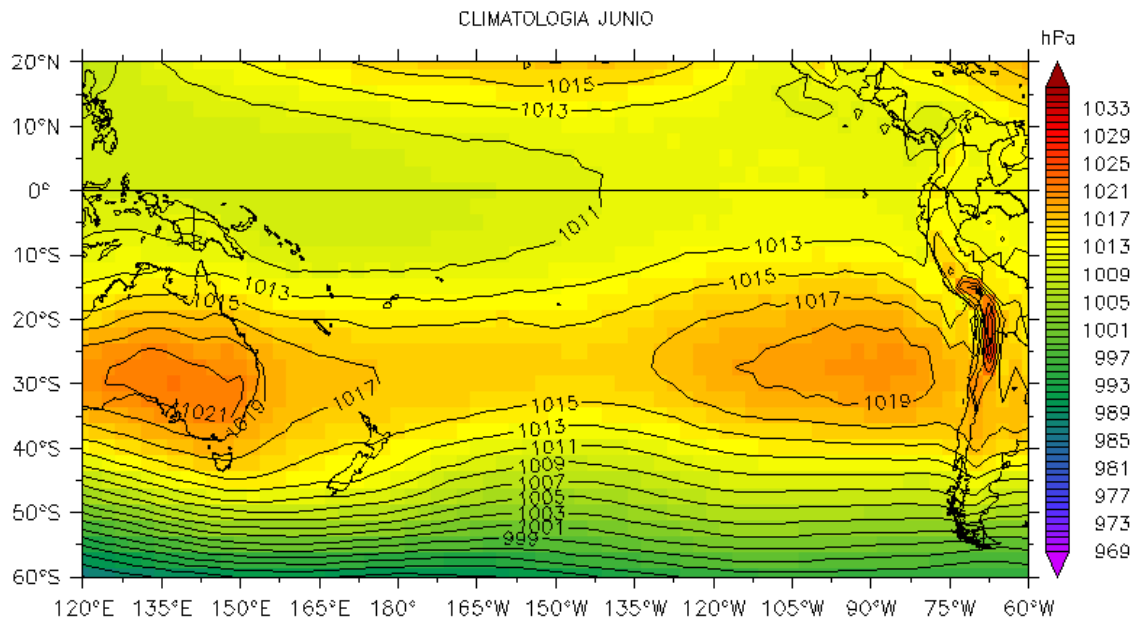


Figura 1. Presión atmosférica a nivel del mar (PNM) en hPa, promedio 1-30 junio, Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

a)



b)

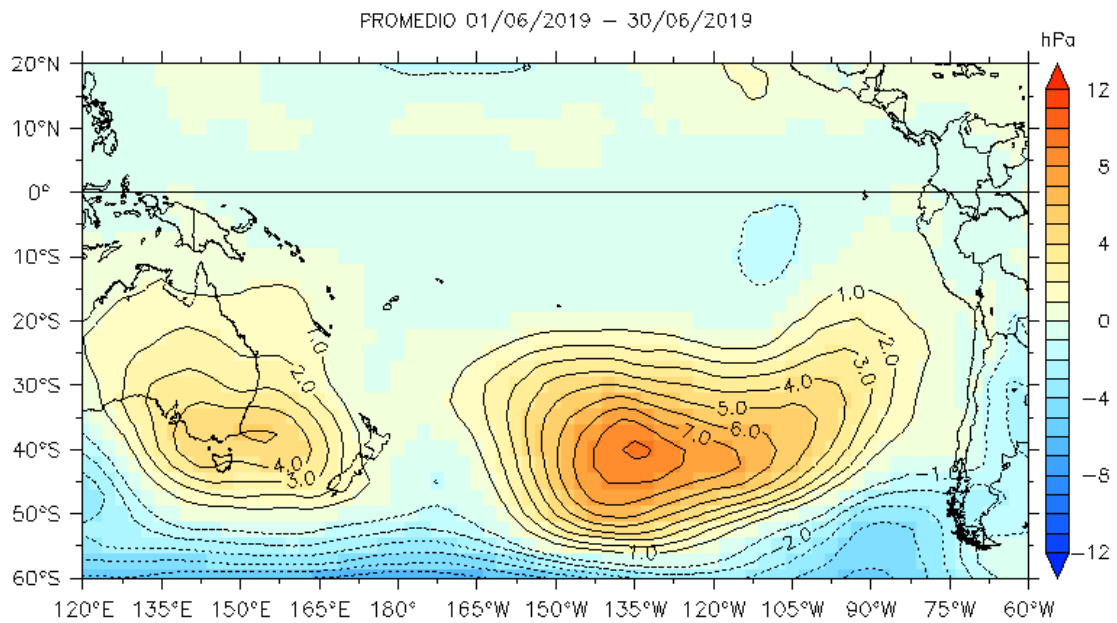


Figura 2. Presión atmosférica a nivel del mar (PNM) en hPa, climatología (a) y anomalías promedio (b) de junio 2019. Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

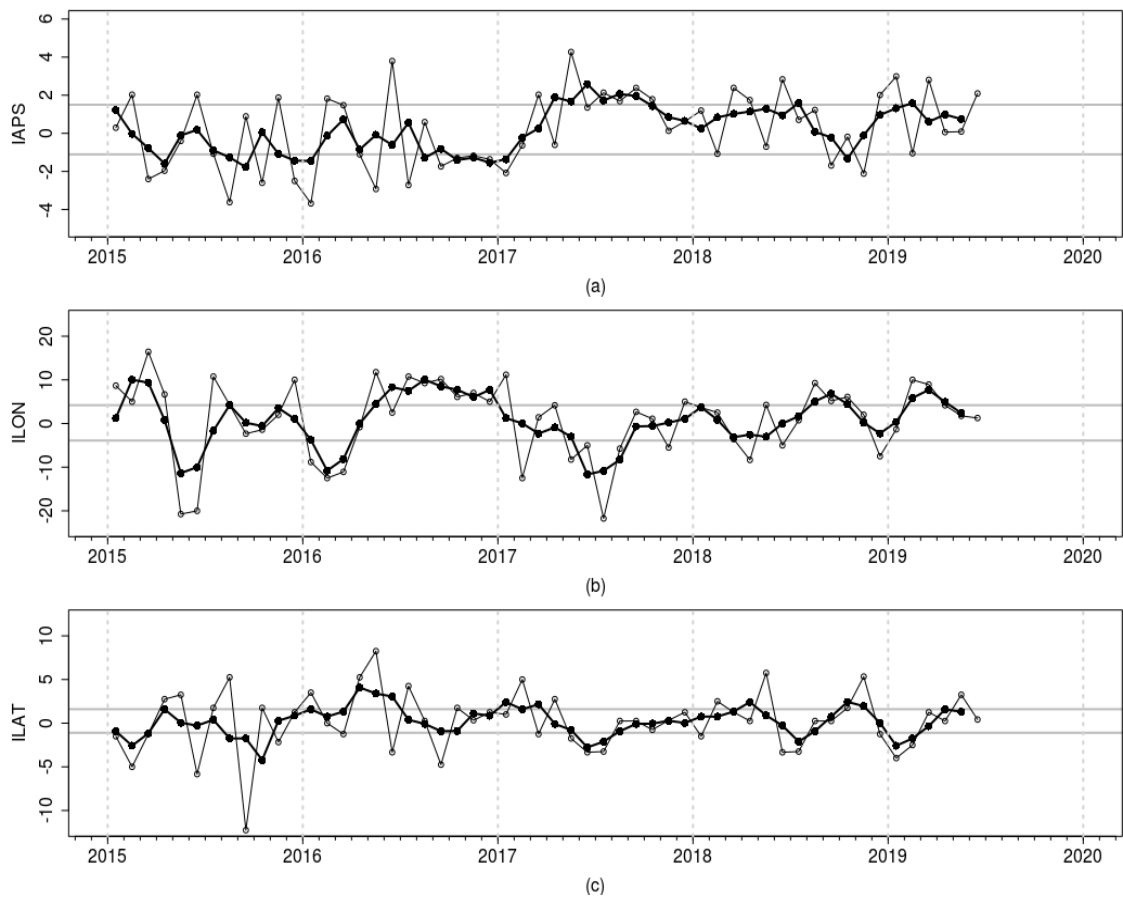


Figura 3. Variación temporal de los índices del APS: a) índice de intensidad (IAPS) e índices de posición b) longitudinal (ILON) y c) latitudinal (ILAT) hasta el trimestre AMJ 2019 (círculos negros). Los círculos blancos indican las anomalías mensuales en el periodo enero 2015 – junio 2019.

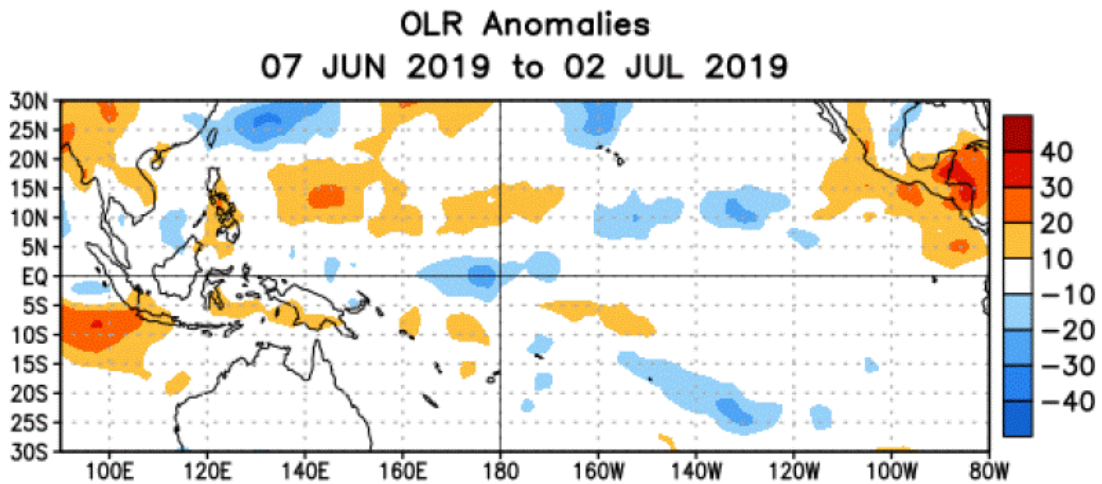


Figura 4. Anomalías del promedio de la radiación de onda larga emitida (OLR, por sus siglas en inglés) ($W m^{-2}$) durante el mes de junio de 2019. Las anomalías de OLR se calculan como desviaciones de los penta-promedios del período base de 1981-2010.

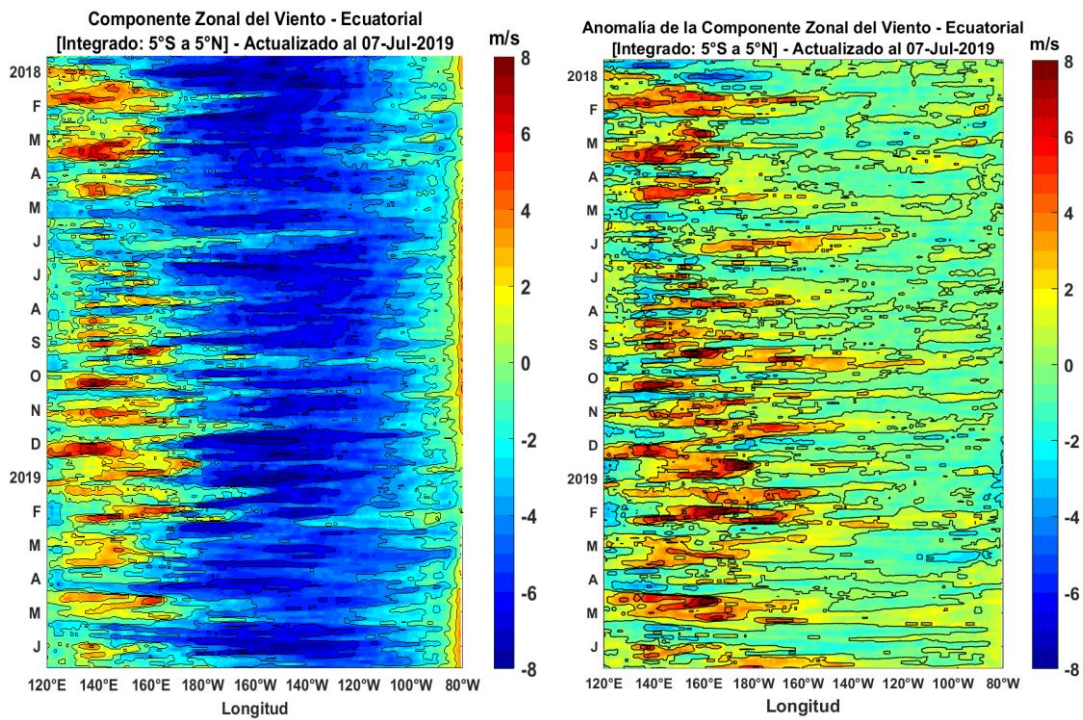


Figura 5. Viento satelital (integrado en el Ecuador): a) Componente zonal del viento ($m s^{-1}$), b) Anomalía de la componente zonal del viento ($m s^{-1}$), durante el último año (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 07/07/2019.

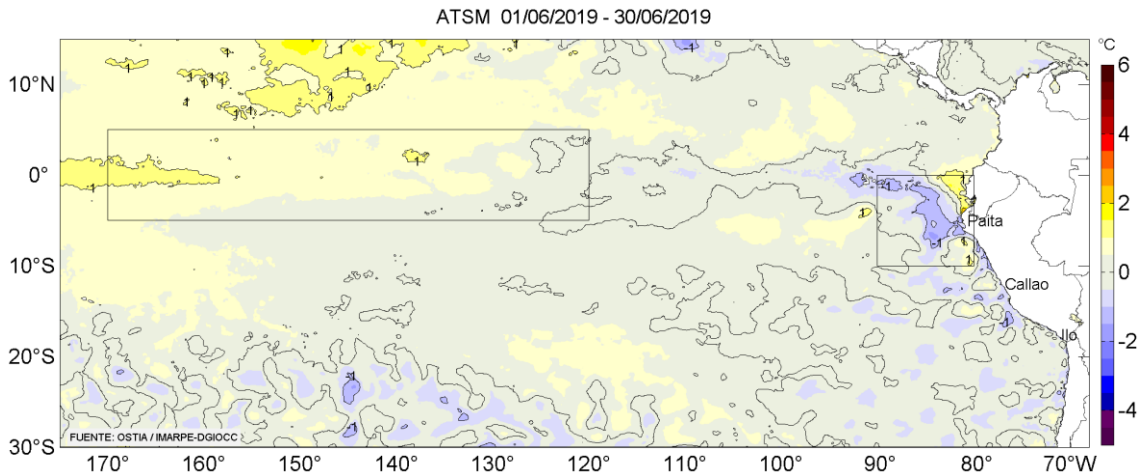


Figura 6. Anomalías promedio de la temperatura superficial del mar (°C) para el mes de junio 2019. Fuente: PODAAC/OSTIA, Procesamiento: IMARPE.

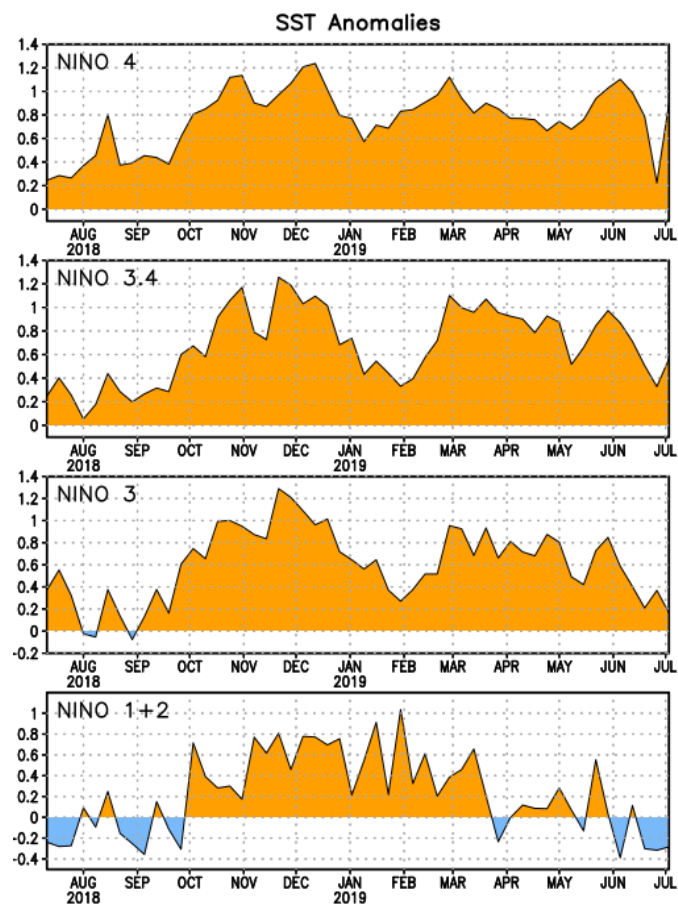


Figura 7. Anomalías semanales promedio de la temperatura superficial del mar (°C) durante un año, hasta fines de junio del 2019. Fuente CPC/NOAA.

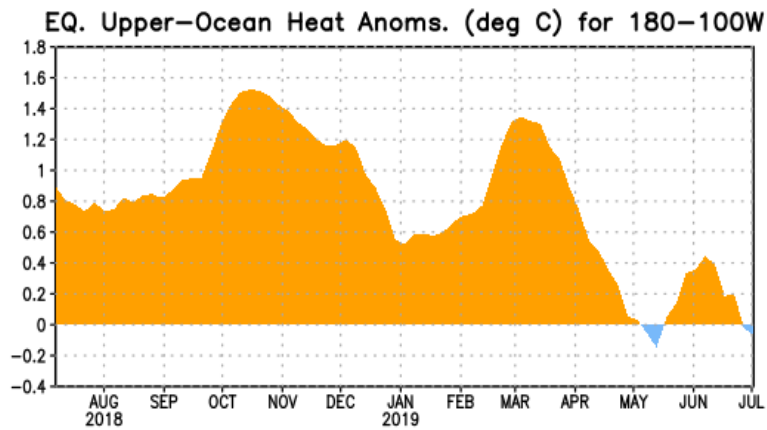


Figura 8. Anomalías del contenido de calor (en °C) en el área promediada del Pacífico ecuatorial (5°N-5°S, 180°-100°W). Las anomalías en el contenido calórico son calculadas como las desviaciones de los promedios por pentadas del período base de 1981-2010. Fuente CPC/NOAA.

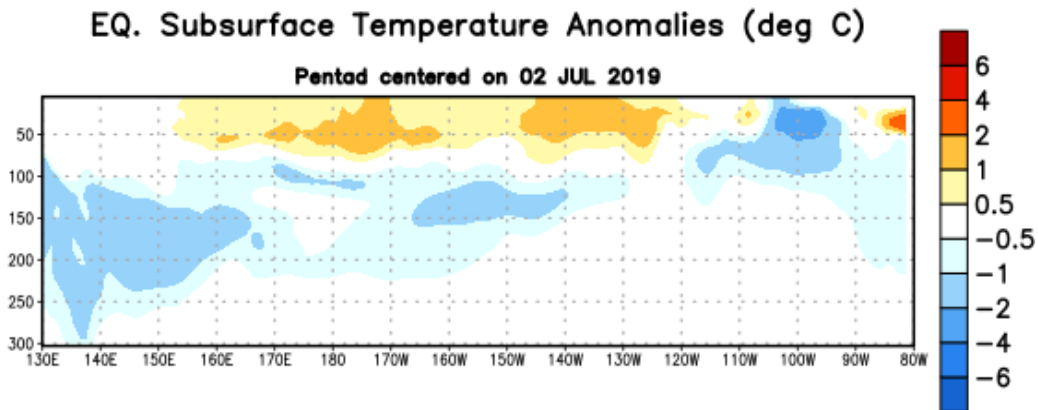


Figura 9: Anomalías de temperatura (en °C) en un transecto de profundidad-longitudinal (0-300 m) en la parte superior del Océano Pacífico Ecuatorial, centradas en la semana del 2 de julio del 2019. Las anomalías son promediadas entre 5°N-5°S. Las anomalías son variaciones a partir de los promedios por pentadas durante el periodo base de 1981-2010. Fuente CPC/NOAA.

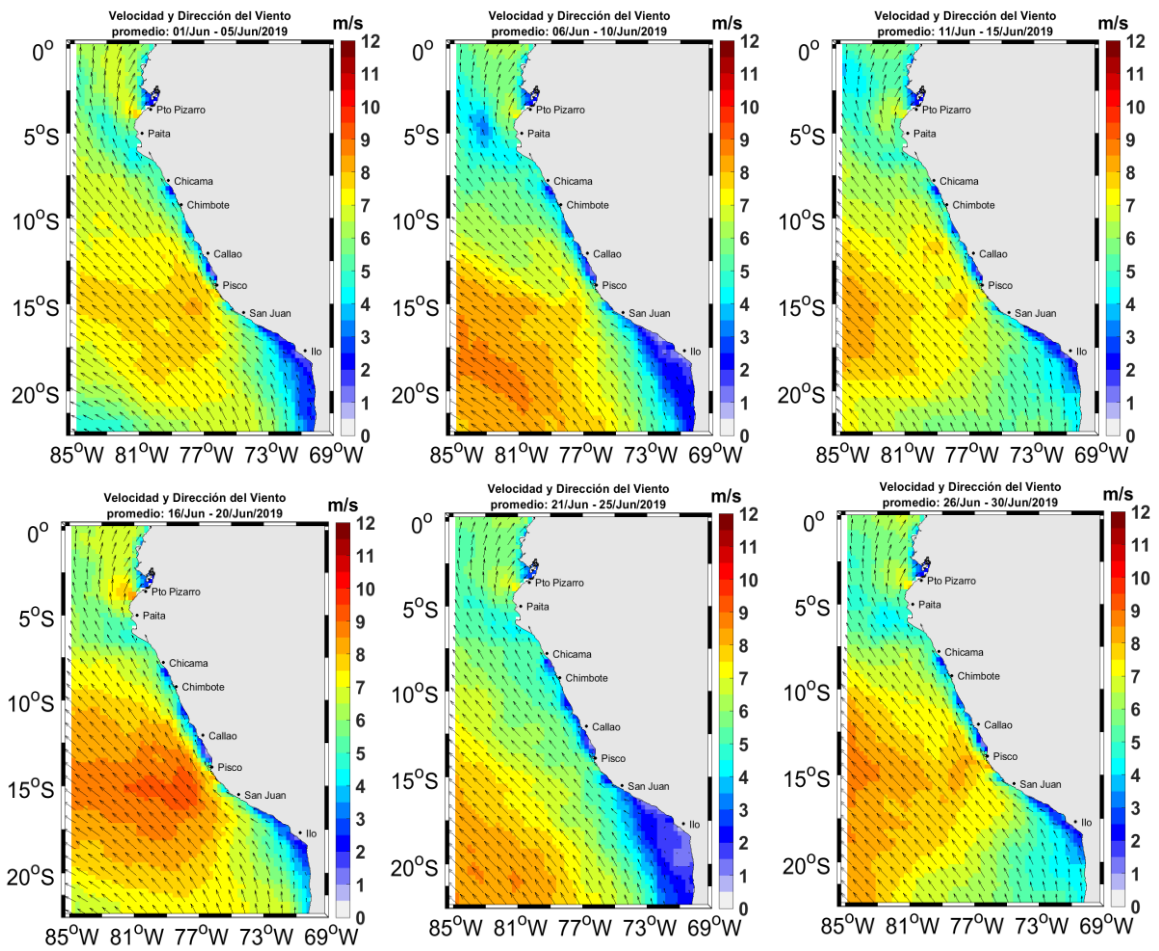


Figura 10. Mapas de la velocidad del viento frente a la costa peruana, durante el mes de junio del 2019 (Fuente: Satélite ASCAT y productos del modelo GFS (ASCAT disponible hasta el 03 de marzo del 2019 por lo cual la información fue completada con el producto del modelo GFS, previa validación de acuerdo a Correa et al. 2016). Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 30/06/2019.

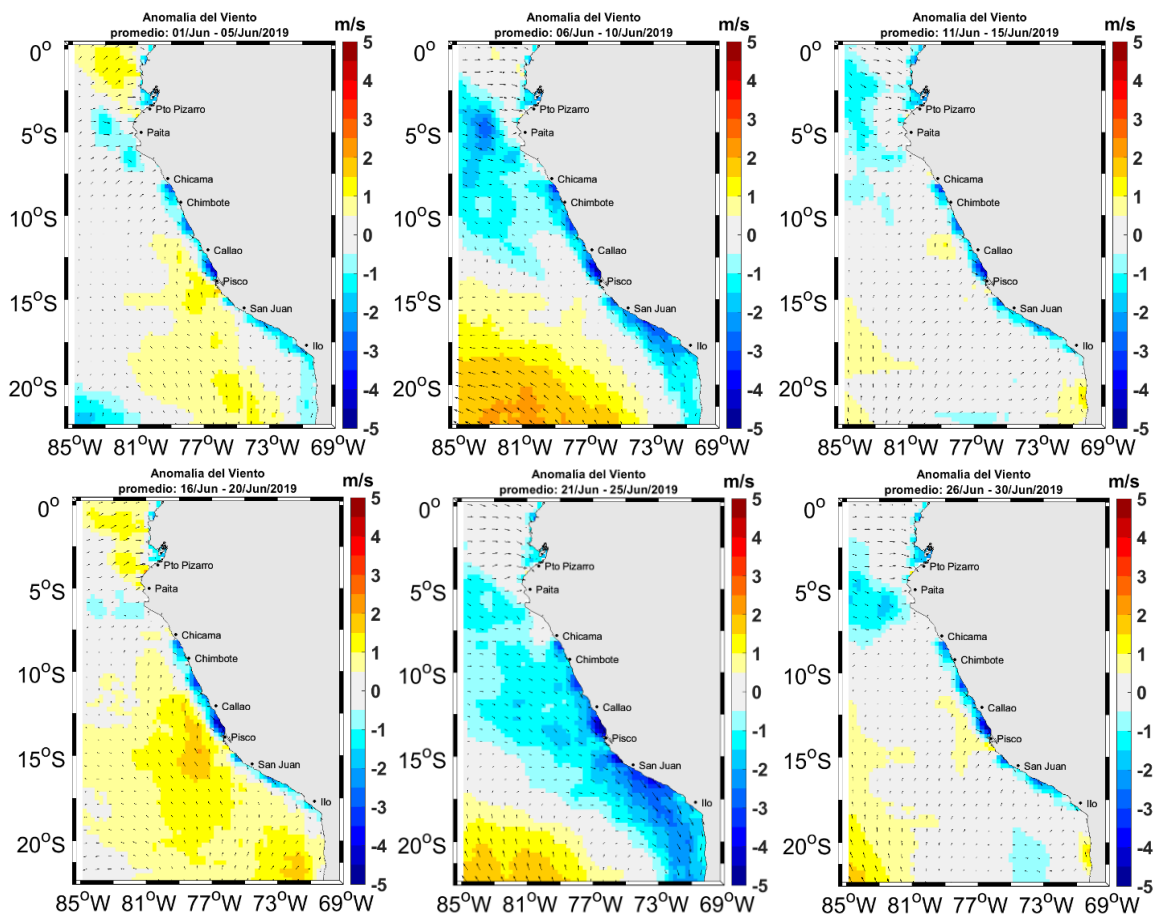


Figura 11. Mapas de anomalía de la velocidad del viento frente a la costa peruana, durante el mes de junio del 2019 (Fuente: Satélite ASCAT y productos del modelo GFS, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 30/06/2019.

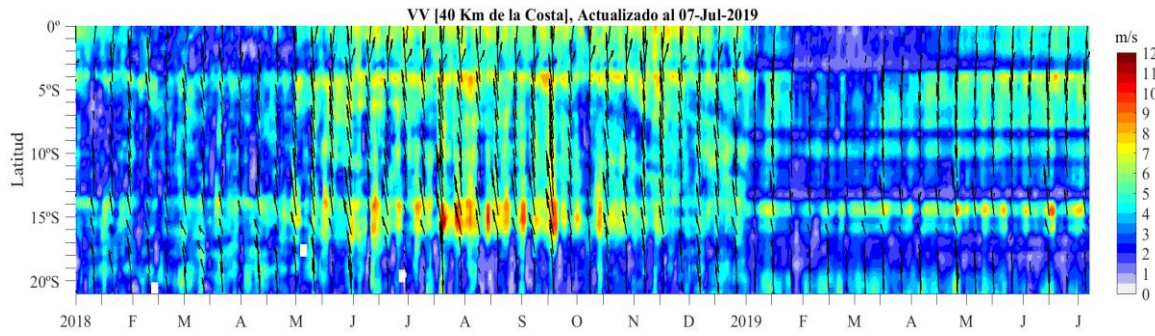


Figura 12. Diagrama Hovmöller de la velocidad del viento a lo largo de la costa peruana (Fuente: Satélite ASCAT y productos del modelo GFS, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 07/07/2019.

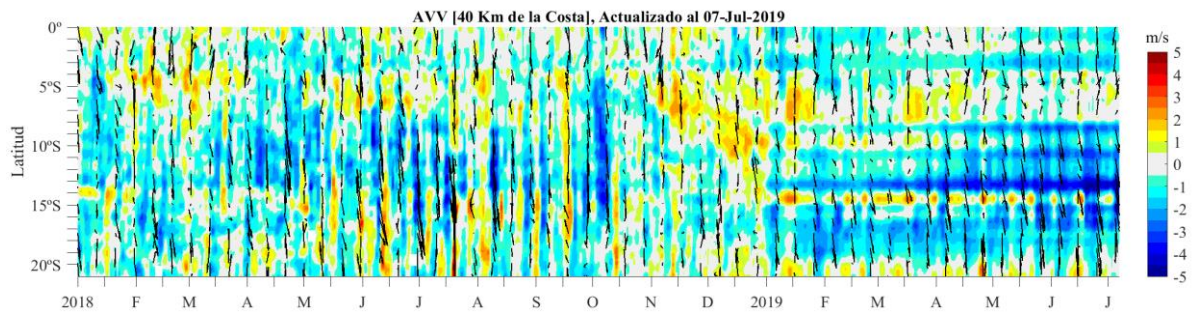


Figura 13. Diagrama Hovmöller de la anomalía del viento a lo largo de la costa peruana meses (Fuente: Satélite ASCAT y productos del modelo GFS, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 07/07/2019.

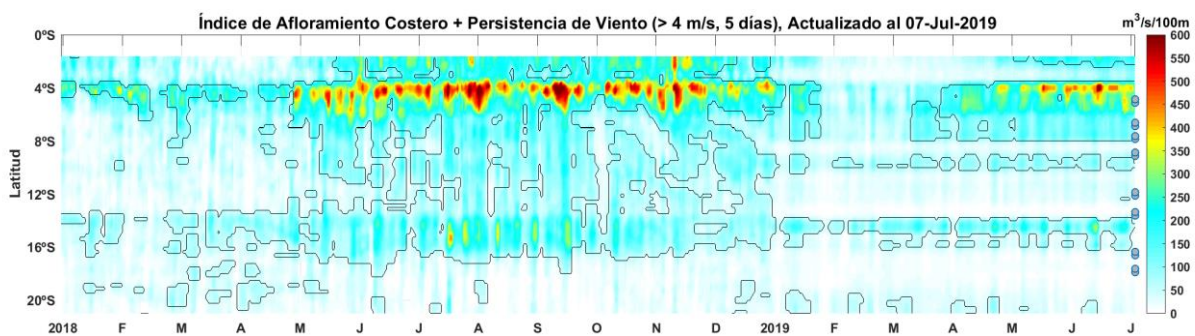


Figura 14. Diagrama de Hovmöller del Índice de Afloramiento Costero ($\text{m}^3 \text{s}^{-1} 100\text{m}$), calculado a partir del viento satelital ASCAT y productos del modelo GFS a 40 Km frente a la costa del Perú. Los contornos señalan la persistencia del afloramiento bajo condiciones de velocidad diciembre a 4 m s^{-1} durante 5 días o más. Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE. Actualizada hasta el 07/07/2019.

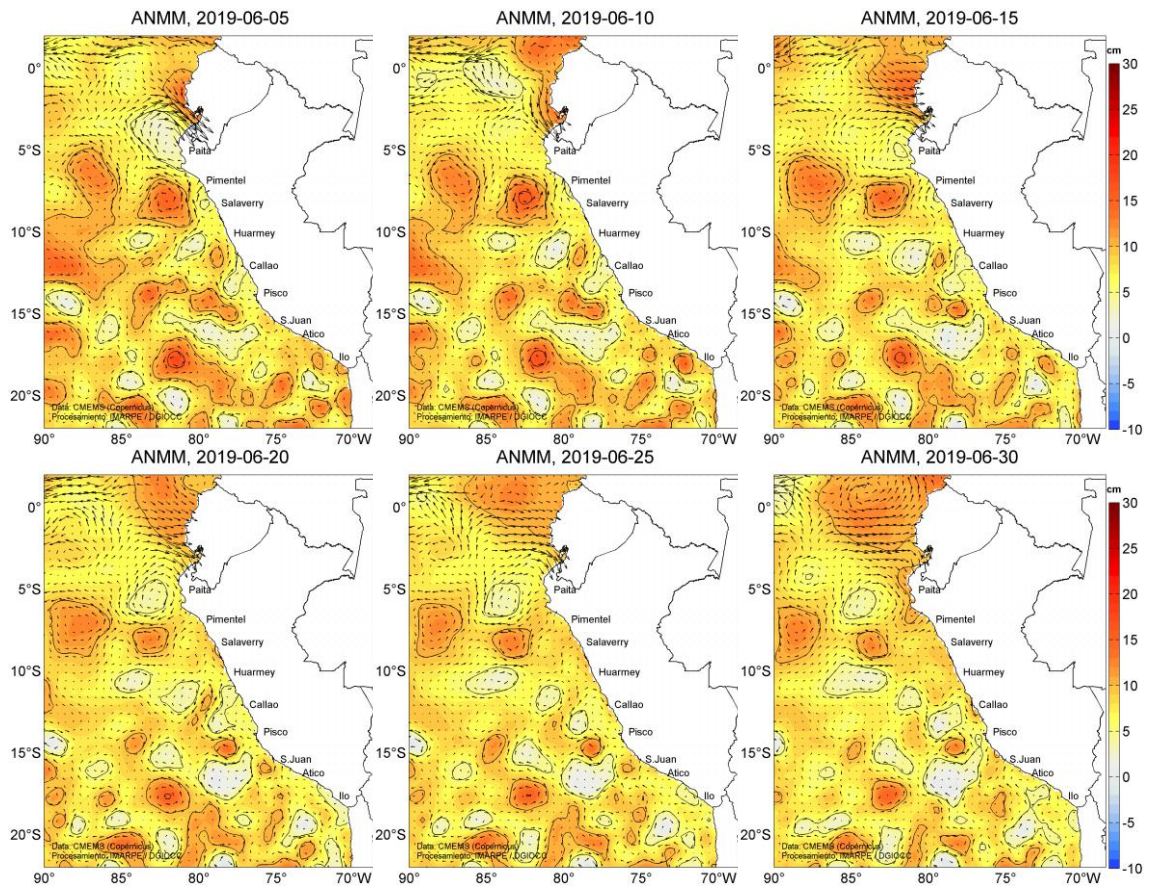


Figura 15. Anomalia de altura del nivel medio del mar (cm) y flujos geostroficas, cada cinco días para el mes de junio de 2019. Fuente: CMEMS, Procesamiento: IMARPE.

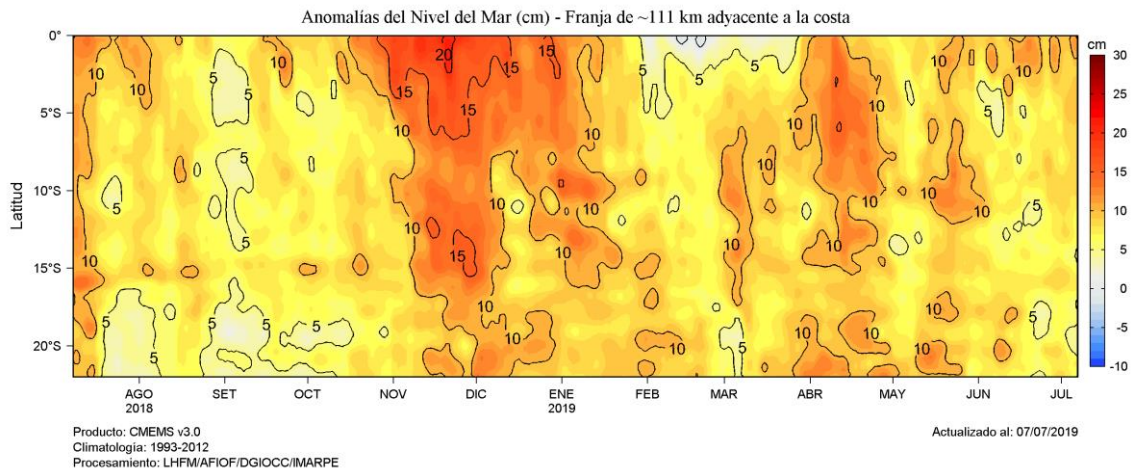


Figura 16. Diagrama Hovmöller de las anomalías del nivel medio del mar (cm), durante un año hasta el 30 de junio del 2019, para la franja de 60mn adyacente a la costa. Fuente: CMEMS, Procesamiento IMARPE.

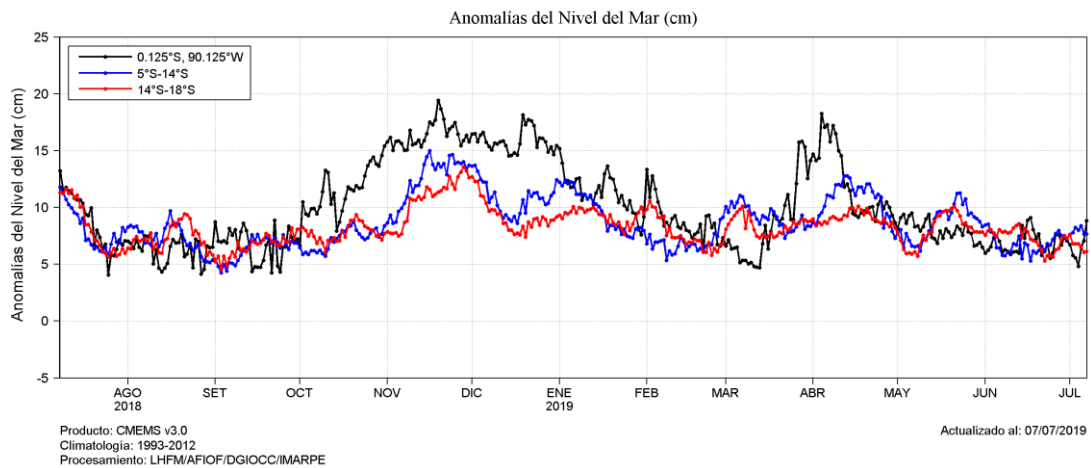


Figura 17. Variación temporal de la ANMM, dentro de las 60 mn de la costa y en la zona de Galápagos, durante un año hasta el 30 de junio del 2019. Fuente: CMEMS, Procesamiento: IMARPE.

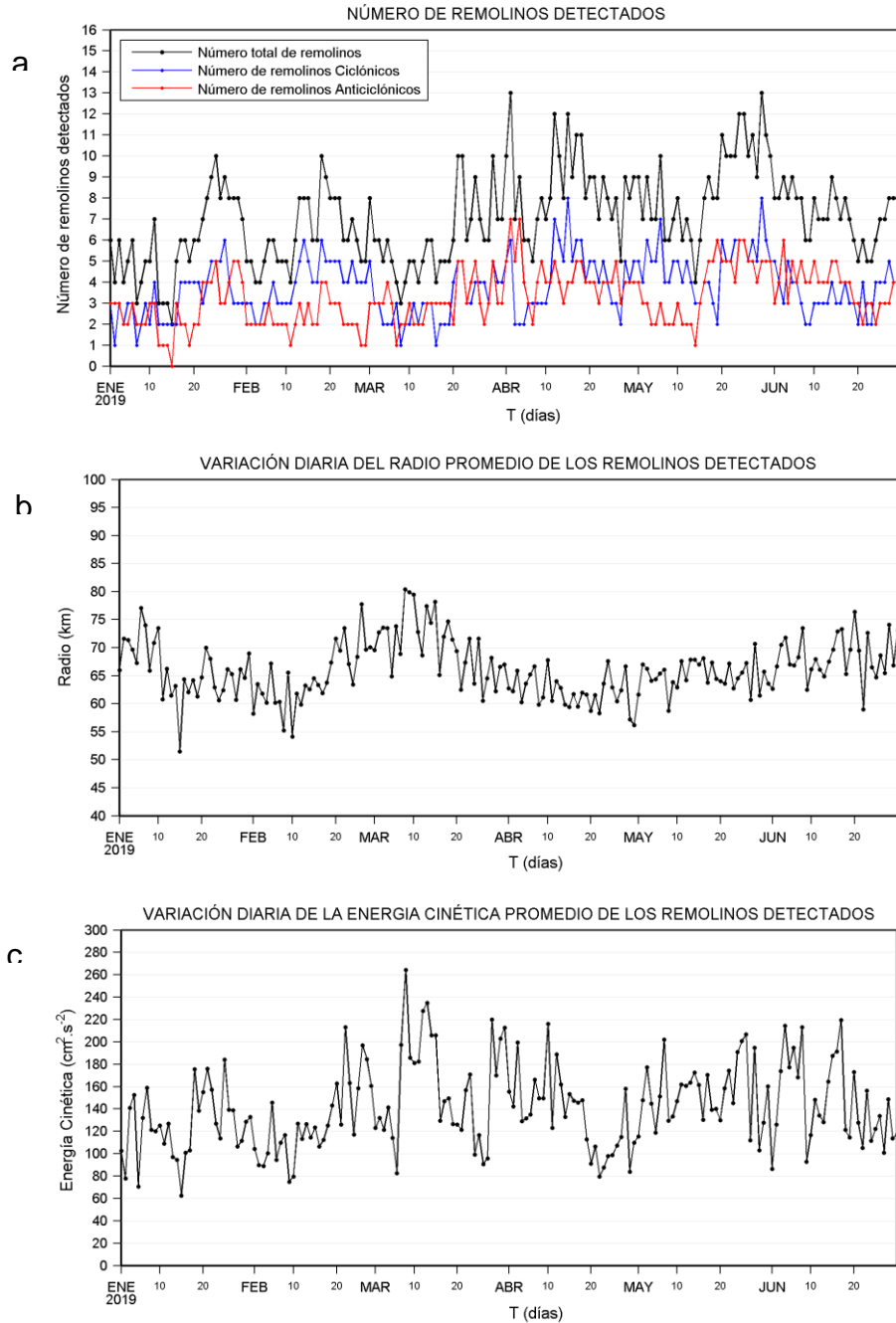


Figura 18. Variación diaria del a) número de remolinos detectados, b) radio promedio y c) la energía cinética promedio, en la zona costera del Perú [70°W – 84°W, 3°S – 18°S] desde enero hasta junio del 2019. Procesamiento: LHFM/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

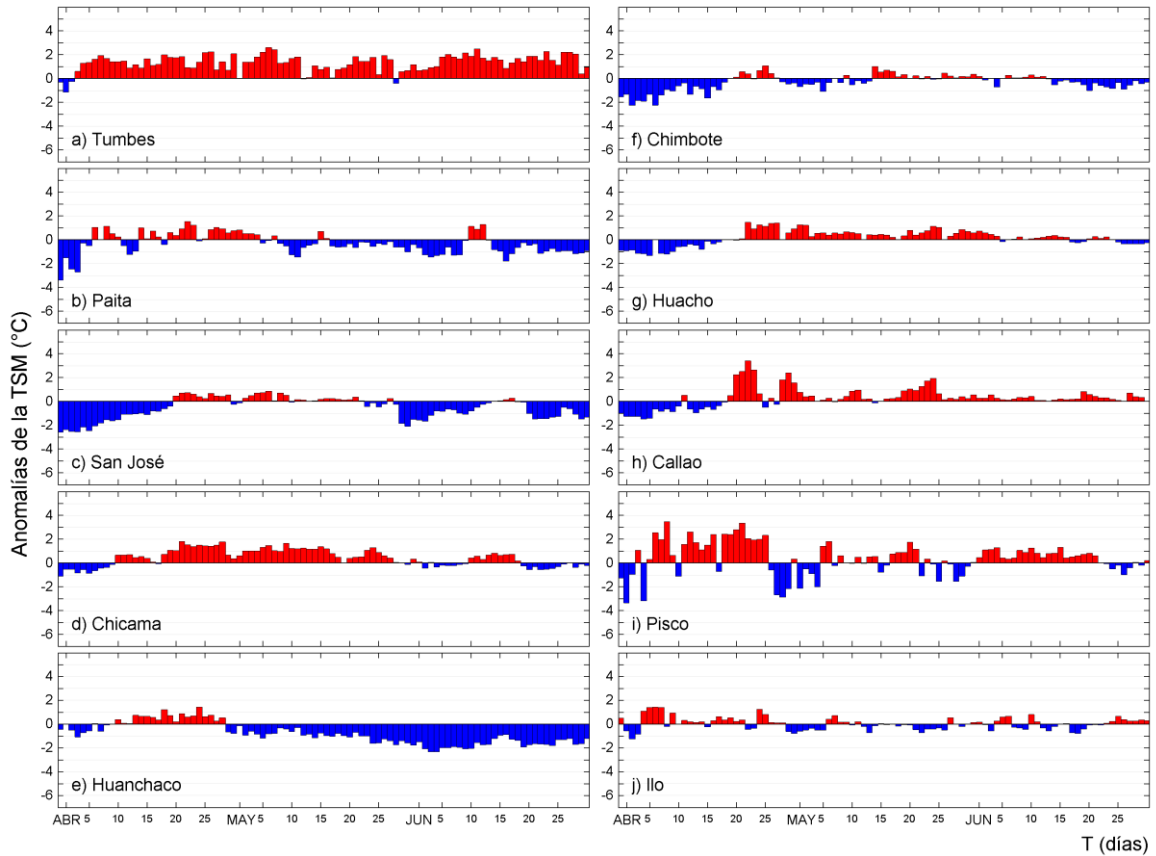


Figura 19. Series temporales del promedio diario de las anomalías de la TSM (°C) en la red de estaciones costeras de IMARPE durante el último trimestre. Datos y procesamiento: IMARPE.

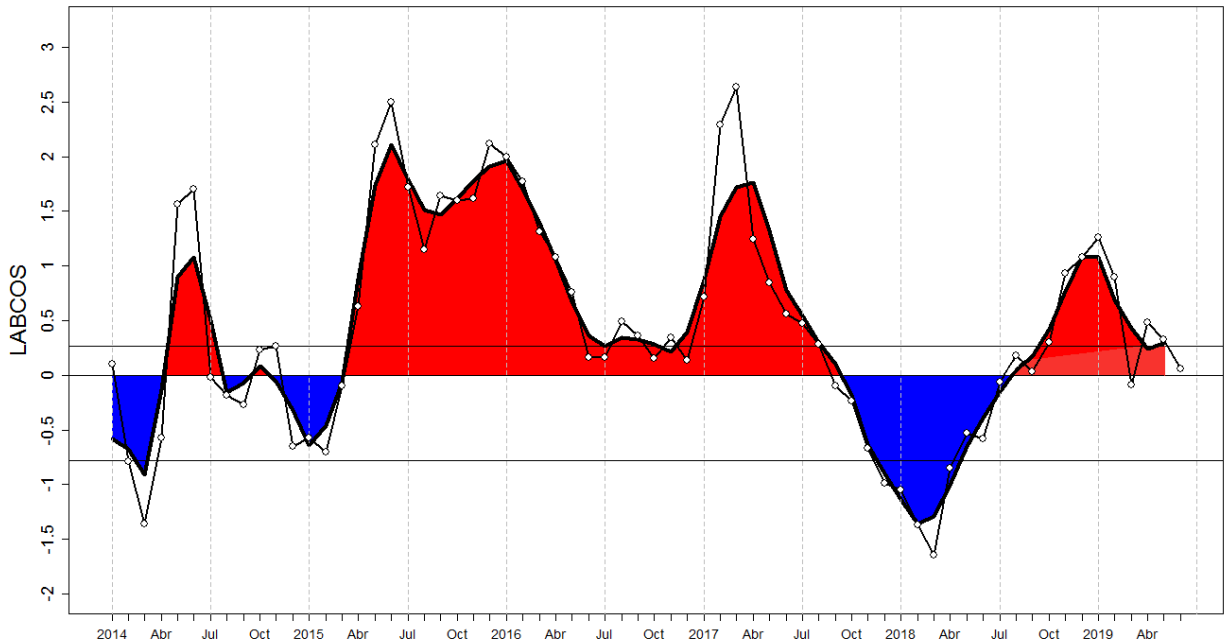


Figura 20. Índice LABCOS (área sombreada) y valor mensual (círculos); periodo enero 2014 - junio 2019. Datos: IMARPE, DHN; procesamiento: IMARPE

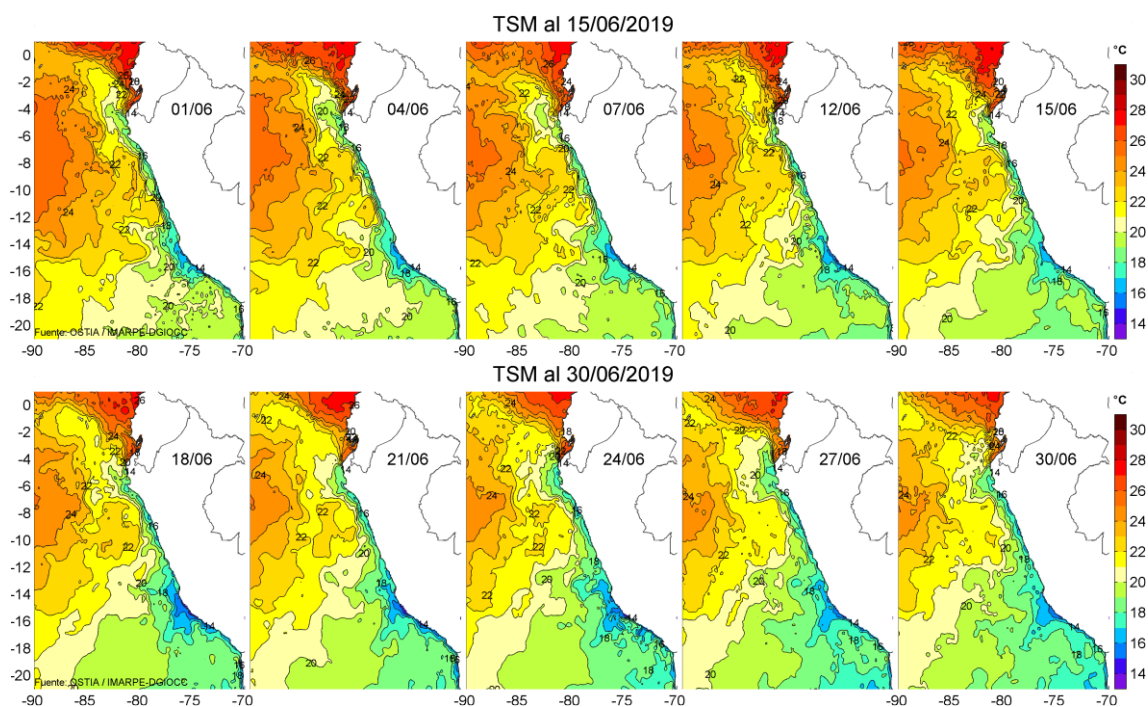


Figura 21. Temperatura superficial del agua (°C) en el mar peruano, cada tres días durante junio del 2019. Fuente PODAAC/OSTIA, Procesamiento: IMARPE.

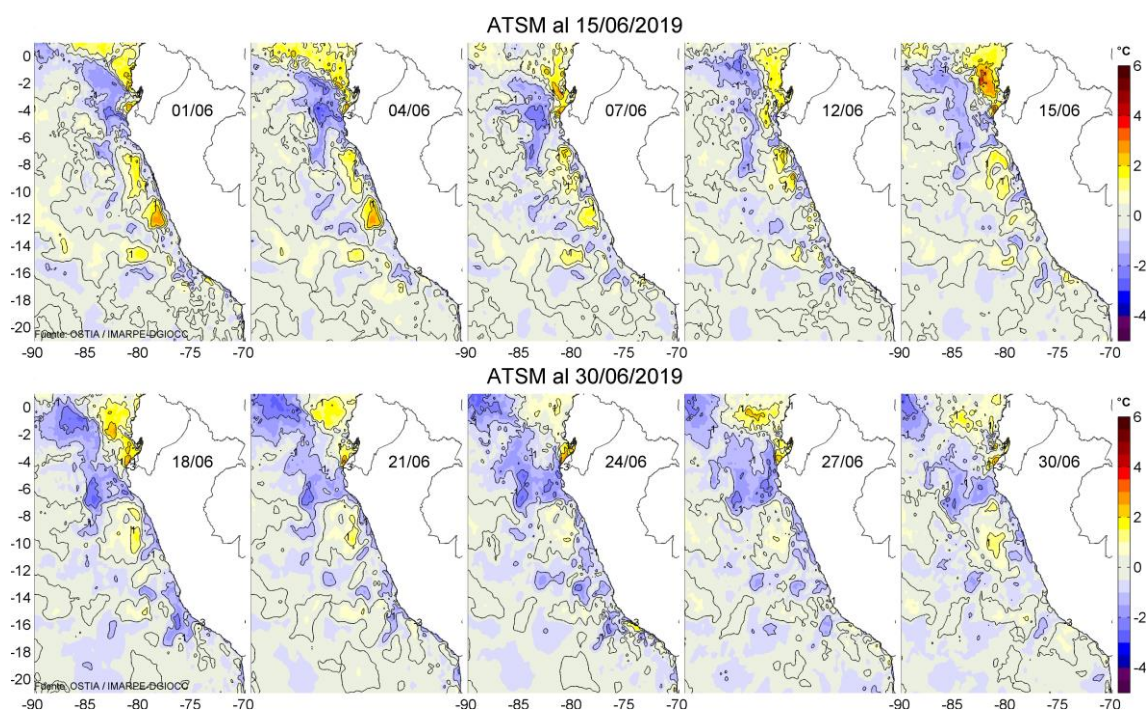


Figura 22. Anomalías de temperatura superficial del mar (ATSM) frente a Perú, cada tres días durante junio del 2019, (periodo climatológico 2007-2016). Fuente: PODAAC/OSTIA, Procesamiento: IMARPE.

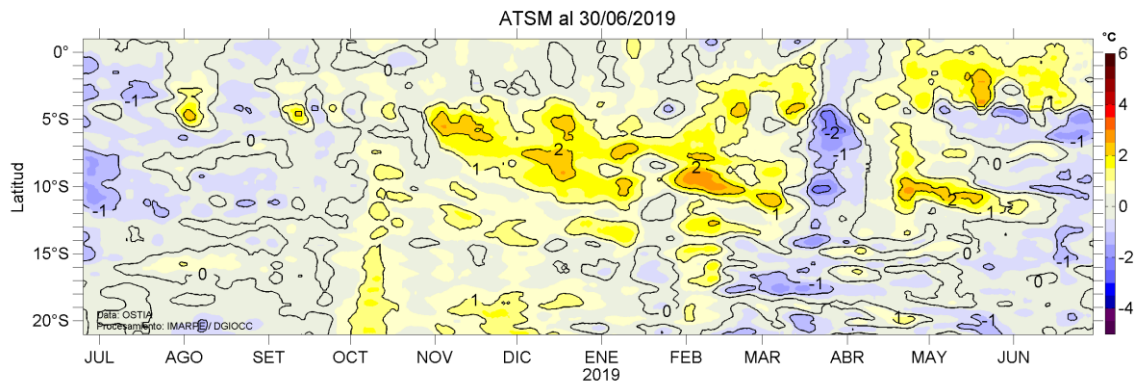


Figura 23. Evolución de las anomalías de temperatura superficial del mar (ATSM), dentro de las 60 mn de la costa, durante un año hasta el 30 de junio del 2019, (periodo climatológico 2007-2016). Fuente: PODAAC/OSTIA, Procesamiento: IMARPE.

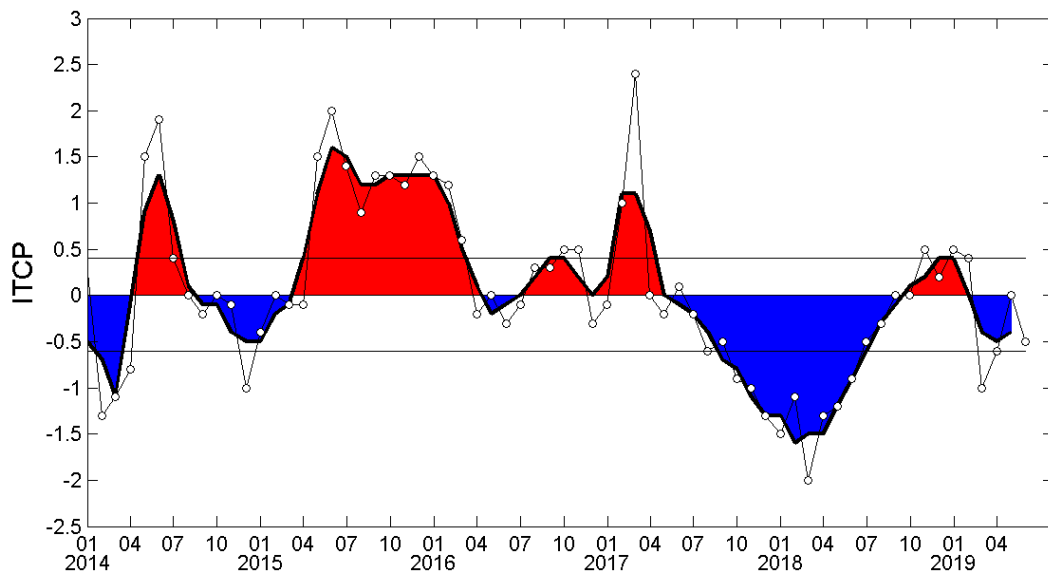


Figura 24. Variación temporal del ITCP hasta el trimestre AMJ 2019. La variación temporal del ITCP trimestral (área sombreada) y la serie de tiempo mensual del primer componente principal de la ATSM (círculo blanco). Fuente: IMARPE.

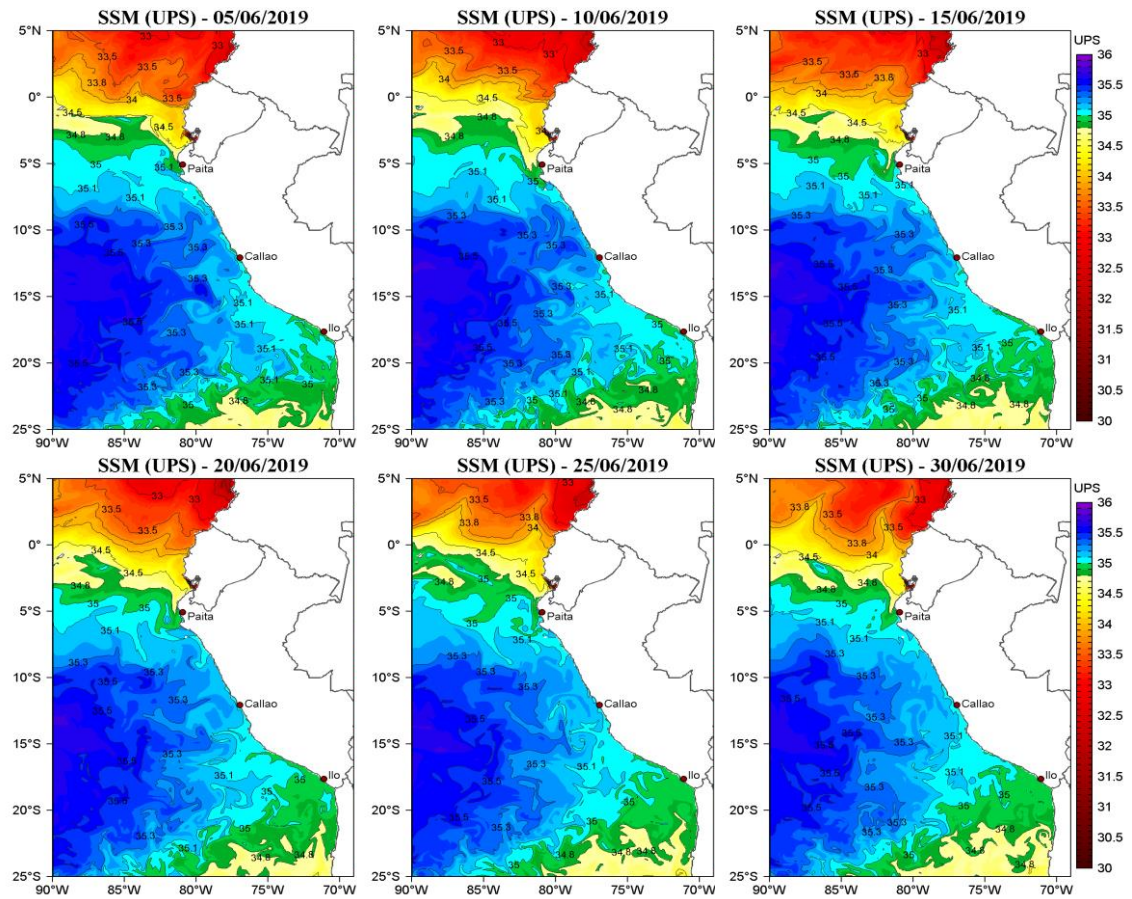


Figura 25. Distribución espacial de salinidad superficial del mar (SSM), durante los días 05, 10, 15, 20, 25 y 30 de junio del 2019. Fuente: HYCOM, Procesamiento: DGIOCC-IMARPE.

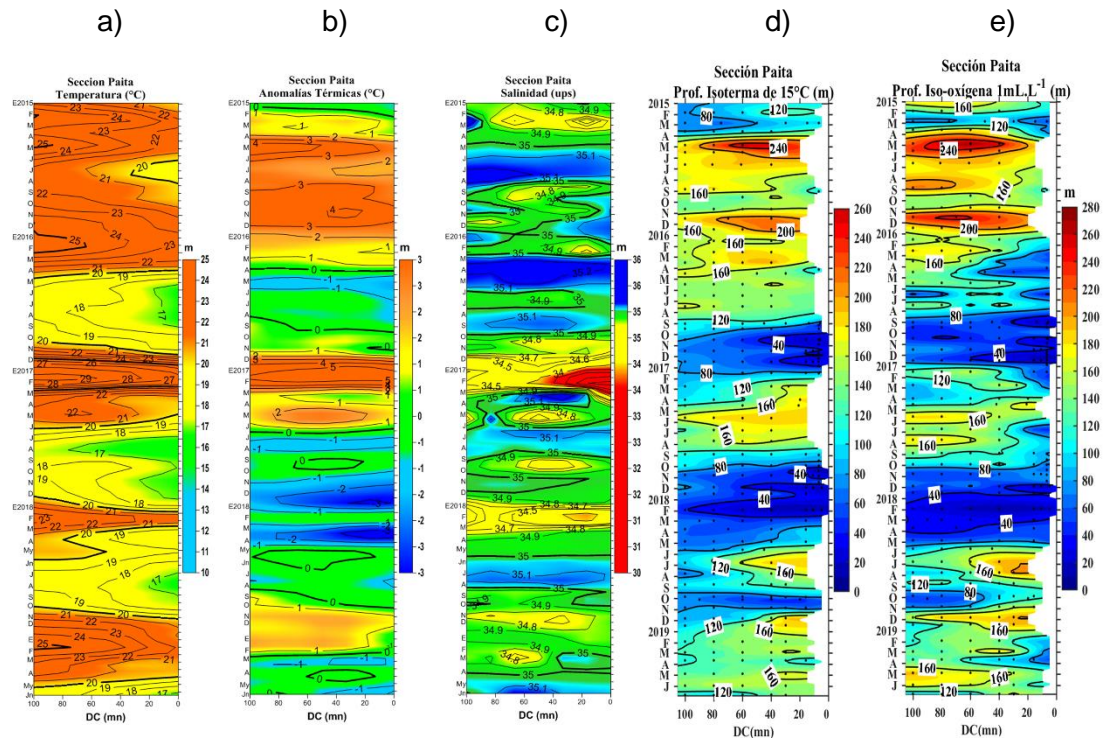


Figura 26. Diagrama Hovmöller de a) TSM, b) ATSM, c) SSM, d) Profundidad de la isoterma de 15°C (m) y e) Profundidad de la iso-oxigena de 1 mL.L⁻¹ (m) de las secciones verticales frente a Paita, registrado desde enero del 2015 hasta junio del 2019.

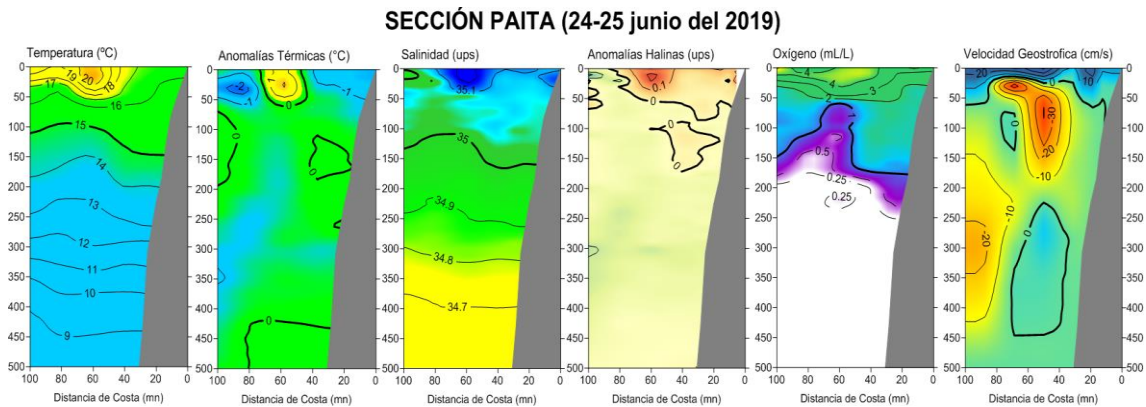


Figura 27. Distribución vertical de: a) temperatura (°C), b) anomalía de temperatura (°C), c) salinidad (ups), d) anomalía de salinidad (ups), e) oxígeno (mL.L⁻¹) y f) velocidad geostrofica (cm/s) frente a Paita, realizada durante el 24 y 25 de junio de 2019. Fuente: IMARPE.

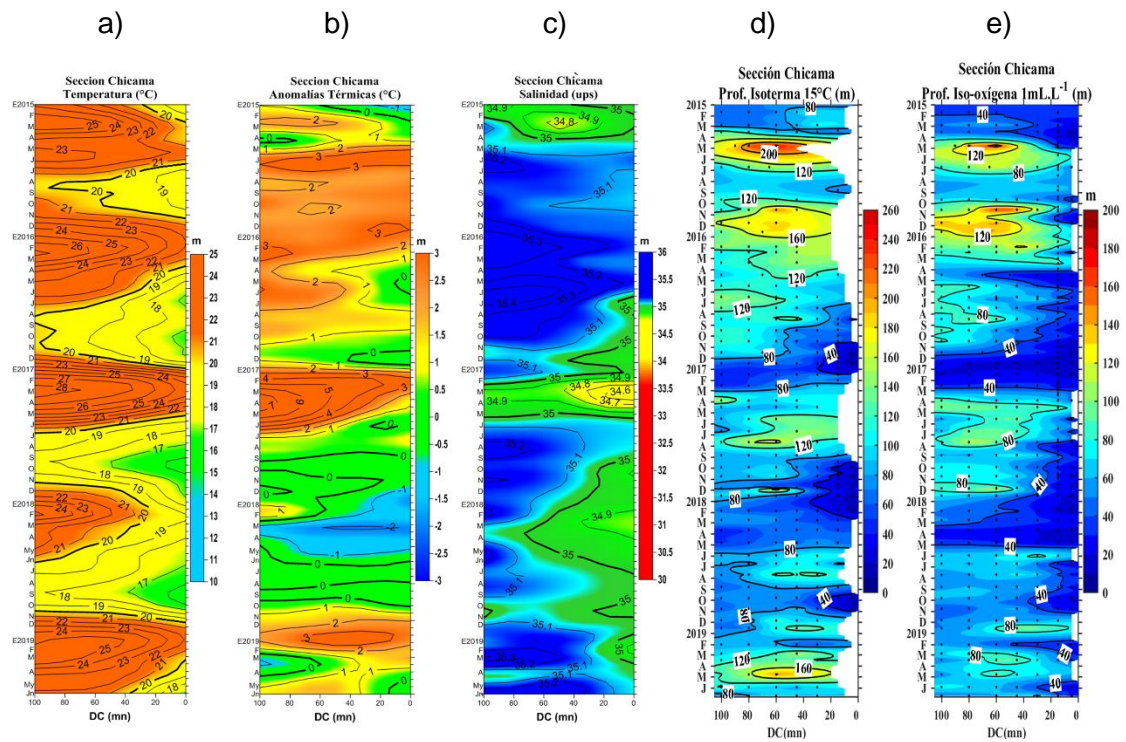


Figura 28. Diagrama Hovmöller de a) TSM, b) ATSM, c) SSM, d) Profundidad de la isoterma de 15°C (m) y e) Profundidad de la iso-oxigena de 1 mL.L⁻¹ (m) de las secciones verticales frente a Chicama, registrado desde enero del 2015 hasta junio de 2019.

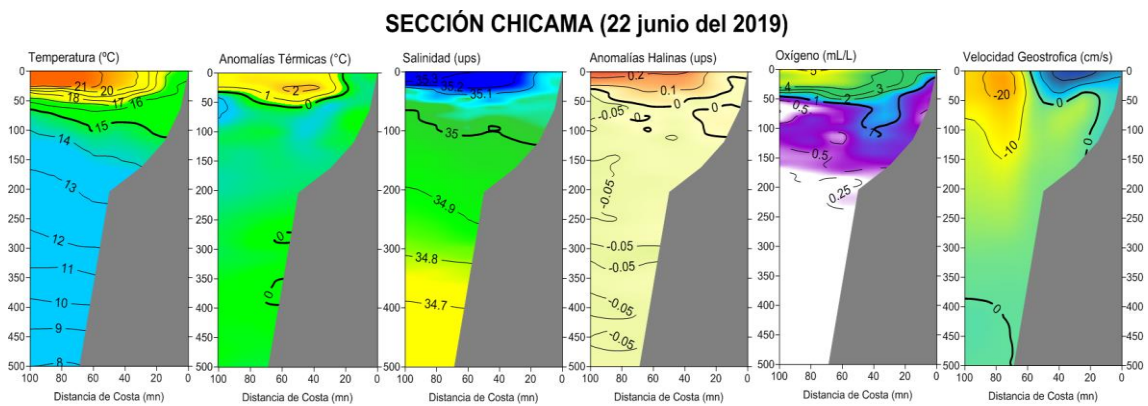


Figura 29. Distribución vertical de: a) Temperatura superficial del mar (°C), b) Anomalía de temperatura superficial del mar (°C), c) Salinidad superficial del mar (ups), d) Anomalía de salinidad superficial del mar (ups), e) Oxígeno (mL.L⁻¹) y f) Velocidad geostrofica (cm/s) frente a Chicama, realizada durante el 22 de junio de 2019. Fuente: IMARPE.

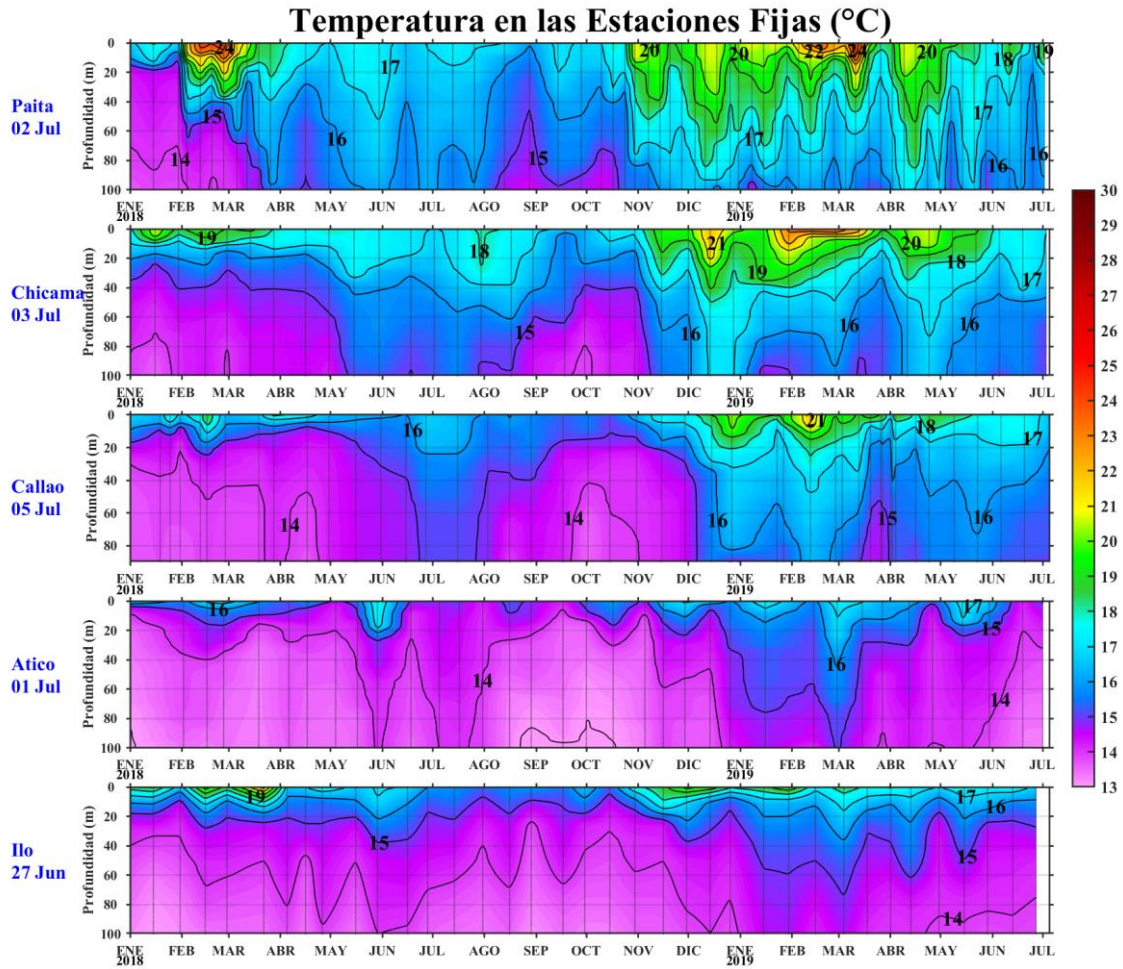


Figura 30. Series de tiempo de la estructura térmica (°C) en las estaciones fijas de: a) Paita, b) Chicama, c) Callao, d) Atico, e) Ilo de enero de 2018 a junio - julio de 2019.

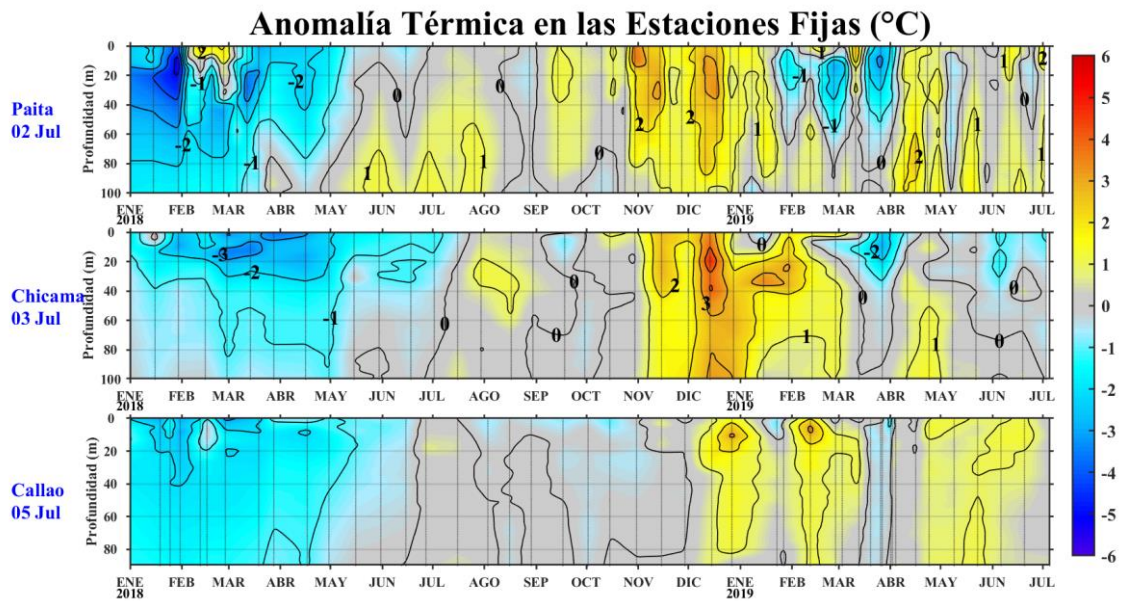


Figura 31. Series de tiempo de la anomalía térmica (°C) en las Estaciones Fijas de: a) Paita, b) Chicama, c) Callao de enero de 2018 a junio - julio de 2019.

Salinidad en las Estaciones Fijas (ups)

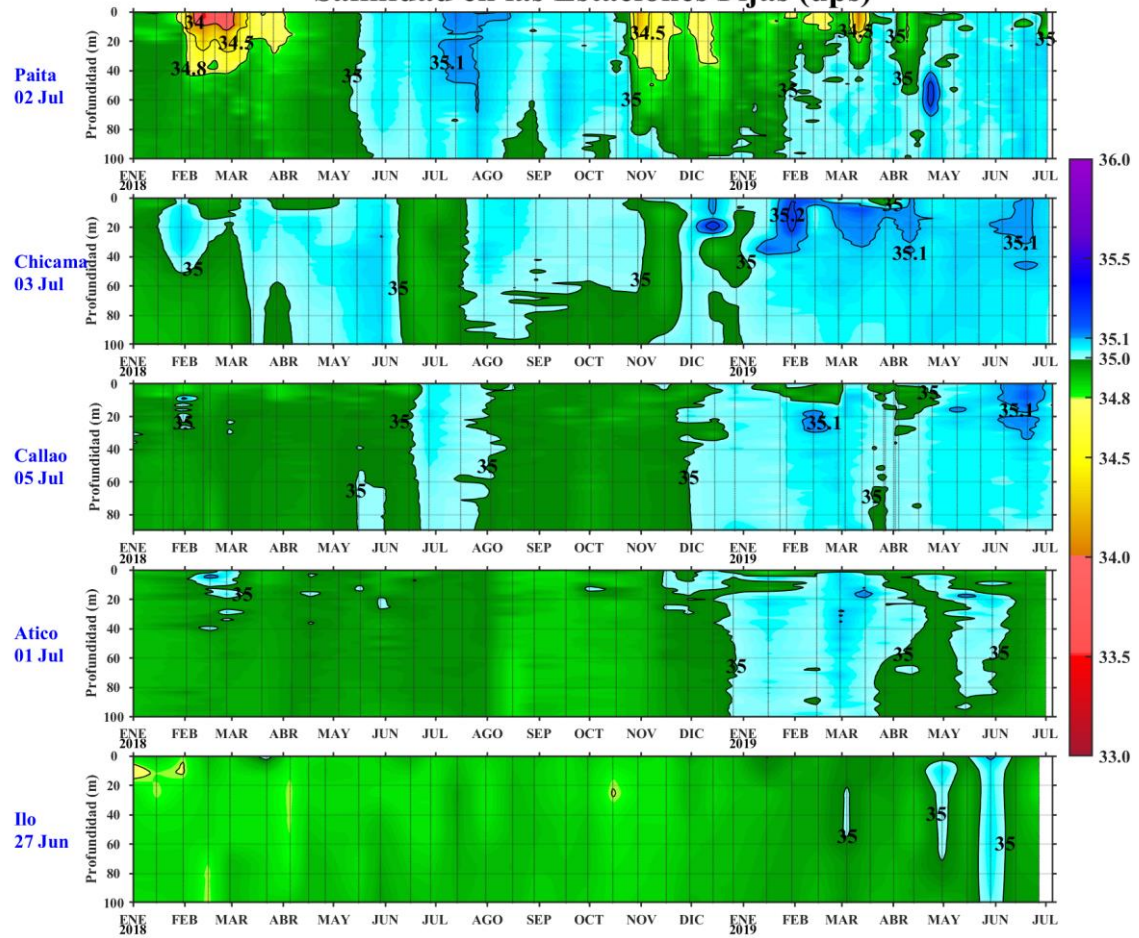


Figura 32. Series de tiempo de la salinidad del agua de mar (ups) en las Estaciones Fijas de Paíta, Chicama, Callao, Atico e Ilo de enero de 2018 a junio - julio de 2019.

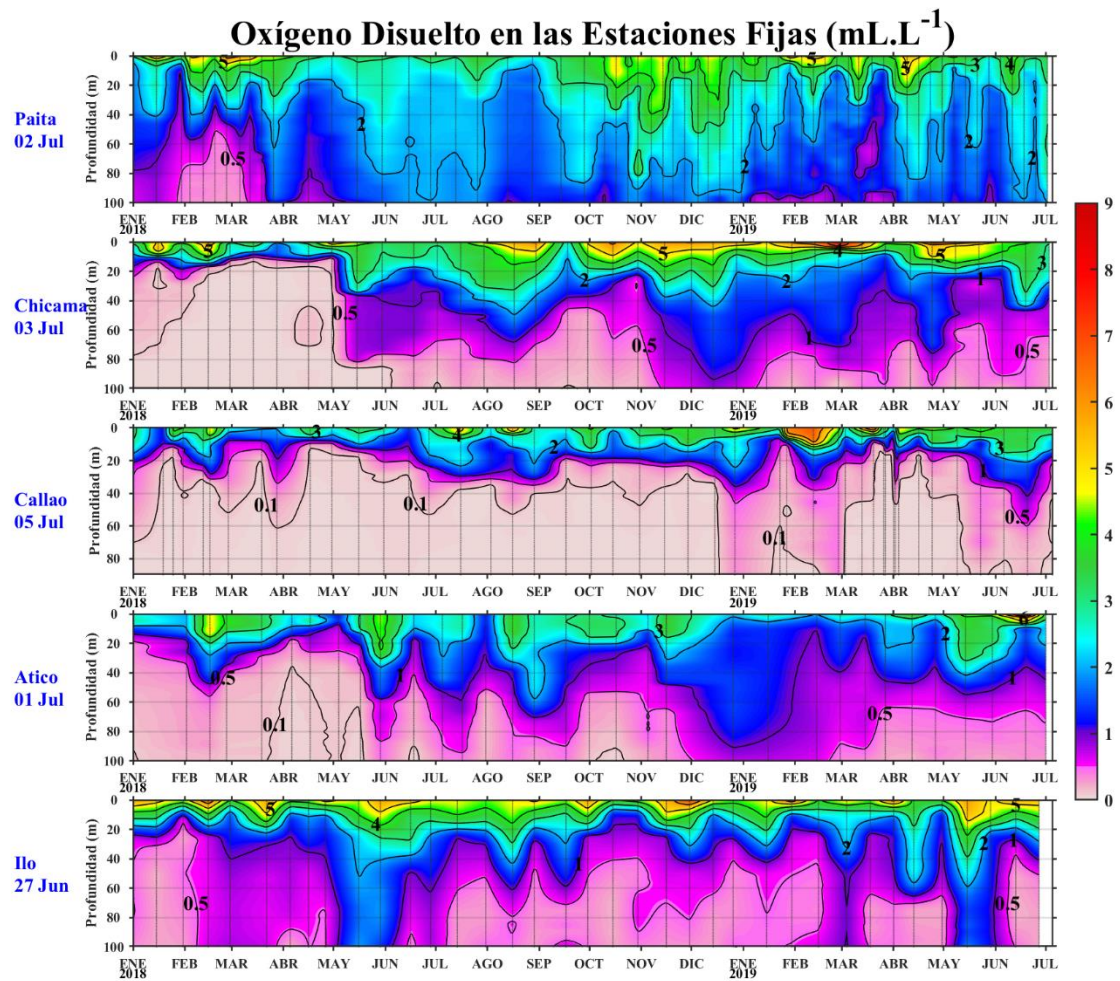


Figura 33. Series de tiempo de la concentración de oxígeno disuelto (mL.L⁻¹) en las Estaciones Fijas de Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo de enero de 2018 a junio - julio de 2019.

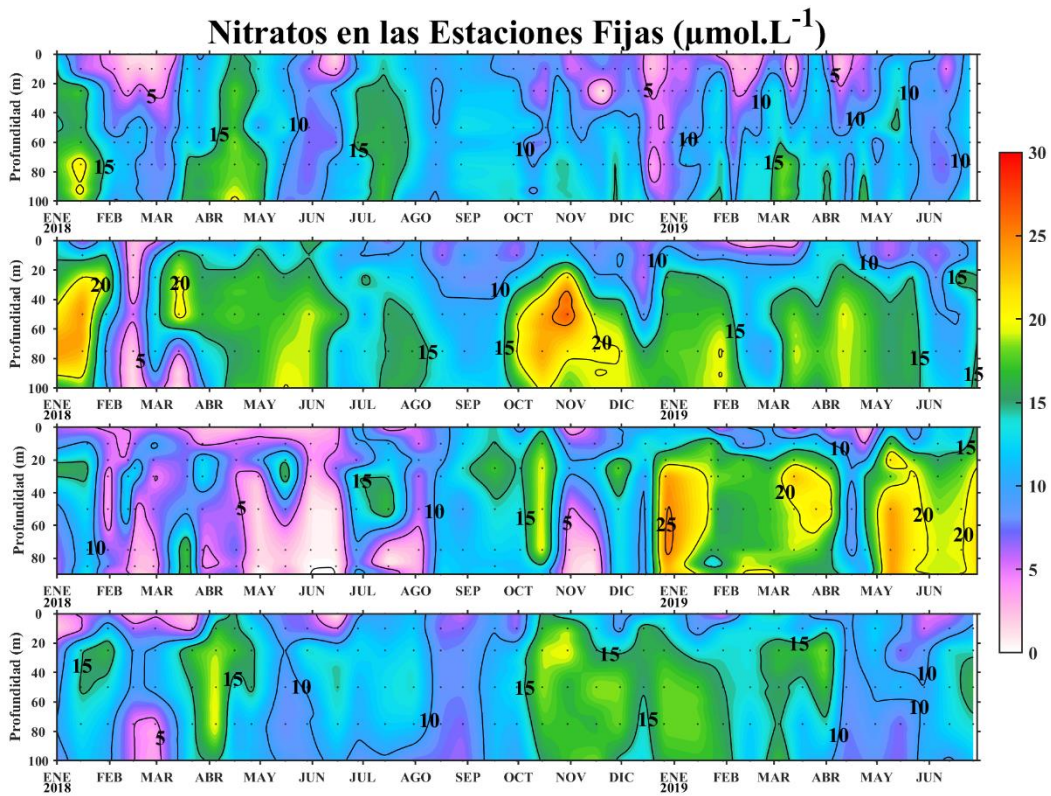


Figura 34. Concentración de nitratos en $\mu\text{mol L}^{-1}$ en las Estaciones Fijas de Paita, Chicama, Callao e Ilo de IMARPE entre enero 2018 a junio 2019.

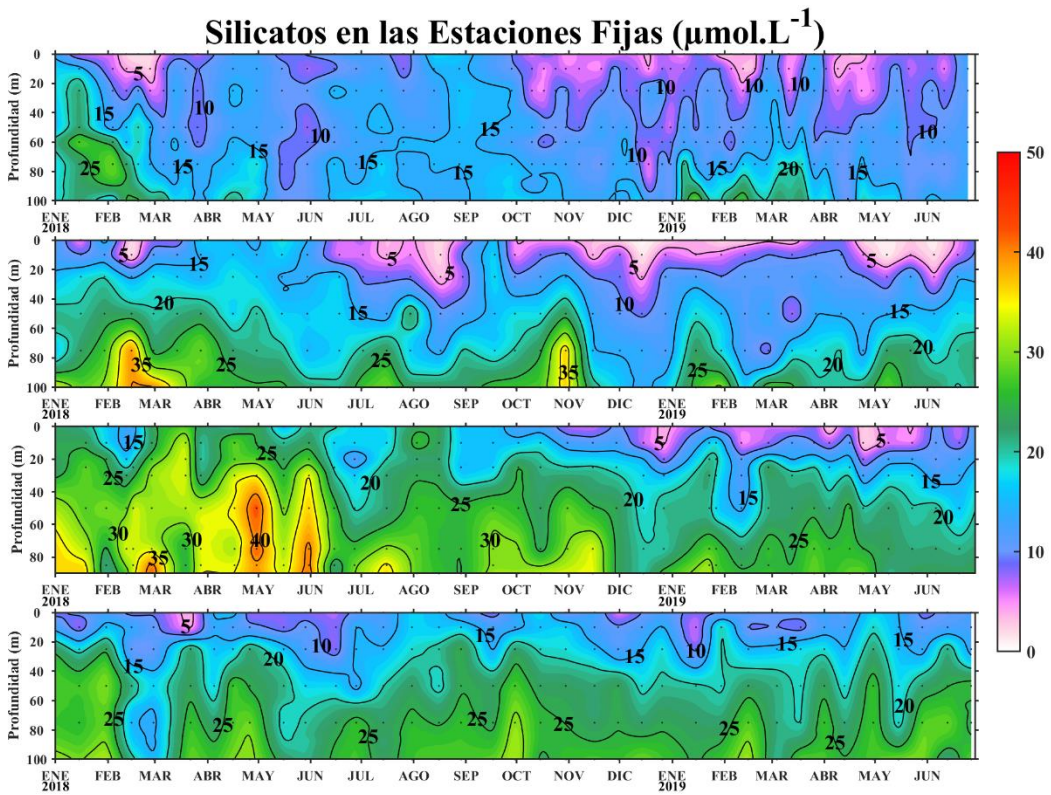


Figura 35. Concentración de silicatos en $\mu\text{mol L}^{-1}$ en las Estaciones Fijas de Paita, Chicama, Callao e Ilo de IMARPE entre enero 2018 a junio 2019.

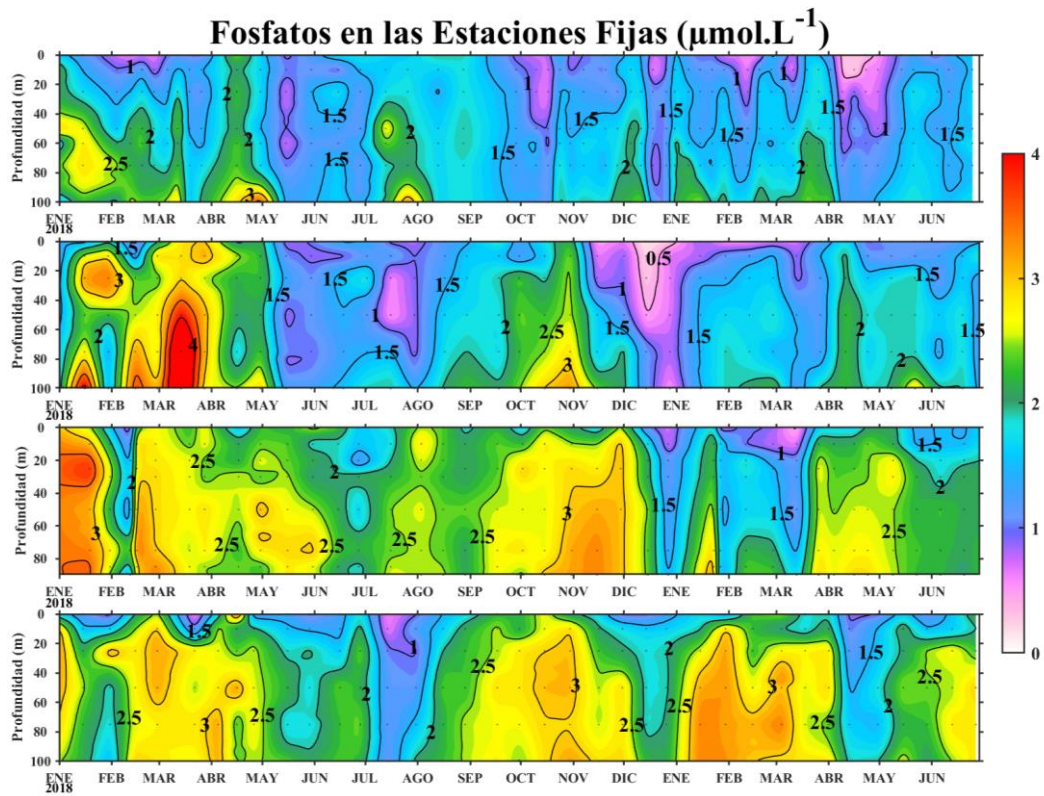


Figura 36. Concentración de fosfatos en $\mu\text{mol L}^{-1}$ en las Estaciones Fijas Paita, Chicama, Callao e Ilo de IMARPE entre enero 2018 a junio 2019.

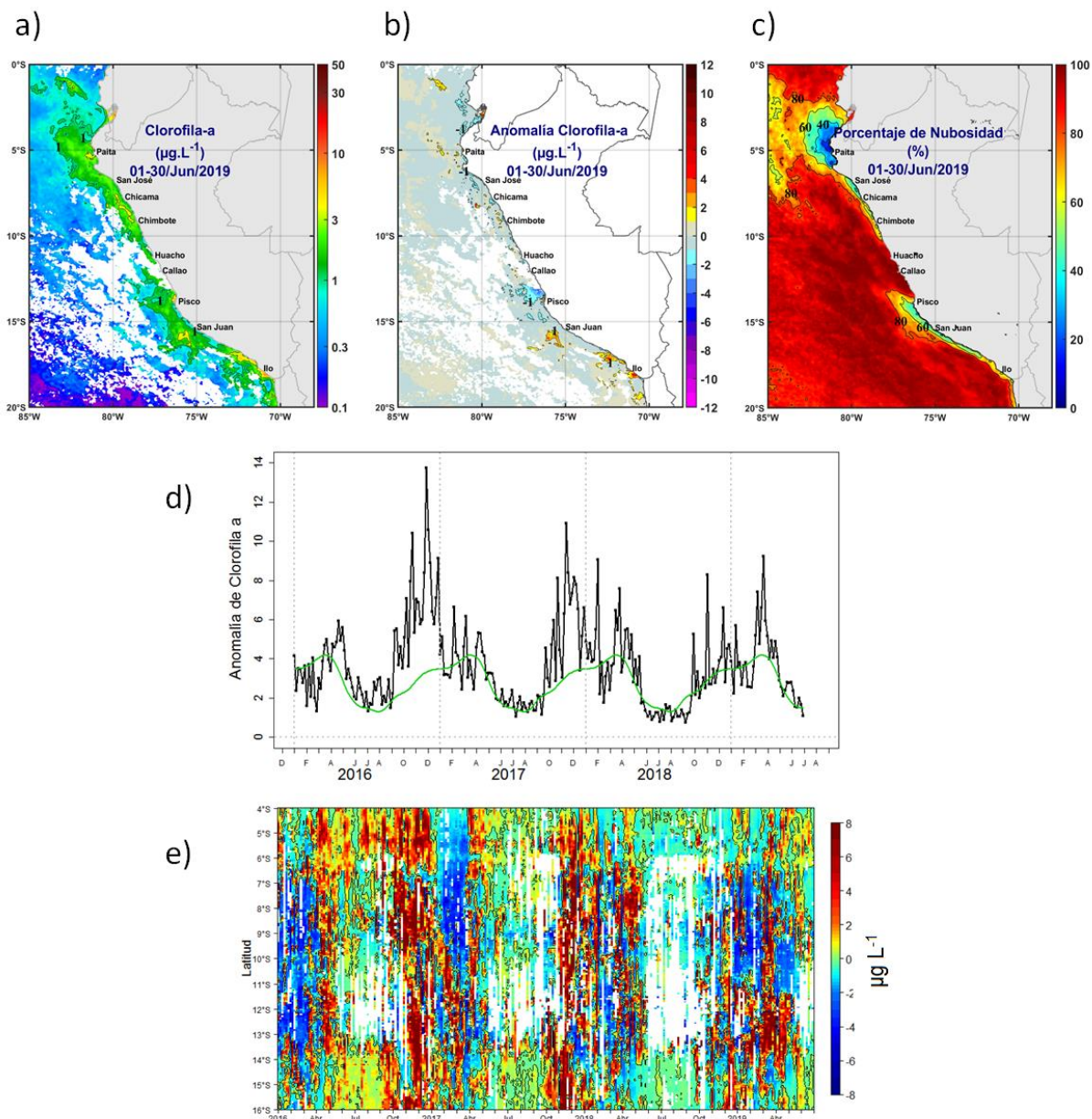


Figura 37. Mapa de la concentración (a) y anomalía (b) de clorofila-a satelital proveniente de MODIS-AQUA, VIIRS-SNPP durante junio 2019 (en $\mu\text{g L}^{-1}$). Número de días con nubes en (c). Serie de tiempo (d) para 4°S-16°S y dentro de los 100 km de la costa, de las concentraciones de clorofila-a satelital (línea negra) y su climatología (línea verde) proveniente de MODIS (en $\mu\text{g L}^{-1}$); y (e) Diagrama Hovmöller de las anomalías de clorofila-a con respecto a la latitud.

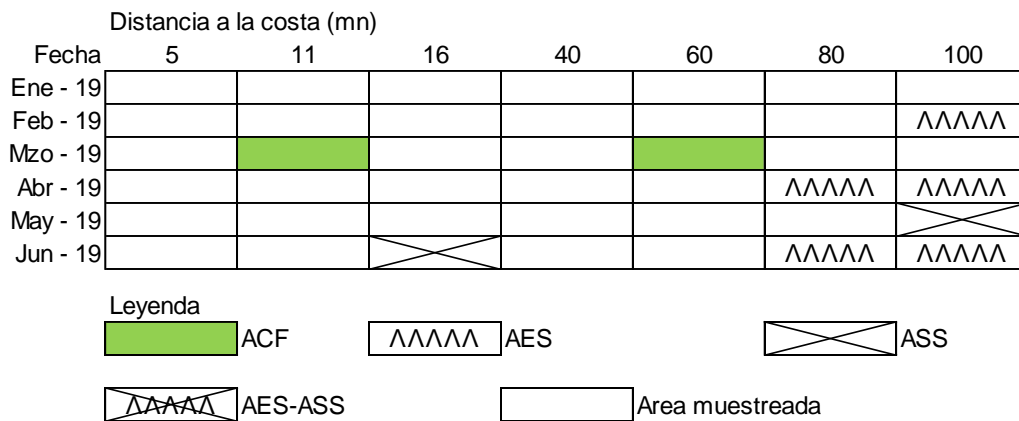


Figura 38. Distribución de indicadores biológicos de fitoplancton en la sección Paita 1906.

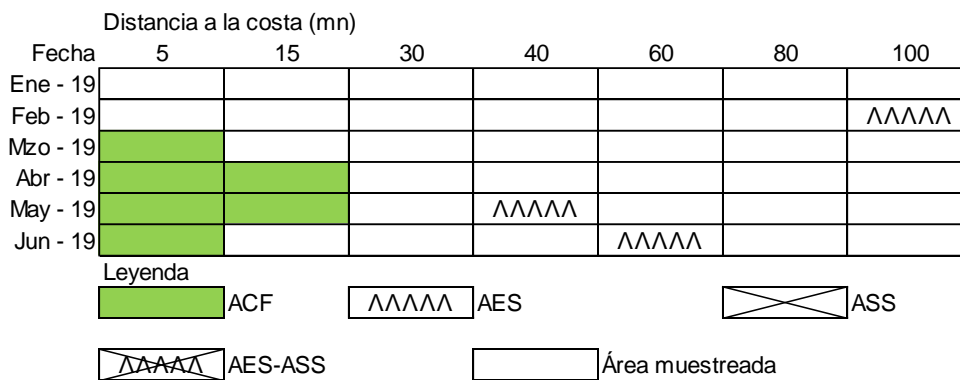


Figura 39. Distribución de indicadores biológicos de fitoplancton en la sección Chicama 1906.

Paita 2019
Distancia a la costa (mn)

Fecha	5	10	15	40	60	80	100
26 al 28 de Enero del 2019	■	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
27 y 28 de febrero del 2019	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
21 de marzo del 2019	■	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
26 y 27 de abril del 2019	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
30 y 31 de mayo del 2019	■	■	■	■	■	■	■
24 y 25 de junio 2019	■	■	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗

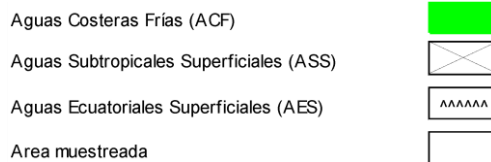


Figura 40. Distribución de Indicadores biológicos de zooplancton en la sección Paita 1906.

Chicama 2019
Distancia a la costa (mn)

Fecha	5	15	30	45	60	80	100
Del 30 enero al 01 febrero 2019	■	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
25 y 26 de Febrero del 2019	■	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
15 de marzo del 2019	■	■	■	⊗	⊗	⊗	⊗
23 de abril del 2019	■	■	■	■	■	■	⊗
29 de mayo del 2019	■	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
22 de junio 2019	■	■	■	⊗	⊗	⊗	⊗

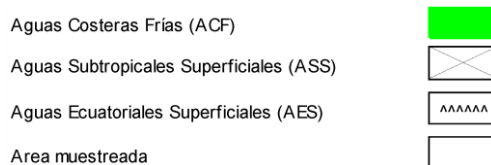


Figura 41. Distribución de Indicadores biológicos de zooplancton en la sección Chicama 1906.

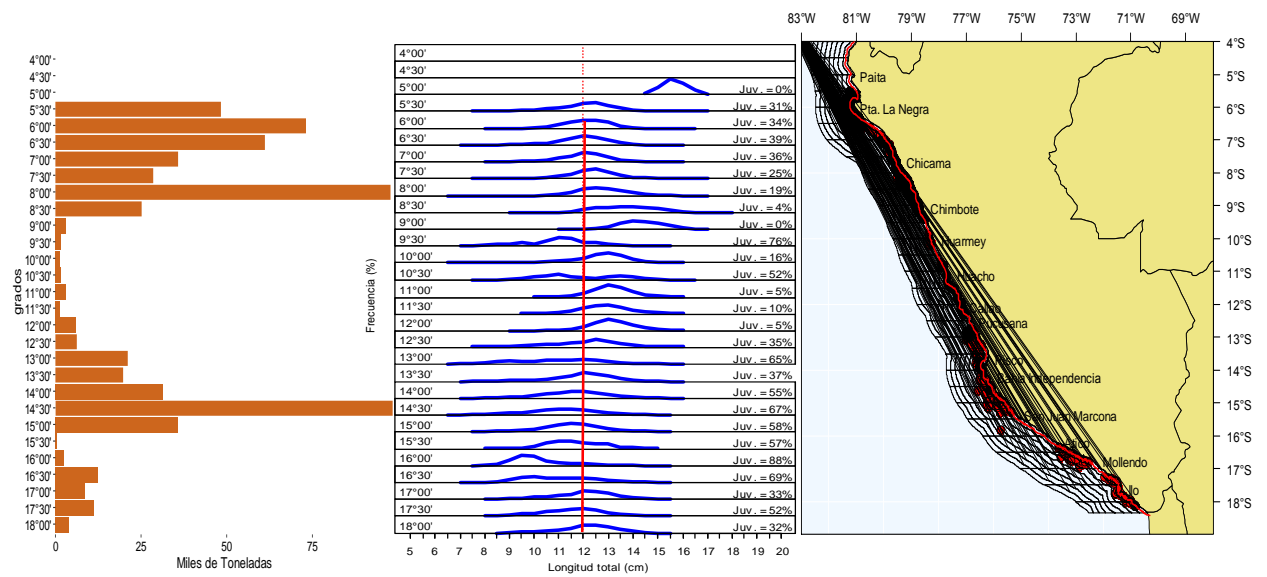


Figura 42. Distribución de los grados con mayores desembarques de captura de anchoveta en el mar peruano (puntos negros: adultos, puntos rojos: juveniles) durante junio 2019. Fuente: AFIRNP/DGIRP/IMARPE.

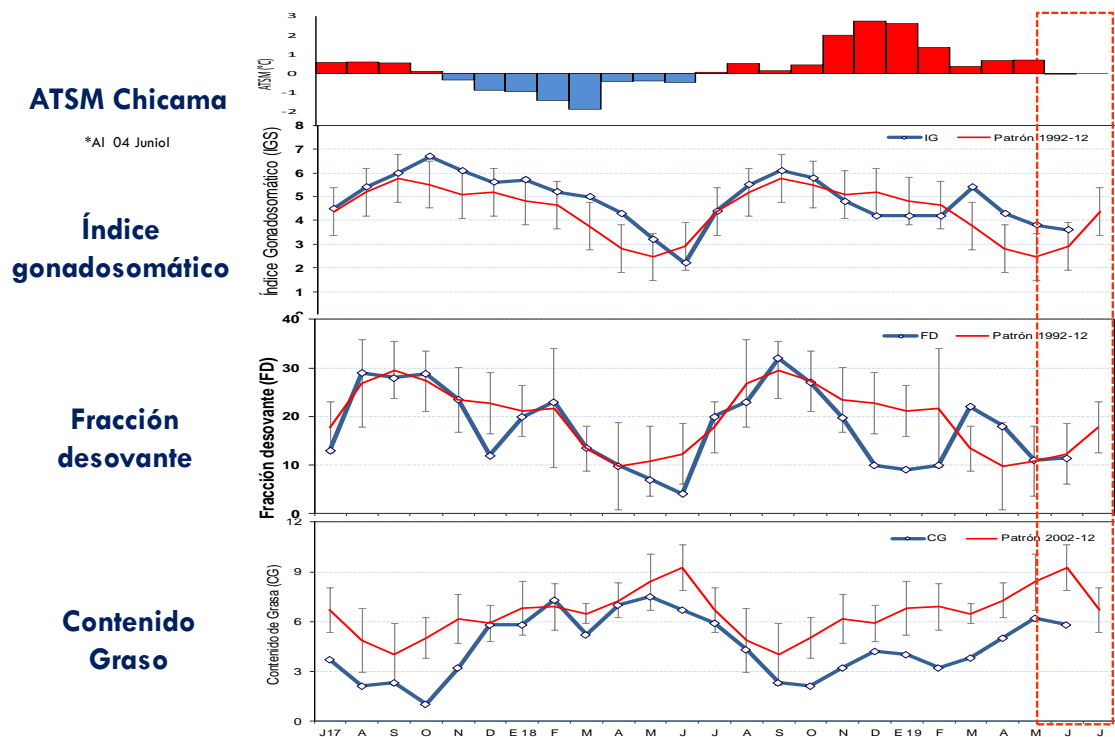


Figura 43. a) Anomalía de la TSM ($^{\circ}\text{C}$) de Chicama. Indicadores reproductivos, a) Índice Gonadosomático (IGS), b) Fracción Desovante (FD) y c) contenido graso del stock norte – centro de anchoveta. Serie mensual: julio 2017 – junio 2019. Fuente: LBR/AFIRNP/DGIRP/IMARPE.

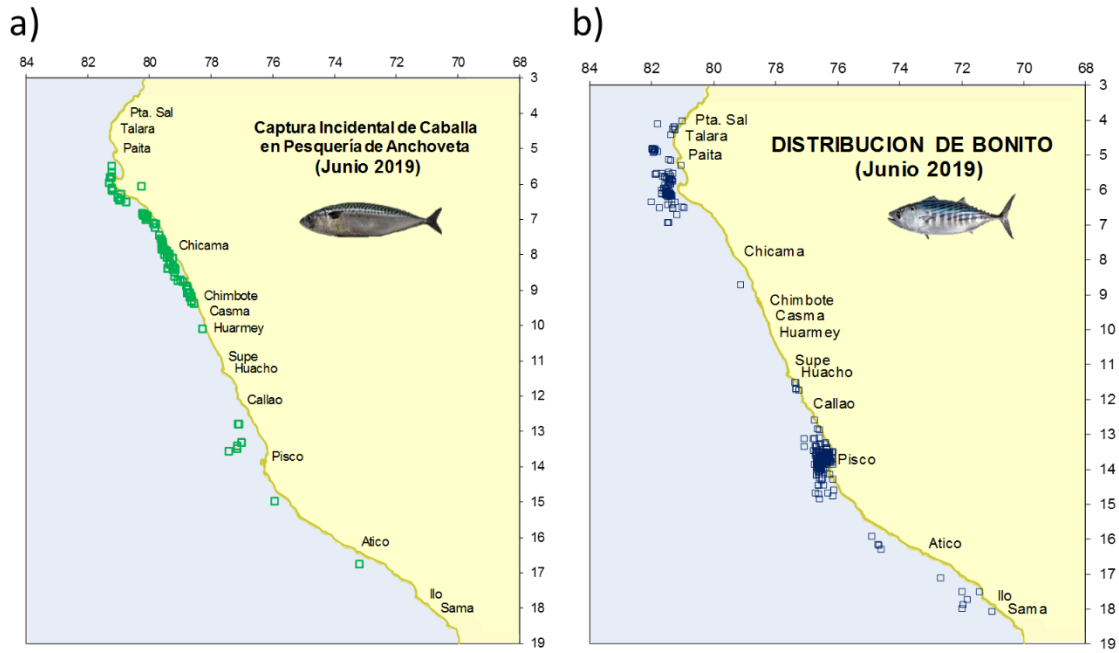


Figura 44. Distribución de otros peces pelágicos durante junio 2019. Fuente: AFIRNP-PBP/DGIRP/IMARPE

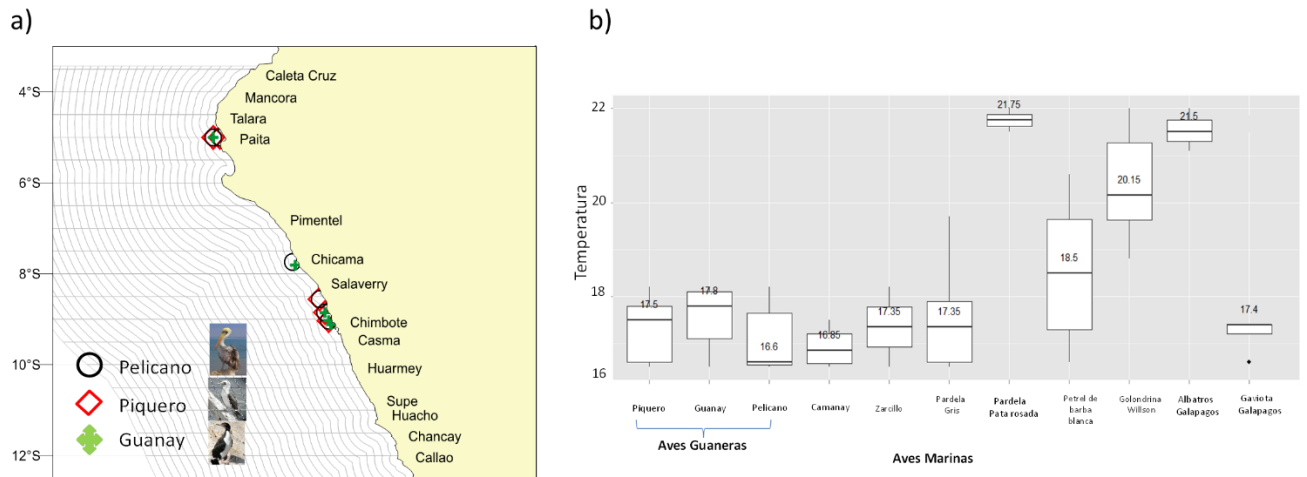


Figura 45. Distribución espacial de aves guaneras durante la Operación de Monitoreo Bio-Oceanográfico en la zona norte del litoral peruano frente a Chicama y Paita, BIC Flores en el mes de junio (a). Presencia de las aves marinas en relación con la TSM durante junio 2019 (b).

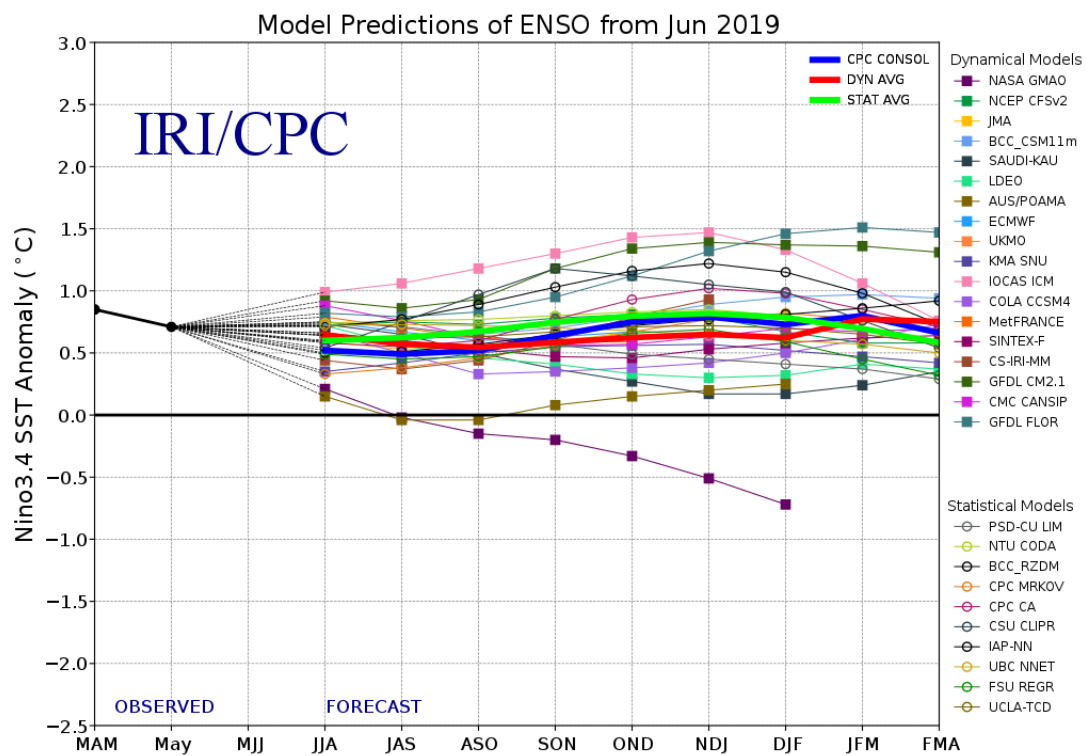


Figura 46. Pronóstico del índice Niño 3.4 mediante modelos climáticos estadístico y dinámico. Fuente: IRI/CPC, junio 2019.

EUROSIP multi-model seasonal forecast
Mean forecast SST anomaly
Forecast start reference is 01/06/19
Variance-standardized mean

ECMWF/Met Office/Meteo-France/NCEP/JMA
SON 2019

SON 2019

SON 2019

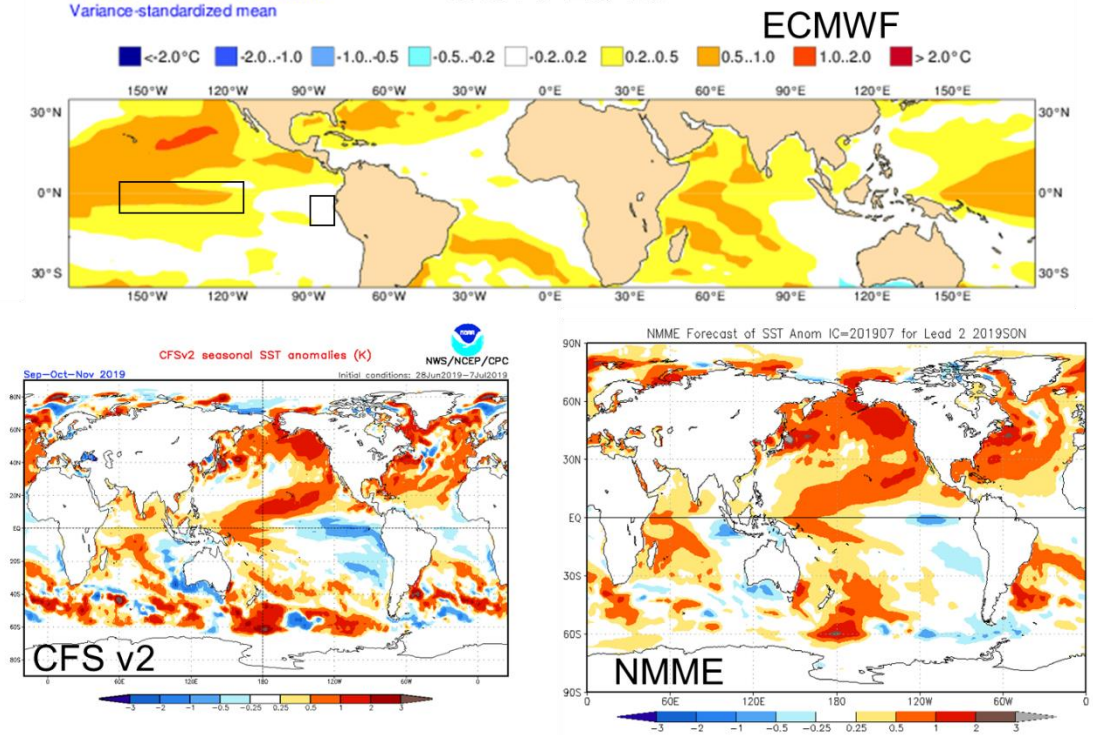


Figura 47. Pronóstico de la TSM para el trimestre SON 2019 del modelo ECMWF, CFSv2, y NMME (condiciones iniciales junio 2019). Los recuadros indican la región El Niño 3.4 y 1+2. Fuente: IRI/CPC.

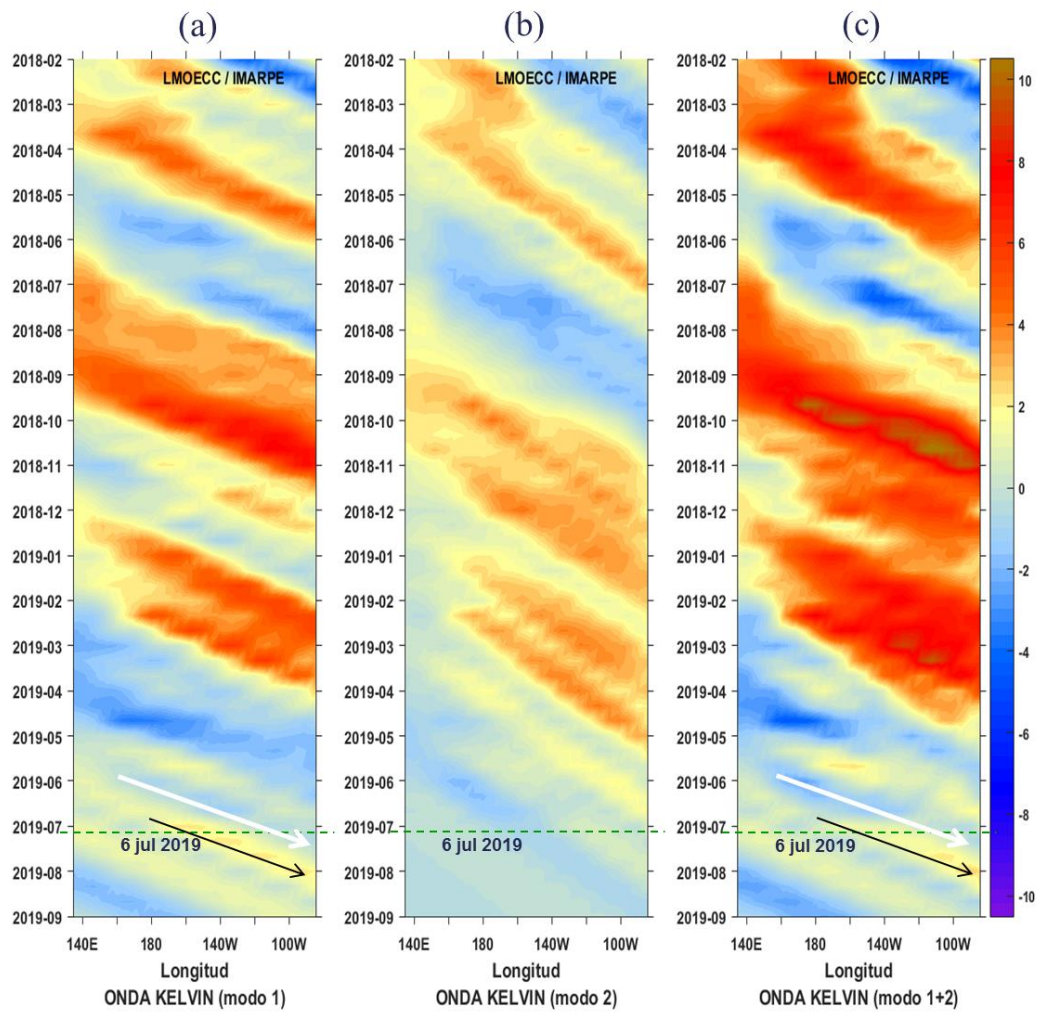


Figura 48. Diagrama Hovmöller longitud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacífico ecuatorial (0°N): (a) Modo 1, (b) Modo 2, (c) Modos 1+2. La línea discontinua horizontal, en verde, indica el inicio del pronóstico sin el forzante de vientos. Fuente: IMARPE, forzado con vientos de NCEP (Figuras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

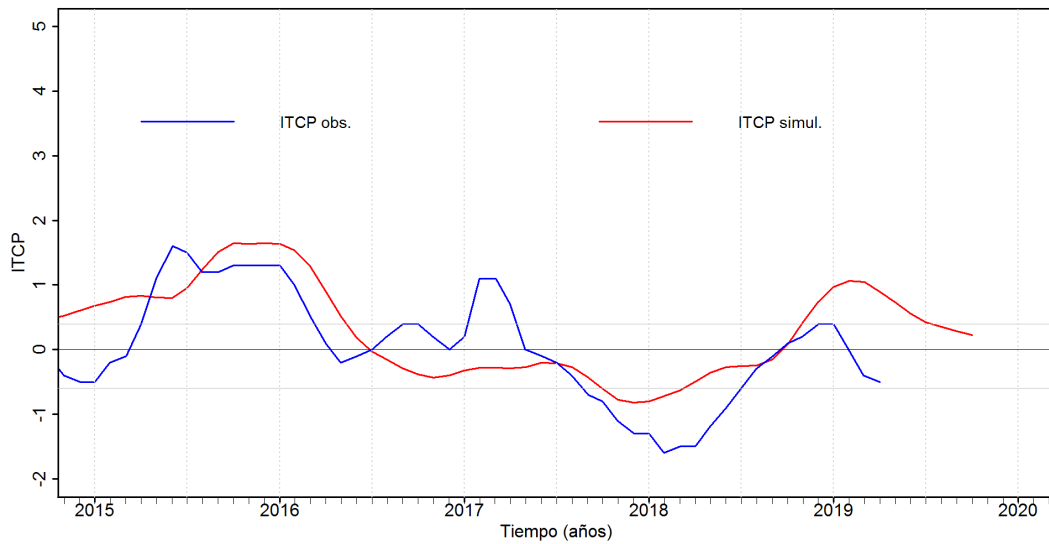


Figura 49. Pronóstico del ITCP mediante un modelo acoplado océano-atmósfera de complejidad intermedia. Fuente: IMARPE.

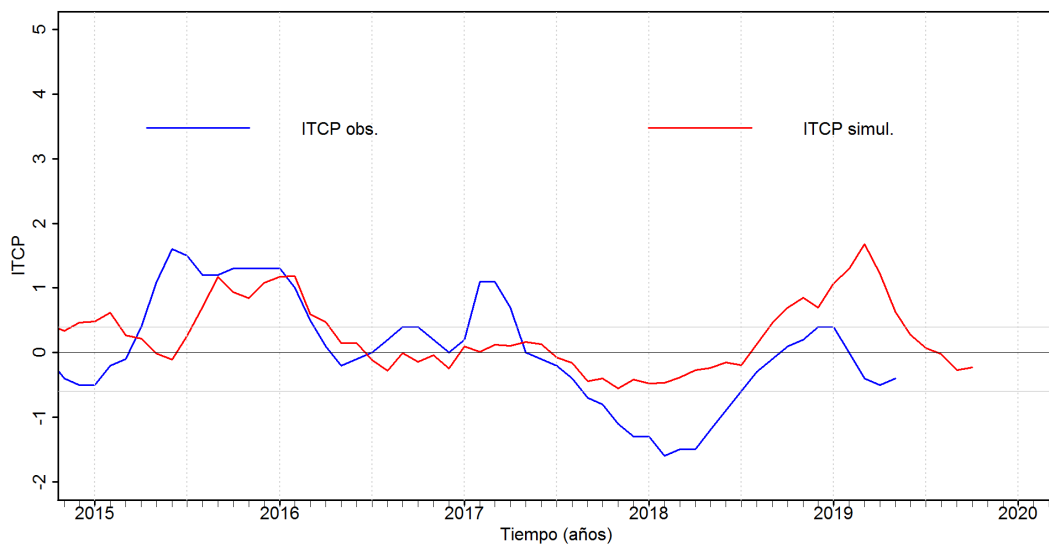


Figura 50. Pronóstico del ITCP mediante un modelo estadístico. Fuente: IMARPE.