

Instituto del Mar del Perú
Grupo de Trabajo Institucional El Niño

Informe de las Condiciones Oceanográficas y Biológico Pesqueras
Octubre 2017

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

1.1 Aspectos Meteorológicos

1.1.1 Distribución regional del campo de presión a nivel del mar

Se analizó el campo de presión a nivel del mar promedio del 1 al 31 de octubre usando datos del reanálisis NCEP/NOAA (Kalnay et al. 1996). Se observó que el Anticiclón del Pacífico Sur (APS) presentó un núcleo centrado en los 103°W, 30°S con una intensidad máxima de ~1026 hPa, encontrándose ubicado alrededor de su posición normal y con una intensidad mayor que su valor climatológico en ~2 hPa (Figura 1 y 2a). Asimismo se observaron núcleos de anomalías positivas de presión en las regiones del Pacífico Subtropical, de 1 y 3 hPa respectivamente. Frente a la costa peruana las anomalías de presión fueron próximas a cero (Figura 2b).

Con el fin de caracterizar la variación temporal de la intensidad del Anticiclón del Pacífico Sur (APS) se empleó el Índice del Anticiclón del Pacífico Sur (IAPS) (Chamorro, en prep.), basado en la media móvil trimestral de la anomalía de la presión atmosférica máxima en el núcleo del APS, con datos de NCEP/NOAA (Kalnay et al. 1996). Para el trimestre ASO 2017 el IAPS presentó un valor de +1,6, menor que su valor anterior (+1,9). El valor mensual de la anomalía de la presión máxima en octubre fue de +1,4 hPa (Figura 3).

1.1.2. Condiciones atmosféricas en el Pacífico Ecuatorial

La convección tropical se mantuvo dentro de su valor promedio sobre el Pacífico Este, mientras que se presentaron anomalías positivas de radiación de onda larga en la región del Pacífico Oeste (Figura 4). La componente zonal del viento en la franja ecuatorial de 5°S a 5°N, mantuvo su variación entre 2,0 a 7,0 m/s en el área comprendida entre 180°W y 100°W, con dirección predominante de los vientos alisios. Asimismo presentó anomalías del este en gran parte de la región Central a Oriental de hasta +2,0 m/s (Figura 5).

1.2. Aspectos oceanográficos

1.2.1 Condiciones superficiales.

En la región del Pacífico Oriental, la temperatura superficial del mar (TSM) varió entre condiciones neutras y frías, asociada a la variación de la lengua de agua fría, con núcleos de anomalías que alcanzaron -1,5°C (Figura 6). Los índices basados en la anomalía de la TSM de las regiones Niño exhibieron un pulso de intensificación de ATSM negativas durante la tercera semana, tras un periodo de relajación durante la primera semana de octubre, que no se reflejó en la región Niño 1+2. En la región Niño 3.4 la ATSM alcanzó -0,8°C, mientras que en la región Niño 1+2 se mantuvo en -1,4°C. Para las regiones Niño 4, 3.4, Niño 3 y Niño 1+2, el último valor semanal del mes fue -0,2°C, -0,5°C, -0,8°C y -1,4°C, respectivamente (Figura 7).

1.2.2. Condiciones sub-superficiales

La anomalía del contenido de calor en la capa superior del océano (300 m), entre los 180°W y 100°W, continuó mostrando una tendencia descendente, alcanzando un promedio mensual de -1,0°C (Figura 8). Esto se reflejó principalmente en las anomalías negativas sobre los 200 m de profundidad, mostrando un desplazamiento proyectado hacia Sudamérica, pasando los 90°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

Durante el mes de octubre, el viento frente a la costa peruana presentó velocidades de moderadas a fuertes (4,0 a 9,0 m/s), siendo la semana del 10 al 15 de octubre la que presentó vientos más intensos, los que luego se debilitaron ligeramente hasta fines de mes, alcanzando velocidades < 6,0 m/s. En la zona oceánica, el viento varió entre 6,0 y 9,0 m/s (Figura 10). Predominaron condiciones neutras y anomalías positivas durante todo el mes, con valores máximos entre los días 11 y 15 de octubre y condiciones neutras durante la segunda quincena, tanto en la zona costera como en la zona oceánica (Figura 11).

En la franja costera de 40 km se registraron vientos entre 3,0 y 9,0 m/s, con velocidades intensas (> 8 m/s) entre 14°S y 16°S, y velocidades débiles (< 3 m/s) al sur de los 16°S (Figura 12). Entre tanto, la configuración de la dirección del viento mostró su patrón normal a lo largo de la costa. Para la velocidad de viento costero predominaron condiciones neutras y anomalías positivas entre los 5°S y 10°S, con sus máximos valores en la segunda semana (+2,5 m/s). Por otro lado, anomalías negativas (-1 m/s) se presentaron durante la segunda quincena al sur de los 10°S (Figura 13).

El afloramiento costero (IAC) persistió en la mayor parte de la costa al norte de 16°S, con valores arriba de los 500 m³/s/100m al norte de los 5°S, mientras que, entre los 5°S y 16°S presentó valores entre 100 y 250 m³/s/100m. Al sur de 16°S el afloramiento costero no fue significativo (Figura 14).

2.2 Aspectos Oceanográficos

2.2.1 Anomalía de la altura del nivel medio del mar.

Durante las primeras semanas, la variación espacial de la altura del nivel medio del mar (NMM) señaló la predominancia de movimientos ciclónicos a lo largo de la costa, concentrándose con mayor intensidad frente a Pisco y San Juan. En la zona adyacente oceánica, se observaron giros anticiclónicos con anomalías positivas intensas (+ 7 cm) del NMM frente a Callao, San Juan e Ilo (Figura 15).

En la franja de 100 km adyacente a la costa, se mantuvieron las condiciones neutras de NMM del mes anterior, fluctuando entre -5 cm y +5 cm a lo largo de la costa (Figura 16). Frente a Galápagos la variabilidad del NMM fluctuó alrededor de cero (Figura 17).

2.2.2. Temperatura superficial del mar frente al litoral.

2.2.2.1 Laboratorios Costeros del Imarpe

La TSM registrada en los Laboratorios Costeros presentó una reducción de su valor promedio mensual en Tumbes, Paita, Chicama y Callao. La TSM mensual varió entre 14,3°C (Callao) a 25,8°C (Tumbes), mientras que su anomalía (ATSM) varió entre -1,12°C (Paita) a +0,03 °C (Pisco) (Tabla 1).

A nivel diario, la TSM registrada en el Laboratorio Costero de Tumbes, Chicama y Pisco, a excepción de la segunda semana en el último, presentó predominancia de anomalías positivas durante el mes, mientras que San José, Huanchaco y Chimbote predominancia de anomalías negativas. En Paita e Ilo la ATSM cambió gradualmente de valores negativos a positivos. La ATSM mostró alternancia entre anomalías negativas y positivas en Huacho y Callao (Figura 18).

El índice LABCOS (Quispe & Vásquez, 2016) exhibió el valor de +0,1°C para el trimestre ASO y un valor mensual de octubre de -0,24°C, afirmando la tendencia negativa de las anomalías térmicas mensuales en el litoral peruano (Figura 19).

2.2.2.2 Información satelital de TSM y ATSM.

En octubre, la TSM mostró valores entre 17° y 18°C frente a la costa norte y centro, mientras que frente a la costa sur se observó valores entre 15° y 16°C (Figura 20). En el primer caso, durante la primera quincena de octubre se detectó anomalías de -0,5 y -1°C, intensificándose durante la segunda quincena del mes llegando hasta -2°C. Frente a la costa sur, las condiciones pasaron del rango neutral a anomalías negativas de -0,5°C en la segunda quincena. En la zona oceánica frente al norte se detectó núcleos de ATSM menores a -2°C, que se fueron intensificando hacia finales del mes (Figura 21). En la franja de 60 mn frente a la costa, se mantuvieron las anomalías negativas, salvo al norte de Paita (Figura 22).

Durante el trimestre ASO 2017, El Índice Térmico Costero Peruano ITCP (Quispe-Ccalluari et al., 2016) alcanzó un valor de -0,68, indicando una condición fría, continuando la tendencia negativa de los últimos meses. El valor mensual alcanzó -0,88, con el mismo comportamiento (Figura 23).

2.2.3 Distribución espacial de la Salinidad Superficial del Mar

2.2.3.1 Información de modelo (HYCOM)

En general se observó una mayor expansión de las aguas de mezcla, con salinidades alrededor de 35,0 ups. Frente a Paita estuvieron distribuidas en zonas oceánicas, asociadas a la interacción entre las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) y Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES). En la zona centro-sur (Callao a Atico) se detectó la proyección de las aguas de mezcla y aguas costeras frías (ACF) asociadas al afloramiento costero, caracterizadas por valores de salinidad intermedios, hasta las 200 mn (Figura 24).

2.2.4 Secciones Oceanográficas

2.2.4.1 Paita (24 – 25 de octubre)

La TSM presentó un acercamiento de la isoterma de 17°C hasta las 10 mn frente a la costa, la cual se encontraba por fuera de las 100 mn en septiembre, destacando un núcleo superficial de hasta 19°C, entre las 35 y 60 mn frente a la costa (Figura 25 a, Figura 26 a). Sobre los 100 m de profundidad, las temperaturas variaron de 15° a 19°C con una débil termoclina. La isoterma de 15°C se presentó entre los 50 y 60 m de profundidad. Sobre los 50 m se registró una capa con anomalías negativas de hasta -1,0°C, más intensa por fuera de las 80 mn. Por otro lado, se observó un núcleo con anomalías de hasta +1,0°C sobre los 20 m entre los 35 y 60 mn frente a la costa, asociado a la isoterma de 19°C (Figura 26 a, b).

En superficie la concentración de sales mostró la predominancia de AES entre los 10 y 85 mn y hasta los 15 m de profundidad, asociada a las isotermas de 18° y 19°C (Figura 25 b, Figura 26 c). Sobre los 100 m estuvieron asociadas AES en la capa superficial, aguas de mezcla por fuera de los 40 mn (20 – 80 m) y ACF en la zona costera. Se generaron anomalías negativas en la capa superficial de hasta -0,60 ups, asociadas al núcleo de AES (Figura 26 c, d).

La profundidad de la oxiclina, asociada a la iso-oxígena de 1 mL/L, ascendió de 120 m a 50-70 m de profundidad hasta las 100 mn frente a la costa, (Figura 25 c, Figura 26 e). El límite superior de la ZMO (OD<0,5mL/L) se presentó a unos 120-150 m de profundidad en toda la sección. Sobre los 300 m, predominaron flujos hacia el sur por fuera de las 60 mn y dentro de las 40 mn, con velocidades de hasta 30 cm/s (Figura 26 e, f).

2.2.4.2 Chicama (22 – 23 de octubre)

La TSM presentó un repliegue de las isotermas de 17° y 18°C hacia la costa, con respecto a septiembre (Figura 27 a). 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 70-80 m de profundidad por fuera de las 60 mn y ascendió cerca a la superficie en la zona costera, en modo similar al mes de septiembre. En los primeros 100 m de profundidad las anomalías térmicas fueron de hasta +1,0°C por fuera de las 40 mn frente a la costa y en el resto de la sección las anomalías fueron cercanas a cero (Figura 28 a, b).

En superficie la concentración de sales mostró a las ASS por fuera de las 40 mn y encima de los 60 m, similarmente a los meses de agosto y septiembre, mientras en la zona cerca a la costa se presentaron las ACF (Figura 27 b, Figura 28 c). Como consecuencia se observó anomalías halinas positivas de hasta +0,10 ups sobre los 50 m y por fuera de las 40 mn, asociadas a las ASS y anomalías negativas de hasta -0,10 ups cerca a la costa asociadas a la presencia de las ACF (Figura 28 d).

La distribución del oxígeno disuelto mostró el ascenso de las iso-oxígenas cerca de la costa debido al afloramiento. La profundidad de la oxiclina, asociada a la iso-oxígena de 1 mL/L, se presentó a unos 80 m de profundidad fuera de las 30 mn y a 40 m o menos en la zona costera (Figura 27 c). El borde superior de la ZMO mostró el mismo comportamiento de la oxiclina (Figura 28 e). Por otra parte, se observó un núcleo de flujo geostrofico con dirección al sur dentro de las 70 mn (0 – 100 m) de hasta 20 cm/s (Figura 28 f).

2.2.5 Estaciones fijas costeras

El monitoreo quincenal que se realiza en las estaciones fijas mostró que en el último mes para Paita la temperatura varió entre 15° y 16°C, para Chicama entre 14° y 16°C, en Callao entre 14° y 15°C, en Atico entre 13° y 14°C y en Ilo entre 13° y 16°C (Figura 29). En Paita se detectó anomalías de hasta -1,0°C por encima de los 60 m de profundidad, en Chicama anomalías cercanas a cero y en Callao anomalías de hasta -1,0°C en la capa superficial durante el mes (Figura 30). La salinidad del mar mostró ACF en todas las estaciones fijas (Figura 31).

En cuanto al OD, también se visualizó una distribución superficial de las iso-oxígenas en las estaciones fijas de Chicama y Callao y Atico, apareciendo la iso-oxígena de 0,5 mL/L a unos 30 m en las dos primeras, y a 60 m de profundidad en la última. En Paita e Ilo se registró una profundización de las iso-oxígenas a finales del mes (Figura 32).

2.2.6 Fertilidad y Productividad

2.2.6.1. Variabilidad espacio-temporal de los Nutrientes

Los nitratos en casi todas las estaciones fijas costeras mostraron una disminución de sus concentraciones en la columna de agua, excepto en Paita donde se mantuvieron constantes. En Paita y Chicama, la columna de agua presentó un valor promedio entre 15 y 20 $\mu\text{mol.L}^{-1}$, mientras que en Callao e Ilo se presentaron menores concentraciones, alrededor de 12 y 8 $\mu\text{mol.L}^{-1}$, respectivamente, hacia finales del mes. La estación Atico se caracterizó por presentar valores mayores a 25 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ (Figura 33).

Los silicatos presentaron una disminución en sus concentraciones respecto a fines de agosto en Paita, Chicama y Atico, mientras que en Callao e Ilo se observó un aumento. Las menores concentraciones en la columna de agua se observaron en Paita ($\sim 15 \mu\text{mol.L}^{-1}$). En Chicama la isolínea de 20 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ se profundizó de 20 a 60 metros entre inicios y fin del mes. En Callao e Ilo la isolínea de 25 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ se observó a los 18 y 35 metros respectivamente, evidenciando un incremento en las concentraciones en columna respecto a setiembre. En Atico la isolínea de 30 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ se profundizó de 20 a 55 metros durante el transcurso del mes. (Figura 34).

Los fosfatos aumentaron en casi todas las estaciones, excepto en Ilo, donde se observó una disminución. En promedio en la columna de agua en Paita e Ilo se observaron concentraciones de 2,0 y 1,5 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ respectivamente, mientras que en Chicama, Callao y Atico se encontraron concentraciones entre 2,5 a 3,0 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ en promedio (Figura 35).

2.2.6.2 Clorofila-a

La concentración de clorofila-a presentó un valor de anomalía promedio de $\sim -1 \text{ mg.m}^{-3}$ entre los 6°S y 11°S. Entre Callao y Pisco (12 – 14°S) se observó un núcleo de anomalías negativas dentro de los 100 km de la costa ($\sim -2,5 \text{ mg.m}^{-3}$). Además, se presentaron anomalías positivas frente a San Juan (15 – 16°S) de $\sim +4 \text{ mg.m}^{-3}$ a los 150 km de la costa. Cabe recalcar la presencia de nubes fue muy frecuente entre los 6°S-12°S durante casi todo el mes (25 días cubiertos en promedio); en cambio entre Pisco (dentro y fuera de la costa) y San Juan (cerca de la costa) se presentaron más días despejados (8 días en promedio) (Figura 36).

2.2.7 Indicadores Biológicos del Plancton

2.2.7.1 Indicadores Biológicos del Fitoplancton.

Paita

En Paita, se determinó al dinoflagelado *Protooperidinium obtusum*, indicador de ACF, distribuido dentro de las 11 mn y asociado a valores de TSM que fluctuaron entre 16,9 y 17,1 °C. En esta ocasión, fue predominante el fitoplancton (98%), donde la diatomea *Detonula pumila* obtuvo una categoría de abundancia de “Muy Abundante”, seguida de otras diatomeas como *Coscinodiscus perforatus*, *C. granii*, *C. wailessii* y *Pseudonitzschia pungens* que alcanzaron categorías de abundancia de “Escaso”. Por otro lado, *Ceratium breve* v. *parallellum*, indicador de AES se distribuyó entre las 40 y 80 mn, asociado a TSM que varió entre 17,4 y 19,3 °C. Acompañaron a este indicador especies termófilas como *Ceratium lúnula*, *C. candelabrum*, *C. azoricum* y *C. macroceros*, entre otros (Figura 37).

Chicama

Frente a Chicama, se detectó al dinoflagelado *Protooperidinium obtusum*, indicador de ACF, distribuido dentro de las 30 mn de la costa, asociado a una TSM que tuvo un rango de variación entre 16,6 y 18,6 °C. El fitoplancton fue abundante dentro de las 30 mn, destacando diatomeas propias de afloramiento costero como *Coscinodiscus perforatus*, *C. concinnus*, *Chaetoceros lorenzianus*, *Thalassiosira subtilis* y *Ch. affinis* que alcanzaron categorías de abundancia de “Muy Abundante” y “Abundante”, respectivamente (Figura 38).

Los dinoflagelados para esta época de estudio también sobresalieron entre las 80 y 100 mn, siendo los dinoflagelados termófilos los más frecuentes como *Ceratium azoricum*, *C. macroceros*, *Goniodoma polyedricum*, *Pyrocystis fusiformis*, *Dinophysis tripos* y *Protooperidinium quarnerense*, entre otros; todos asociados a valores de TSM entre 19,2 y 21,2 °C.

2.2.7.2 Indicadores Biológicos del Zooplancton.

Paita

Durante el mes de octubre, se determinó al copépodo *Eucalanus inermis*, especie asociada a ACF, localizado dentro de las 10 mn y entre las 60 y 80 mn de la costa. Asimismo se determinaron a los copépodos *Acartia danae*, *Calocalanus pavo* y *Mecynocera clausi*, especies indicadoras de ASS, distribuidos en toda el área evaluada, mientras que el copépodo *Centropages furcatus*, especie asociada a AES se localizó a 5, 40 y 80 mn (Figura 39).

Chicama

Frente a Chicama en el mes de octubre se determinó al copépodo *E. inermis*, especie indicadora de ACF, dentro de las 15 mn y a 80 mn de la costa. Los copépodos *A. danae* y *Oncaea conifera*, especies indicadoras de ASS, se localizaron principalmente por fuera de las 30 mn de la costa (Figura 40).

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

3.1 Condiciones Biológico – Pesqueras.

Seguimiento de las pesquerías

El desembarque calendario de los principales recursos pelágicos al 31 de octubre del presente año ascendió a 3.2 millones de toneladas, correspondiendo el 98 % al recurso anchoveta, seguido de caballa con 2 %. Otros recursos de importancia fueron samasa, bonito y bagre (Tabla 2).

Anchoveta

Distribución, capturas y tallas

En la región norte – centro, la información de la flota artesanal y menor escala dentro de las 20 mn de distancia a la costra, se registró cuatro (04) zonas de pesca del recurso anchoveta. En la zona norte, frente a Bahía de Sechura (5°S) y Chimbote (9°S), conformado principalmente por ejemplares adultos; en la zona centro, se observaron dos núcleos el primero frente a Callao (12°S) y el segundo frente a Pisco (13°S), este último con mayor incidencia de juveniles. En la región sur, no se registró desembarques (Figura 41).

Indicadores reproductivos y somáticos

Los indicadores reproductivos de la anchoveta del stock Norte - Centro, índice gonadosomático (IGS) y Fracción desovante (FD) continuaron registrando valores altos de acuerdo a sus respectivos patrones históricos, evidenciando que la anchoveta en la Región Norte-Centro continuó desovando (Figura 42). Por otro lado, los bajos niveles de contenido graso muestran el gasto energético que viene realizando la anchoveta en los procesos de maduración y desove (Figura 42).

Jurel y Caballa

Durante el mes de octubre, el desembarque de jurel y caballa provinieron de la flota artesanal en la zona norte: Parachique (5°S) y en la zona sur: Ilo (17°S). Las capturas de “jurel” *Trachurus picturatus* alcanzó las 57 toneladas y la caballa” *Scomber japonicus peruanus*, 27 toneladas en el mes. (Figuras 43).

Especies indicadoras

Con la normalización de las condiciones ambientales, el Seguimiento de la Pesquería Pelágica, registró especies costeras dentro de su hábitat. Especies de aguas costeras frías como *Odonthesthes regia regia* “Pejerrey”, *Sciaena deliciosa* “lorna” y “múnida” fueron registradas dentro de las 10 mn frente a Chimbote (09°S) y Pisco (14°S), encontrándose dentro de su distribución habitual.

Depredadores superiores

Durante la Prospección de monitoreo oceanográfico frente a Chicama realizado del 22 al 25 de Octubre 2017 se observó dentro de las aves guaneras, la presencia del *Phalacrocorax bougainvillii* “guanay” restringida a la costera, mientras que el *Phalacrocorax bougainvillii* “guanay” y el *Pelecanus thagus* “pelicano”, presentaron una mayor amplitud hasta las 40 mn frente a Chicama. Las aves migratorias como el “albatros” y la “gaviota de Wilson” fueron observadas fuera de las 40 millas náuticas (Figura 44).

En octubre se registró un incremento en la mortandad de lobos y aves marinas en Piura y Tumbes. Según las necropsias, la muerte de la mayoría de los ejemplares se dio por inanición e interacción con actividades de pesca. Las anomalías negativas de la Temperatura Superficial del Mar que se viene presentando en los últimos meses (invierno-primavera), produce dispersión de los cardúmenes de peces que son presas de estos animales, lo que conlleva a una mayor competencia entre lobos y pescadores artesanales (interacción).

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

4.1 Pronósticos a gran escala de las agencias internacionales

En promedio, los modelos dinámicos y estadísticos de predicción de ENOS en la región Niño 3.4 presentados por el IRI/CPC, pronostican que las anomalías de la TSM en el Pacífico Ecuatorial Central estarían dentro de una condición de La Niña entre la primavera y verano austral 2017/2018, siendo el valor máximo de ATSM de $-0,8^{\circ}\text{C}$ y $-0,5^{\circ}\text{C}$ para el promedio de los modelos dinámicos y estadísticos respectivamente (Figura 45).

4.2 Propagación de ondas Kelvin

Según la simulación del modelo de ondas (Illig et al., 2004; Dewitte et al., 2002) aplicado en el IMARPE, durante el mes de octubre una intensificación de los vientos alisios en el Pacífico Ecuatorial Occidental y Central reforzó la señal de una onda Kelvin fría (modo 2) que alcanzaría el extremo oriental del Pacífico Ecuatorial entre noviembre y diciembre 2017. Cabe señalar que una onda Kelvin cálida podría generarse entre octubre y noviembre 2017 como producto de una reflexión de una onda Rossby cálida en el Pacífico Ecuatorial Occidental. (Figura 46).

4.3 Pronósticos de la TSM frente a la costa del Perú

El modelo basado en las salidas de un modelo acoplado océano-atmósfera de complejidad intermedia del Pacífico Tropical Ecuatorial (Dewitte *et al.*, 2002, Gushchina *et al.*, 2000) pronostica para el ITCP condiciones frías entre noviembre 2017 y febrero 2018. Mientras que el modelo estadístico basado en el volumen de agua cálida ecuatorial (Matellini *et al.*, 2007) y el anticiclón del Pacífico Sur (IAPS) (Chamorro *et al.*, en prep.) pronostica para el ITCP valores negativos pero dentro de las condiciones neutras entre noviembre 2017 y febrero 2018 (Figuras 47 y 48).

5. CONCLUSIONES

- Las condiciones atmosféricas en el Pacífico Ecuatorial fueron normales en promedio. El Anticiclón del Pacífico Sur (APS) presentó para el mes un núcleo ubicado alrededor de su posición normal y con una intensidad mayor que su valor climatológico en ~ 2 hPa.
- El viento costero continuó mostrando su patrón normal de dirección a lo largo de la costa. La velocidad del viento exhibió predominancia de valores normales y anomalías positivas entre 5°S y 10°S . El afloramiento costero exhibió persistencia la mayor parte del mes entre los 5°S y 16°S .
- Frente a la costa, la TSM presentó una reducción respecto a setiembre, intensificándose las anomalías negativas respecto al mes anterior, especialmente frente a la costa norte, donde alcanzó un valor de -2°C . En el litoral, predominaron valores positivos de la ATSM en Tumbes, Chicama y Pisco, mientras que en San José, Huanchaco y Chimbote predominaron valores negativos. Se observó gradualmente el cambio de la ATSM de valores positivos a negativos en Paita e Ilo, mientras que en Huacho y Callao se observó una variación de valores negativos a positivos.
- Los índices costeros de temperatura superficial del mar, ITCP (basado en información satelital de la franja costera) y LABCOS (basado en los registros de los laboratorios costeros del Imarpe), presentaron respectivamente valores de $-0,68$ y $+0,10$ para el trimestre agosto-octubre, ambos con una tendencia negativa respecto a períodos anteriores.
- En la zona costera entre Paita y Callao, las isotermas e iso-oxígenas exhibieron un ascenso a la capa superficial, asociado al afloramiento costero. Fuera de las 10 mn frente a Paita y 40 mn frente a Chicama, se detectó AES y ASS, respectivamente, asociadas a anomalías térmicas de hasta $+1,0^{\circ}\text{C}$ en la capa superficial.
- Se observó una disminución en la concentración de los nitratos y silicatos y un aumento en los fosfatos en la columna de agua frente en la mayor parte del litoral.
- La concentración de clorofila-a superficial presentó condiciones neutras a anomalías negativas frente a la costa centro-norte, asociados a una mayor nubosidad, y anomalías positivas al sur, de hasta ~ 4 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ entre los 14°S y 16°S . Los mayores valores se detectaron a los 50km frente a San Juan, asociados a una mayor incidencia de días despejados.
- En la región norte – centro, el recurso anchoveta se registró en núcleos dispersos dentro de las 20 mn, siendo capturado por la flota artesanal. En Sechura (5°S) y Chimbote (9°S) presentaron una estructura por tallas adulta, mientras que entre Callao (12°S) y Pisco (13°S) predominaron los juveniles.
- Los índices reproductivos de la anchoveta del stock norte-centro continuaron presentando valores altos, indicando que aún se encuentra en su periodo de reproducción más importante.

- A corto plazo se pronostica el arribo de una onda Kelvin fría entre los meses de noviembre-diciembre, que contribuiría al enfriamiento de la columna de agua a lo largo de la costa.

6. Referencias

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

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

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

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

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

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

7. Tablas

Tabla 1: Valores mensuales de TSM y ATSM (°C) registrados en los Laboratorios Costeros del Imarpe - octubre 2017.

Estación	TSM Sep.	TSM Oct.	ATSM Oct.
Tumbes	26,02	25,80	-0,10
Paíta	16,81	16,77	-1,12
San José	18,49	18,74	-0,53
Chicama	15,93	15,86	-0,31
Huanchaco	16,10	15,95	-0,84
Chimbote	17,89	18,29	-1,00
Huacho	14,98	15,16	-0,38
Callao	14,76	14,28	-0,72
Pisco	20,60	20,07	+0,03
Ilo	14,66	15,20	-0,67

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

Especie\Flota\Región		Año Calendario (01 Ene. Al 31 Oct. 2017)					
		Norte	Centro	N+C	Sur	Total	%
Anchoveta	FI Acero	1 033 520	1 391 408	2 424 929	162068	2 586 997	81
	FI Madera	445 842	84 256	530 098	18244	548 342	17
Sub-total		1 479 363	1 475 664	2 955 027	180 312	3 135 339	98
%		47	47	94	6	100	0
Sardina		0	0	0	0	0	0
Jurel		33	72	105	7	112	0
Caballa		34 466	40 013	74 479	17	74 496	2
Samasa		1 215	0	1 215	0	1 215	0
*Otros		117	855	972	425	1 397	0
Total		1 515 194	1 516 605	3 031 799	180 761	3 212 560	100
%		47	47	94	6	100	

*Otros incluye: Múnida, Bonito, Bagre

Cifras preliminares

8. Figuras

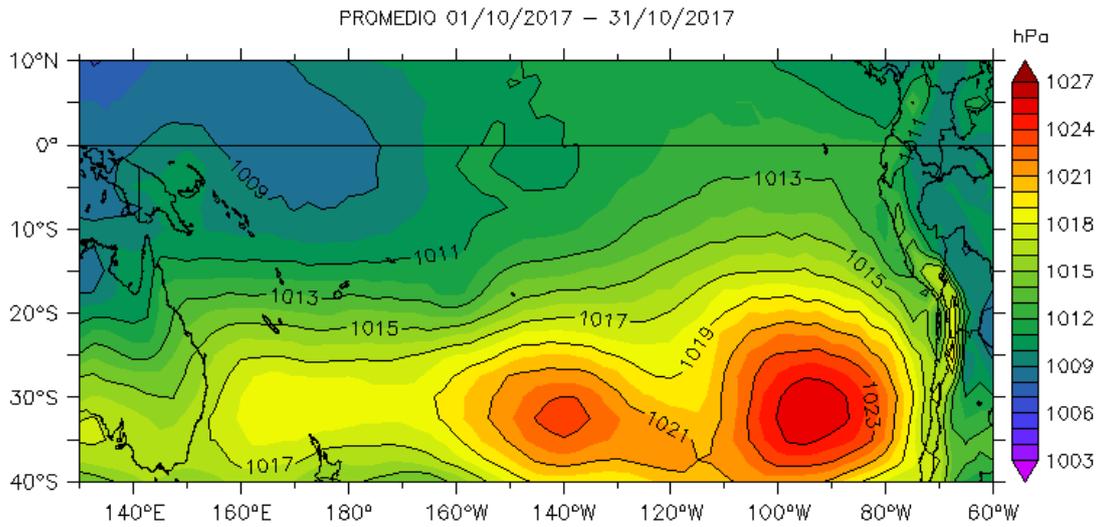


Figura 1. Presión atmosférica a nivel del mar (PNM) en hPa, promedio 1-31 octubre 2017, Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

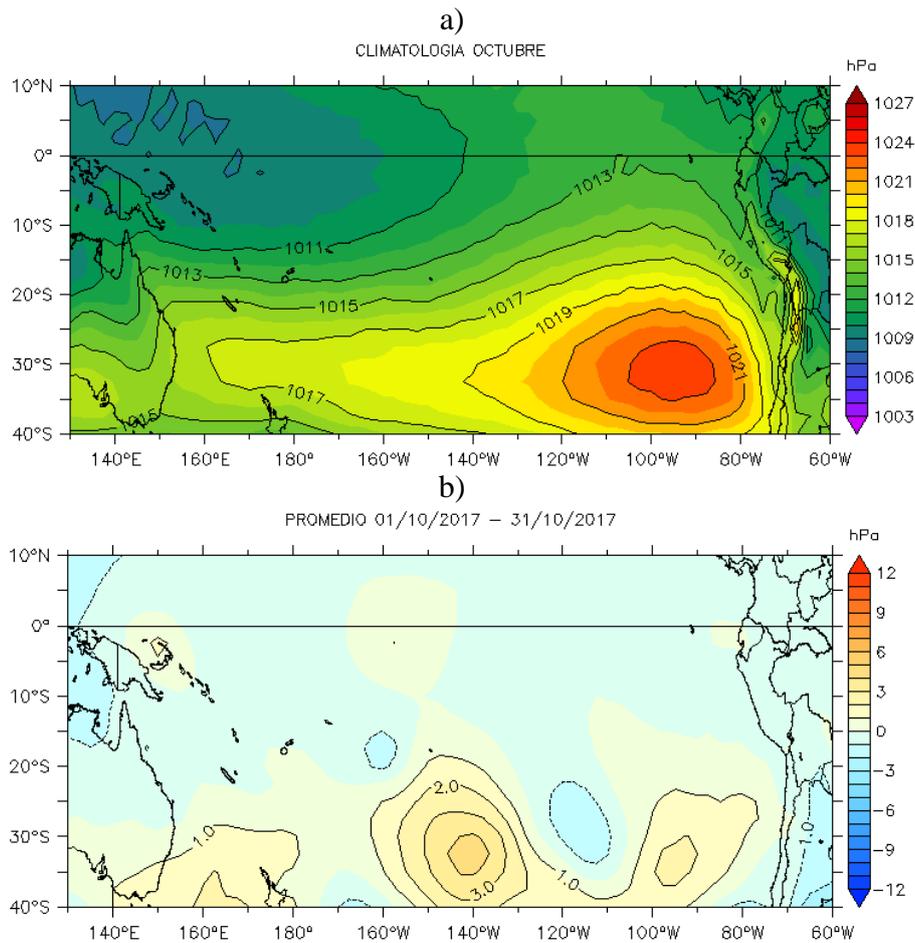


Figura 2. Presión atmosférica a nivel del mar (PNM) en hPa, climatología (a) y anomalías promedio (b) de octubre 2017. Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

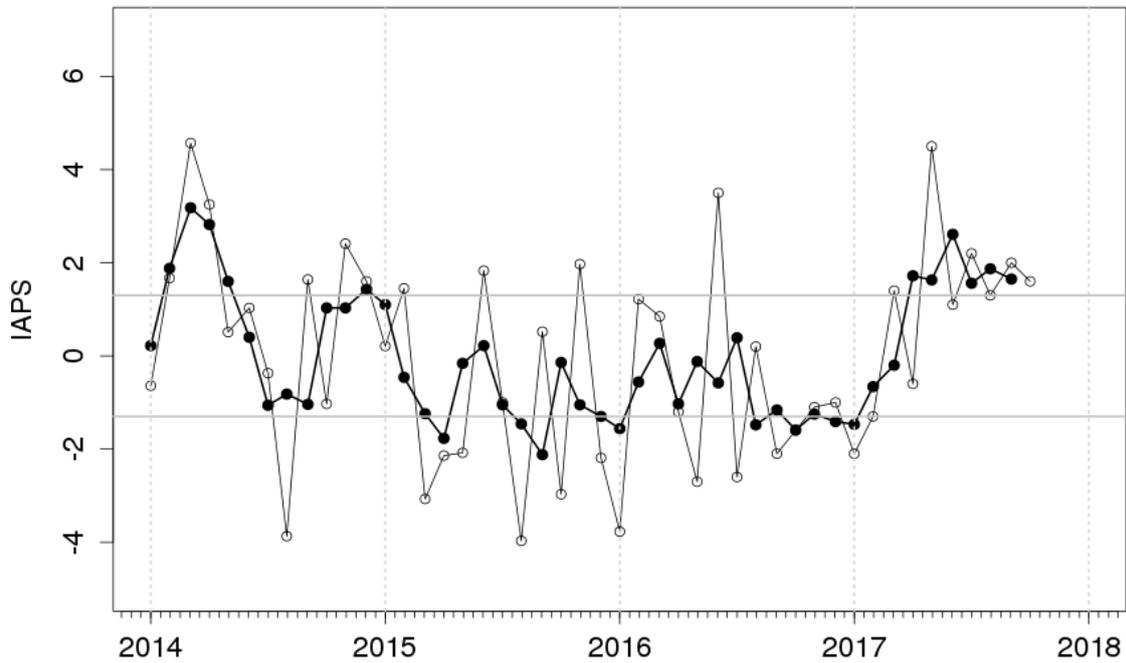


Figura 3. Variación temporal del IAPS hasta el trimestre ASO 2017. La variación temporal del IAPS (círculo negro) y de la anomalía mensual de la presión atmosférica a nivel mar del núcleo del APS (círculo blanco).

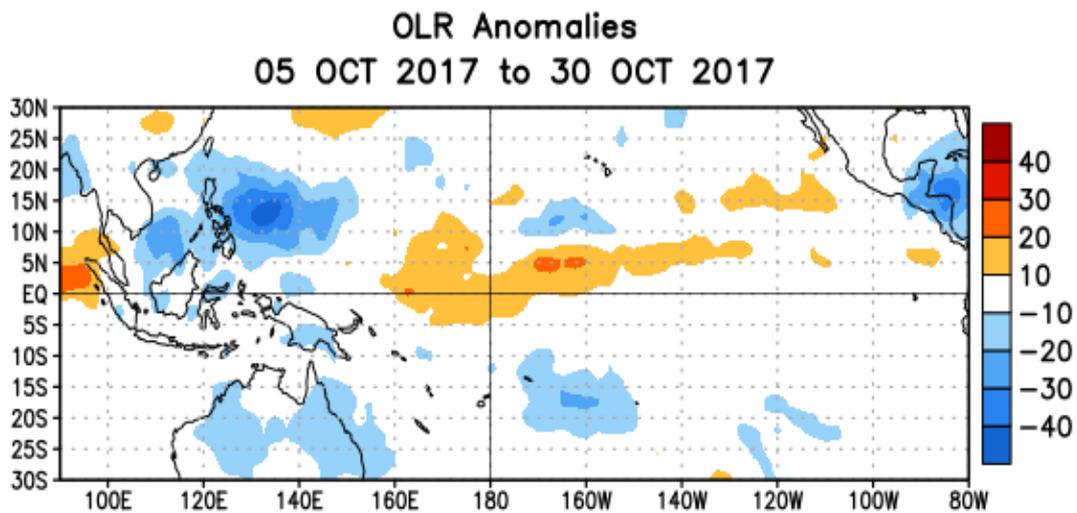


Figura 4. Anomalías del promedio de la radiación de onda larga emitida (OLR, por sus siglas en inglés) (W/m^2) durante el mes de octubre de 2017. Las anomalías de OLR se calculan como desviaciones de los penta-promedios del período base de 1981-2010.

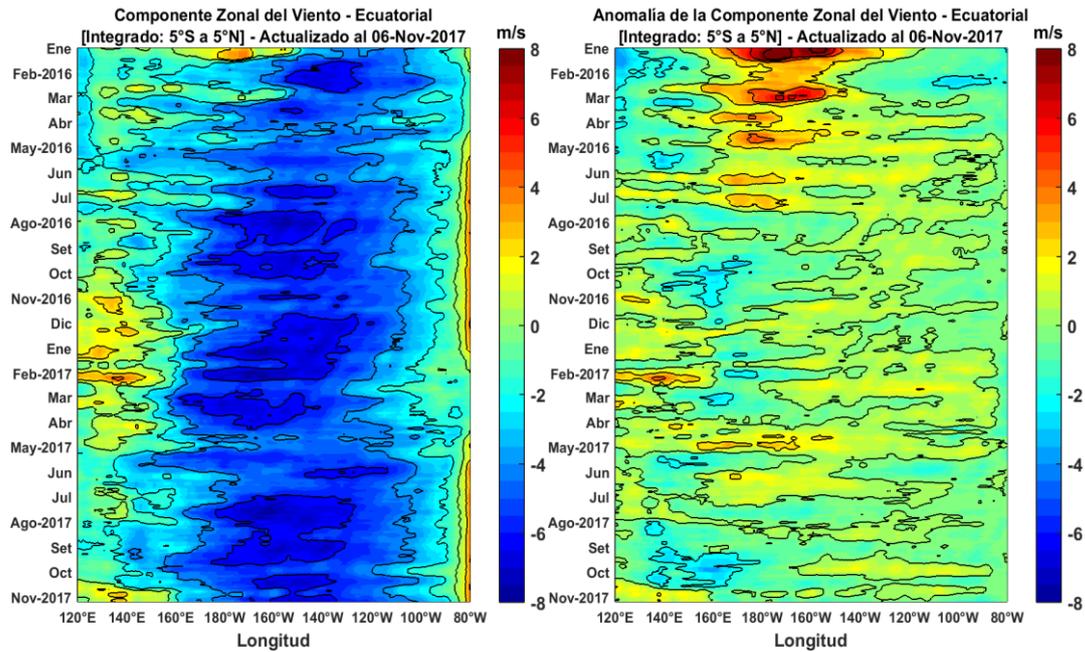


Figura 5. Viento Satelital (integrado en el Ecuador): a) Componente Zonal del viento (m/s), b) Anomalía de la Componente zonal del viento (m/s), durante los últimos seis meses (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 06/11/2017.

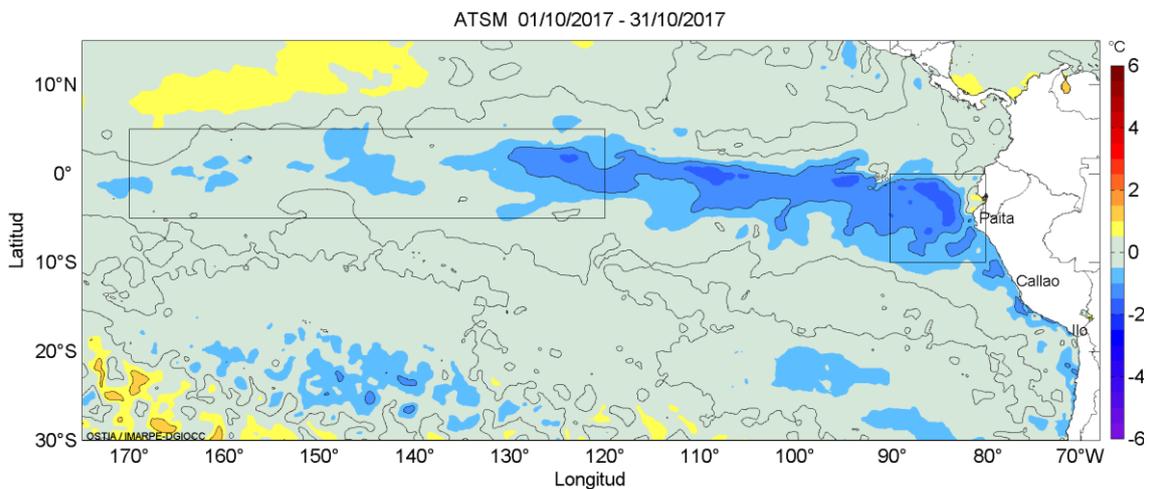


Figura 6. Anomalías promedio de la temperatura superficial del mar (°C) para el mes de octubre 2017. Adaptado de CDB/NOAA.

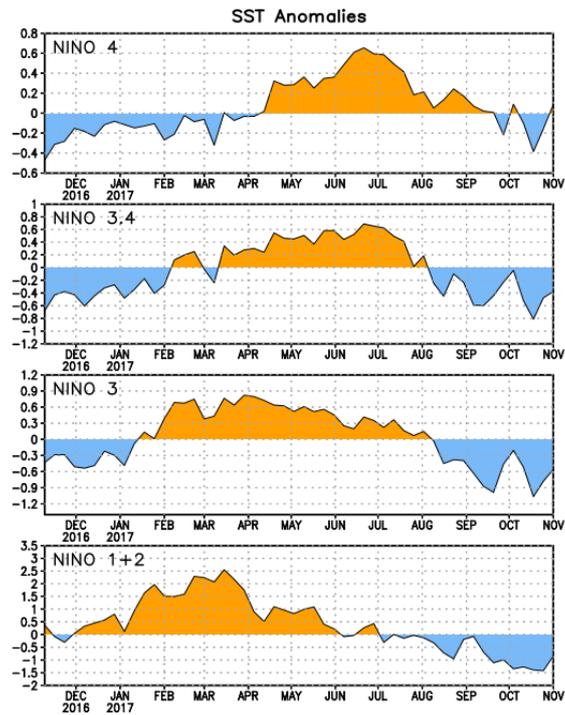


Figura 7. Anomalías Semanales promedio de la temperatura superficial del mar (°C) para el periodo de noviembre 2016 al 01 noviembre 2017. Adaptado de CDB/NOAA.

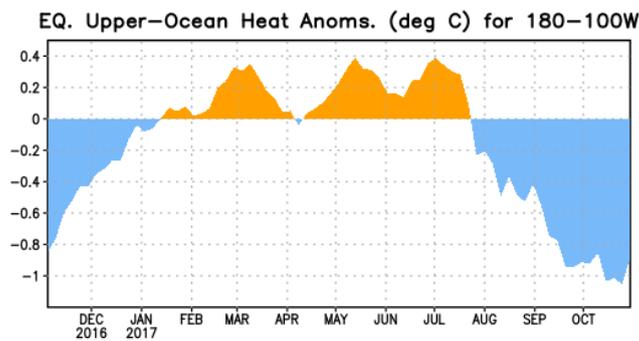


Figura 8. Anomalías del contenido de calor (en °C) en el área promediada del Pacífico ecuatorial (5°N-5°S, 180°-100°W). Las anomalías en el contenido calórico son calculadas como las desviaciones de los penta-promedios del período base de 1981-2010

EQ. Subsurface Temperature Anomalies (deg C)

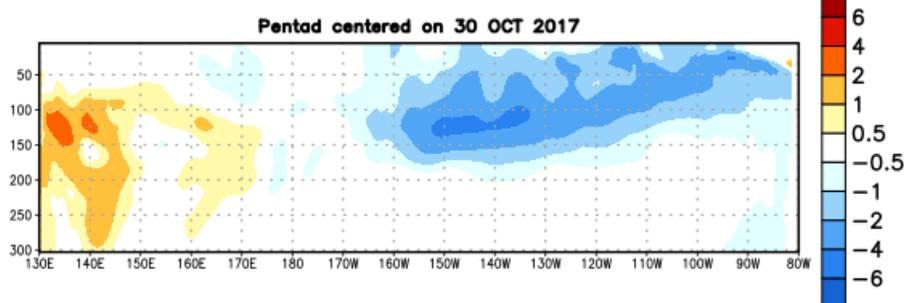


Figura 9: Anomalías de temperatura (en °C) en un transecto de profundidad-longitudinal (0-300 m) en la parte superior del océano Pacífico ecuatorial, centradas en la semana del 30 de noviembre de 2017. Las anomalías son promediadas entre 5°N-5°S. Las anomalías son variaciones a partir de los penta-promedios durante el periodo base de 1981-2010.

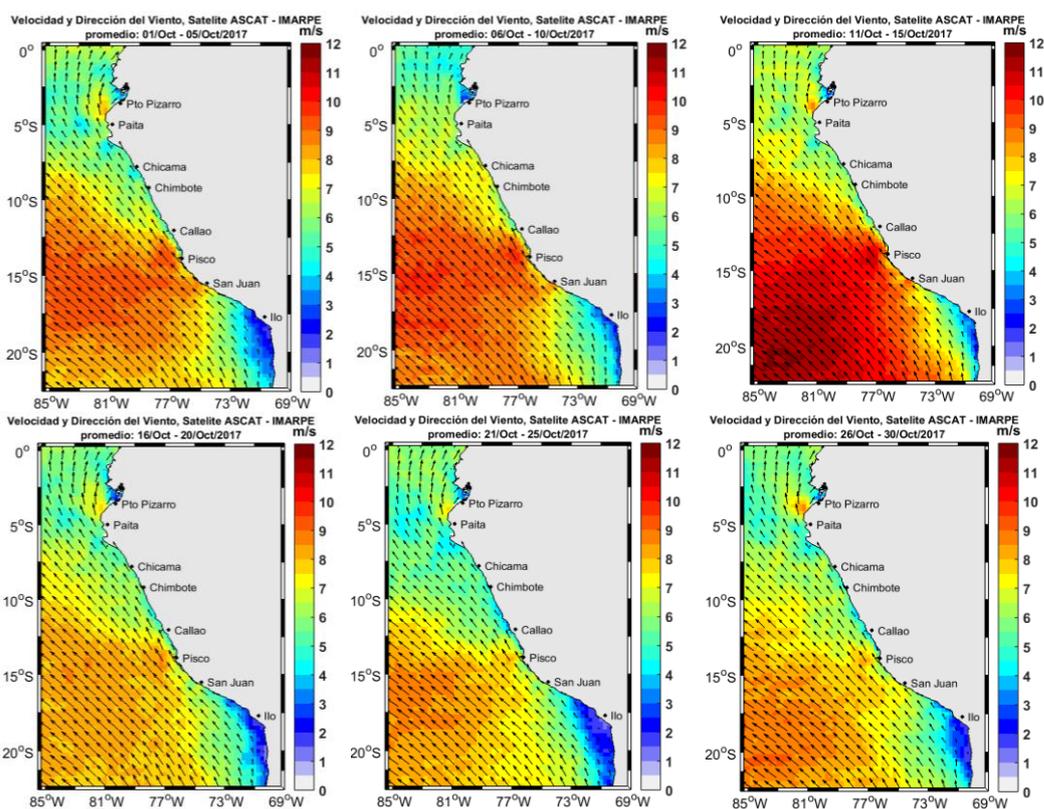


Figura 10. Mapas de la Velocidad del Viento frente a la costa peruana, durante el mes de octubre del 2017 (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidrofísica Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 30/09/2017.

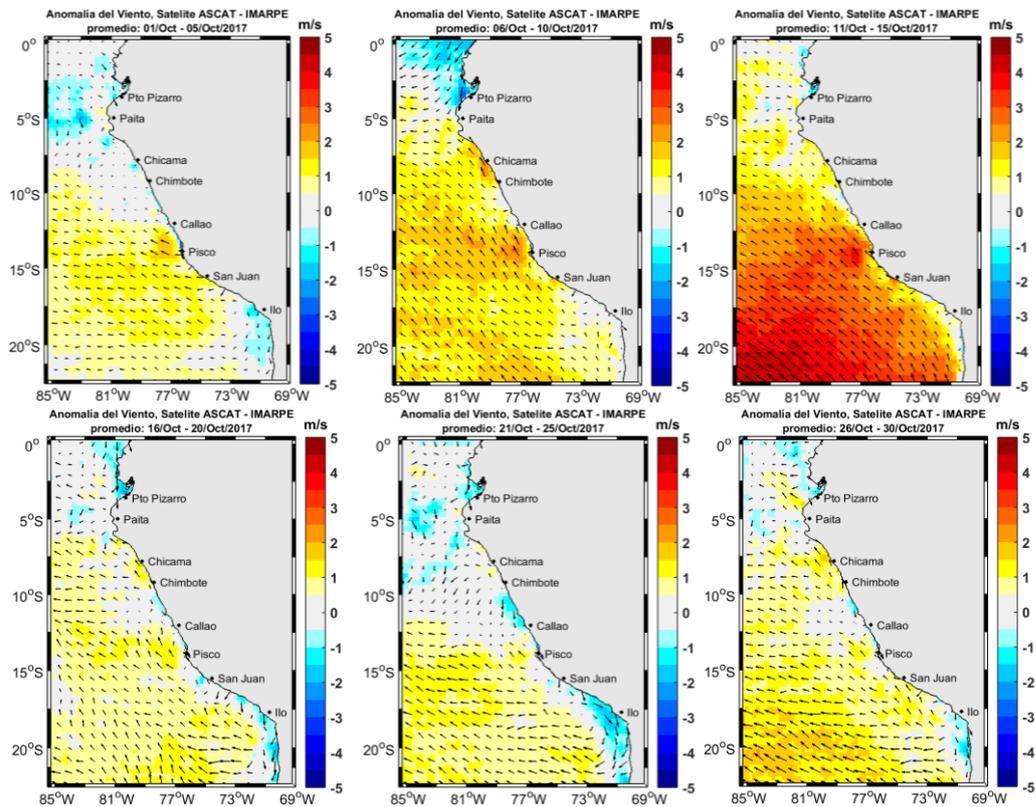


Figura 11. Mapas de anomalía de la Velocidad del Viento frente a la costa peruana, durante el mes de octubre del 2017 (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 30/10/2017.

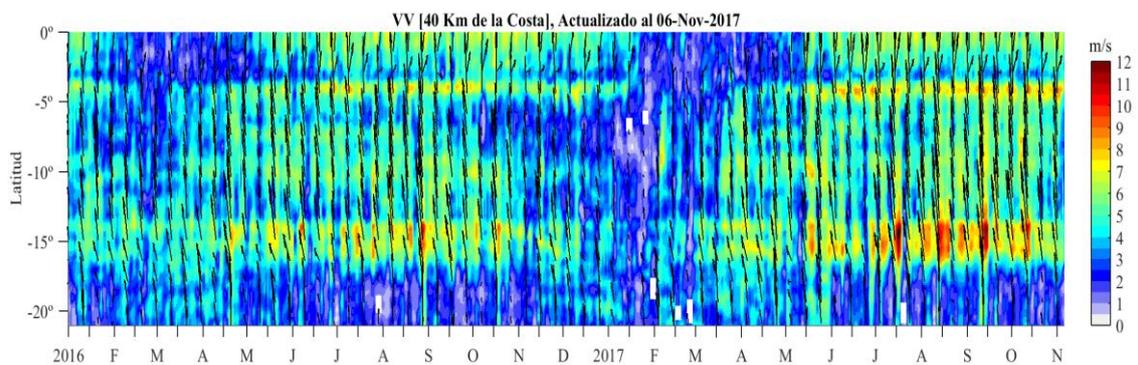


Figura 12. Diagrama Hovmöller de la Velocidad del Viento a lo largo de la costa peruana (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 06/11/2017.

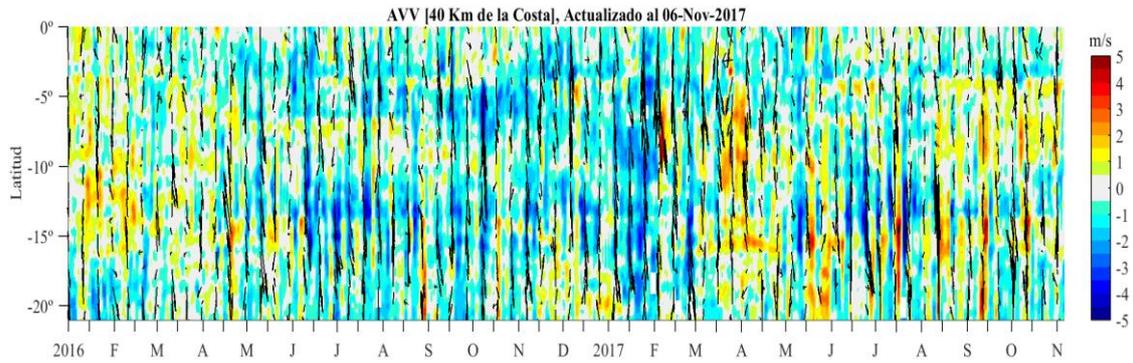


Figura N° 13. Diagrama Hovmöller de la Anomalia del Viento a lo largo de la costa peruana meses (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 06/11/2017.

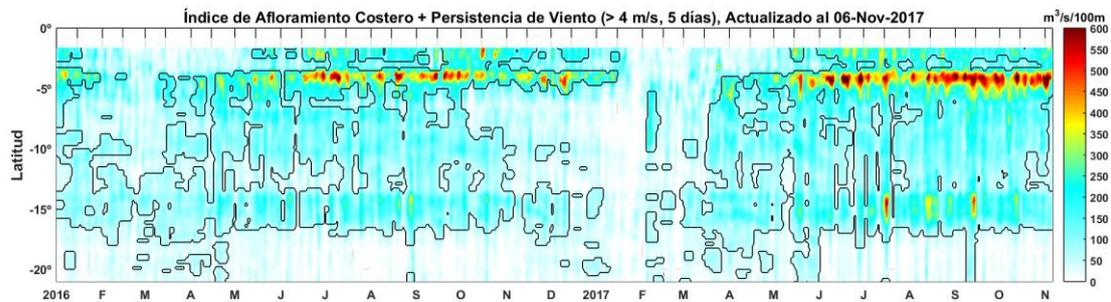


Figura 14. Diagrama de Hovmöller del Índice de Afloramiento Costero ($m^3/s \times 100m$), calculado a partir del viento satelital ASCAT a 40 Km frente a la costa del Perú. Los contornos señalan la persistencia del afloramiento bajo condiciones de velocidad mayor a 4 m/s durante 5 días o más. Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE. Actualizada hasta el 06/11/2017.

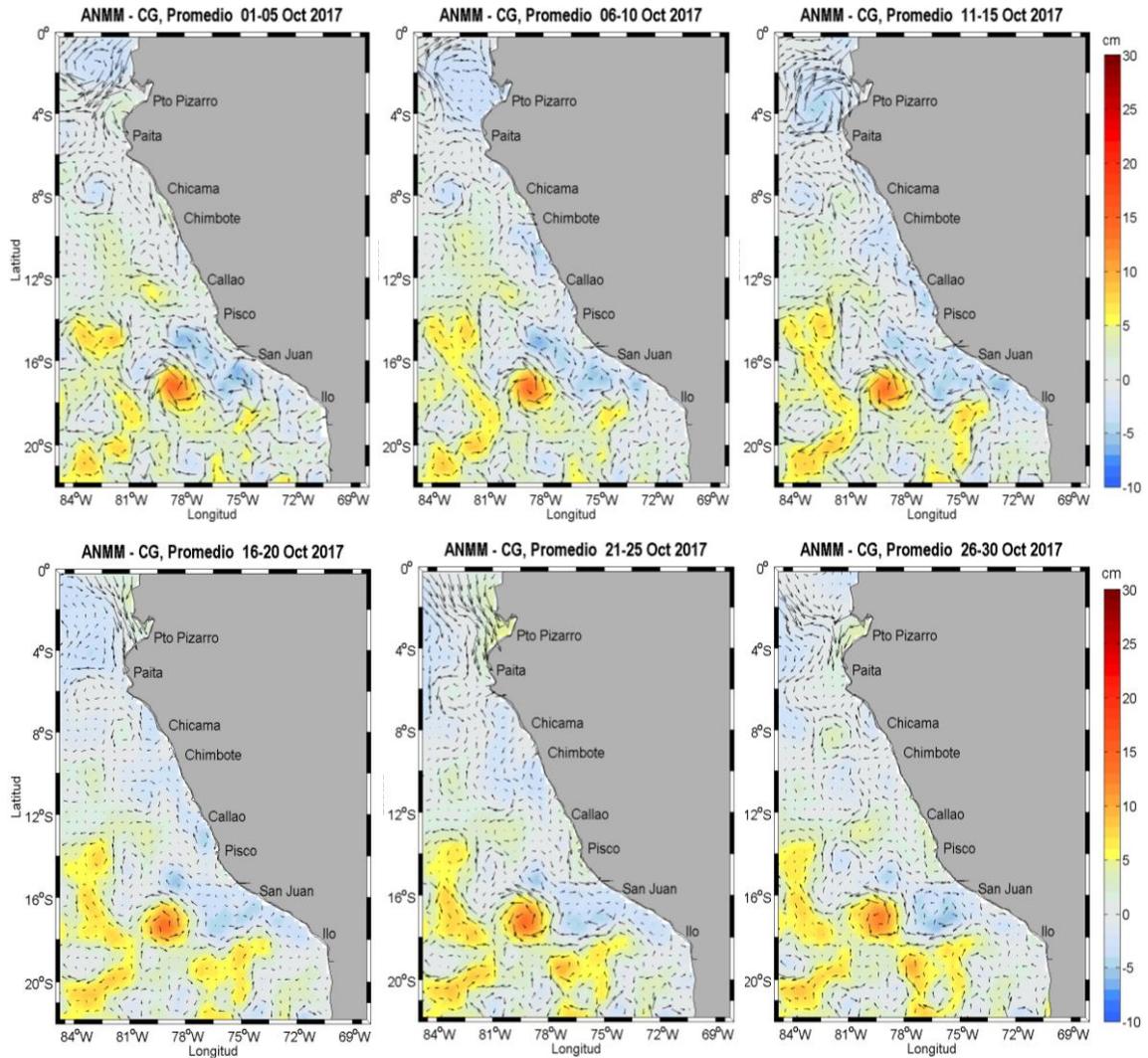


Figura 15. Anomalía de altura del nivel del mar (cm) y corrientes geostróficas. Pentadas para el mes de noviembre de 2017. Fuente: CMEMS/Procesado por Laboratorio de Hidro-Física Marina/IMARPE

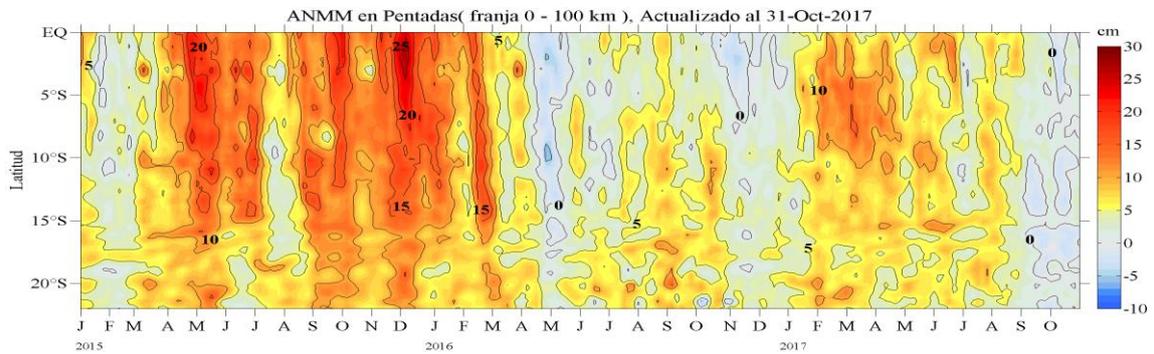


Figura 16. Diagrama Hovmöller de las anomalías del nivel medio del mar (cm) desde enero 2015 al 01 de noviembre de 2017 para la franja de 100 km adyacente a la costa. Fuente: CEMMS/ Procesado por Laboratorio de Hidro-Física Marina/ IMARPE

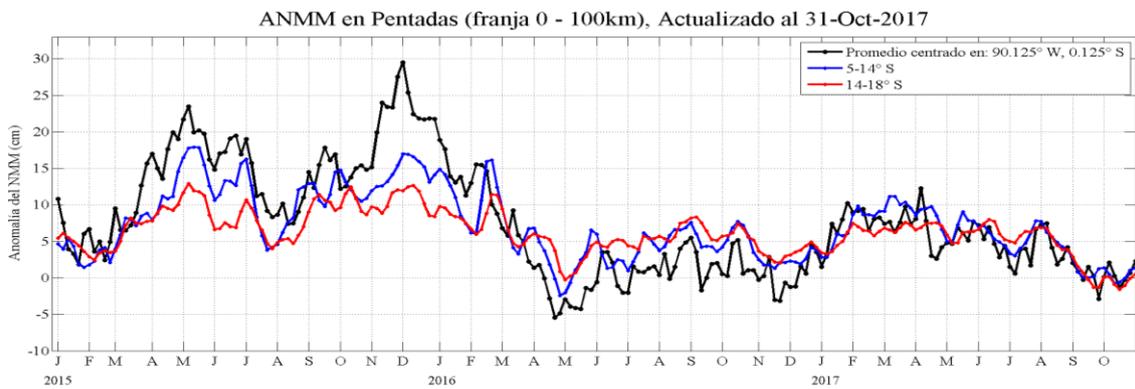


Figura 17. Variación temporal en promedios cada 5 días de la ANMM, período 2015-2017. Fuente: CEMMS/ Procesado por Laboratorio de Hidro-Física Marina/ IMARPE

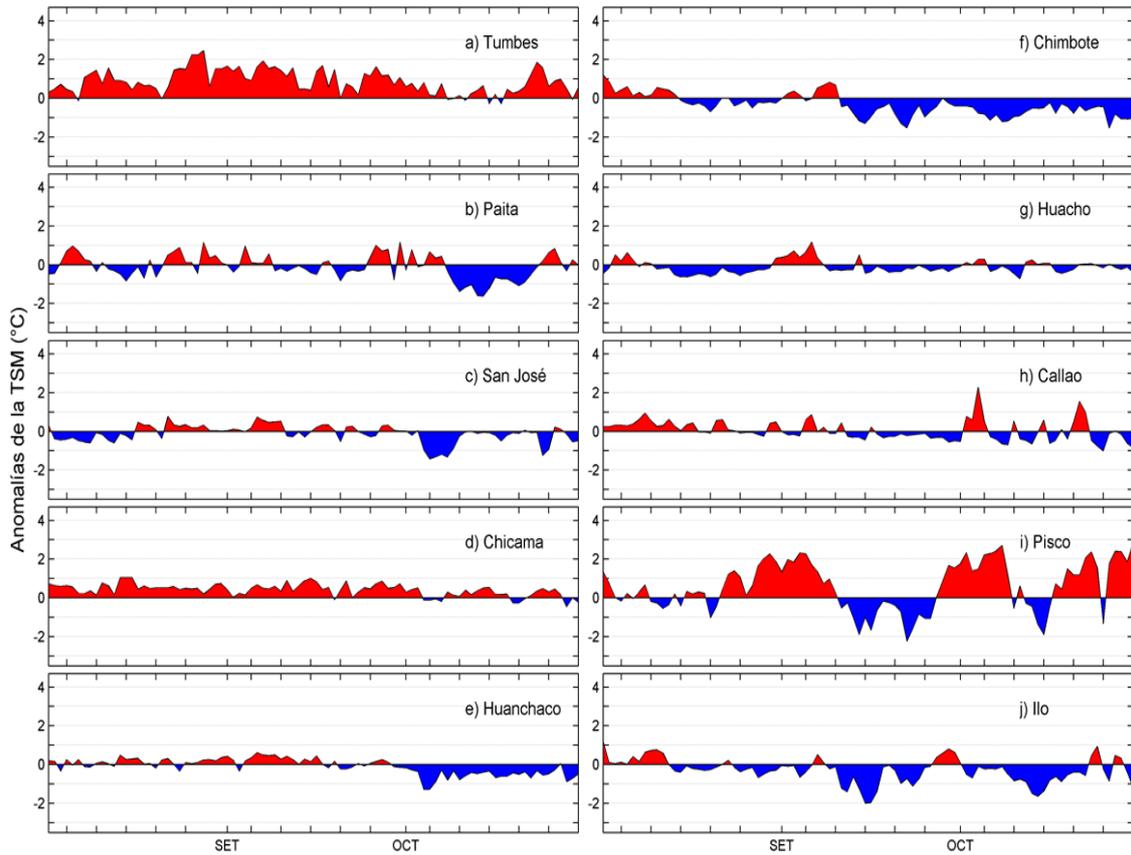


Figura 18. Series temporales del promedio diario de las anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en la red de estaciones costeras de IMARPE durante el último trimestre. Datos y procesamiento: IMARPE.

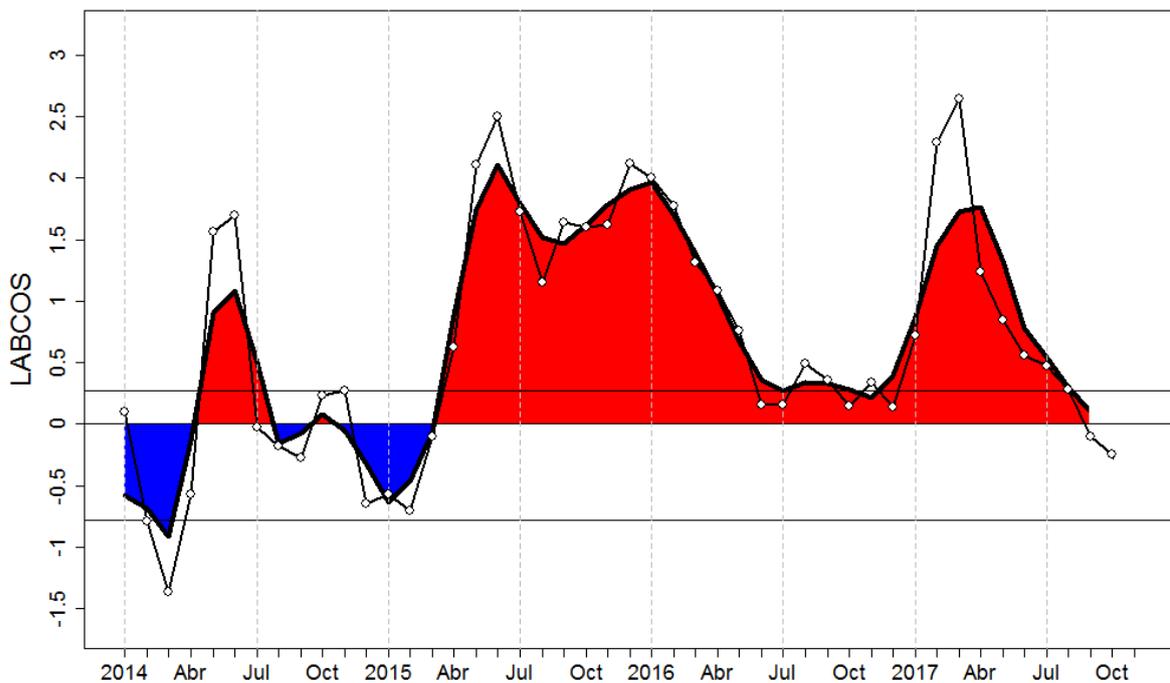


Figura 19. Índice LABCOS (área sombreada) y valor mensual (círculos); periodo 2015-octubre 2017. Datos: IMARPE, DHN; procesamiento: IMARPE.

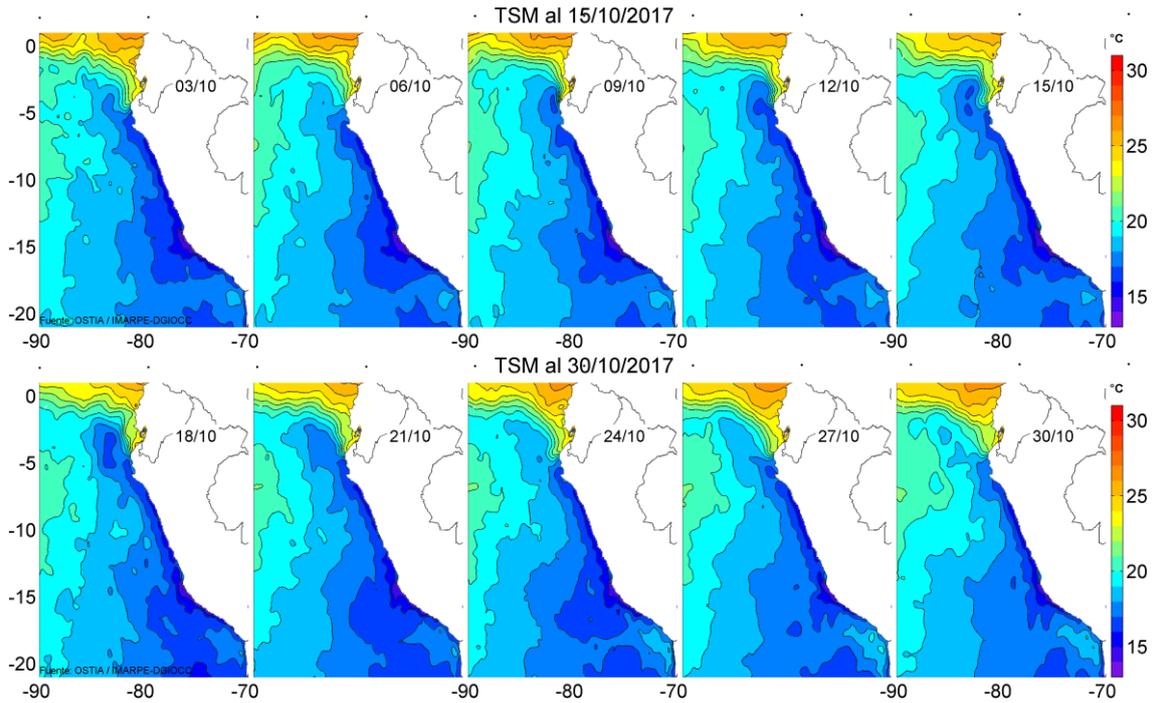


Figura 20. Temperatura superficial del agua (°C) en el mar peruano, cada tres días para octubre del 2017. Datos UKMO/OSTIA, Procesamiento: IMARPE.

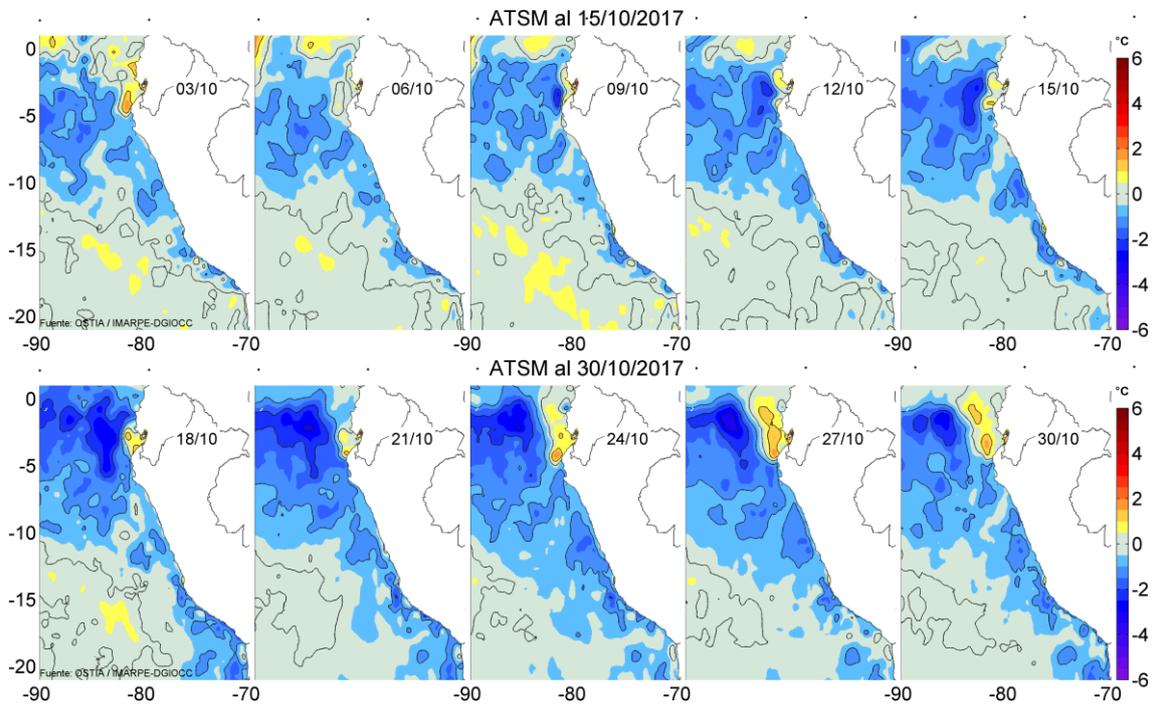


Figura 21. Anomalías de Temperatura Superficial del Mar (ATSM) frente a Perú, cada 3 días durante noviembre del 2017, (periodo climatológico 2007-2016). Datos: UKMO/OSTIA, Procesamiento: IMARPE.

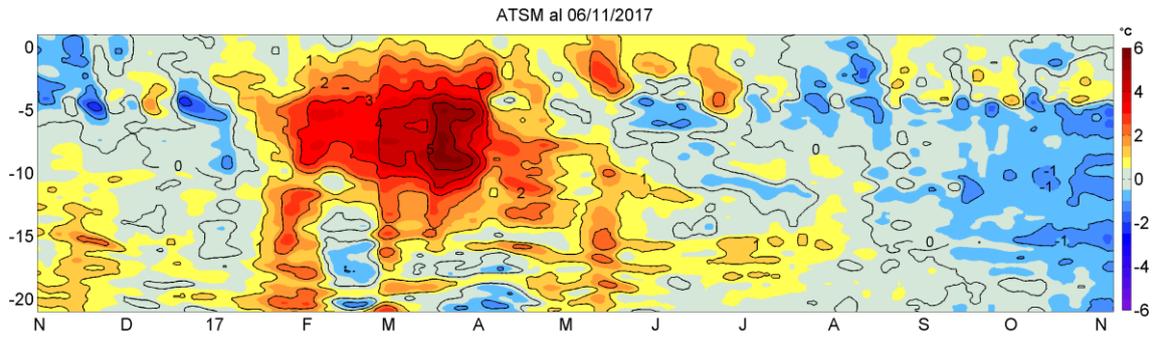


Figura 22. Evolución de las Anomalías de Temperatura Superficial del Mar (ATSM), dentro de las 60 mn de la costa, hasta fines de octubre 2017 (periodo climatológico 2007-2016). Fuente: OSTIA, Procesamiento: DGIOCC-IMARPE.

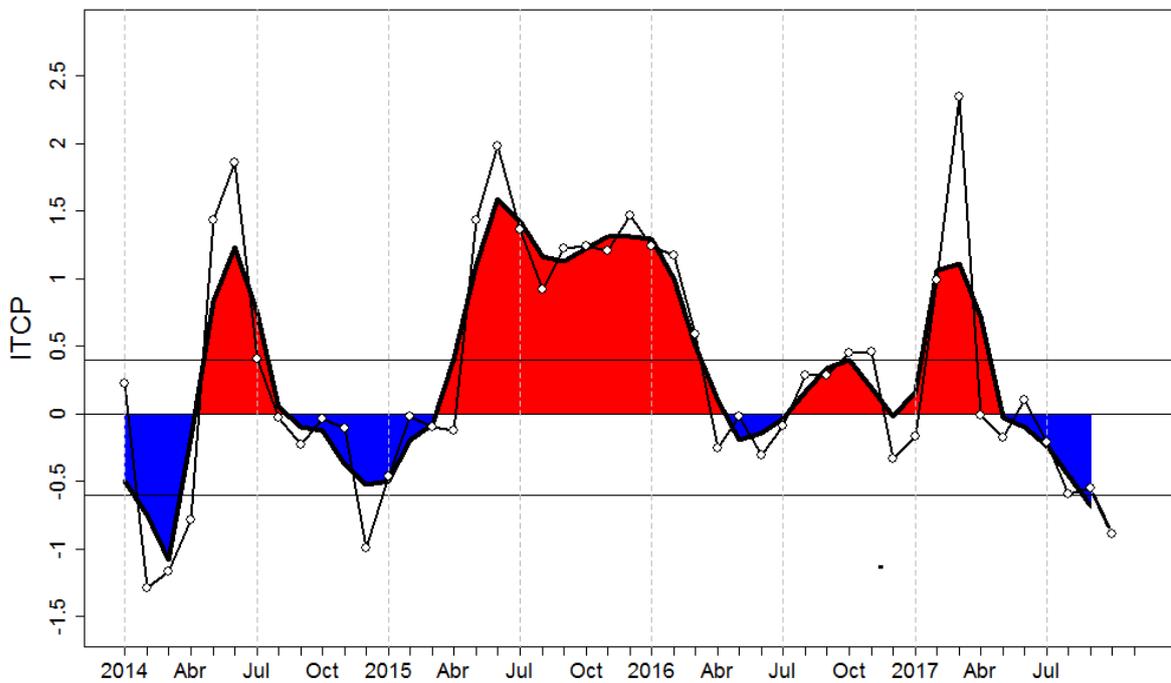


Figura 23. Variación temporal del ITCP hasta el trimestre ASO 2017. La variación temporal del ITCP trimestral (círculo negro) y la serie de tiempo mensual del primer componente principal de la ATSM (círculo blanco).

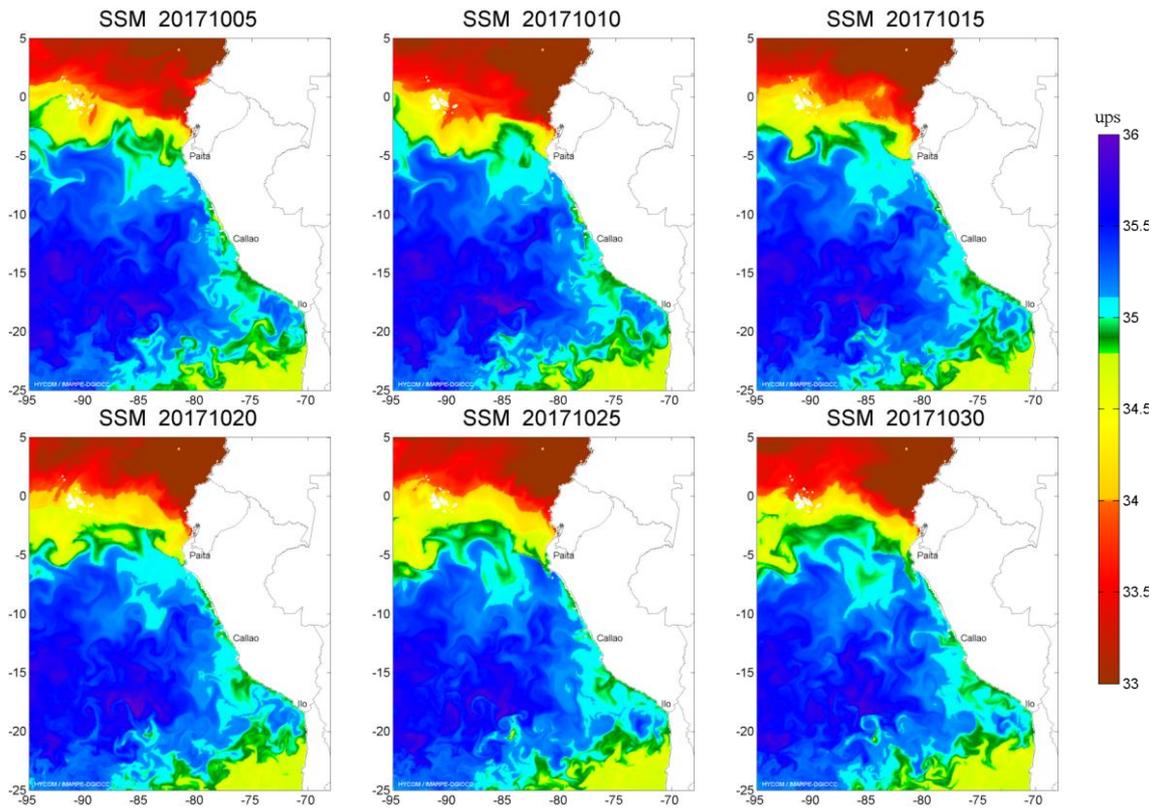


Figura 24. Distribución espacial de Salinidad Superficial del Mar (SSM), durante los días 05, 10, 15, 20, 25 y 30 de octubre del 2017. Fuente: HYCOM, Procesamiento: DGIOCC-IMARPE.

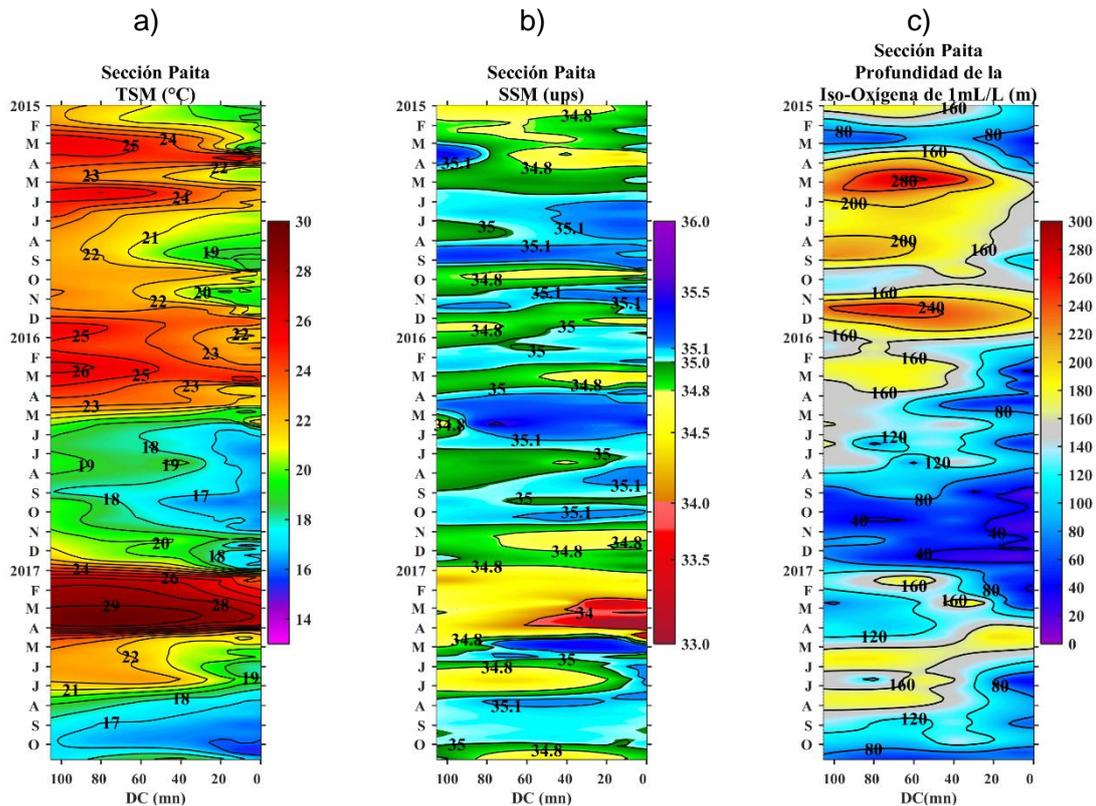


Figura 25. Diagrama Hovmöller de a) TSM, b) SSM y c) Profundidad de la Iso-Oxígeno de 1 mL/L de las secciones verticales frente a Paita, registrado desde enero del 2015 hasta octubre del 2017.

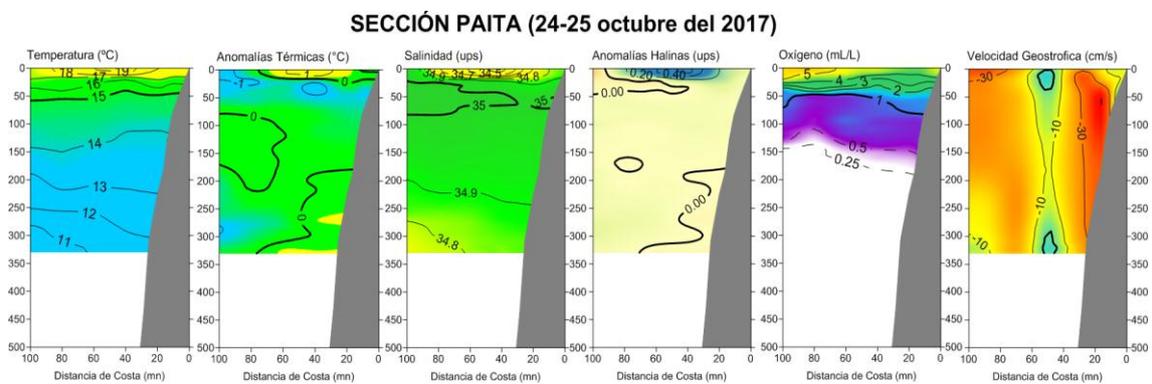


Figura 26. Distribución vertical de: a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) anomalía de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), c) salinidad (ups), d) anomalía de salinidad (ups), e) oxígeno (mL/L) y f) velocidad geostrofica (cm/s) frente a Paita, realizada durante el 28-29 de octubre de 2017. Fuente: IMARPE.

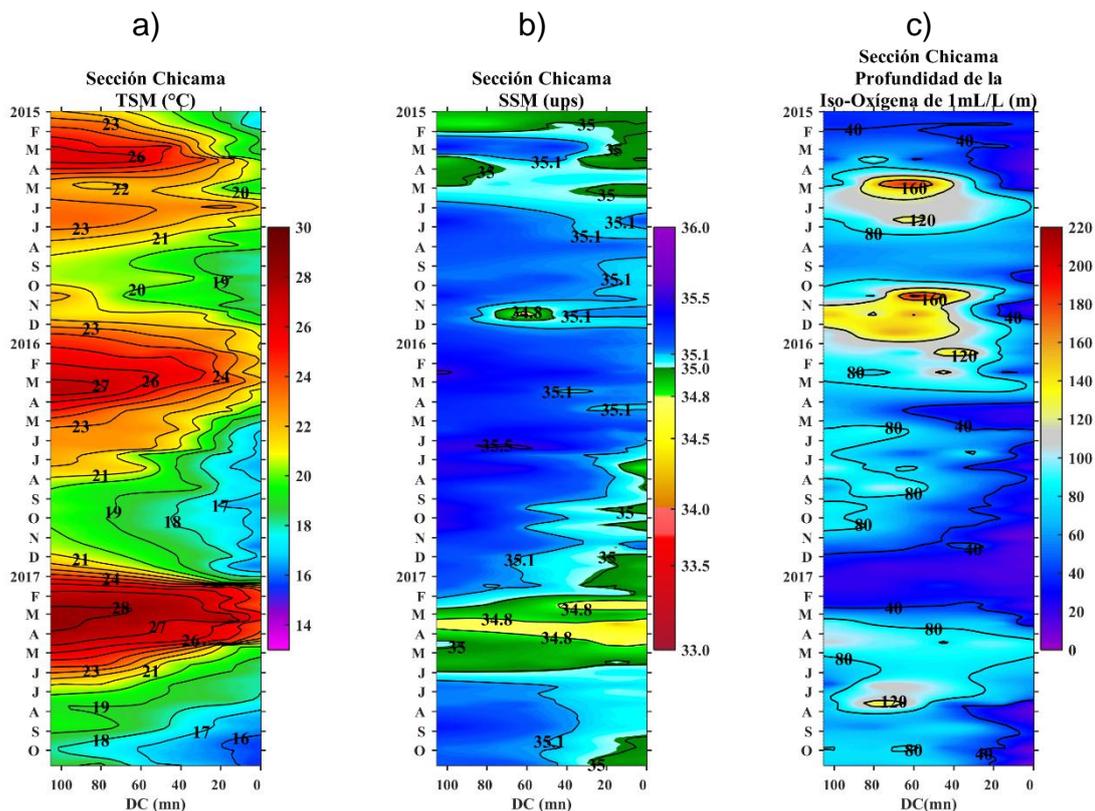


Figura 27. Diagrama Hovmöller de a) TSM, b) SSM y c) Profundidad de la Iso-Oxígeno de 1 mL/L (m) de las secciones verticales frente a Chicama, registrado desde enero del 2015 hasta octubre del 2017.

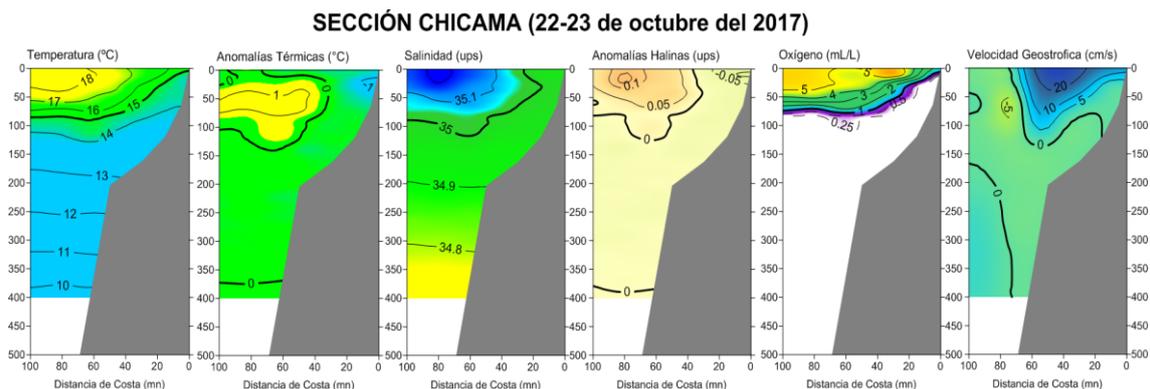


Figura 28. Distribución vertical de: a) Temperatura Superficial del Mar (°C), b) Anomalia de Temperatura Superficial del Mar (°C), c) Salinidad Superficial del mar (ups), d) Anomalia de Salinidad Superficial del mar (ups), e) Oxígeno (mL/L) y f) Velocidad Geostrofica (cm/s) frente a Chicama, realizada durante el 28-29 de octubre de 2017. Fuente: IMARPE.

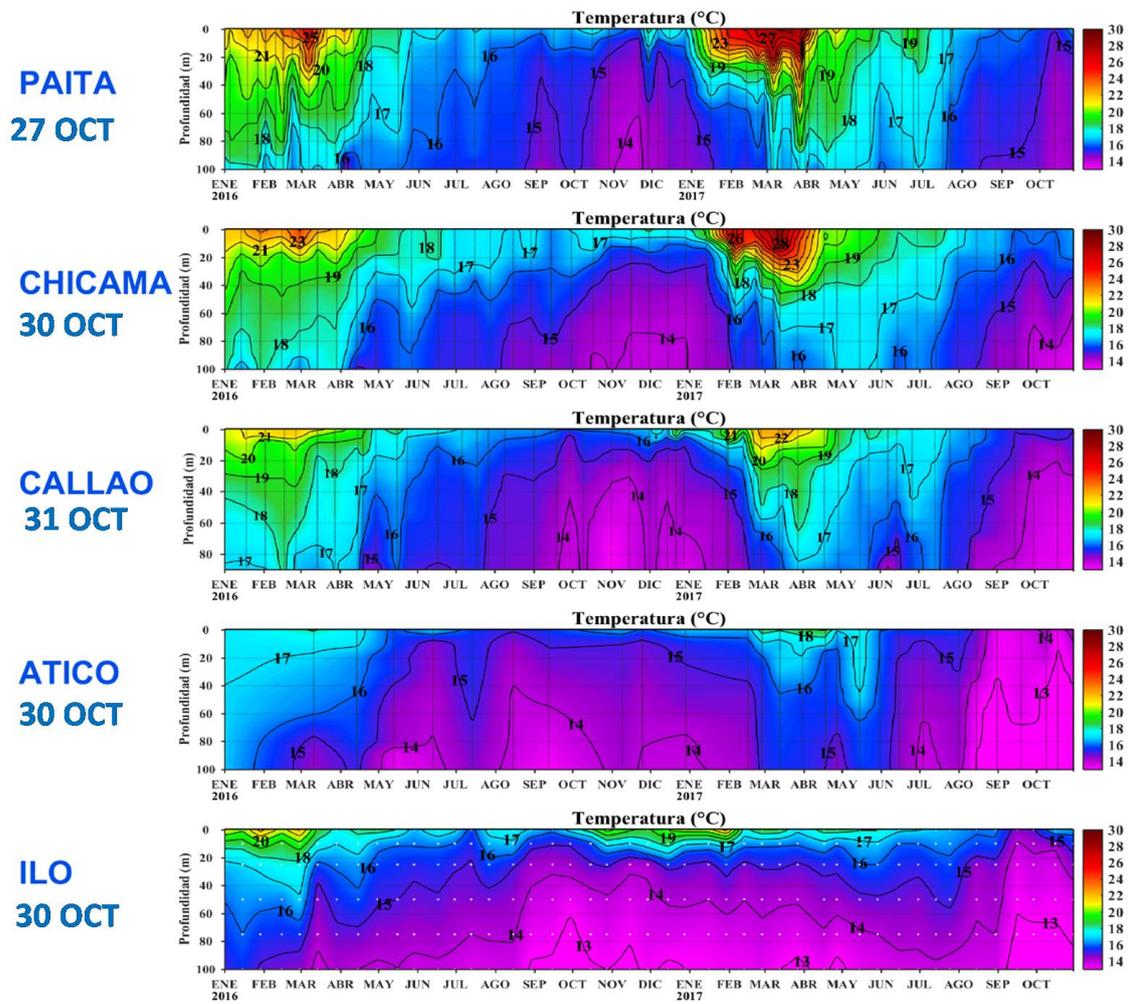


Figura 29. Series de tiempo de la estructura térmica (°C) en las estaciones fijas de: a) Paita, b) Chicama, c) Callao, d) Atico, e) Ilo de enero de 2016 a octubre de 2017.

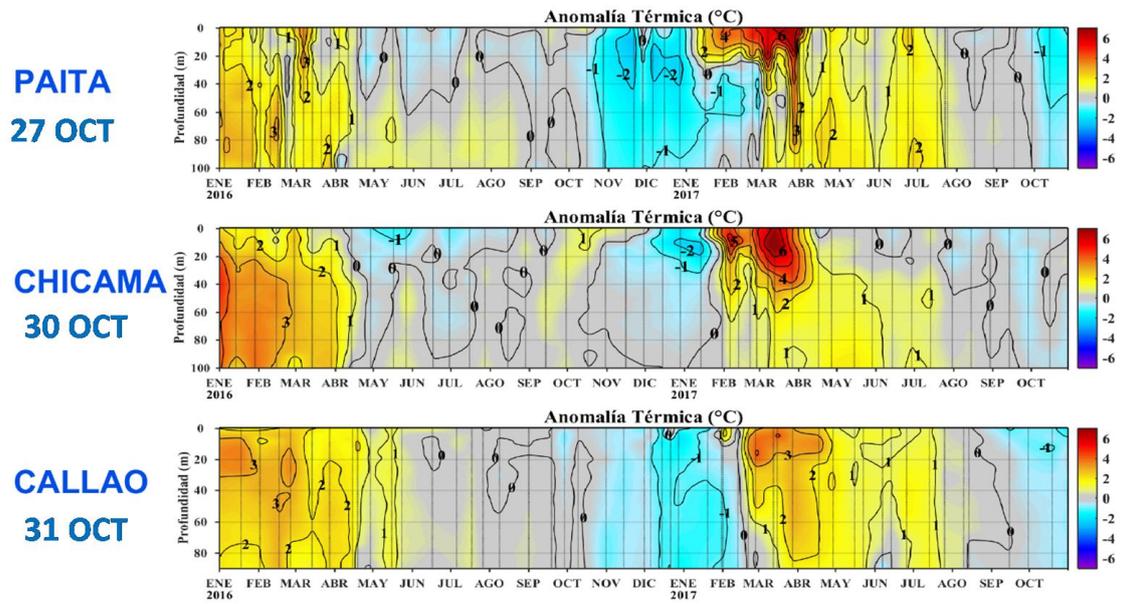


Figura 30. Series de tiempo de la anomalía térmica (°C) en las estaciones fijas de: a) Paita, b) Chicama, c) Callao, d) Atico, e) Ilo de enero de 2016 a octubre de 2017.

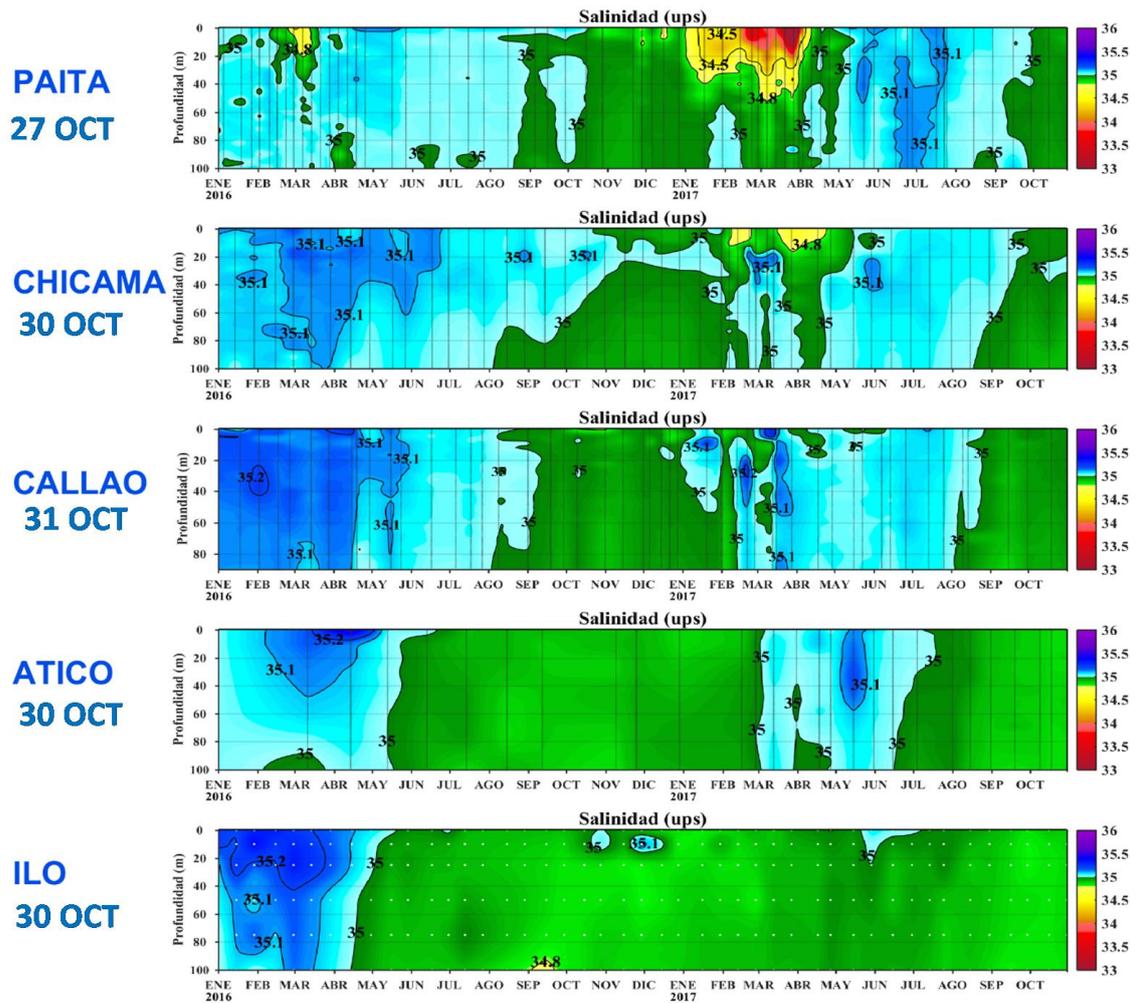


Figura 31. Series de tiempo de la Salinidad del agua de mar (ups) en los Punto Fijos de Paíta, Chicama, Callao, Atico e Ilo de enero 2016 a octubre de 2017.

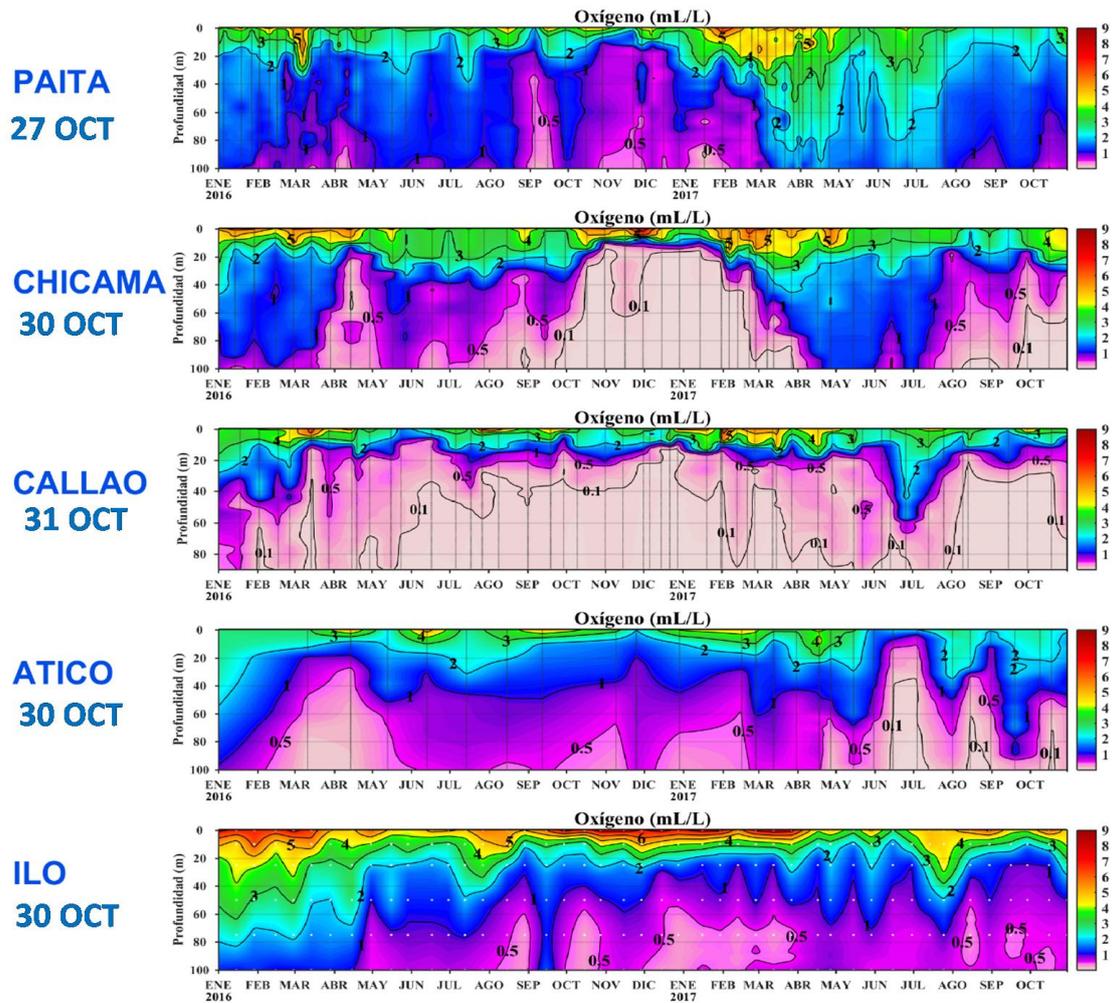


Figura 32. Series de tiempo de la concentración de oxígeno disuelto (mL/L) en las estaciones fijas de Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo de enero 2016 a octubre de 2017.

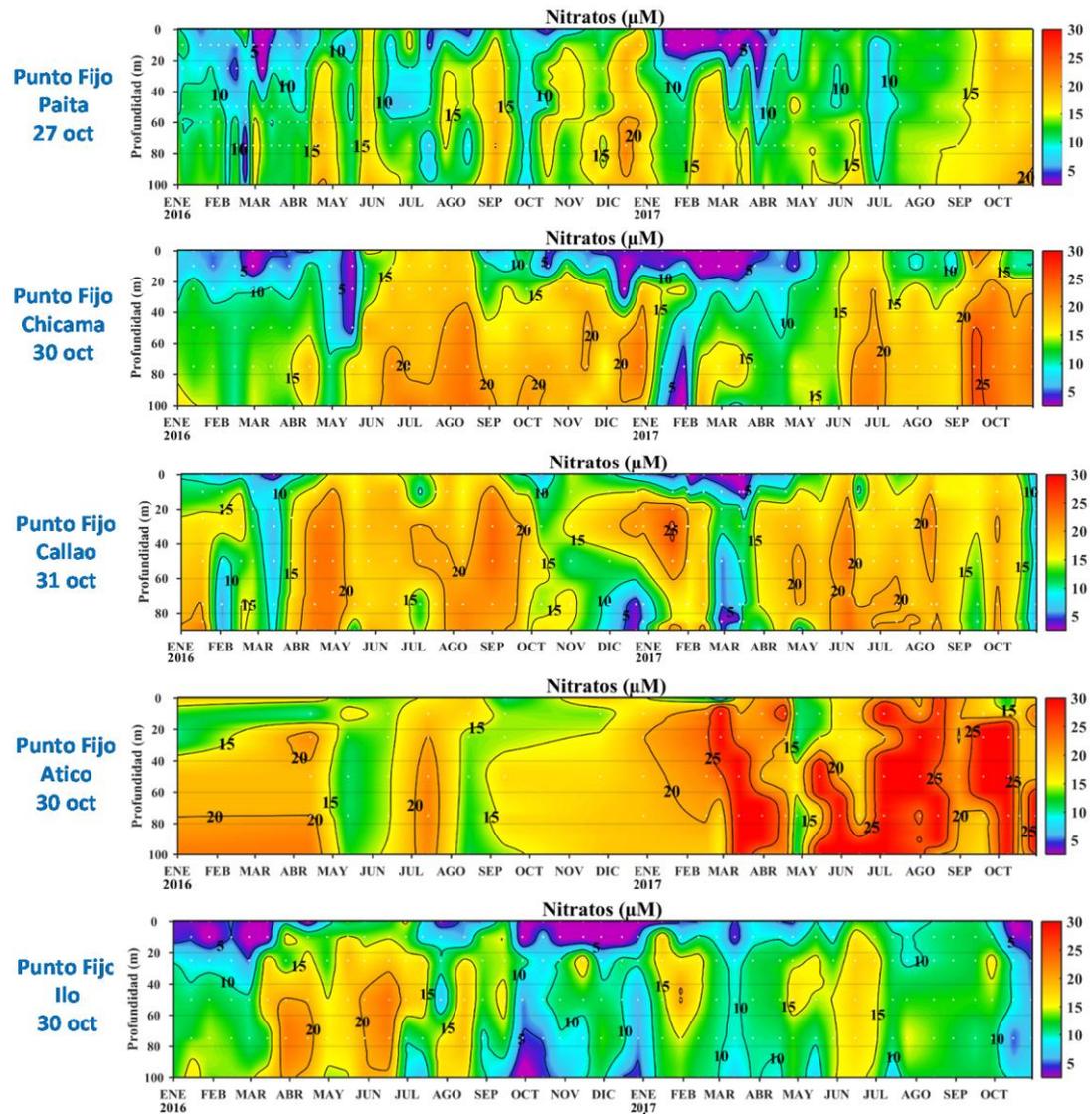


Figura 33. Concentración de nitratos en $\mu\text{mol.L}^{-1}$ en los puntos fijos Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo de IMARPE entre enero 2016 a octubre 2017

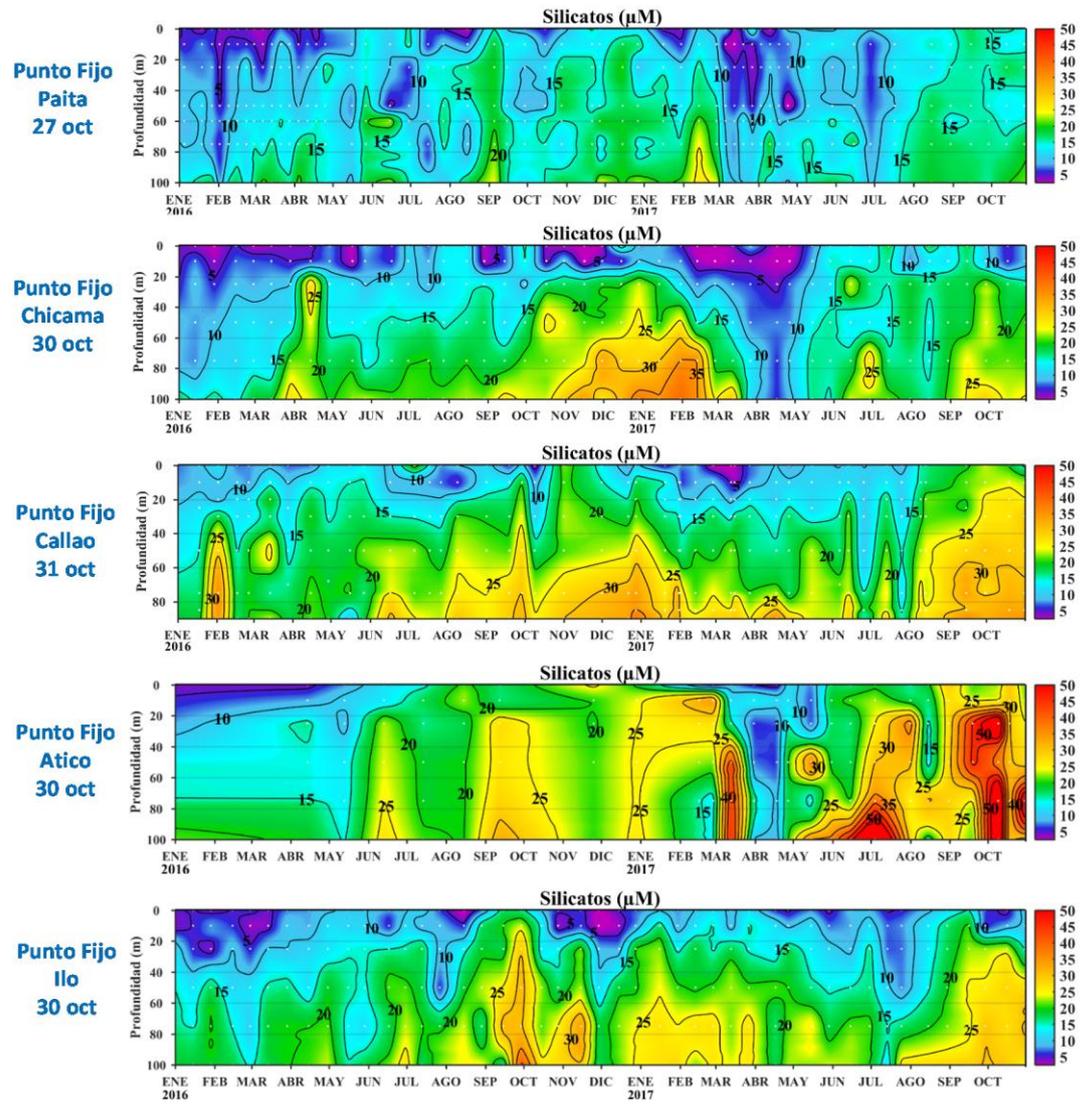


Figura 34. Concentración de silicatos en $\mu\text{mol.L}^{-1}$ en los puntos fijos Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo de IMARPE entre enero 2016 a octubre 2017.

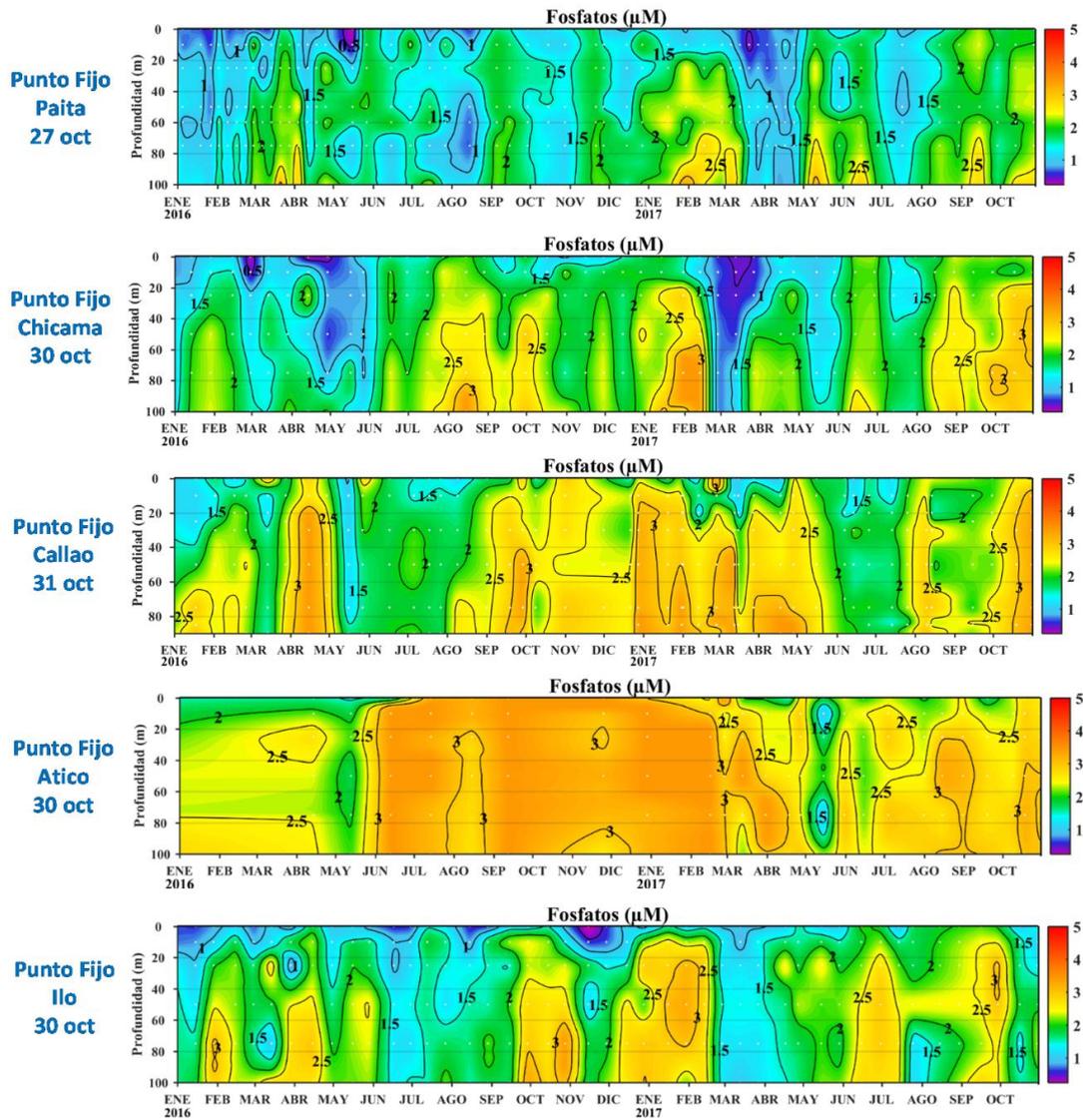


Figura 35. Concentración de fosfatos en $\mu\text{mol.L}^{-1}$ en los puntos fijos Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo de IMARPE entre enero 2016 a octubre 2017.

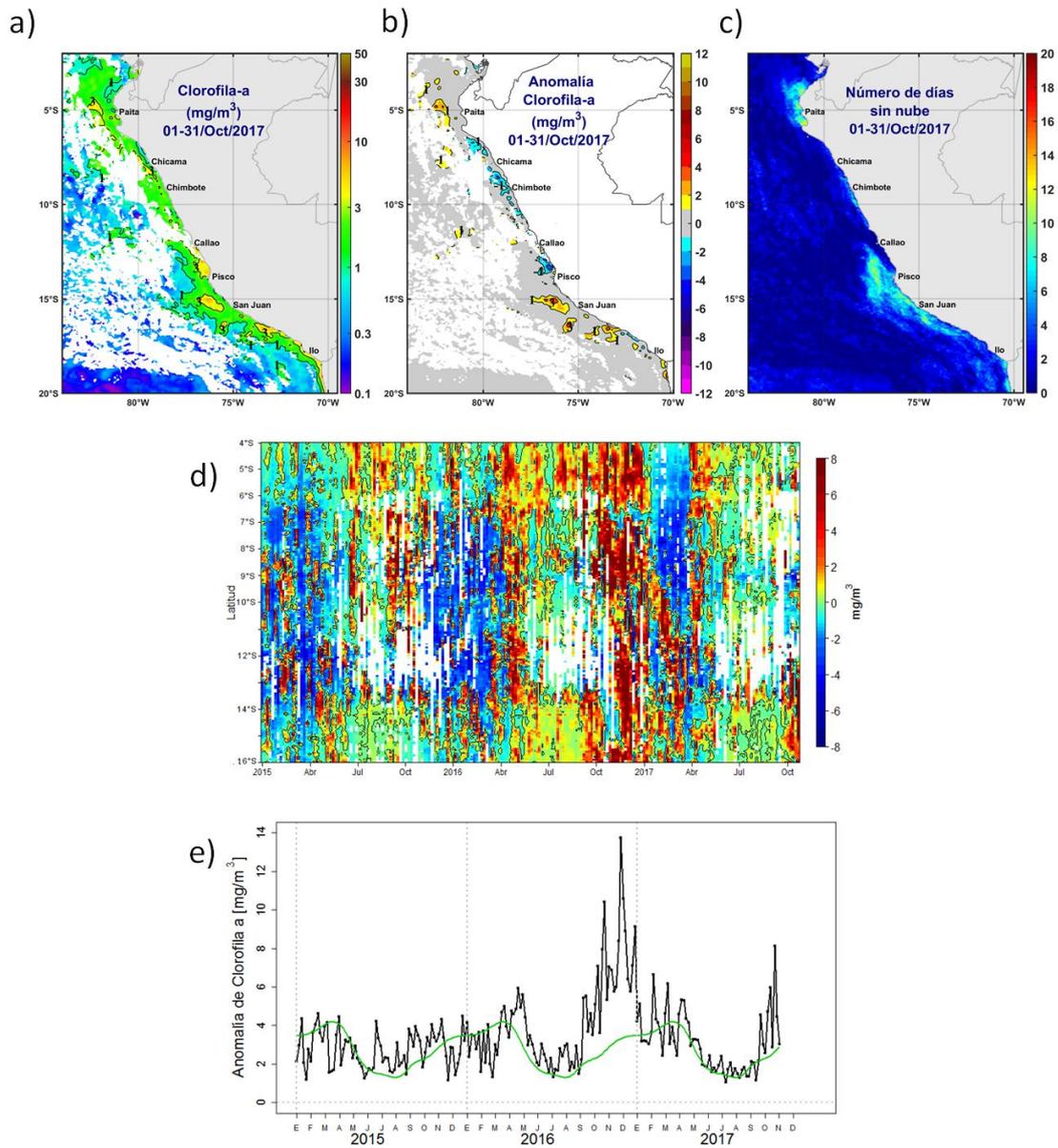


Figura 36. Mapa de la concentración (a) y anomalía (b) de Clorofila-a satelital proveniente de MODIS-AQUA, VIIRS-SNPP durante octubre 2017. Número de días con nubes en (c). Hovmuller (d) y serie de tiempo (e) (4°S-16°S y dentro de los 100km de la costa) de las concentraciones de clorofila-a satelital (línea negra) y su climatología (línea verde) proveniente de MODIS.

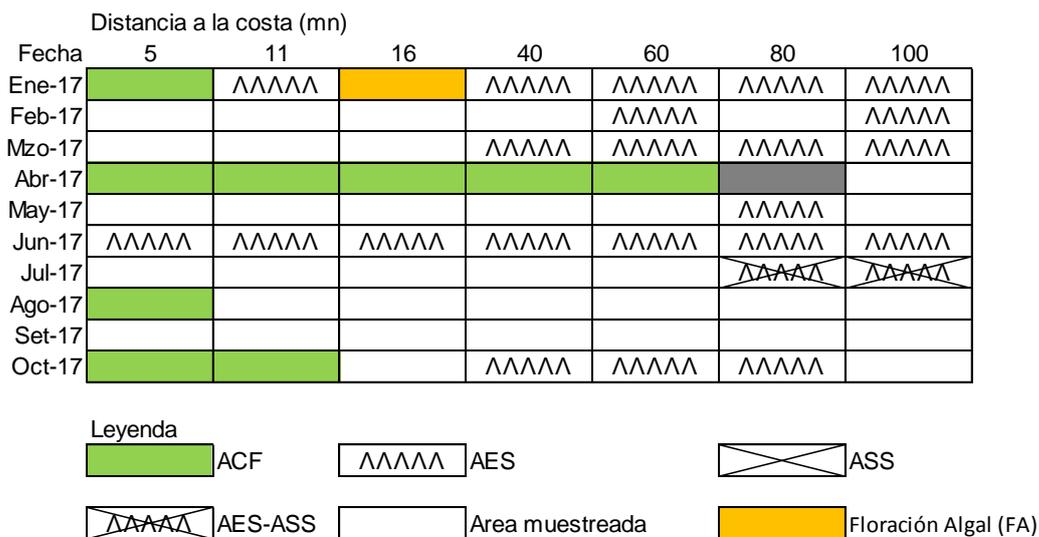


Figura 37. Distribución de indicadores biológicos de fitoplancton Perfil hidrográfico Paíta 1709

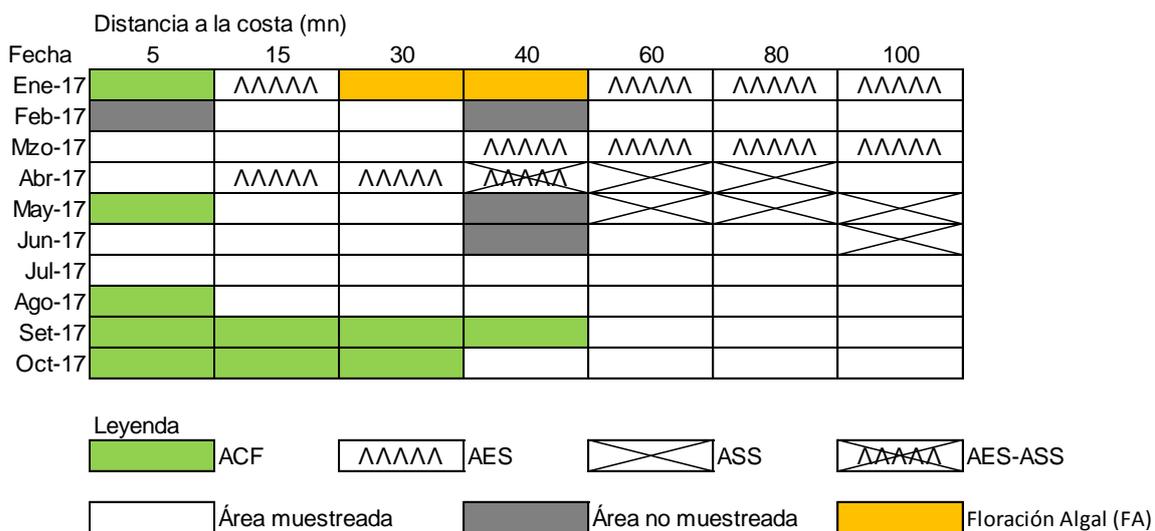


Figura 38. Distribución de indicadores biológicos de fitoplancton Perfil hidrográfico Chicama 1709

Paíta
Distancia a la costa (mn)

Fecha	5	10	15	40	60	80	100
27 y 28 de Enero	~~~~~	~~~~~	~~~~~		~~~~~	~~~~~	~~~~~
21 y 22 Febrero	~~~~~	~~~~~	~~~~~	~~~~~	~~~~~		
30 y 31 de Marzo	~~~~~	~~~~~	~~~~~	~~~~~	~~~~~	~~~~~	
19 y 20 Mayo		~~~~~	~~~~~	~~~~~	~~~~~	~~~~~	~~~~~
22 y 23 Junio		~~~~~	~~~~~	~~~~~	~~~~~	~~~~~	~~~~~
22 y 23 Julio				~~~~~			
24 y 25 Octubre	~~~~~			~~~~~		~~~~~	

Figura 39. Indicadores biológicos de zooplancton frente a Paíta.

Chicama
Distancia a la costa (mn)

Fecha	5	15	30	40	60	80	100
25 y 26 de Enero							
18 y 19 Febrero			~~~~~	~~~~~	~~~~~	~~~~~	~~~~~
27 y 28 de Marzo		~~~~~	~~~~~	~~~~~	~~~~~	~~~~~	~~~~~
17 y 18 de Mayo		~~~~~	~~~~~	~~~~~	~~~~~	~~~~~	~~~~~
20 y 21 Junio			~~~~~	~~~~~	~~~~~	~~~~~	~~~~~
20 y 21 Julio							
17 de Setiembre							
22 y 23 Octubre							

Figura 40. Indicadores biológicos de zooplancton frente a Chicama.

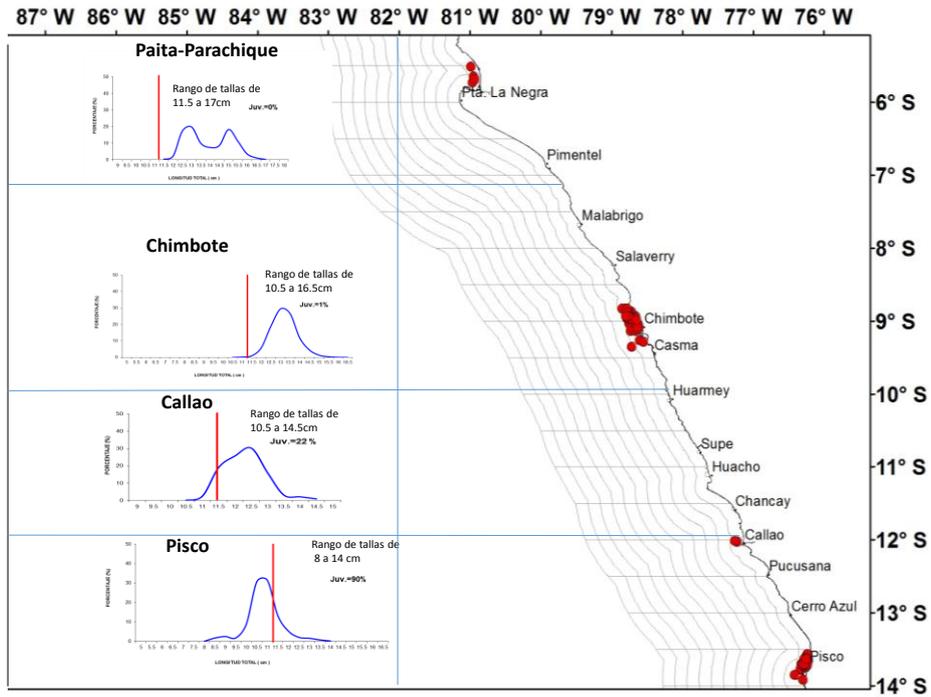


Figura 41. Captura, estructura de tallas y distribución de anchoveta por la flota Artesanal durante octubre 2017. Fuente: AFIRNP/DGIRP/IMARPE.

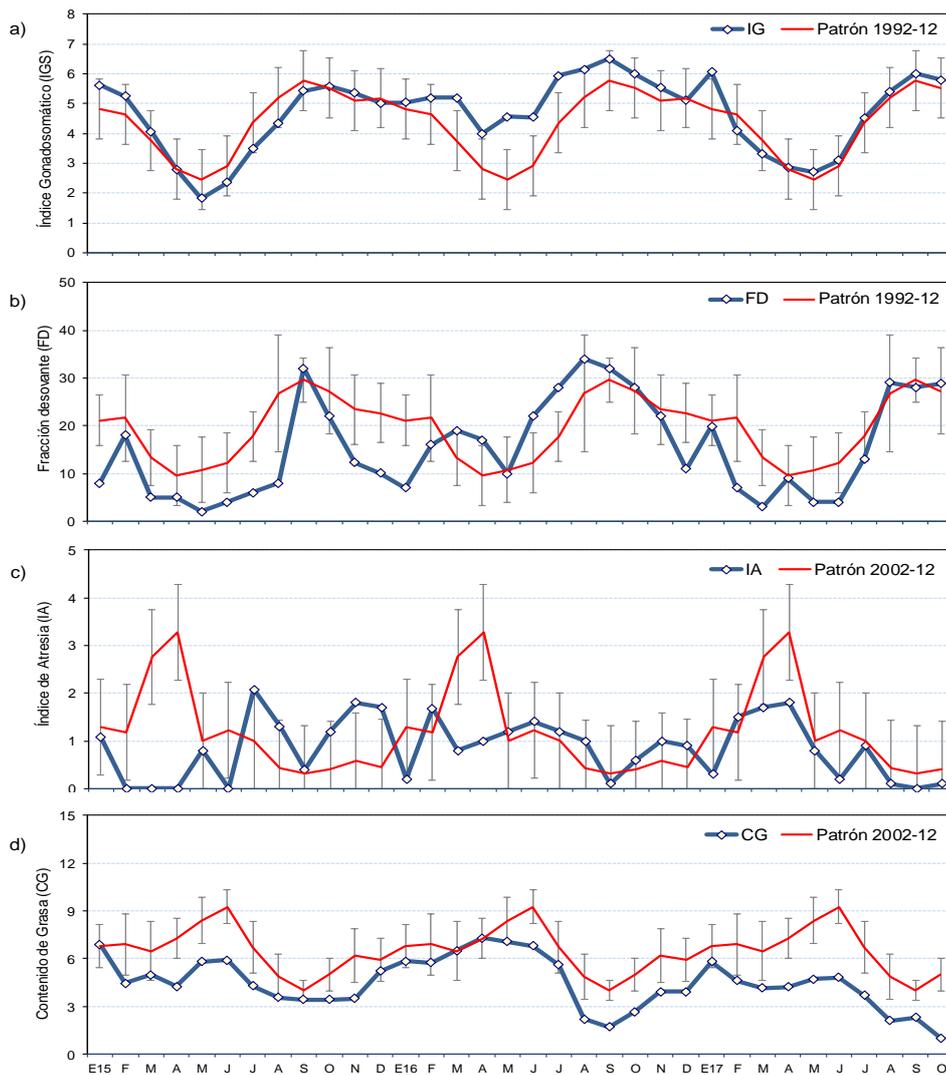


Figura 42. Indicadores reproductivos, a) Índice Gonadosomático (IGS), b) Fracción Desovante (FD), c) Índice de atresia y d) Contenido Graso del stock norte – centro de anchoveta. Serie mensual: Enero 2015 – octubre 2017. Fuente: LBR/AFIRNP/DGIRP/IMARPE.

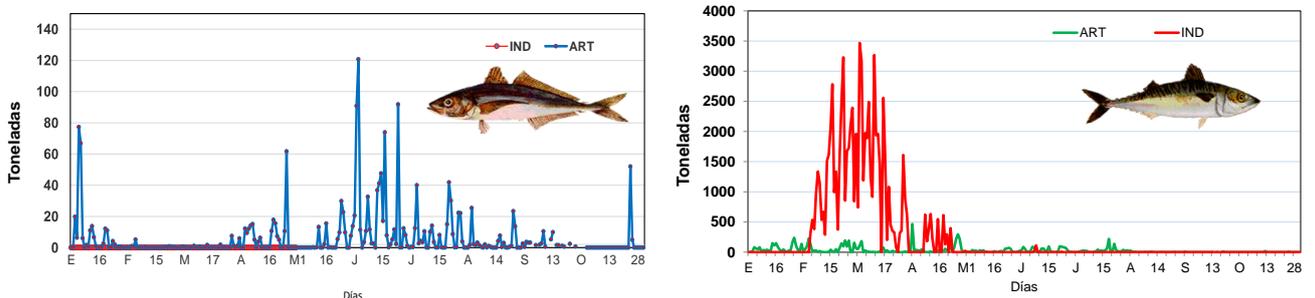


Figura 43. Desembarque diario de a) jurel y b) caballa durante el periodo 01 enero – 30 octubre 2017. Fuente: AFIRNP/DGIRP/IMARPE.

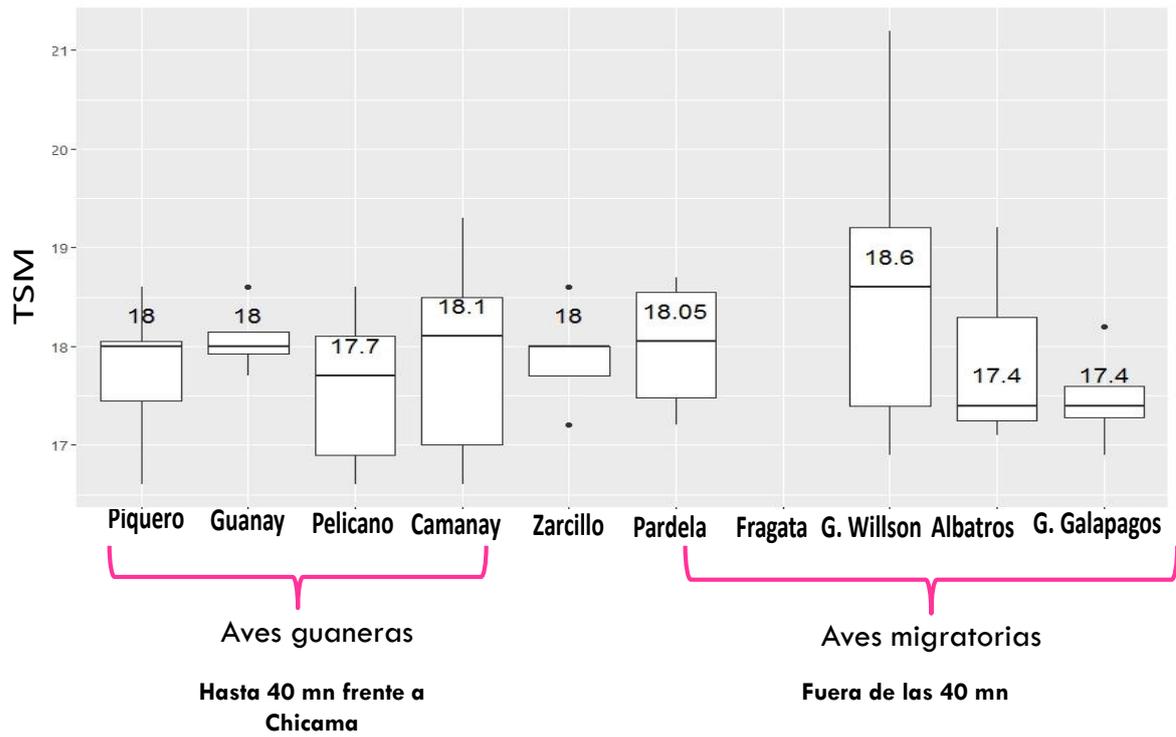


Figura 44. Distribución de aves marinas en relación a la temperatura superficial del mar (ATSM). Fuente: Prospección de monitoreo oceanográfico Chicama- Paita del 22 al 25 de octubre 2017. Fuente: AFIOF/DGIOCC/IMARPE

Mid-Oct 2017 Plume of Model ENSO Predictions

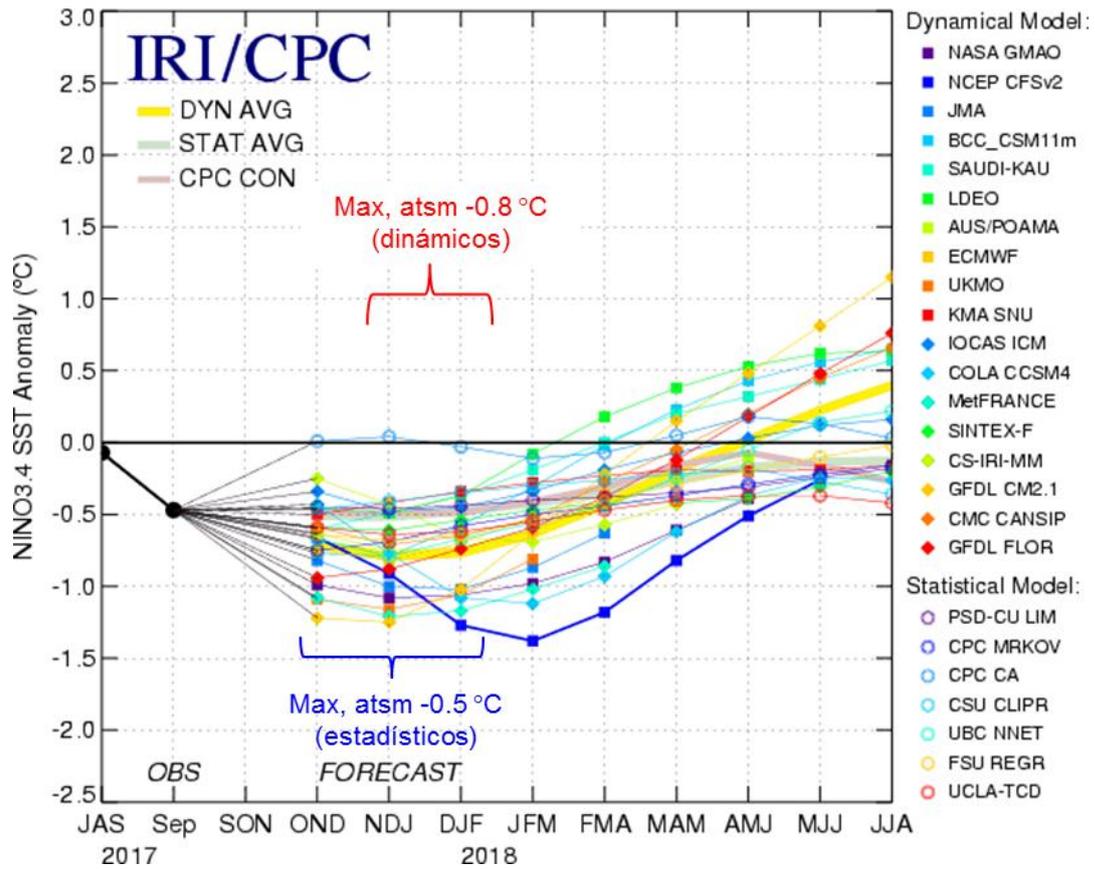


Figura 45. Pronóstico del índice Niño 3.4 mediante modelos climáticos estadístico y dinámico. Fuente: IRI/CPC, Octubre 2017.

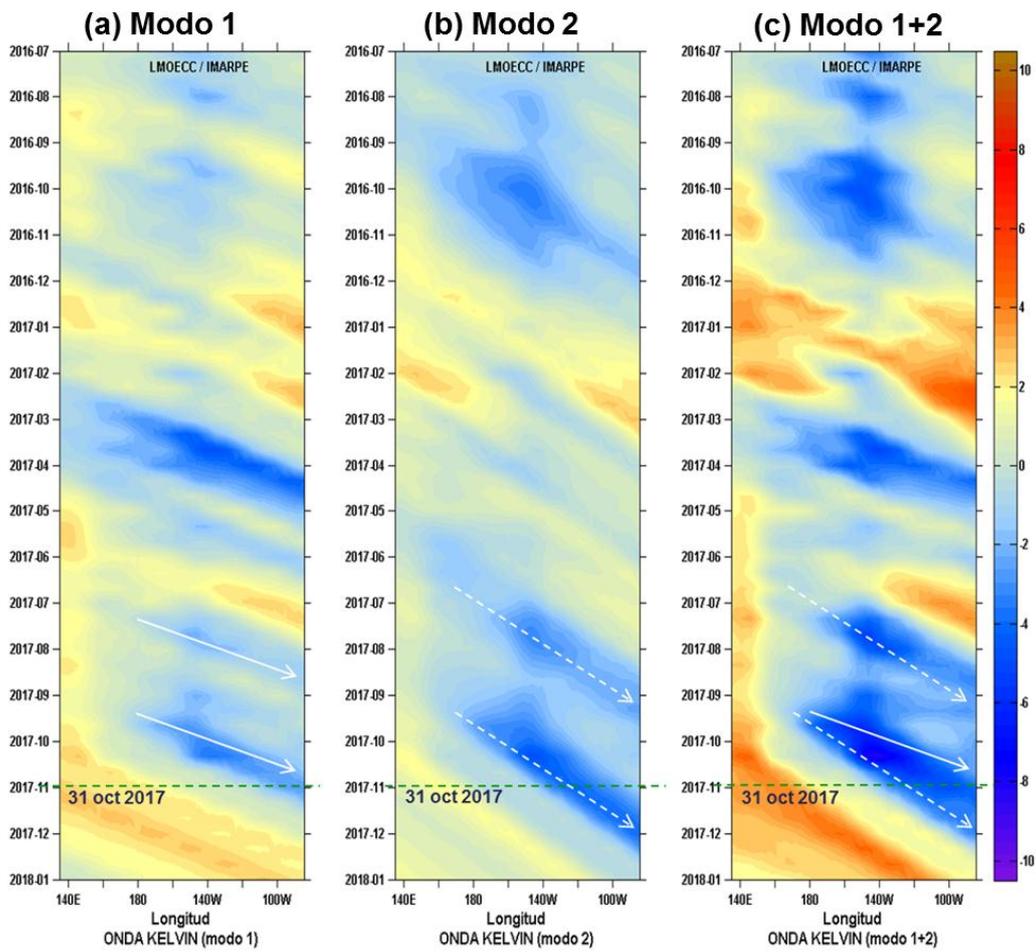


Figura 46. Diagrama Hovmöller longitud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacífico ecuatorial (0°N): (a) Modo 1, (b) Modo 2, (c) Modos 1+2. La línea discontinua horizontal, en verde, indica el inicio del pronóstico sin el forzante de vientos. Fuente: IMARPE, forzado con vientos de NCEP (Figuras a-c).

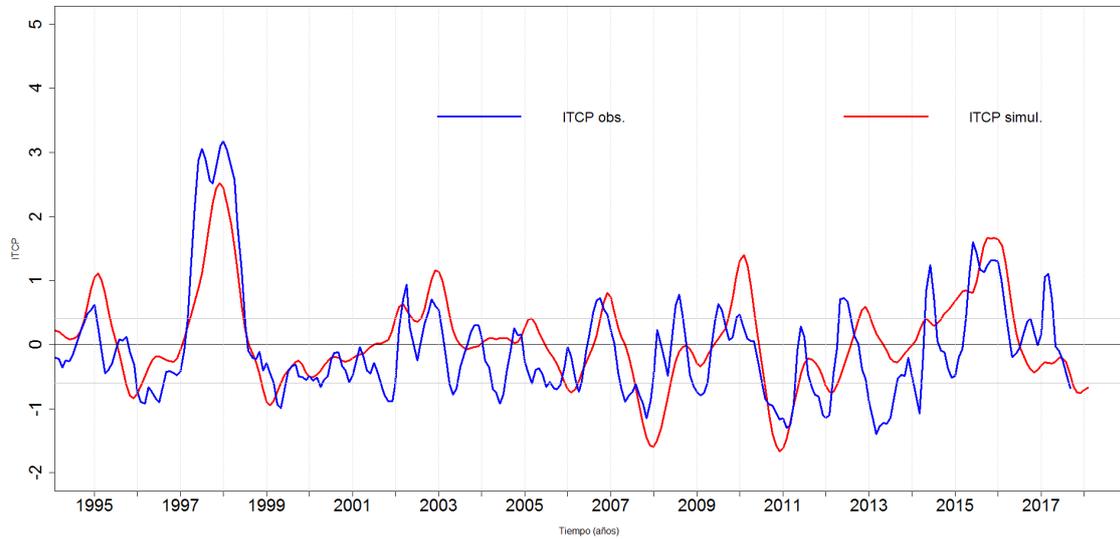


Figura 47. Pronóstico del ITCP mediante un modelo acoplado océano-atmósfera de complejidad intermedia.

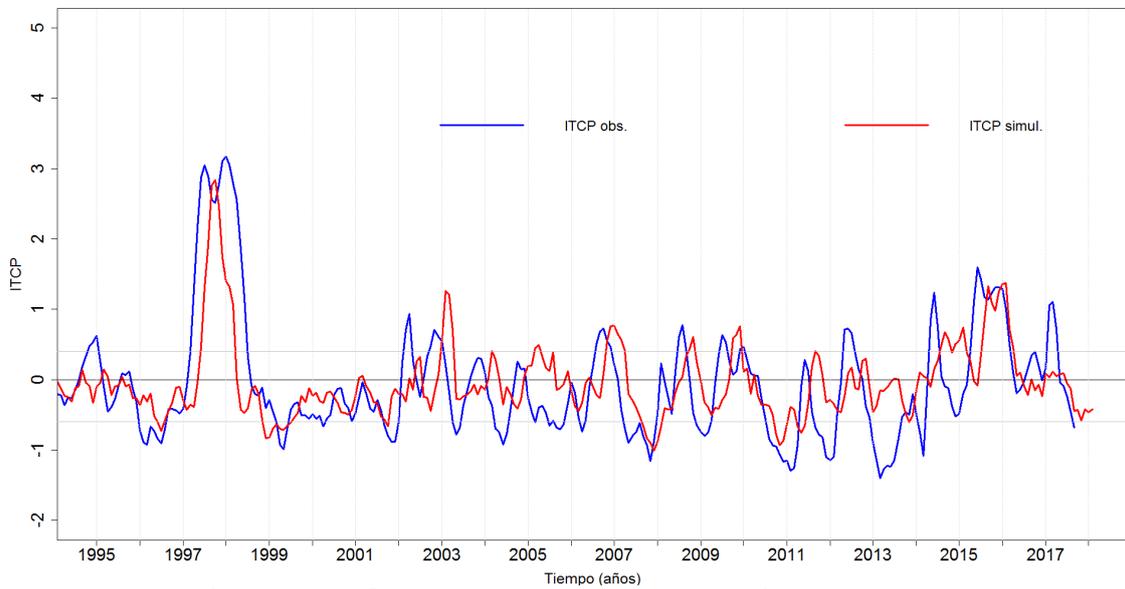


Figura 48. Pronóstico del ITCP mediante un modelo estadístico.