

## INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

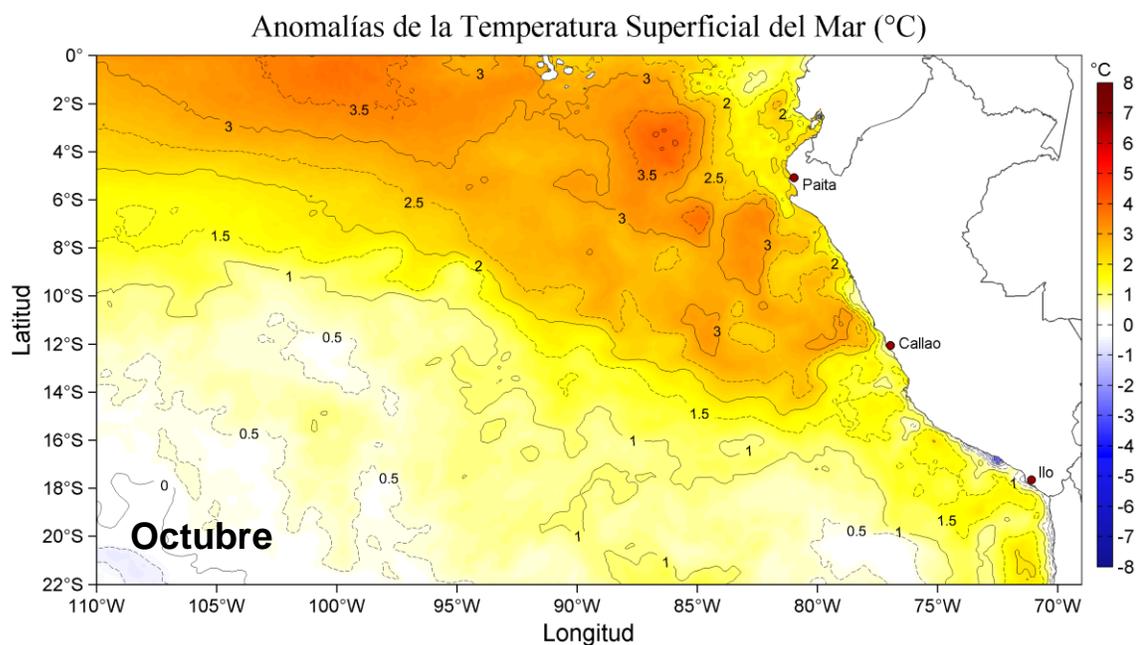
Presupuestal por Resultados N°068

“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 DE OCTUBRE AL 08 NOVIEMBRE 2023



OCTUBRE – NOVIEMBRE 2023

## **GRUPO DE TRABAJO INSTITUCIONAL EL NIÑO**

### **Informe de las Condiciones Oceanográficas y Biológico Pesqueras 01 de octubre al 08 de noviembre 2023**

#### **Condiciones en el Pacífico ecuatorial**

A nivel superficial en la franja ecuatorial del Pacífico, durante el mes de octubre y la primera semana de noviembre, los vientos alisios ecuatoriales mantuvieron velocidades de viento (VV) con intensidad moderada (entre 4,1 a 6,8 m s<sup>-1</sup>) y predominancia de dirección este hasta los 180° aproximadamente. Se observaron anomalías de viento de oeste en la zona occidental de la franja ecuatorial hasta el Pacífico central ecuatorial (Figuras 1 y 2).

Respecto a la Temperatura Superficial del Mar (TSM), en octubre, en el Pacífico ecuatorial las anomalías de +2 °C se replegaron al este hasta los 130°W. En la región oriental, las anomalías de +3 °C, disminuyeron su extensión; mientras que, en los primeros días de noviembre se volvieron a presentar anomalías de hasta +4 °C (Figura 3). Las anomalías promedio de TSM (ERSST v5) en las regiones Niño 1+2 y Niño 3.4, fueron de +2,34 y +1,66 °C respectivamente, representando una atenuación en la región Niño 1+2, y un incremento en la región Niño 3.4, respecto a setiembre (Figura 4). En la región oriental la tendencia de las condiciones cálidas continuó en declive (Tabla 1).

En la capa sub-superficial de 300 m del Pacífico ecuatorial central, en octubre, las condiciones cálidas se volvieron a intensificar, llegando a presentar entre los 140°W a 180°W, celdas con anomalías positivas de +3 °C, que a finales de mes llegaron a converger con anomalías de la misma intensidad procedentes del lado oriental, alrededor de los 100 a 150 m de profundidad. La capa cálida con anomalías >+3 °C se expandieron a lo largo del Pacífico central y oriental en la segunda quincena de octubre; mientras que, a inicios de noviembre tendieron a contraerse al este de los 150° W, manteniendo en su núcleo anomalías de +4 °C. En el lado occidental, las condiciones térmicas variaron alrededor de condiciones neutras; sin embargo, por debajo de los 150 m se expandieron celdas con anomalía de -1 °C (Figura 5). Las anomalías del contenido de calor tendieron a intensificarse en el lado occidental y oriental hacia finales de octubre e inicios de noviembre (Figura 6).

El ONI (Oceanic Niño Index) para agosto-octubre 2023, confirmó la presencia de El Niño en el Pacífico central (+1,54), mientras que, el ICEN en el mismo periodo disminuyó manteniéndose en condiciones El Niño de categoría fuerte en la región Niño 1+2 (+2,78). Los valores temporales para octubre del ONI e ICEN fueron de 1,69 y 2,27, respectivamente (Tabla 2).

#### **Condiciones atmosféricas a escala regional y local**

Para el trimestre ASO, el Anticiclón del Pacífico Sur (APS) se encontró en el rango normal de intensidad (+0,8 hPa) y se ubicó ligeramente al oeste de lo normal. Con respecto al trimestre JAS, hubo un fortalecimiento de la intensidad y un desplazamiento al suroeste del APS. En octubre, el APS se ubicó en promedio en los 110,0°W y 32,5°S, desplazado al oeste de su posición habitual, alcanzando una intensidad de 1027,6 hPa y una anomalía de +3,3 hPa (Figuras 7 y 8).

Entre octubre y la primera semana de noviembre, en la zona ecuatorial frente a Ecuador y norte de Perú, se observó el predominio de vientos moderados, con anomalías de la VV dentro del rango neutral y presencia esporádica de vientos del oeste, principalmente a inicios de octubre. Por otro lado, en la zona costera predominaron vientos moderados a fuertes (mayores a  $6,8 \text{ m s}^{-1}$ ). Vientos fuertes se registraron en la zona oceánica, asociados a anomalías positivas mayores a  $+1,0 \text{ m s}^{-1}$ , desde Chimbote hacia el extremo sur de Perú, a excepción de los días 16 a 20 de octubre, en los cuales se presentaron vientos moderados tanto en la zona costera y oceánica (Figuras 9 y 10). A lo largo de la franja adyacente a la costa peruana, dentro de los 40 km predominaron vientos moderados a fuertes, con anomalías de viento en el rango neutral a positivo (mayor a  $+1,0 \text{ m s}^{-1}$ ), condiciones que han persistido desde inicios del invierno, frente y a lo largo de la mayor parte del litoral peruano. Durante setiembre y lo que va de octubre, la mayor intensidad del viento se registró entre Pisco y San Juan de Marcona, a excepción del 16 al 20 de octubre, donde los vientos disminuyeron su intensidad a lo largo de la costa (Figura 11). El afloramiento costero continuó presentando valores mayores a  $100 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} \times 100 \text{ m}$  y exhibió pulsos superiores a  $400 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} \times 100 \text{ m}$  frente a Talara – Paita y a Pisco - San Juan de Marcona, generando anomalías positivas. El bombeo de Ekman presentó predominancia de anomalías positivas, salvo a mediados de octubre. Los máximos valores del bombeo en octubre estuvieron por debajo a los máximos observados en setiembre (Figura 12).

### **Condiciones oceanográficas a escala regional y local**

Las anomalías del nivel de mar (ANM) en la franja de 60 mn adyacentes a la costa, durante octubre disminuyeron debido al efecto de una onda Kelvin fría; sin embargo, desde fines de octubre y hasta la primera semana de noviembre aumentaron en la zona norte-centro, posiblemente como consecuencia de la propagación de una onda Kelvin cálida registrada en el sector del archipiélago de Galápagos, a través del incremento anómalo del nivel del mar (Figura 14). En el sector costero, la mayor disminución de las ANM ocurrió en el sector norte-centro en la tercera semana de octubre, mientras que, el mayor incremento se produjo en noviembre, destacando la presencia de un núcleo de ANM de hasta  $+18,9 \text{ cm}$  al norte de Tumbes, para el cual pudo haber una contribución del debilitamiento de los vientos en esta zona, así como la advección de aguas cálidas. En la primera semana de noviembre, desde Tumbes hasta Huarmey, el incremento de la ANM alcanzó entre  $+15 \text{ cm}$  (Tumbes) y  $+13 \text{ cm}$  (Chimbote). Al sur de Huarmey, no se observó un cambio significativo de las ANM (Figura 15).

Respecto a la actividad de mesoescala en octubre se detectó el desplazamiento hacia el oeste de los remolinos anticiclónicos detectados en setiembre y que estuvieron localizados cerca de la costa central (Punta Falsa, Chimbote y Huacho) con la presencia de ANM de fuerte intensidad. Desde la última semana de octubre a noviembre, se detectó la presencia de un remolino ciclónico de gran tamaño ( $\sim 90 \text{ km}$ ) frente a Punta Falsa, así como la significativa disminución de los remolinos anticiclónicos frente a la costa central. En el sector sur, la actividad no presentó cambios significativos, con la recurrente presencia de dos remolinos anticiclónicos frente a Paracas y Camaná (Figuras 16 y 17). En consecuencia, los remolinos anticiclónicos en octubre mantuvieron una distribución similar a setiembre, mientras que, en la primera semana de noviembre presentaron una disminución significativa tanto en tamaño como en la energía promedio (Tabla 3).

De la primera quincena de octubre (Figura 17 a) a la primera semana de noviembre (Figura 17 c) ocurrieron variaciones en el campo térmico superficial como: i) el repliegue paulatino de ~120 mn hacia el sur de las aguas de 20-22 °C frente a la costa norte; ii) la proyección de 240 mn hacia el sur de la isoterma de 25 °C desde el sector ecuatorial por fuera de los 87° W; iii) la franja de aguas adyacentes a la costa menor de 20 °C incrementó su amplitud en la segunda quincena con valores entre 16-20 °C (Chimbote) y 14-20 °C (Atico y Camaná), declinando en sus valores mínimos a inicios de noviembre, y iv) el incremento paulatino, estacional, de la TSM frente a la costa sur del Perú y norte de Chile desde inicios de octubre (Figura 18 a) a fines de noviembre (Figura 18 h). El calentamiento anómalo del mar disminuyó en intensidad y amplitud (Figura 19 a-c), con persistencia de un núcleo de hasta +4 °C centrado en los 2°S y 89°W a inicios de noviembre. En el sector costero prevaleció la tendencia a la normalización de la TSM en sectores puntuales adyacentes a la costa, especialmente en la quincena de octubre y desde fines de octubre (Figura 20 f) a inicios de noviembre (Figura 20 g, h), cuando frente a la costa sur se incrementó el área con anomalías menor de 1 °C (Figura 21). También destacó un episodio de enfriamiento intenso frente a Quilca entre la primera y segunda semana de octubre (Figuras 20 a, b). La TSM exhibió fluctuaciones, con una reducción de hasta 2 °C en la costa norte a inicios de octubre (Figura 22 b) e incremento posterior de hasta 2,5 °C (Figura 22 c, d).

De acuerdo a información *in situ*, se observaron dentro de las 50 mn frente a Callao, entre fines de octubre e inicios de noviembre, anomalías de TSM que variaron entre +0,90 y +1,60 °C, en promedio (Figura 23); mientras que, frente a Talara-Negritos, en la primera semana de noviembre se registraron anomalías de TSM entre +1 y +5 °C dentro de las 70 mn (ver Figura 27). Por último, en los muelles costeros del IMARPE, la TSM promedio mensual para octubre 2023 presentó valores entre 28,0 °C (Tumbes) y 15,8 °C (Ilo) y las máximas anomalías mensuales se presentaron frente a Tumbes (+2,2 °C) y Chicama (+1,89 °C) (Figura 24 y Tabla 4).

El índice LABCOS (Quispe & Vásquez, 2015), basado en la media móvil de tres anomalías mensuales de TSM registradas en los muelles de IMARPE desde Paita hasta Ilo, mostró un valor temporal de +1,68 °C para octubre 2023, exhibiendo una disminución persistente durante los últimos meses, aunque aún en una condición cálida fuerte. Por su parte, el índice ITCP (Quispe-Ccallauri et al., 2018), basado en las anomalías mensuales de TSM satelitales para la banda de 40 km adyacente a la costa, presentó un valor preliminar de la primera componente de +0,8 para octubre, indicando una tendencia al descenso, aunque aún en una condición cálida (Figura 25 y Tabla 2).

La ola de calor marina (OCM) que afecta el mar peruano alcanzó una duración de 255 días al 7 de noviembre (Figura 26). Sin embargo, entre el 9 de octubre y la primera semana de noviembre hubo una notable disminución de su cobertura, exhibiendo una oscilación del tamaño del área asociada al alejamiento o acercamiento a la costa. Al 7 de noviembre la cobertura alcanzó un 19% del área comprendida entre los 2°S y 15°S y dentro de las 150 mn de la costa, sostenida por un núcleo al norte de Talara y otro 30 mn mar adentro frente a Chimbote. La anomalía acumulada al 7 de noviembre alcanzó 827,40 °C x días, superando en más de un 170 % a lo registrado durante El Niño Costero 2017 (Pietri et al., 2021).

Respecto a la temperatura subsuperficial, en el mes de octubre, entre los 30 y 150 m de profundidad, frente a Tumbes y Piura se observaron anomalías de +1 °C a +5 °C (100-300 mn frente a la costa) y anomalías de +1 °C a +3 °C (dentro de las 100 mn); además entre los 200 y 400 m de profundidad se observaron núcleos de hasta +1 °C dentro de las 200 mn, principalmente en la segunda quincena del mes (Figuras 27-29).

En la primera semana de noviembre, entre los 30 y 150 m de profundidad, frente a Tumbes y Piura se presentaron anomalías de +1 °C a +5 °C entre los 100 y 300 mn frente a la costa y entre +1 y +2 ° dentro de las 70 mn frente a Negritos. Asimismo, fuera de la costa entre los 250 y 350 m de profundidad se registró un núcleo de +1 °C y por debajo de este, otro de -0,5 °C (Figura 28); mientras que dentro de las 70 mn y entre los 150 y 400 m de profundidad, predominaron condiciones neutras, excepto en la zona adyacente al talud continental donde se detectaron anomalías de +0,5 °C (Figuras 27 y 28). Frente a la costa central, entre Chimbote y Callao en el mes de octubre, y entre las 150 y 300 mn se detectaron anomalías de +1 °C a +3 °C sobre los 100 m de profundidad. Entre fines de octubre e inicios de noviembre, a 180 mn frente a Callao, se registró un pequeño núcleo de anomalías negativas entre los 60 y 100 m, mientras que sobre los 50 m y entre los 180 y 430 m se detectaron anomalías positivas superiores a +1 °C (Figura 27). En cambio, dentro de las 50 mn la capa con anomalías térmicas positivas alcanzó hasta los 92 m de profundidad, presentándose anomalías negativas de hasta -1 °C por debajo de los 150 m y hasta al menos los 600 m de profundidad (Figura 23).

La profundidad de la termoclina tendió a mantenerse entre setiembre y fines de octubre dentro de las 100 mn frente a Paita, con una anomalía promedio de +80 m. En cambio, frente a Chicama la anomalía de la profundidad de la termoclina se redujo hasta 40 m, registrando un rango de 40-60 m por debajo de su climatología (Figura 30). Cabe indicar que, considerando los registros de boyas Argo frente a la costa norte, entre la tercera semana de octubre y la primera semana de noviembre, las anomalías térmicas de +2 °C se expandieron hasta los 75 m de profundidad, luego de un par de semanas donde estuvieron contenidas en una capa más somera; este tipo de variabilidad también se observó durante El Niño 2015-2016 (Figura 31).

La salinidad superficial del mar (SSM) mostró el desplazamiento de las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES,  $33,8 < S < 34,8$ ) hacia el sur, principalmente desde la segunda quincena de octubre, alcanzando la zona entre Talara y Paita sobre los 20 m de profundidad entre la tercera semana de octubre y la primera semana de noviembre, de acuerdo con la información *in situ* (Figuras 27 y 29). Según el modelo MERCATOR, dicho desplazamiento habría alcanzado Punta Falsa en la primera semana de noviembre (Figura 32). En el periodo de estudio, entre Punta Falsa y Chimbote, prevaleció el acercamiento de las ASS (ASS,  $S > 35,1$ ) hacia la costa, ubicándose a 45 mn de Chicama sobre los 15 m entre el 21 y 22 de octubre (Figuras 29 y 32). Hacia el sur, las aguas costeras frías continuaron ampliando paulatinamente su cobertura, siendo favorecidas por la permanencia de vientos fuertes que estarían generando el afloramiento de aguas frías. Entre fines de octubre e inicios de noviembre el frente entre las ACF y las ASS se ubicó entre 30 y 50 mn frente a Callao (Figuras 23 y 33). En la columna de agua se observó un mínimo de salinidad a 100 m de profundidad (34,8) a 50 mn frente a Callao, el cual correspondería a la presencia de Aguas Intermedias del Pacífico Sudeste (AIPSE), masa de agua originada frente a Chile y cuya distribución normal solo alcanza hasta los 14°S (Figura 23). En el litoral, en octubre no se presentaron cambios significativos respecto al mes anterior, sin embargo, en la primera semana de noviembre, se confirmó la presencia de las AES frente a Paita y la permanencia de las ASS frente a Chicama, mientras que desde Huacho hasta Ilo predominaron valores halinos propios de las ACF y que estarían siendo favorecidos por el afloramiento costero (Figura 34).

Respecto a los flujos geostroficados en sub-superficie, frente a Negritos, durante la segunda semana de octubre, el glider Mochica en su recorrido océano-costa, en el tramo de 80 a 60 mn de costa encontró flujos hacia el sur encima de los 150 m, con un núcleo de mayor velocidad ( $30 \text{ cm s}^{-1}$ ) en la capa de 50 m, y flujos débiles hacia el norte ( $10 \text{ cm s}^{-1}$ ) entre 200 a 250 m de profundidad (Figura 27 a). Posteriormente, durante los primeros días de noviembre, el glider Nazca, frente a Negritos detectó dentro de las 50 mn, flujos predominantes hacia el sur sobre los 350 m, con velocidades que superaron los  $30 \text{ cm s}^{-1}$ , mientras que, por fuera de las 50 mn, se encontraron flujos hacia el norte con un núcleo de mayor velocidad ( $20 \text{ cm s}^{-1}$ ) entre 100 y 300 m de profundidad. Además, se detectó un ramal de menor extensión, dentro de las 20 mn y encima de los 20 m, con flujos hacia el norte. Esta alternancia se reflejó en los flujos geostroficados integrados (Figura 27 b, c). Por otro lado, en la última semana de octubre en la sección Paita entre las 60 a 40 mn y encima de los 350 m se presentaron flujos hacia el sur ( $20 \text{ cm s}^{-1}$ ), mientras que, por fuera de las 60 mn predominaron flujos hacia el norte, mostrando la mayor velocidad ( $20 \text{ cm s}^{-1}$ ) encima de los 50 m de profundidad (Figura 29). Frente a Chicama dentro de las 80 mn y encima de los 50 m predominaron flujos hacia el norte, en tanto que los flujos hacia el sur se presentaron por fuera de las 70 mn y entre 100 a 250 m de profundidad (Figura 29).

Respecto a las concentraciones de oxígeno disuelto (OD), en la última semana de octubre 2023, en las secciones de Paita y Chicama se registró el afloramiento de la iso-oxígena de  $4,0 \text{ mL L}^{-1}$  en una zona muy costera dentro de las 50 mn y 30 mn respectivamente, asociados a las isotermas entre  $17,0$  a  $21 \text{ }^\circ\text{C}$ , indicando un afloramiento de aguas cálidas en Paita y de aguas de mezcla en Chicama. En cuanto el límite superior de la Zona de Mínimo de Oxígeno (ZMO,  $<0,5$ ) en la sección Paita, este fluctuó entre los 200 m a 230 m y en la sección Chicama entre los 110 m a 150 m (Figura 29). A 16 mn de la costa frente a Paita, sobre los 50 m en octubre, el contenido de OD señaló una intensidad de afloramiento relativamente inferior a lo registrado en septiembre 2023, reflejado en un ligero incremento en la saturación de OD a  $80 \%$  cerca de la superficie del mar. A 30 mn de Chicama continuó observándose la señal del afloramiento iniciada en agosto, generándose valores de saturación de oxígeno disuelto entre  $50 \%$  a  $90 \%$  entre los 25 y 100 m de profundidad (Figura 35).

Los nutrientes en la sección Paita a fines de octubre 2023 presentaron concentraciones cercanas a lo habitual típicas del afloramiento, observándose cerca de la costa valores de  $2,0 \text{ } \mu\text{mol L}^{-1}$  de fosfatos y  $10,0 \text{ } \mu\text{mol L}^{-1}$  de silicatos. Las concentraciones más elevadas se registraron por debajo de los 100 m, con fosfatos entre  $2,0$  a  $3,0 \text{ } \mu\text{mol L}^{-1}$ , silicatos entre  $15,0$  a  $20,0 \text{ } \mu\text{mol L}^{-1}$  y nitratos entre  $10,0$  a  $15,0 \text{ } \mu\text{mol L}^{-1}$ . La sección Chicama exhibió concentraciones más altas de nutrientes que Paita dentro de las 30 mn por efecto del afloramiento, con valores de hasta  $2,0 \text{ } \mu\text{mol L}^{-1}$  de fosfatos,  $20,0 \text{ } \mu\text{mol L}^{-1}$  de silicatos y  $10,0 \text{ } \mu\text{mol L}^{-1}$  de nitratos, acorde con la isoterma de  $17,0 \text{ }^\circ\text{C}$  registrada en la zona costera de Chicama (Figura 36). En cuanto a la variación temporal, a las 16 mn de Paita, en octubre 2023 se observó un incremento apreciable en los fosfatos y silicatos con respecto a agosto – septiembre 2023; mientras que, a las 30 mn en Chicama, los nutrientes en septiembre – octubre 2023 presentaron valores de mayor fertilidad, respecto a otoño e inicios de invierno, en este sentido, los fosfatos de  $2,0 \text{ } \mu\text{mol L}^{-1}$  y  $15,0 \text{ } \mu\text{mol L}^{-1}$  silicatos - nitratos estuvieron presentes entre los 0 a 100 m de profundidad (Figura 37).

La clorofila-a, indicador de la producción de fitoplancton, de acuerdo con la información satelital, durante octubre presentó predominantemente concentraciones de  $1 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$  dentro de las 40 mn a lo largo de la costa peruana. Durante la primera semana de noviembre se registró un incremento notable de su concentración, registrándose principalmente valores de  $4 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$  dentro de las 60 mn a lo largo de la costa, con núcleos de  $10 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$  frente a San José, Huacho y Pisco, y otros más costeros frente a Paita y Atico (Figuras 38 y 39).

Las altas concentraciones de la primera semana de noviembre se asociaron a anomalías positivas ( $> +4 \mu\text{g L}^{-1}$ ) frente a Paita, San José, Huarmey-Pisco y frente a Atico; en cambio frente a Chimbote aún continuaron detectándose anomalías negativas ( $-1 \mu\text{g L}^{-1}$ ) (Figura 38). De acuerdo a información *in situ*, a fines de octubre, se observaron importantes concentraciones de productividad en la sección Paita con núcleos de 2,5 y 5,0  $\mu\text{g L}^{-1}$  dentro de las 75 mn de costa y sobre los 60 m de profundidad; mientras que, en Chicama se observaron concentraciones inferiores, entre 0,1 a 1,0  $\mu\text{g L}^{-1}$  (Figura 36). Además, frente a Negritos – Talara, se registraron concentraciones entre 2 a 3  $\mu\text{g L}^{-1}$  en los primeros días de noviembre dentro de la 20 mn a la costa y sobre los 25 m de profundidad (Figura 27). Este incremento de la productividad evidenciado por la información *in situ* en el norte, coincidió con la información satelital en dicha área.

### Indicadores ecológicos y biológico pesqueros

Respecto al volumen del plancton, frente a Paita, se registró un promedio de 1,205  $\text{mL m}^{-3}$ , con predominó del fitoplancton solo a 80 mn; mientras que, en Chicama el valor medio fue de 0,574  $\text{mL m}^{-3}$ , con un comportamiento diferente. A 5, 15 y 80 mn predominó el fitoplancton; entre 30 y 45 mn se presentó codominancia de fito y zooplancton, mientras que, a 100 mn predominó el zooplancton (Figura 40).

En cuanto al fitoplancton, en Paita, se registró a los dinoflagelados *Ceratium breve*, indicador de AES, de 11 a 40 mn, asociado a una TSM de 20,2 °C y 21,5 °C. Este indicador estuvo junto a *Tripes praelongus* y *Tripes incisum*, especies de ASS, ocurriendo en aguas de mezcla de AES y ASS entre las 60 y 100 mn con una TSM que varió de 21,4 y 22,6 °C. Frente a Chicama, solo se determinó a *Protoperdinium obtusum*, indicador de ACF, a 5 mn, asociado a una TSM de 17,7 °C (Figura 41). Comparando con el mes de setiembre, en Paita predominaron indicadores de AES a 5, 60 y 100 mn, mientras que, en Chicama prevalecieron indicadores de ACF de 5 a 45 mn. La composición del fitoplancton durante octubre en ambas áreas se muestra en la Tabla 5.

Respecto al zooplancton, frente a Paita se ha evidenciado la presencia de los copépodos *Centropages furcatus* (AES), *Acartia danae* y *Calocalanus pavo* (ASS) en toda el área evaluada, a excepción de la estación a 11 mn en donde no se registró especie indicadora de zooplancton. Además, el copépodo *Centropages brachiatus* indicador de ACF fue detectado a 60 mn de la costa. Frente a Chicama se determinó al copépodo *C. brachiatus* distribuido entre las 15 y 60 mn y en la estación ubicada a 100 mn de la costa; mientras que, los copépodos *A. danae* y *Triconia conífera*, especies asociados a ASS, se registraron por fuera de las 60 mn de la costa (Figura 42).

Respecto a los recursos pelágicos pesqueros, con el inicio de la Segunda Temporada de pesca de anchoveta 2023 en la región norte – centro, el recurso se distribuyó en núcleos de concentración desde Sechura (5°30'S) hasta Cerro Azul (13°00'S) dentro de las 60 mn de costa, presentando la mayor abundancia de Chicama/Malabrigo en el norte y de Huacho a Callao en el centro (Figura 43). La estructura de tallas varió de 8,5 a 16,5 cm de longitud total (LT) con un porcentaje de juveniles de 42,1 %, menor a lo registrado durante el Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos realizado entre el 20 de setiembre al 04 de noviembre 2023, donde se observó un 59 %. La mayor presencia de juveniles se registró frente a Paita (Figura 44). Los indicadores reproductivos de anchoveta del stock norte-centro, al 31 de octubre, mostraron una disminución de la actividad reproductiva, marcando la declinación de su periodo principal de desove (Figura 45).

En el caso de las especies transzonales, el bonito (*Sarda chiliensis chiliensis*) mantuvo su cobertura desde Punta Sal (Piura) a Los Palos (Ilo) dentro de las 50 mn de costa. Las capturas de jurel (*Trachurus murphyi*) y caballa (*Scomber japonicus peruanus*), principalmente, formaron parte de la captura incidental de bonito (Figura 46). En cuanto a la condición reproductiva, la caballa evidenció una baja actividad reproductiva, mientras que, el jurel y el bonito presentaron importantes procesos de maduración gonadal y desove, de acuerdo con lo esperado para época. El pez oceánico perico (*Coryphaena hippurus*) amplió su distribución en octubre, en los extremos norte y sur, respecto a setiembre. (Figura 47).

Respecto a los recursos demersales, del 01 de octubre al 07 de noviembre, la actividad de la flota industrial arrastrera se desarrolló en el área comprendida desde el extremo norte del litoral peruano hasta el norte de Punta La Negra. Durante ese periodo, se observó que los valores más altos de Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) de la merluza se encontraron frente a Sechura, por lo que se podría inferir una mayor concentración del recurso en esas latitudes (Figura 48). Sin embargo, los valores de la CPUE siguen considerándose bajos para esta pesquería, lo cual podría deberse a una profundización y cambios en la distribución del recurso, alejándose del alcance de la pesquería industrial (Figura 48). Por otro lado, se observó el incremento de los individuos de menor tamaño durante el período analizado, los cuales en la primera semana de noviembre se encontraron desde el extremo norte hasta los 6° S (Figura 49), señal que podría corresponder al típico reclutamiento de primavera.

En octubre se observó una disminución de los desembarques del calamar gigante, a diferencia de los del calamar común (*Doryteuthis gahi*), pulpo (*Octopus mimus*), concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) y langostino (*Penaeus californiensis*), que incrementaron sus valores. La pesca del calamar gigante se encontró distribuida entre el extremo norte (03° 30'S) y frente a Salaverry, aunque la actividad estuvo más concentrada en la zona norte, entre Punta Sal y Talara (Figura 50).

Respecto a las especies indicadoras de aguas cálidas, desde inicios de octubre hasta la primera semana de noviembre del 2023 se registró en la región Lambayeque *Anisotremus interruptus* "chita dorada". En la región La Libertad se reportó los desembarques de peces *Cynopoticus coniceps* "bio bio", *Synodus scituliceps* "pez iguana", *Hypanus dipterurus* "batea" además los invertebrados *Xiphopenaeus riveti* "langostino titi" y *Penaeus californiensis* "langostino café. En la región Ancash las especies de peces *Lutjanus argentiventris* "pargo amarillo", *Fistularia corneta* "pez corneta", *Synodus scituliceps* "pez iguana", *Polydactylus approximans* "barbudo azul" y *Caranx caballus* "cocinero". Para la región Lima (Huacho y Callao) se registraron los peces *Merluccius gayi* "merluza", *Polydactylus approximans* "barbudo azul", *Caranx caballus* "cocinero", *Scomberomorus sierra* "sierra", *Larimus pacificus* "bereche", *Sphoeroides lobatus* "tamborín", *Hypanus dipterurus* "batea" y el invertebrado *Achelous asper* "jaiva áspera". Finalmente, en la región Ica se registró la captura de *Apogon cf. pacificus* "cardenal" y *Caranx caballus* "cocinero", *Paralabrax callaensis* "perela", *Calamus brachysomus* "marotilla" y *Trachinotus cf. kennedyi* "pámpano toro"(Figura 51 y Tabla 6).

Con la disminución de las anomalías térmicas cálidas en octubre y coincidiendo con el inicio de la temporada de pesca de la anchoveta, se ha registrado que la presa principal del guanay (*Phalacrocorax bougainvillii*), en las islas y puntas evaluadas, fue la anchoveta adulta (Figura 52) en comparación a lo observado en el monitoreo que se realizó en agosto del presente año, donde la presa principal del guanay fue la anchoveta juvenil. Además, en la isla Macabí (7°48'S), las aves mostraron una actividad reproductiva a juzgar por la presencia de nidos con huevos, y en la isla Guañape (8°32 S) estarían iniciando la puesta de huevos.

## **Pronósticos oceanográficos y perspectivas biológico pesqueras**

Según las agencias internacionales de los centros de modelados del América del Norte, usando los modelos climáticos de El Niño Oscilación Sur (ENOS), inicializados a inicios de noviembre, en promedio El Niño alcanzaría una magnitud fuerte entre noviembre-diciembre 2023 y enero 2024 en el Pacífico ecuatorial central, para luego debilitarse durante el otoño austral 2024 (Figuras 53 a y 54). Estas mismas condiciones fueron observadas en el multi-modelo MME del APEC Climate Center (APCC) difundido el 16 de octubre 2023 (Figura 53 b). Además, el multi-modelo MME del APCC en promedio muestra una tendencia de disminución de las anomalías de TSM en la región Niño 1+2 dentro del rango de las condiciones moderadas del ICEN durante noviembre, diciembre 2023 y enero 2024, llegando a alcanzar una condición débil del ICEN entre febrero y marzo 2024 (Figuras 53 c).

Según la simulación del modelo de ondas Kelvin ecuatoriales (OKE) empleado en IMARPE, forzada hasta el 05 de noviembre 2023, indica que, entre noviembre 2023 y enero 2024 se espera la llegada a las costas sudamericanas de tres OKE cálidas y una OKE fría. De modo que, entre noviembre e inicios de diciembre 2023, se espera la llegada de una OKE cálida (modo 1), generada por las anomalías de vientos del oeste entre setiembre y octubre. En diciembre, se espera la llegada de una OKE fría (modo 1) debilitada por las anomalías de vientos del oeste en el Pacífico ecuatorial, y que fue generada en el Pacífico ecuatorial occidental debido a la reflexión de una onda Rossby fría en setiembre. Asimismo, en diciembre 2023, se espera la llegada de otra OKE cálida (modo 2), generada por las anomalías de vientos del oeste entre setiembre y octubre en el Pacífico ecuatorial occidental. Cabe señalar, que entre fines de diciembre e inicios de enero se espera la llegada de la otra OKE cálida (modo 1), generada por las anomalías de vientos del oeste en el Pacífico ecuatorial occidental entre octubre y noviembre (Figura 55)

Para la franja adyacente a la costa peruana, usando un modelo estadístico basado en el volumen de agua ecuatorial y el índice del APS, siguiendo la metodología descrita en Quispe-Ccalluari et al. (2017), se pronostica que las condiciones cálidas del ITCP persistirán entre noviembre 2023 y febrero 2024; asimismo, el modelo dinámico acoplado océano-atmosfera de complejidad intermedia del Pacífico ecuatorial (Dewitte et al., 2002; Quispe-Ccalluari et al. (2017), también pronostica condiciones cálidas del ITCP entre noviembre 2023 y febrero 2024 (Figura 56).

## TABLAS

Tabla 1. Temperatura superficial del mar (TSM) y sus anomalías (ATSM) semanales (centrados en el día indicado), de las regiones Niño, procedentes de OISST v2.1. Periodo base 1991-2020. Fuente CPC-NCEP-NOAA.

OISST v2.1			TSM y ATSM en regiones Niño							
Año	Mes	día	Niño 1+2		Niño 3		Niño 3.4		Niño 4	
2023	8	23	23.9	3.1	27.2	2.2	28.3	1.5	29.8	1.1
	8	30	24	3.2	27.2	2.3	28.3	1.6	29.8	1.1
	9	6	23.6	2.9	27	2.2	28.3	1.6	29.7	1.1
	9	13	23.3	2.6	27.1	2.2	28.3	1.6	29.8	1.1
	9	20	23.5	2.8	27	2.1	28.3	1.7	29.9	1.2
	9	27	23.5	2.8	27	2	28.1	1.5	29.8	1.1
	10	4	23.4	2.6	26.8	1.9	28.2	1.5	29.8	1.2

Tabla 2. Valores promedio mensuales de los índices LABCOS, Índice Térmico Costero Peruano (ITCP), Índice Costero El Niño (ICEN), Índice Niño Oceánico (ONI; [https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/ONI\\_v5.php](https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php)) e Índice Multivariado ENOS (MEI.v2, <https://psl.noaa.gov/enso/mei/>). Las estimaciones se obtuvieron de Quispe y Vásquez (2015), Quispe et al (2016), Takahashi, et al. (2014), Huang et al, 2017 (J. Climate). El Índice Multivariado ENOS se obtuvo de Wolter y Timlin (1993, 1998 y 2011) y Kobayashi et al., 2015).

ÍNDICE		LABCOS	ITCP	ICEN	ONI	MEI v2
REGION		Litoral Peruano	Banda	Región	Región	30°S-30°N
AÑO	MES		Afloramiento, Perú	Niño 1+2	Niño 3.4	100°E-70°W
2022	8	-0,40	-1,1	-0,93	-0,90	-1,79
	9	-0,51	-1,2	-1,12	-1,03	-1,76
	10	-0,50	-1,2	-1,39	-1,00	-1,71
	11	-0,27	-1,0	-1,24	-0,93	-1,48
	12	-0,13	-1,2	-0,81	-0,83	-1,25
2023	1	0,12	-0,9	-0,27	-0,71	-1,11
	2	0,78	-0,2	0,42	-0,45	-0,81
	3	2,11	1,4	1,51	-0,16	-0,67
	4	2,89	2,1	2,19	0,14	-0,41
	5	3,54	2,3	2,55	0,47	-0,14
	6	3,31	2,2	2,62	0,77	0,23
	7	3,46	2,3	2,94	1,06	0,25
	8	2,97	2,0	2,91	1,32	0,43
	9	2,22	1,5	2,70	1,5	0,59
	10	1,68 <sup>1</sup>	0,8 <sup>2</sup>	2,27 <sup>3</sup>	1,69 <sup>3</sup>	0,26

<sup>1</sup> Valor preliminar.

<sup>2</sup> Valor preliminar de la primera componente.

<sup>3</sup> Valor temporal (ENFEN, 2023)

Tabla 3. Promedio mensual de número de remolinos promedio, número de remolinos ciclónicos y anticiclónicos, radio promedio (km) y la energía cinética promedio ( $\text{cm}^2 \text{s}^{-2}$ ) de los remolinos entre 3°S y 18°S y de 70°W a 84°W hasta el 07 de noviembre. Procesamiento: LHFM/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

AÑO	MES	NÚMERO REMOLINOS promedio durante cada día dentro del mes	NÚMERO REMOLINOS CICLÓNICOS promedio durante cada día dentro del mes	NÚMERO REMOLINOS ANTICICLÓNICOS promedio durante cada día dentro del mes	RADIO (km)	ENERGIA CINÉTICA ( $\text{cm}^2 \cdot \text{s}^{-2}$ )
2022	ABR	7	3	4	61.1	184.8
2022	MAY	7	3	4	65.8	202.5
2022	JUN	7	3	4	59.9	111.3
2022	JUL	9	4	5	62.2	142.9
2022	AGO	7	4	3	61.4	142.9
2022	SET	8	5	3	62.8	144.2
2022	OCT	6	3	3	63.5	155.1
2022	NOV	8	4	4	63.4	122.3
2022	DIC	6	3	3	60.5	82.5
2023	ENE	6	2	4	59.0	93.1
2023	FEB	7	4	3	63.9	153.9
2023	MAR	10	4	6	61.4	160.0
2023	ABR	5	3	2	57.8	145.5
2023	MAY	6	2	4	64.6	228.1
2023	JUN	9	5	4	64.9	242.4
2023	JUL	7	3	4	64.3	277.8
2023	AGO	7	3	4	65.3	179.1
2023	SET	10	4	6	61.9	177.8
2023	OCT	10	4	6	63.5	167.1
2023	01-07/NOV	8	4	4	59.8	109.6

Tabla 4. Valores promedio mensuales de la temperatura superficial del mar (°C) y las anomalías térmicas (°C) en los muelles costeros del Imarpe de setiembre 2022 al 07 de noviembre de 2023.

a) Temperatura superficial del mar

AÑO	MES	TUMBES	PAITA	SAN JOSÉ	CHICAMA	CHIMBOTE	HUACHO	CALLAO	PISCO	ILO
2022	09	24.78	17.63	18.03	15.82	17.00	14.35	14.29	18.10	13.79
	10	24.60	17.25	18.00	15.49	17.31	14.07	13.83	18.59	13.92
	11	24.86	18.47	18.51	15.85	18.17	14.81	14.34	20.65	15.48
	12	26.45	21.29	19.77	17.04	19.52	16.05	15.10	21.93	16.38
2023	01	27.87	21.84	19.06	16.43	19.32	15.96	15.41	23.61	16.61
	02	29.37	24.50	23.71	20.41	22.59	17.40	16.88	22.44	17.70
	03	29.24	26.86	25.38	23.35	25.06	19.83	19.56	23.35	17.57
	04	29.32	26.96	25.78	23.44	25.48	21.10	20.74	22.52	18.23
	05	29.26	23.12	23.87	22.08	23.03	20.13	19.67	20.78	18.86
	06	28.95	22.27	23.35	21.67	23.24	20.57	20.06	20.55	18.69
	07	28.79	21.46	22.15	20.75	23.13	20.19	19.86	20.40	17.66
	08	28.22	20.15	22.13	20.17	21.95	19.40	19.09	20.11	17.55
	09	28.41	19.32	21.22	18.86	21.15	17.12	17.27	18.84	16.71
	10	27.96	19.06	20.50	17.69	20.38	16.60	16.49	20.64	15.77
	01-07/11	27.91	19.88	20.91	18.17	20.32	16.39	16.29	20.78	15.43

b) Anomalías de la temperatura superficial del mar

AÑO	MES	TUMBES	PAITA	SAN JOSÉ	CHICAMA	CHIMBOTE	HUACHO	CALLAO	PISCO	ILO
2022	09	-0.32	+1.03	-0.87	-0.08	-1.40	-1.05	-0.81	-0.70	-1.11
	10	-1.20	-0.15	-1.00	-0.31	-1.49	-1.13	-1.07	-1.21	-1.18
	11	-1.24	+0.47	-0.99	-0.35	-1.33	-0.99	-0.76	+0.55	-0.42
	12	-0.35	+2.49	-0.43	+0.24	-0.98	-0.45	-0.70	+0.33	-0.32
2023	01	+0.47	+1.24	-1.74	-0.97	-1.98	-1.34	-0.89	+0.91	-0.59
	02	+1.37	+1.50	+1.11	+1.61	+0.39	-0.40	-0.12	-0.66	+0.50
	03	+1.34	+4.06	+2.98	+4.25	+2.76	+1.73	+1.96	+0.25	+0.57
	04	+1.82	+6.66	+5.18	+5.44	+4.38	+3.80	+3.54	+0.22	+1.53
	05	+2.26	+4.02	+4.07	+4.58	+3.13	+3.43	+3.07	-0.32	+2.56
	06	+3.05	+4.07	+4.15	+4.47	+4.04	+3.87	+3.66	+1.15	+2.79
	07	+3.69	+3.96	+3.25	+3.95	+4.43	+3.49	+3.76	+2.10	+2.36
	08	+3.42	+3.15	+3.33	+3.87	+3.45	+3.40	+3.39	+2.01	+2.55
	09	+3.31	+2.72	+2.32	+2.96	+2.75	+1.72	+2.17	+0.04	+1.81
	10	+2.16	+1.66	+1.50	+1.89	+1.58	+1.40	+1.59	+0.84	+0.67
	01-07/11	+2.09	+2.23	+1.86	+2.22	+1.33	+1.12	+1.44	+1.06	-0.08

Tabla 5. Composición del fitoplancton más representativo durante octubre en los muestreos realizados por IMARPE frente a Paíta y a Chicama.

Ubicación	Fecha	Especies	Abundancia relativa	Distancia a la costa (mn)	T (°C) asociados	Observaciones
Sección Paíta	23 y 24 de octubre	<i>Detonula pumila</i>	Presente	5	20.3	Diatomeas de afloramiento
		<i>Thalassiosira cf. partheneia</i> , <i>Coscinodiscus perforatus</i>	Presente	11 a 16	20.2 a 21.4	Diatomeas neríticas y de aguas
		<i>Thalassiosira cf. partheneia</i>	Muy abundante	80	21.4	Diatomea de aguas cálidas
		<i>C. perforatus</i> , <i>Rhizosolenia styliformis</i> , <i>R. hyalina</i> , <i>Pseudosolenia calcar-avis</i> , <i>Chaetoceros coarctatus</i> , <i>D. confervacea</i> , <i>Ch. convolutus</i> .	Presente	16 a 100	21.4 a 22.6	Diatomeas neríticas y de aguas cálidas
		<i>Tripes candelabrus</i> , <i>Pyrocystis noctiluca</i> , <i>Dinophysis cuneus</i> , <i>Py. Fusiformis</i> y <i>Tripes praelongus</i>	Presente	16 a 100	21.4 a 22.6	Dinoflagelados termófilos
Sección Chicama	21 y 22 de octubre	<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	Muy abundante	5	17.7	Diatomeas de afloramiento y neríticas
		<i>C. perforatus</i> , <i>Thalassionema nitzschioides</i>	Abundante	5 a 15	17.7 a 18.7	
		<i>Neocalyptrella robusta</i> , <i>C. granii</i> , <i>C. wailesii</i> , <i>Planktoniella sol</i>	Presente	5 a 15	17.7 a 18.7	Diatomeas neríticas y algunas diatomeas de aguas cálidas
		<i>T. nitzschioides</i> , <i>C. wailesii</i> , <i>Rhizosolenia chunii</i> , <i>Guinardia delicatula</i>	Presente	45	20.5	
		<i>Protoperidinium conicum</i> , <i>P. depressum</i>	Presente	5 a 15	17.7 a 18.7	Dinoflagelados de distribución cosmopolita
		<i>Tripes furca</i> , <i>T. dens</i>				
		<i>T. fusus</i> , <i>T. furca</i> , <i>P. crassipes</i> , <i>P. pentagonum</i> , <i>P. depressum</i>				
<i>Noctiluca scintillans</i>	Muy abundante	80	21.6	FAN de <i>N. scintillans</i>		

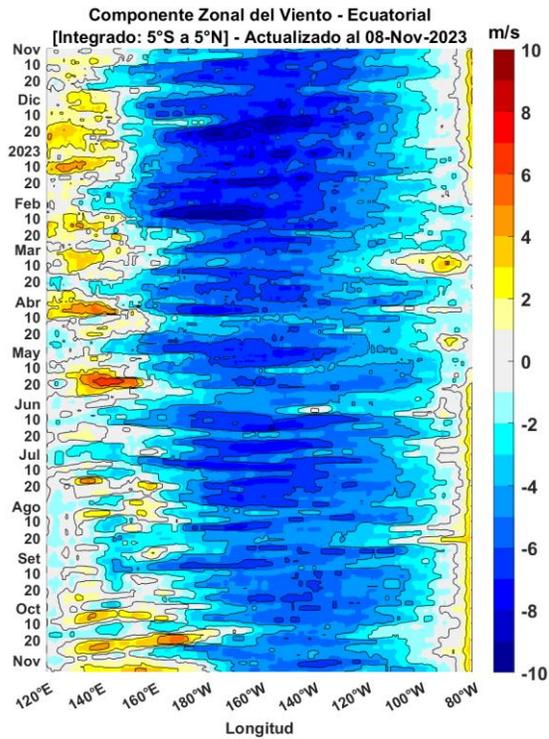
Tabla 6. Especies cuyo límite sur de su distribución típica varió en las costas de Perú durante fines del mes de octubre e inicios del mes de noviembre del 2023.

Espece	Área registrada	Captura (N; Kg)	Fecha	Distribución típica
CHITA DORADA <i>Anisotremus interruptus</i>	Lambayeque	5 kg	16.10.23 18.10.23	Bahía Magdalena, Baja California (México) a Yacila, Paita
BIO BIO <i>Cynopoticus coniceps</i>	La Libertad	1 ejemplar / 1.8 kg	06.11.23	Cabo San Lucas (México) a Máncora (Perú).
LANGOSTINO TITI <i>Xiphopenaeus riveti</i>	La Libertad	1.1 kg	16.10.23 a 27.10.23	Sinaloa (México) a Paita (Perú)
LANGOSTINO CAFÉ <i>Penaeus californiensis</i>	La Libertad	0.3 kg	16.10.23 18.10.23	Bahía de San Francisco, California (EE.UU.) a Paita (Perú)
PEZ IGUANA <i>Synodus scituaiceps</i>	La Libertad Ancash	1 ejemplar 5 ejemplares	11.10.23 a 18.10.23	Cabo San Lucas (México) a Isla Lobos de Tierra
BATEA <i>Hypanus dipterurus</i>	La Libertad Lima	1 ejemplar 1 ejemplar	16.10.23 19.10.23	La Jolla (EE.UU.), Golfo de California (México) a Chimbote (Perú)
PARGO AMARILLO <i>Lutjanus argentiventris</i>	Ancash	1 ejemplar / 0.5 kg	14.10.23	California (EE.UU.) a Islas Lobos de Afuera
PEZ CORNETA <i>Fistularia corneta</i>	Ancash	28 kg	16.10.23 18.10.23	Golfo de California (México) a Isla Lobos de Tierra
BARBUDO AZUL <i>Polydactylus approximans</i>	Ancash Huacho	117 kg 0.51 kg	16.10.23 18.10.23	Bahía de Monterrey (EE.UU.) a Paita
COCINERO <i>Caranx caballus</i>	Ancash Lima Ica	3 kg 0.60 kg 2 kg	16.10.23 18.10.23	Isla Santa Cruz (EEUU.) - Isla Lobos de Tierra (Perú)
BERECHE <i>Larimus pacificus</i>	Ancash Lima	121 ejemplares / 18 kg	25.10.23 18.10.23	Mazatlán (México); Panamá; Colombia a Isla Lobos de Afuera
MERLUZA <i>Merluccius gayi</i>	Lima	1 ejemplar / 0.15 kg	14.10.23	Frontera con el Ecuador hasta Huarney.
SIERRA <i>Scomberomorus sierra</i>	Lima	1 ejemplar	18.10.23	La Jolla (EE.UU.), Golfo de California (México) a Chimbote (Perú)
JAIVA ASPERA <i>Achelous asper</i>	Lima	3 ejemplares	27.10.23	Golfo de California (México) a Isla Lobos de Afuera (Perú).
TAMBORÍN <i>Sphoeroides lobatus</i>	Lima	1 ejemplar	18.10.23	Redondo Beach (EE.UU.), Golfo de California (México) a Chimbote
CARDENAL <i>Apogon cf. pacificus</i>	Ica	1 ejemplar / 3.4 g	17.10.23	Baja California (México); Manta (Ecuador) a Isla Foca, Piura
PERELA <i>Paralabrax callaensis</i>	Ica	1 ejemplar	26.10.23	Manta (Ecuador) a Eten, Chiclayo.
MAROTILLA <i>Calamus brachysomus</i>	Ica	20 kg	23.10.23 07.11.23	California (EE.UU.) a Bahía Tortugas, Chimbote.
PÁMPANO TORO <i>Trachinotus cf. kennedyi</i>	Ica	10 kg	07.11.23	Magdalena (México) a Samanco (Perú).

N: número de ejemplares

## FIGURAS

a)



b)

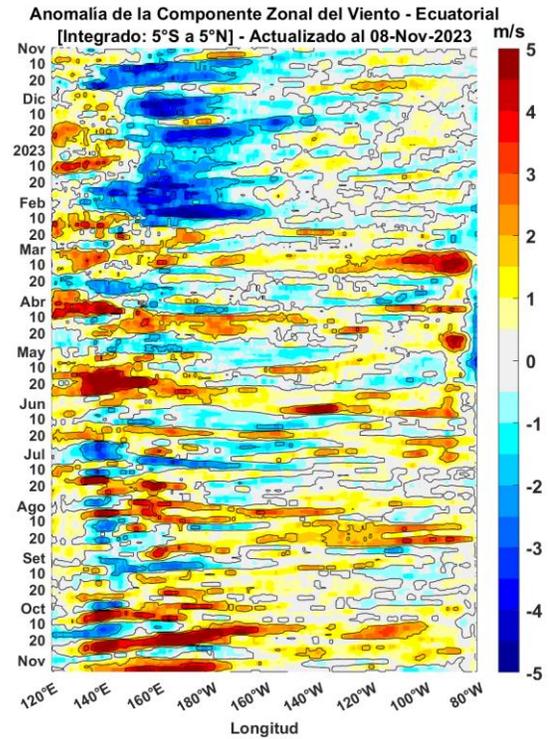


Figura 1. Viento satelital (integrado en los 5°S a 5°N en el Ecuador): a) Componente zonal del viento ( $\text{m s}^{-1}$ ), b) Anomalía de la Componente zonal del viento ( $\text{m s}^{-1}$ ). Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE

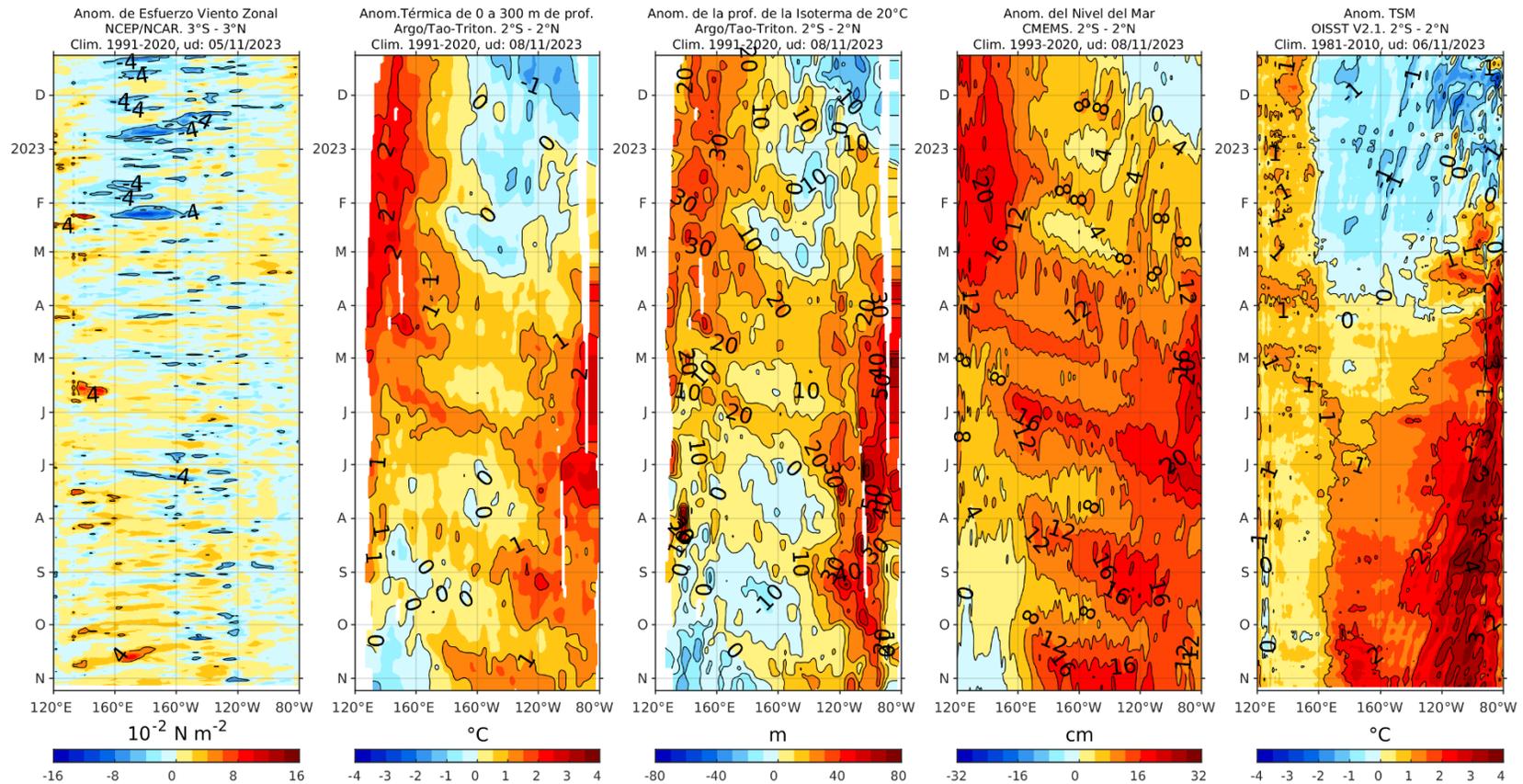


Figura 2. Anomalia de esfuerzo de viento zonal ( $10^{-2} \text{ N m}^{-2}$ ), Anomalia térmica sobre los 300 m de profundidad ( $^{\circ}\text{C}$ ), Anomalia de la profundidad de la isoterma de 20  $^{\circ}\text{C}$  (m), Anomalia de nivel del mar (cm), Anomalia de temperatura de superficie del mar ( $^{\circ}\text{C}$ ) de izquierda a derecha. Procesamiento: AFIOQG/DGIOCC/IMARPE.

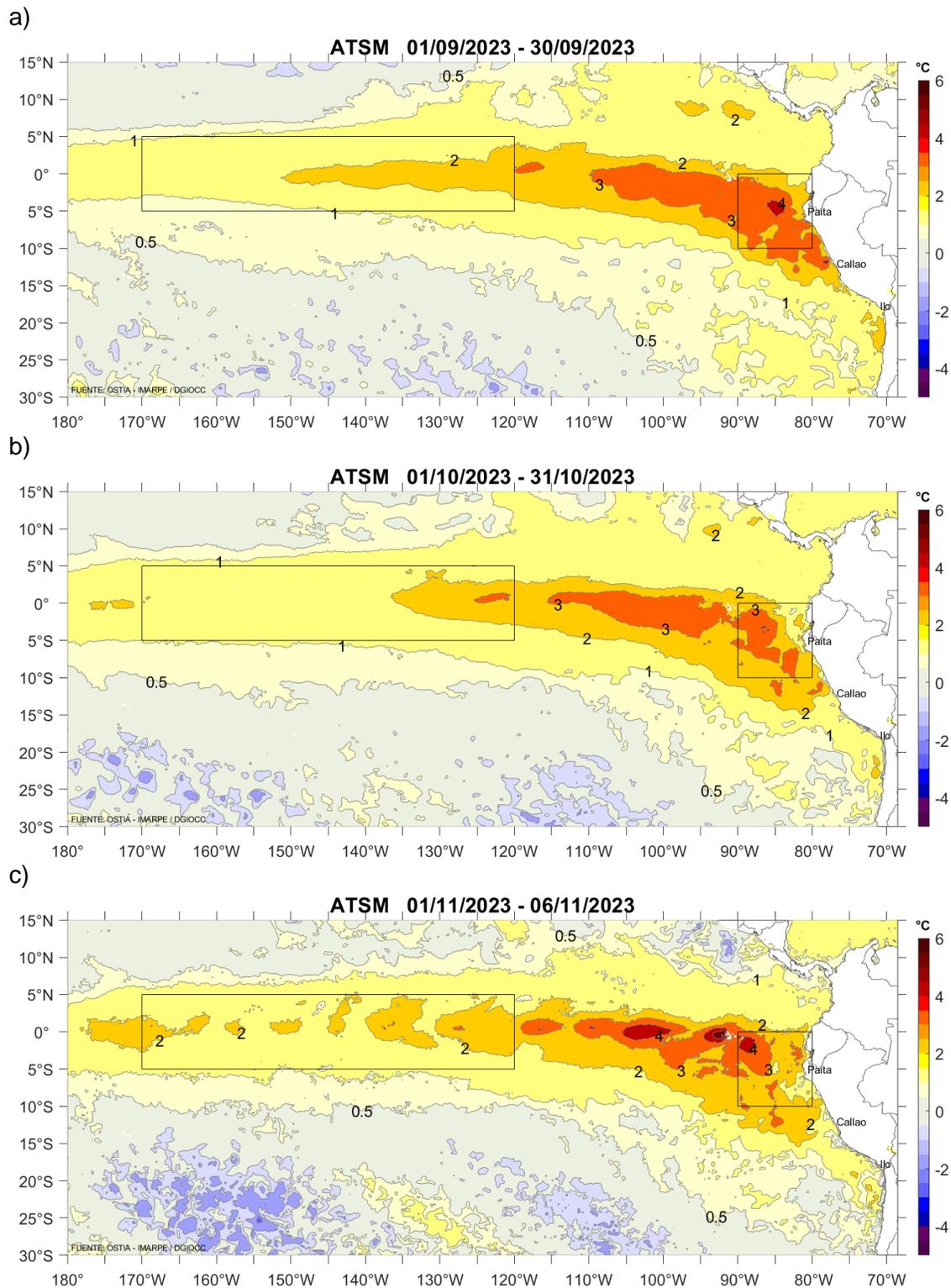


Figura 3. Anomalías promedio de la temperatura superficial del mar (°C) para los meses de a) setiembre, b) octubre y c) noviembre (01-06) del 2023. Periodo base de 1991-2020. Fuente: PODAAC/OSTIA, Procesamiento AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

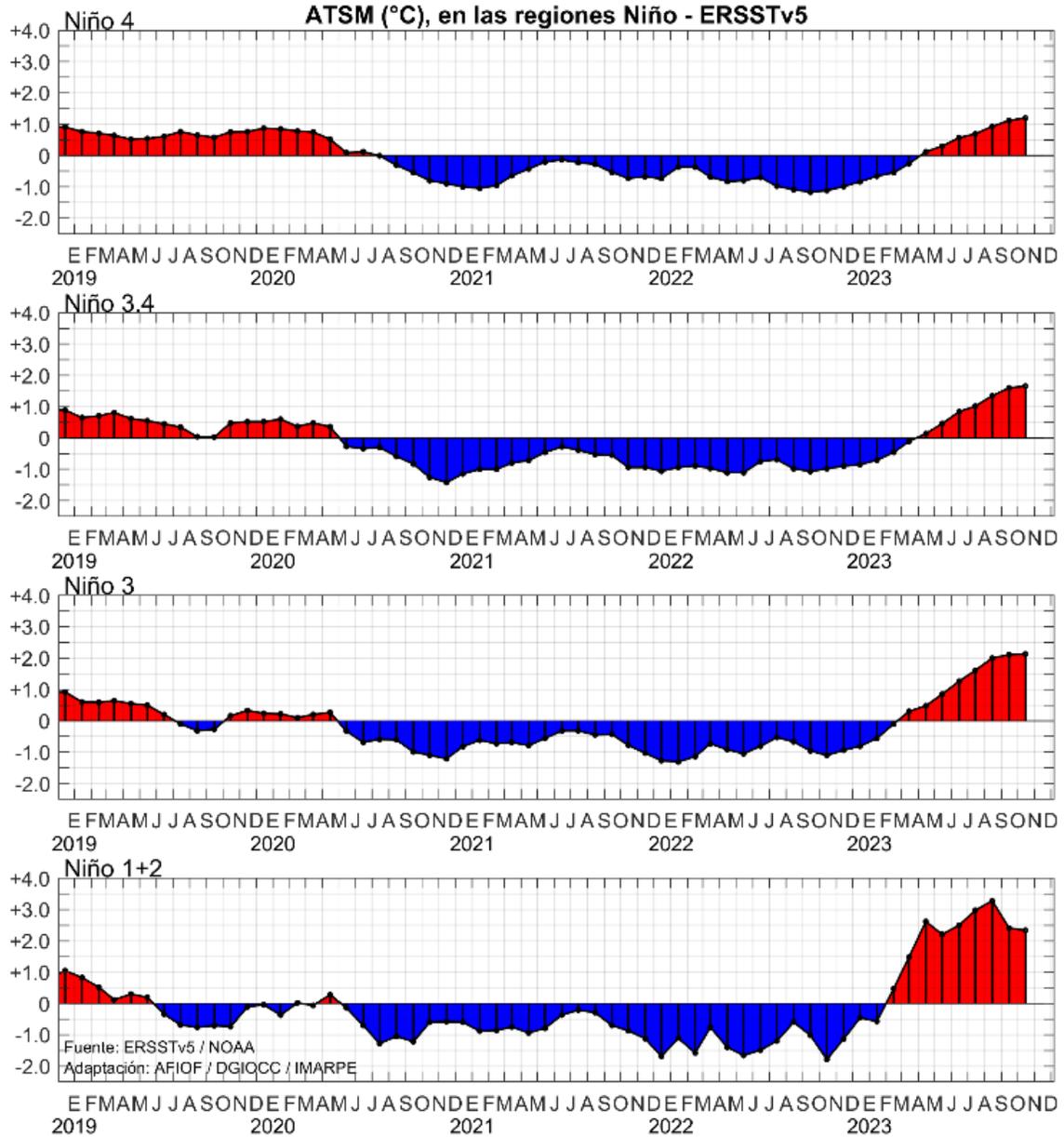


Figura 4. Variación mensual de las anomalías de la temperatura superficial del mar (°C), en las regiones Niño del Pacífico ecuatorial, durante cinco años, hasta octubre del 2023. Fuente CPC/NOAA, Procesamiento AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

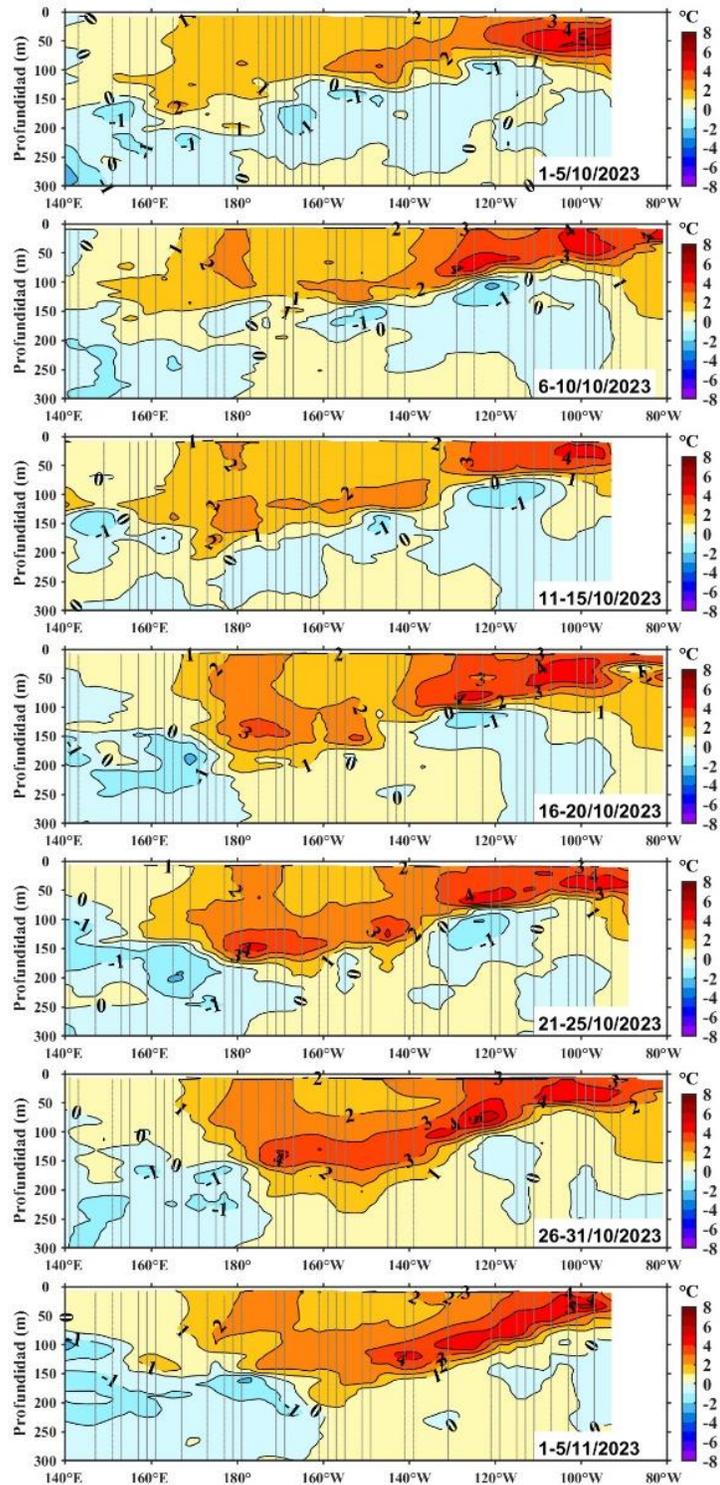


Figura 5. Anomalías de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) en la capa superior (0-300 m) del Pacífico Ecuatorial ( $140^{\circ}\text{E} - 80^{\circ}\text{W}$  y  $2^{\circ}\text{S} - 2^{\circ}\text{N}$ ), en promedios de cinco días durante octubre y primeros días de noviembre (1-5) de 2023. Periodo base 1991-2020. Fuente: ARGO - TAO/TRITON, Procesamiento AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

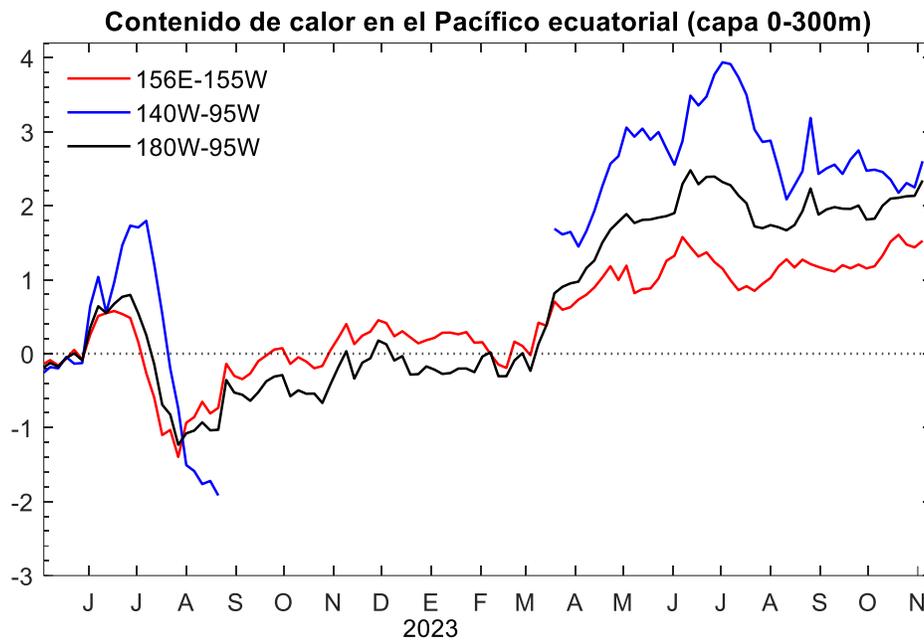
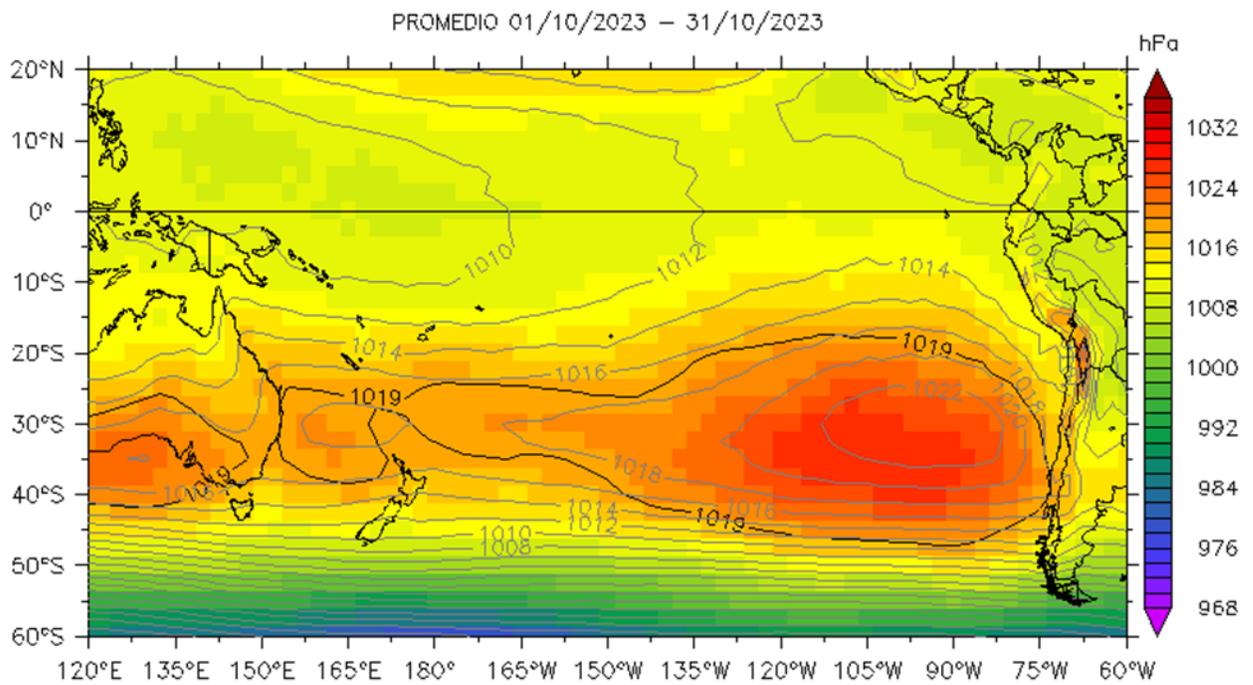


Figura 6. Anomalías del contenido de calor promediado en la capa de 0–300 m del Pacífico Ecuatorial (2°S – 2°N y 156°E - 95°W). Periodo base de 1920s-1991. Fuente TAO-TRITON/PMEL/NOAA, Procesamiento AFIOF/DGIOCC/IMARPE

a)



b)

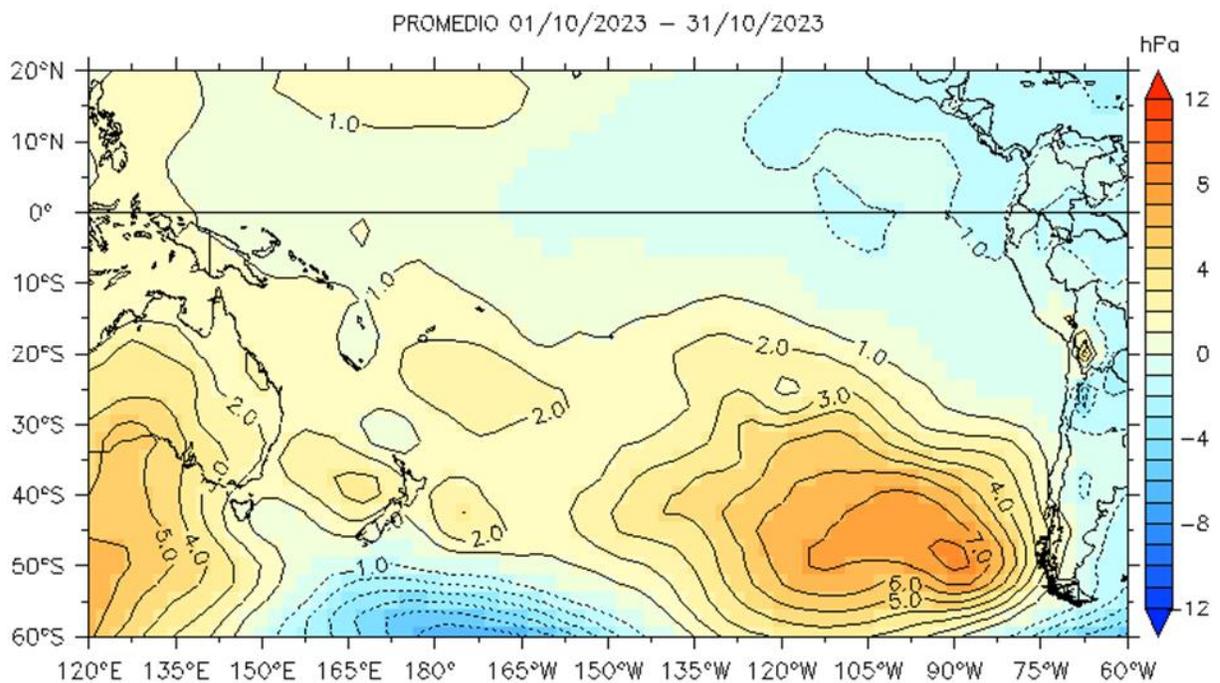


Figura 7. Presión atmosférica a nivel del mar, (a) promedio 1-31 de octubre 2023 (colores y contorno negro para la isóbara de 1019 (hPa) y climatología octubre (contornos grises), y (b) anomalías promedio 1-31 de octubre 2023. Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

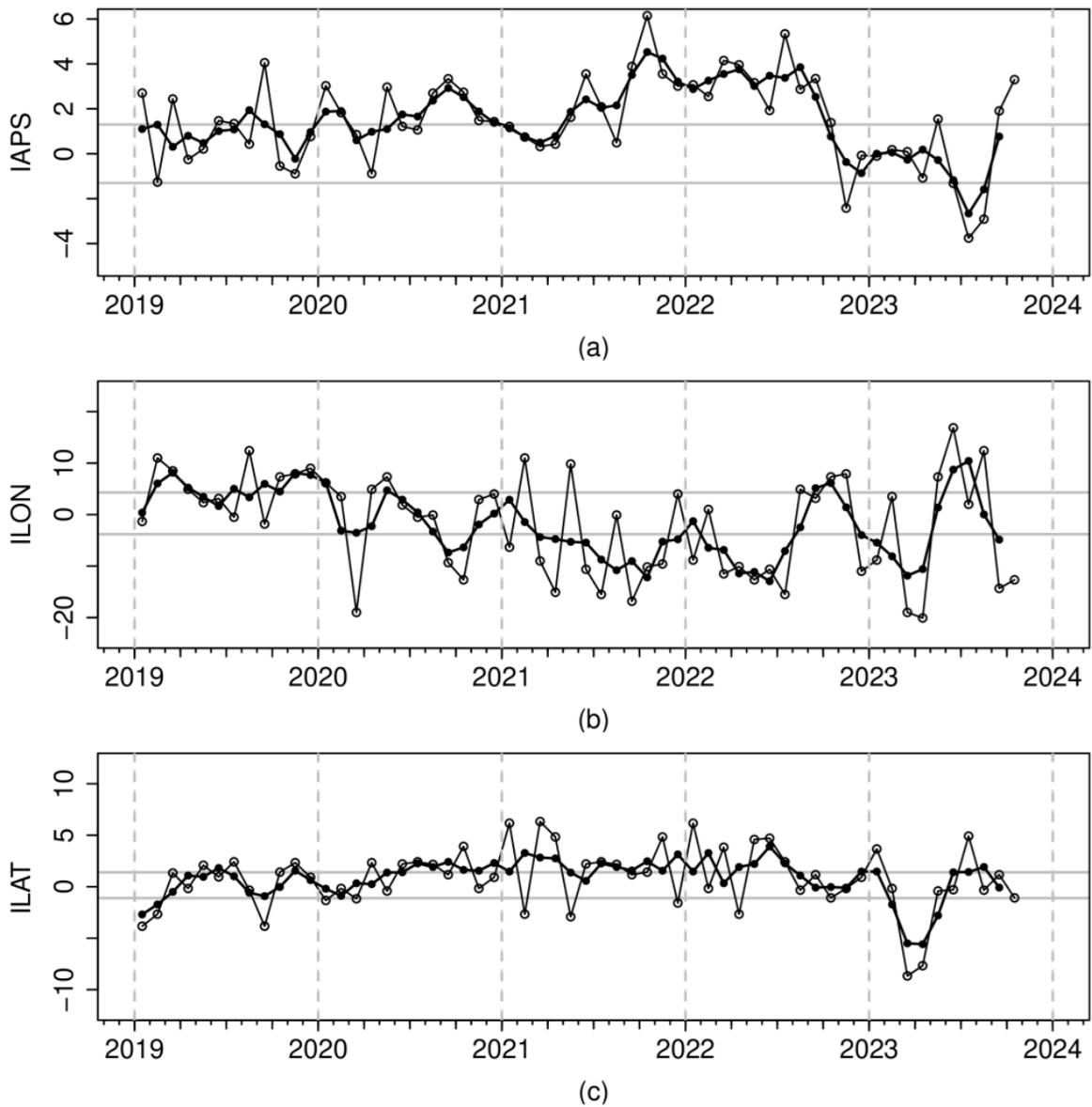


Figura 8. Variación temporal de los índices del APS: a) índice de intensidad (IAPS) e índices de posición b) longitudinal (ILON) y c) latitudinal (ILAT) hasta el trimestre ASO 2023 (círculos negros). Los círculos blancos indican las anomalías mensuales en el periodo enero 2019 – octubre 2023.

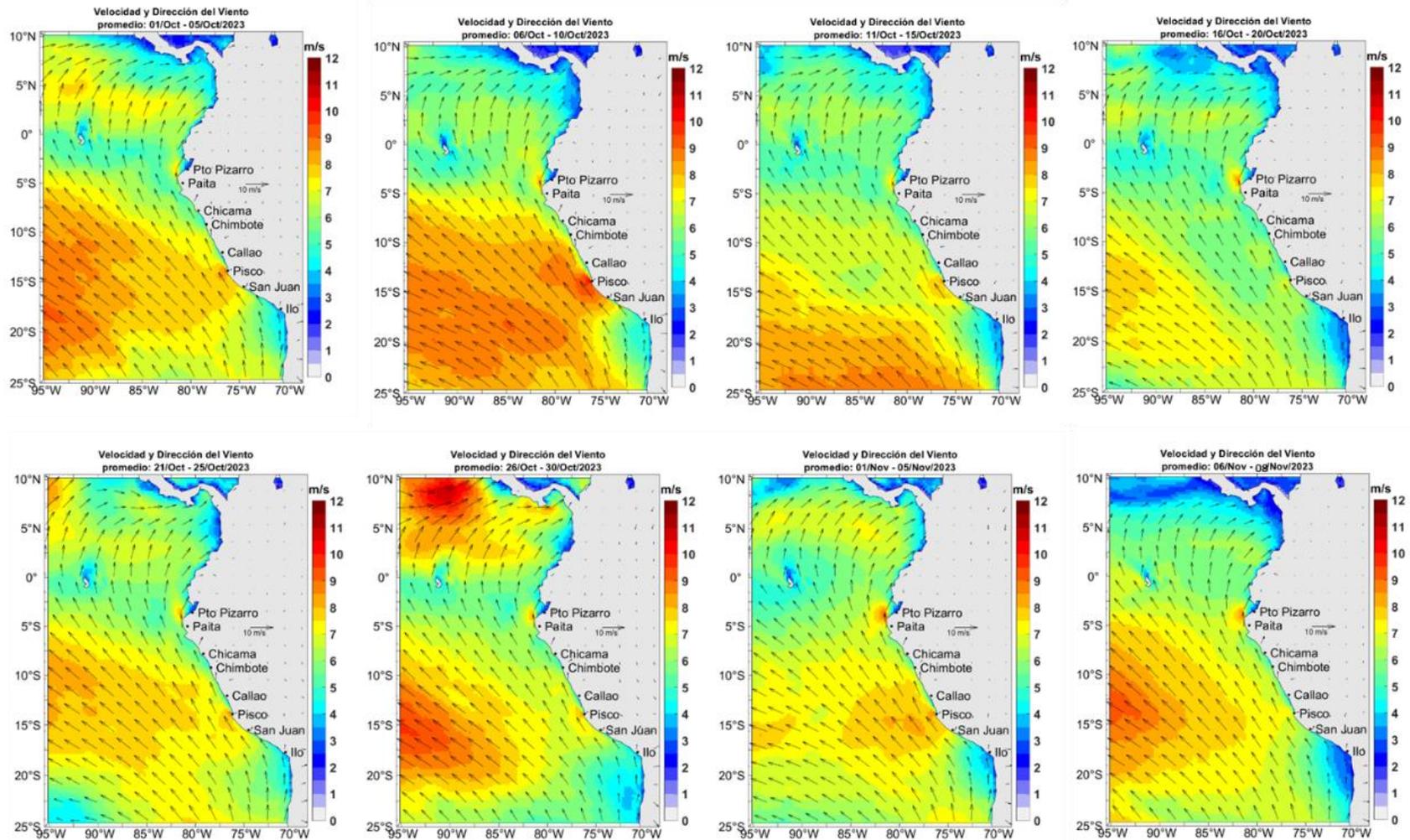


Figura 9. Mapas promedio 5 días de la velocidad del viento satelital (frente a la costa entre el norte de Panamá y la costa peruana): Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio Costero de Santa Rosa/Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE.

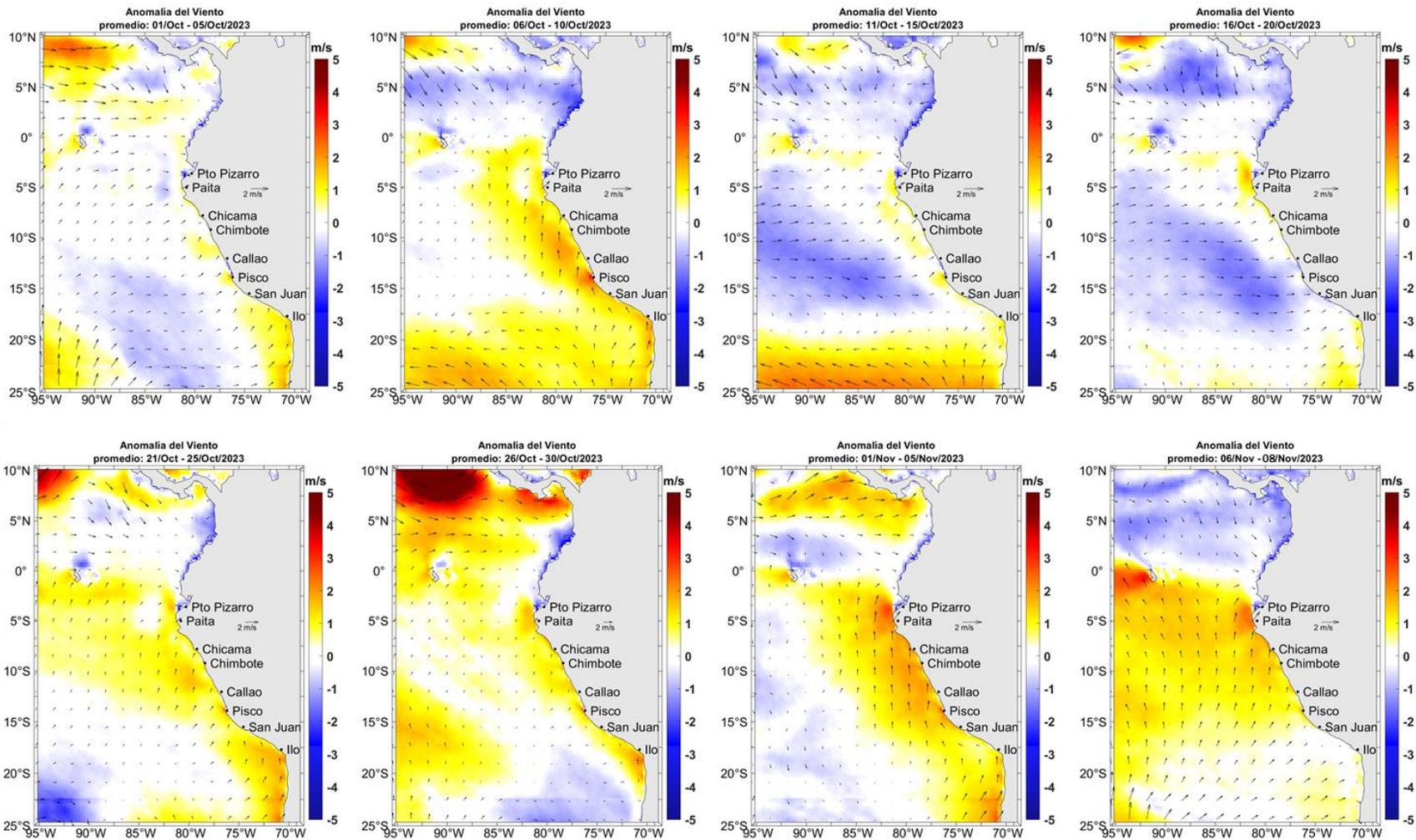
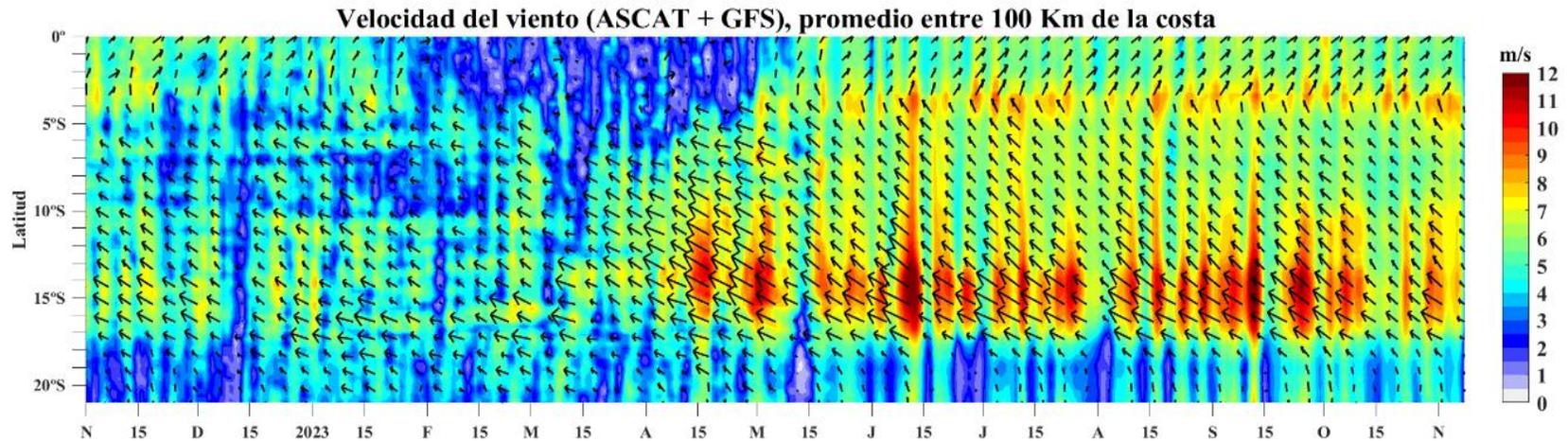


Figura 10. Mapas promedio 5 días de la anomalía de la velocidad del viento satelital (frente a la costa entre el norte de Panamá y la costa peruana): Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio Costero de Santa Rosa/Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE.

a)



b)

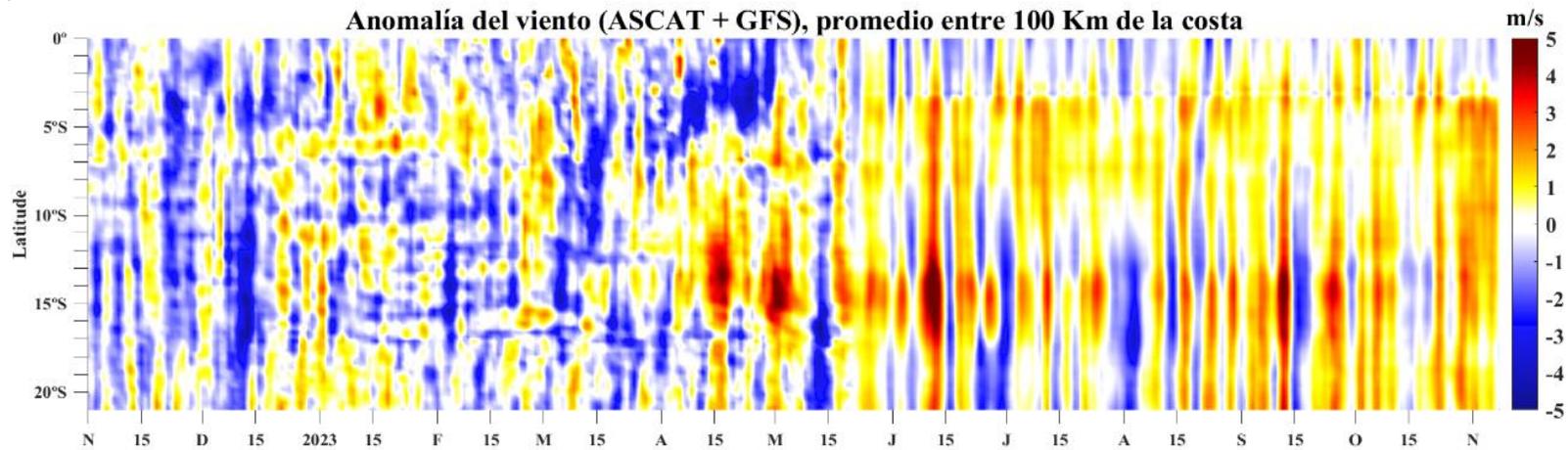


Figura 11. Viento satelital (40 Km frente a la costa del Perú): a) Velocidad del viento ( $\text{m s}^{-1}$ ), b) Anomalía de la velocidad del viento ( $\text{m s}^{-1}$ ). Fuente: Satélite ASCAT + GFS (desde 21 de mayo), Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina y Laboratorio Costero de Santa Rosa, IMARPE. Climatología 2000 – 2014. Actualizado al 8 de noviembre.

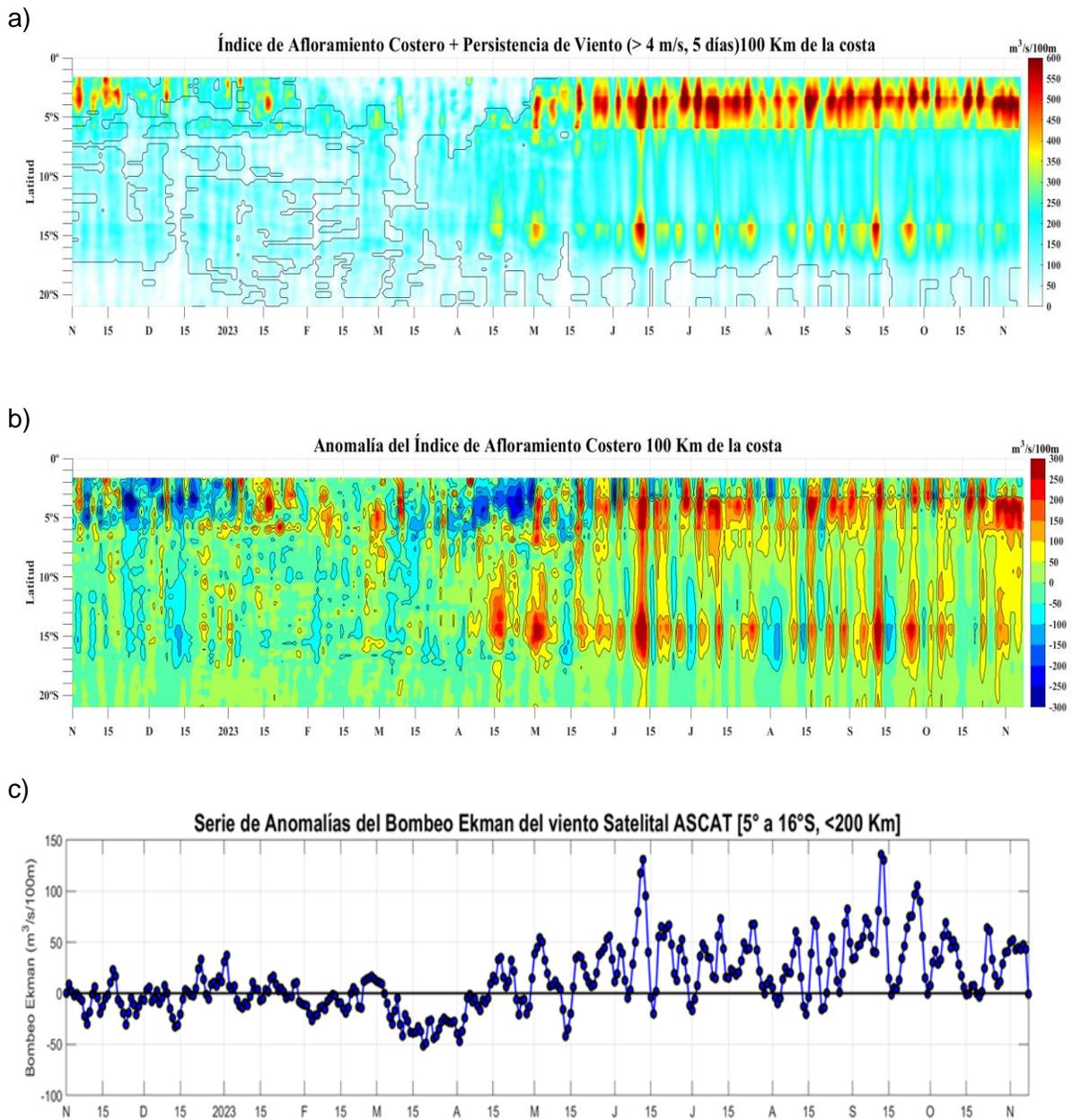
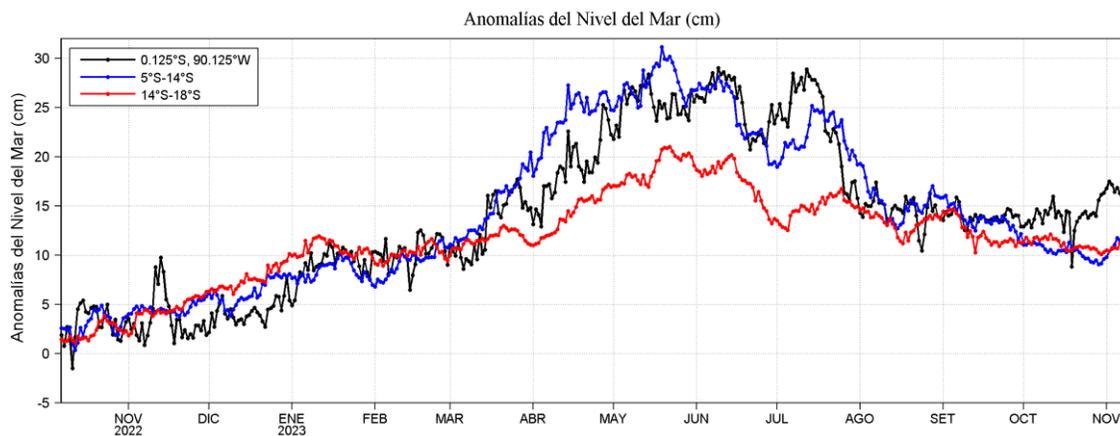


Figura 12. Índice de Afloramiento Costero (IAC), calculado a partir del viento satelital a 40 km frente a la costa del Perú: a) Índice de Afloramiento Costero - IAC ( $\text{m}^3 \text{s}^{-1} 100 \text{ m}^{-1}$ ), b) Anomalia del IAC ( $\text{m}^3 \text{s}^{-1} 100 \text{ m}^{-1}$ ) y c) Anomalías del Índice del Bombeo Ekman dentro de los 200km ( $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$ ). Fuente: Satélite ASCAT + GFS, Procesamiento: Laboratorio de Hidrofísica Marina y Laboratorio Costero de Santa Rosa, IMARPE. Climatología 2000 – 2014. Actualizado al 8 de noviembre.

a)



b)

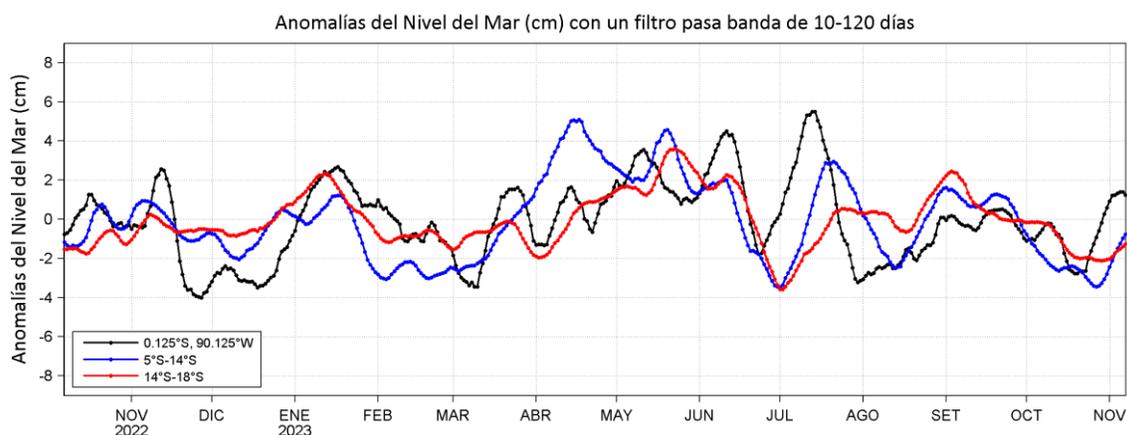
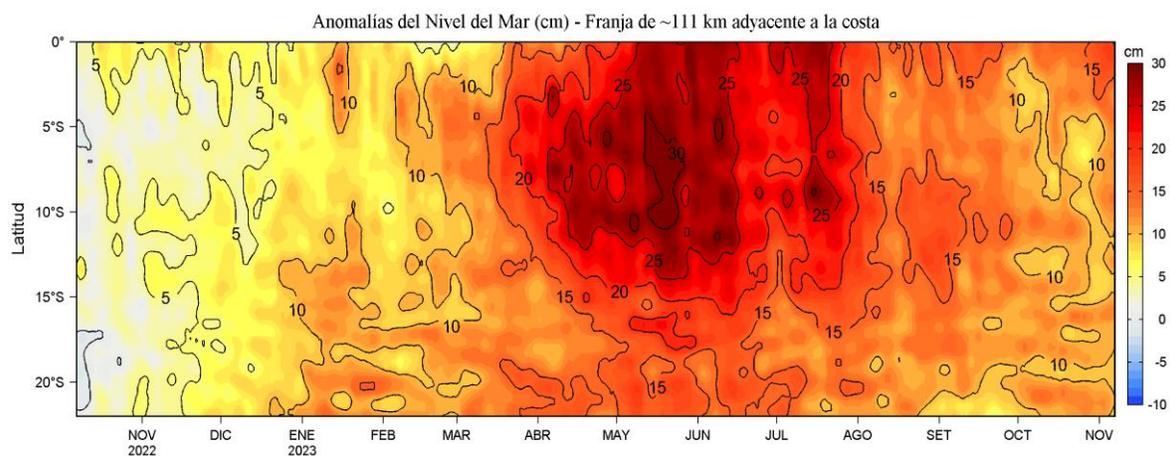


Figura 13. Variación temporal de las a) Anomalías del Nivel del Mar (cm) y b) Anomalías del Nivel del Mar (cm) con un filtro pasa banda de 10-120 días, para tres áreas promedio para los últimos trece meses al 07 de noviembre 2023: i) Área de 75 km centrada en 0,125 °S y 90,125° W, ii) Área promedio de 60 mn (~111 km) entre 5°S-14°S y iii) Área promedio de 60 mn (~111 km) entre 14°S-18°S. Fuente: CMEMS v3.0. Climatología: 1993-2012 (a) y 1993-2010 (b). Procesamiento: LHF/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

a)



b)

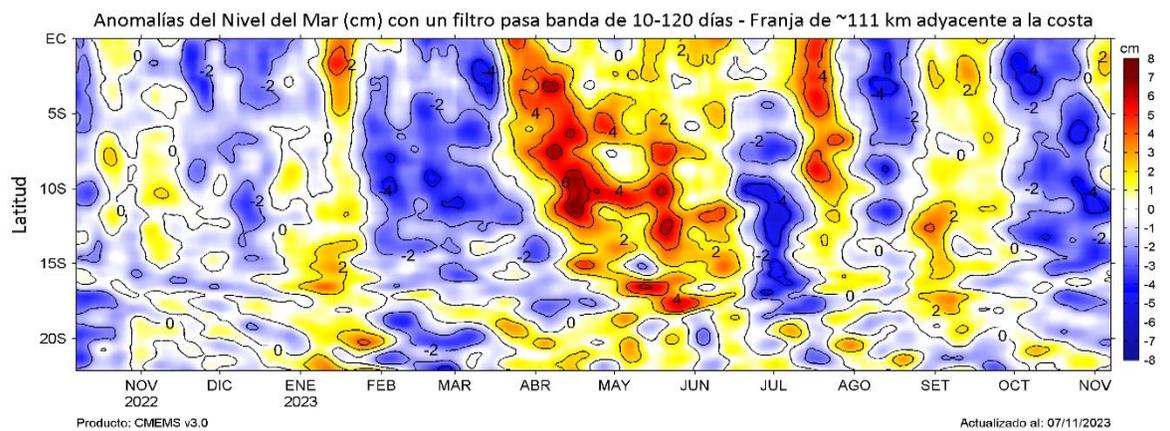


Figura 14. Evolución diaria de las anomalías del nivel del mar (cm) y b) Anomalías del nivel del mar (cm) con un filtro pasa banda de 10-120 días, para una franja de 60 mn (~111 km) adyacente al litoral peruano para los últimos trece meses al 07 de noviembre 2023. Fuente: CMEMS v3.0. Climatología: 1993-2012 para (a) y 1993-2010 para (b). Procesamiento: LHF/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

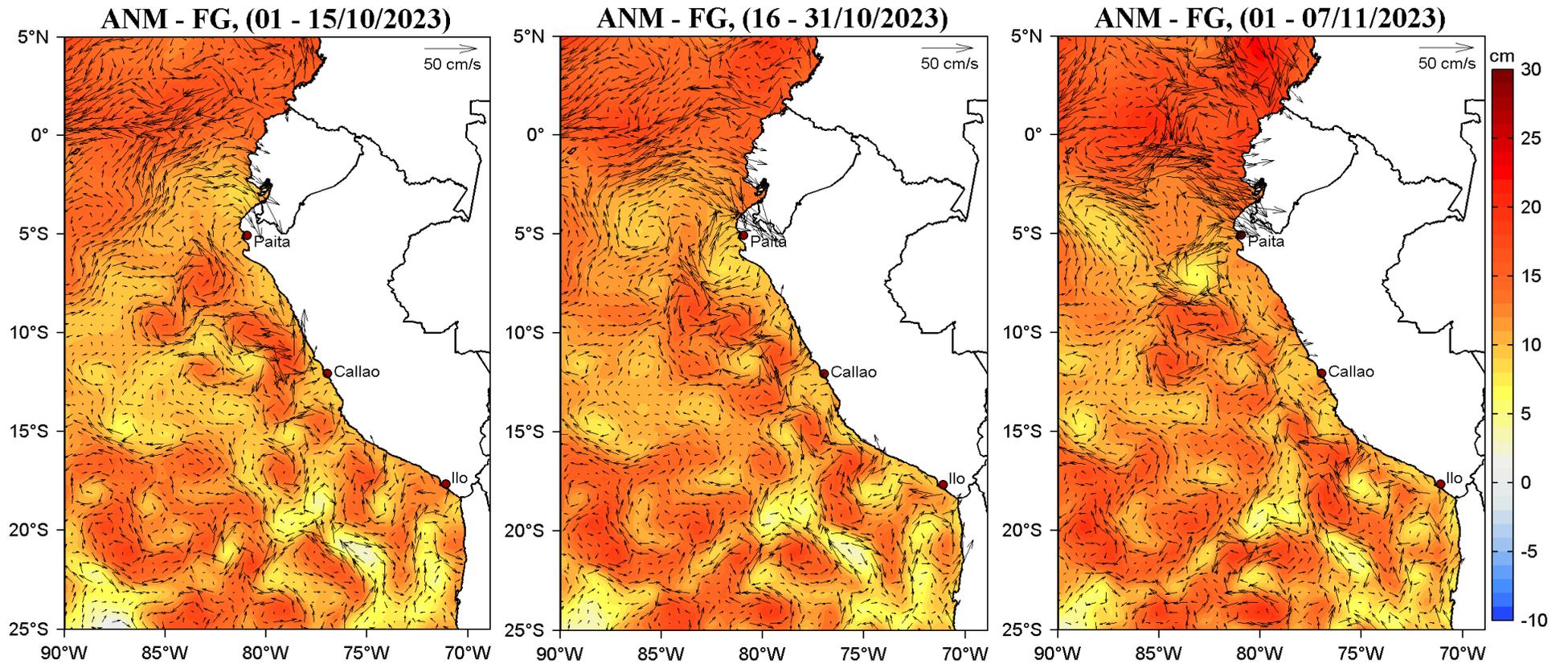


Figura 15. Distribución quincenal de las anomalías del nivel del mar (ANM, cm) y los flujos geostróficos (FG,  $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ ) en el Pacífico Sudeste durante octubre y lo que va de noviembre (01-07 de noviembre) de 2023. Fuente: CMEMS v3.0. Procesamiento: LHF/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

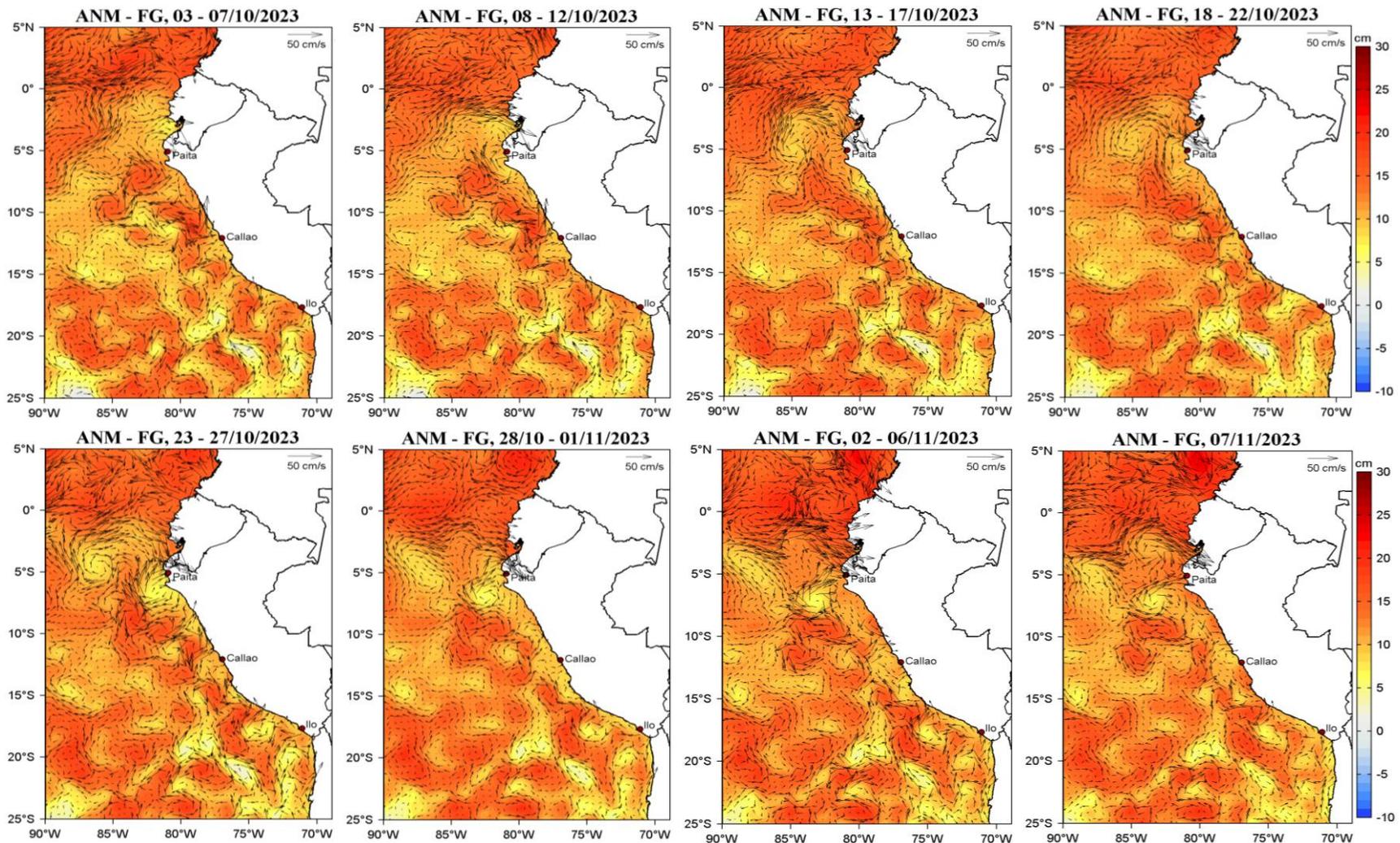


Figura 16. Distribución pentadal de las anomalías del nivel del mar (ANM, cm) y los flujos geostroficados (FG,  $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ ) en el Pacífico Sudeste durante el mes de octubre y hasta el 07 de noviembre 2023. Fuente: CMEMS v3.0. Procesamiento: LHF/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

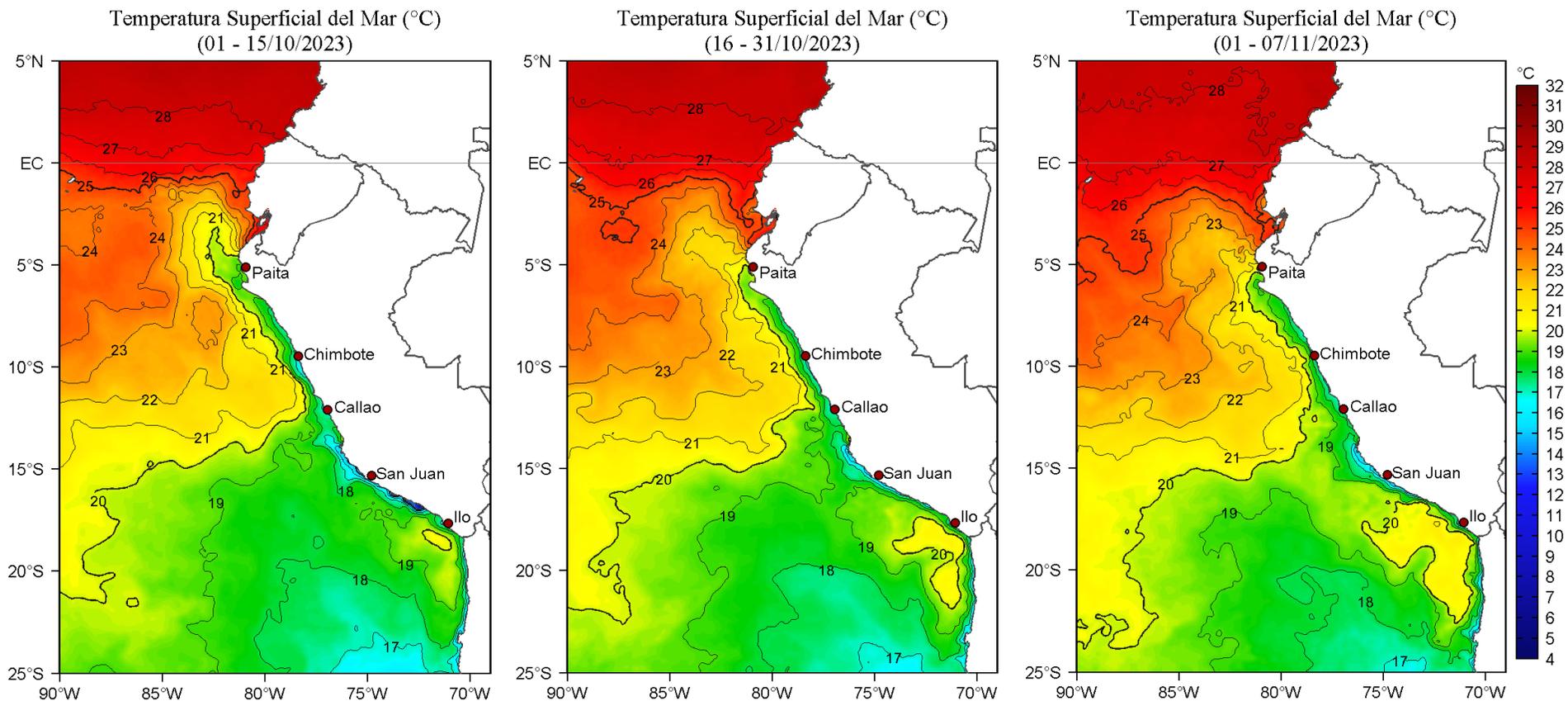


Figura 17. Distribución espacial promedio de la temperatura superficial del mar (TSM, °C) para la primera (a) y segunda (b) quincenas de octubre y del 01 al 07 de noviembre (c) del 2023. Datos: OSTIA-UKMO-L4-GLOB-v2.0 (UK Met Office, 2012; Donlon et al, 2012). La escala de color de la TSM se presenta a la derecha. Procesamiento: LHFM/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

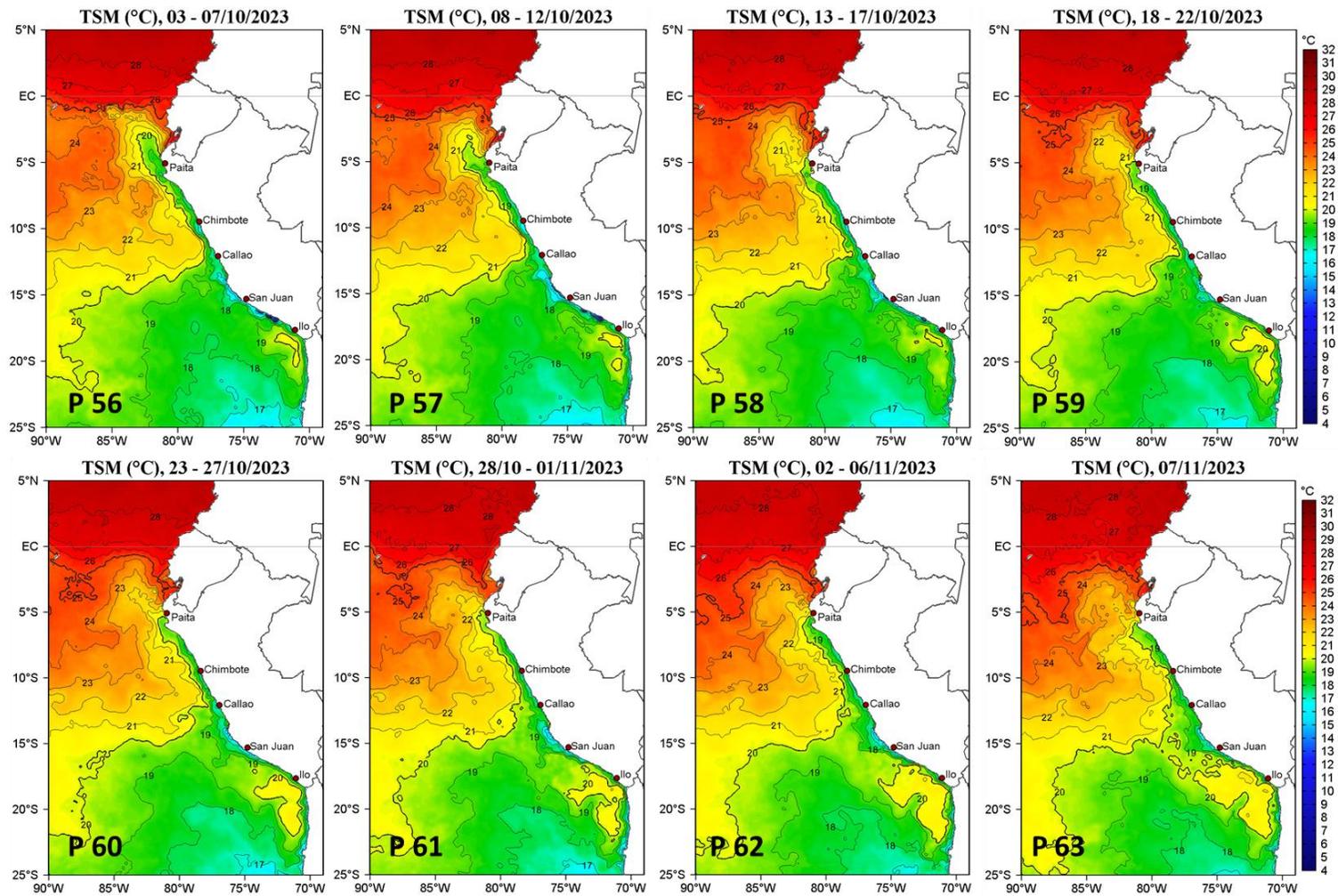


Figura 18. Distribución espacial promedio pentadal de la temperatura superficial del mar (TSM, °C) para los meses de octubre al 07 de noviembre del 2023 en el océano Pacífico tropical oriental. Datos: OSTIA-UKMO-L4-GLOB-v2.0 (UK Met Office, 2012; Donlon et al, 2012). La escala de colores se presenta a la derecha.

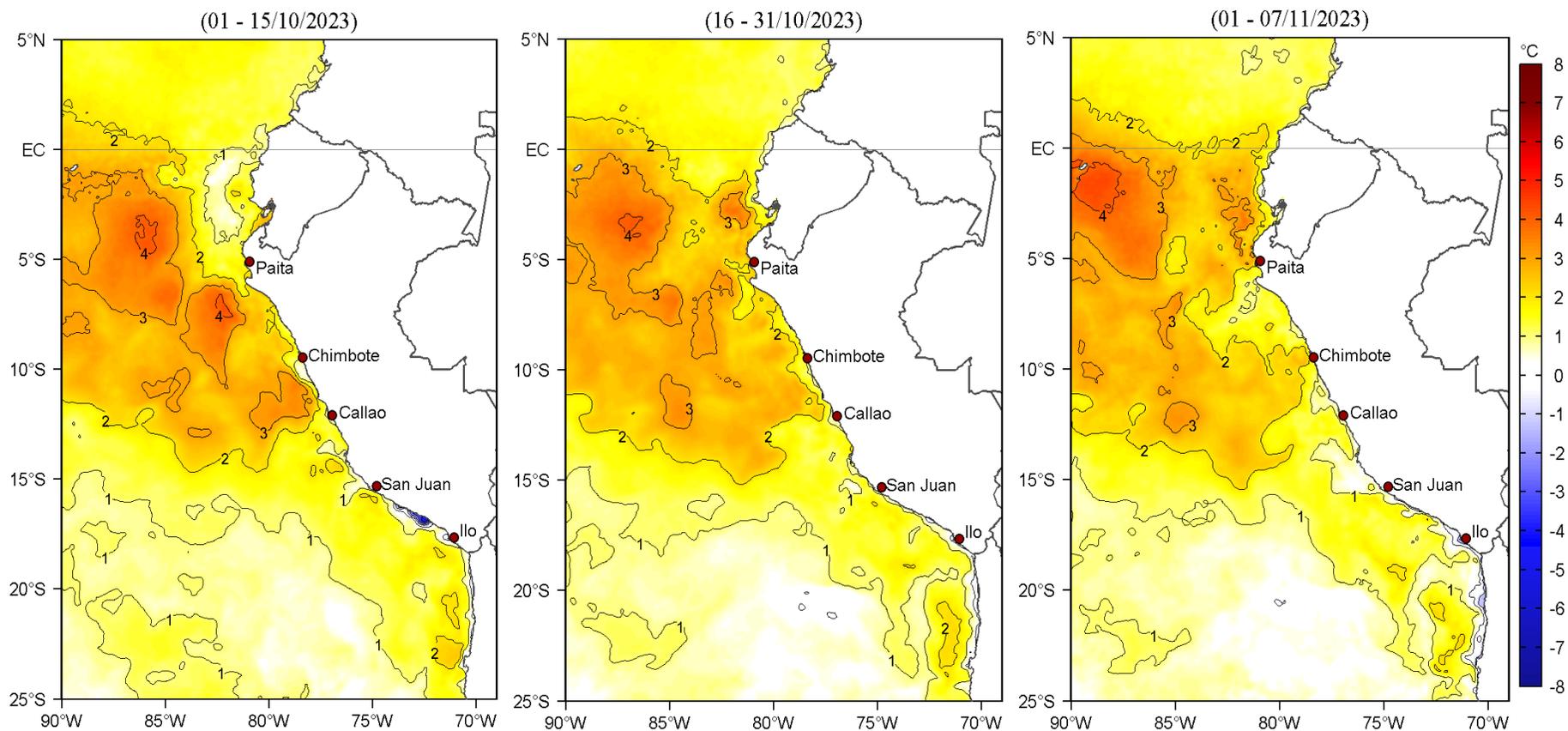


Figura 19. Distribución espacial promedio mensual de las anomalías de la temperatura superficial del mar (ATSM, °C) para la primera (a) y segunda (b) quincenas de octubre y del 01 al 07 de noviembre (c) del 2023 en el océano Pacífico tropical oriental. Datos: OSTIA-UKMO-L4-GLOB-v2.0 (UK Met Office, 2012; Donlon et al, 2012). Climatología: 1991-2020. Las escalas de colores de la TSM como de la ATSM se presentan a la derecha de cada gráfico. Procesamiento: LHFM/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

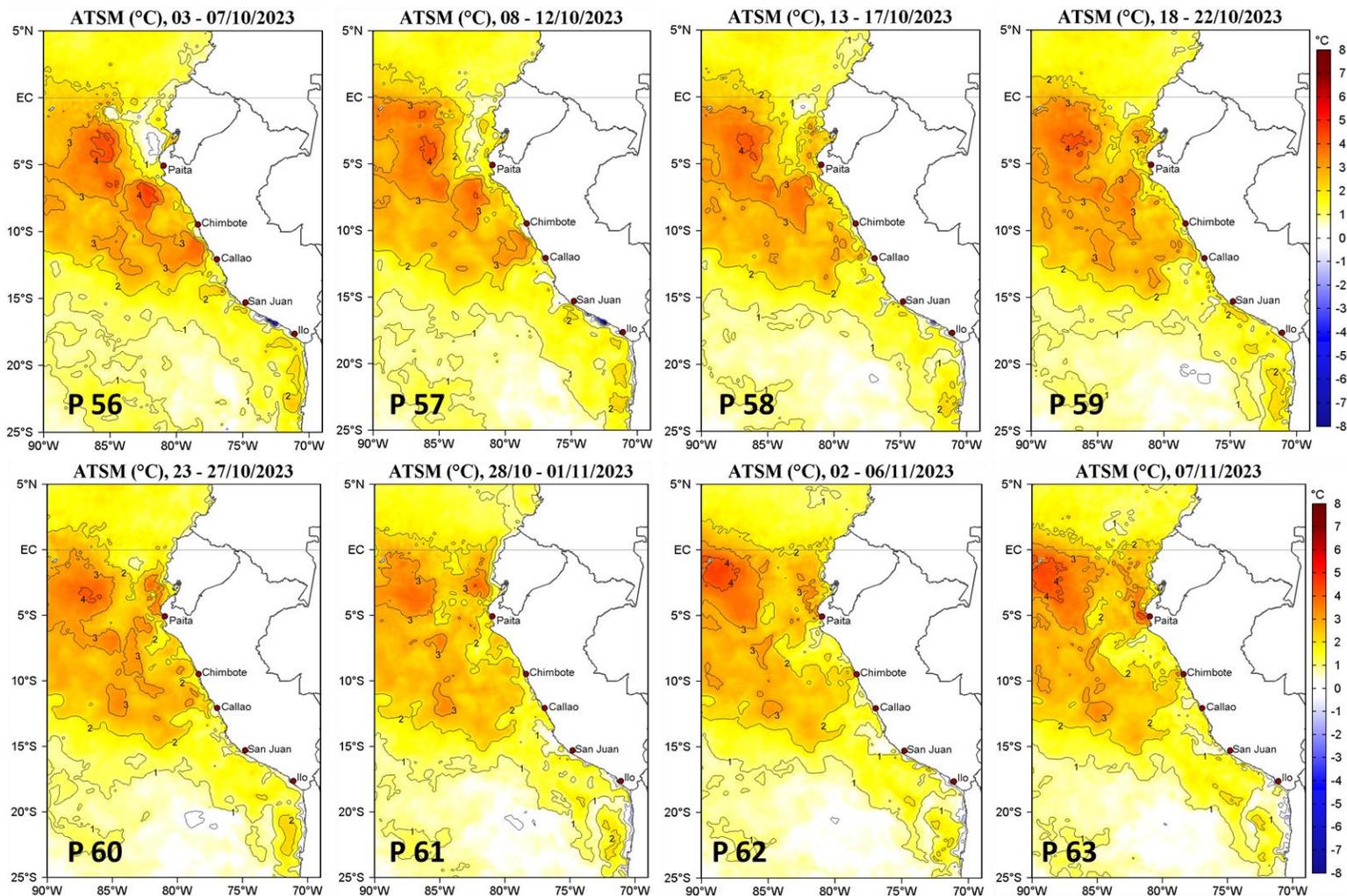


Figura 20. Distribución espacial promedio pentadal de las anomalías de temperatura superficial del mar (ATSM, °C) para los meses de octubre al 07 de noviembre del 2023. Datos: OSTIA-UKMO-L4-GLOB-v2.0 (UK Met Office, 2012; Donlon et al, 2012). Climatología: 1991-2020. La escala de colores se presenta en el margen derecho.

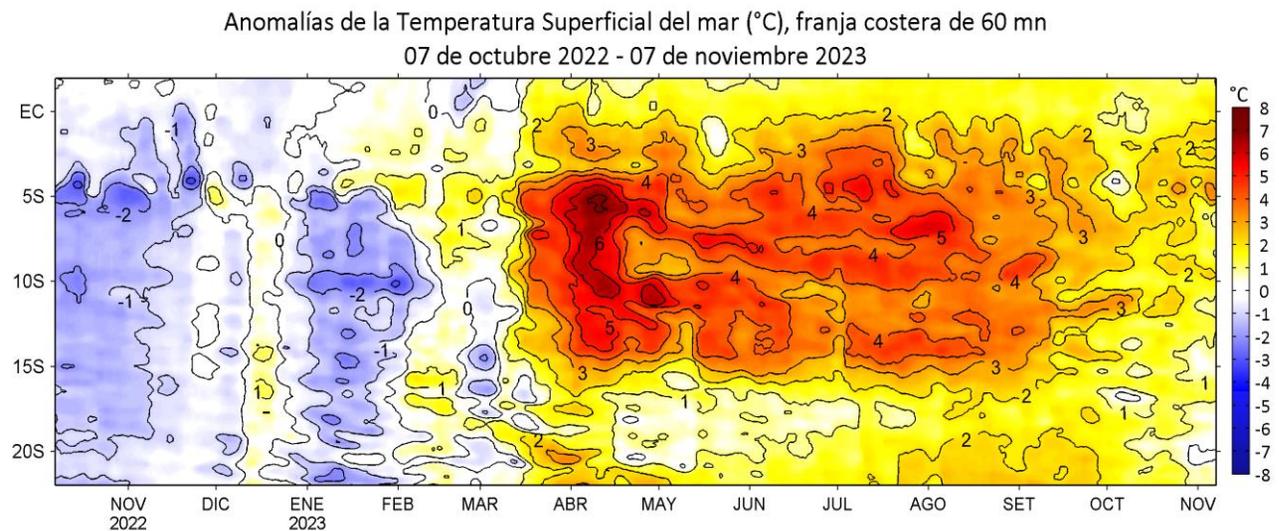
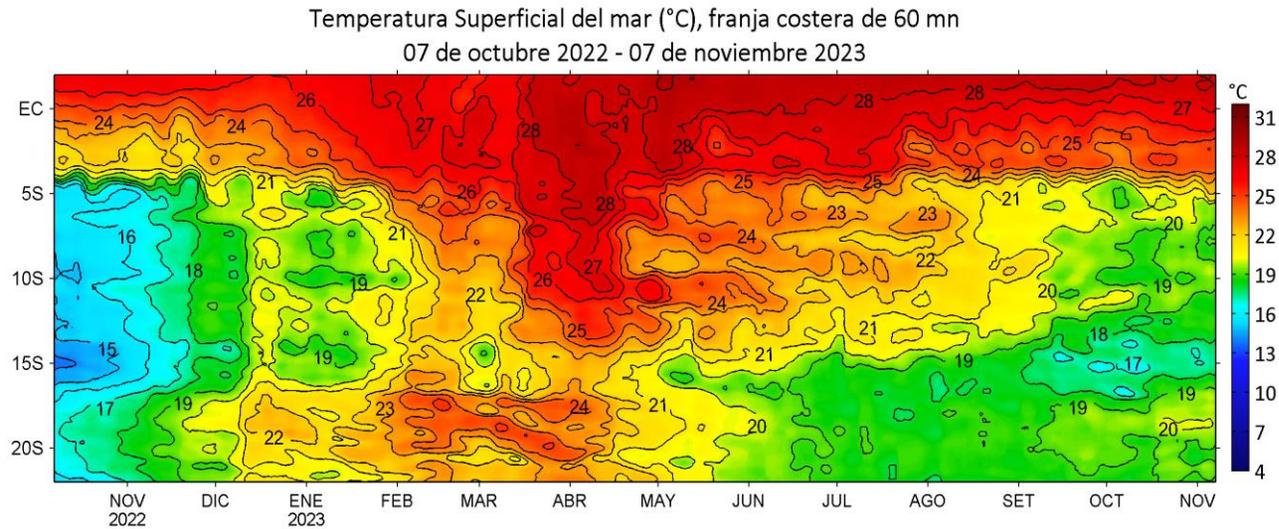


Figura 21. Diagrama Hovmöller de la TSM (°C) y ATSM (°C) para una franja de 60 mn (~111 km) adyacente al litoral del 07 de octubre al 07 de noviembre del 2023. Fuente: OSTIA, Climatología: 1991-2020.

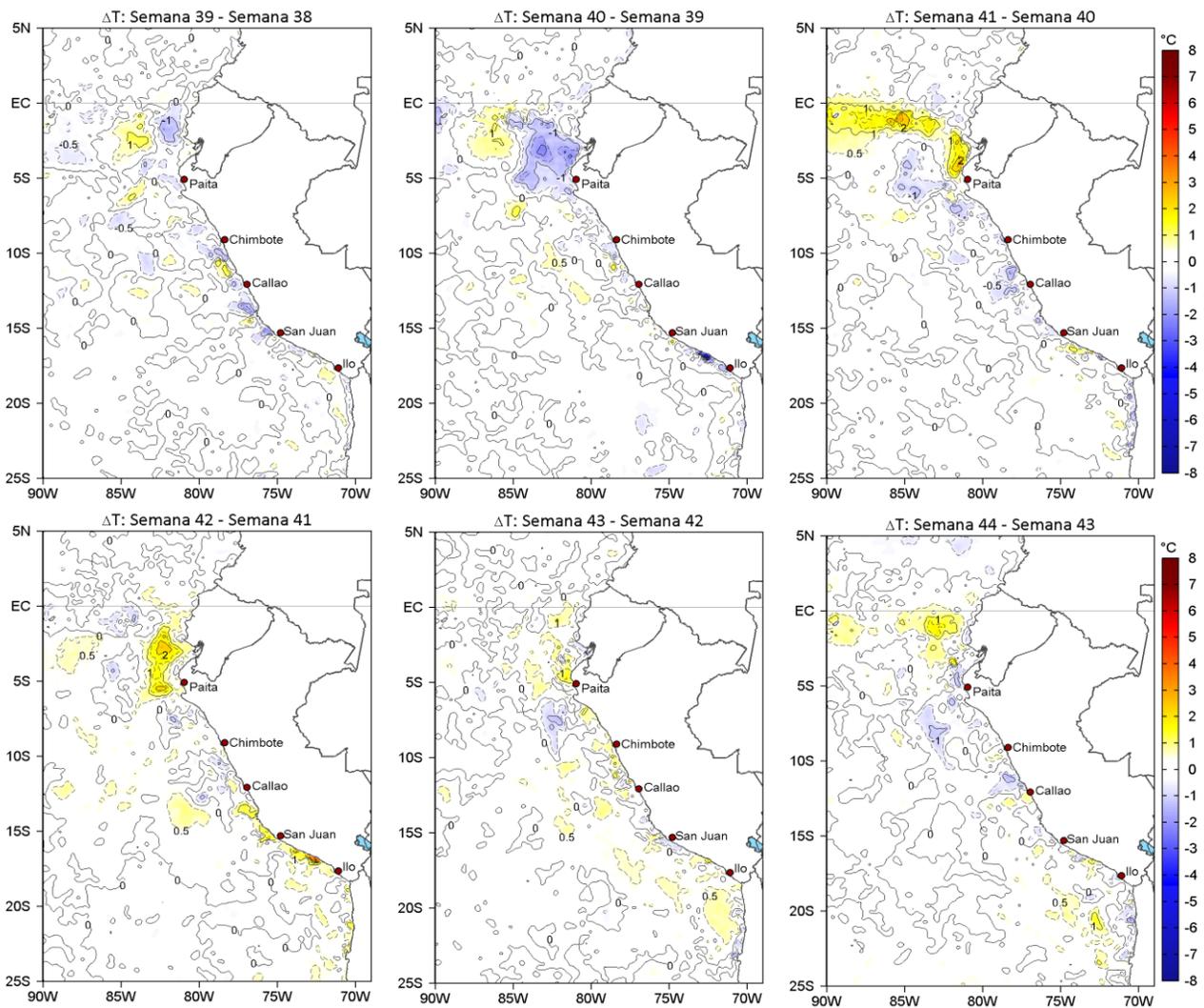


Figura 22. Cambio semanal de la temperatura superficial del mar (TSM, °C). Fuente: OSTIA. Semanas 38 (16-22 de setiembre); 39 (23-29 de setiembre), 40 (30 de setiembre-06 de octubre), 41 (08-14 de octubre), 42 (15-21 de octubre), 43 (22-28 de octubre) y 44 (29 de octubre-04 de noviembre) del 2023.

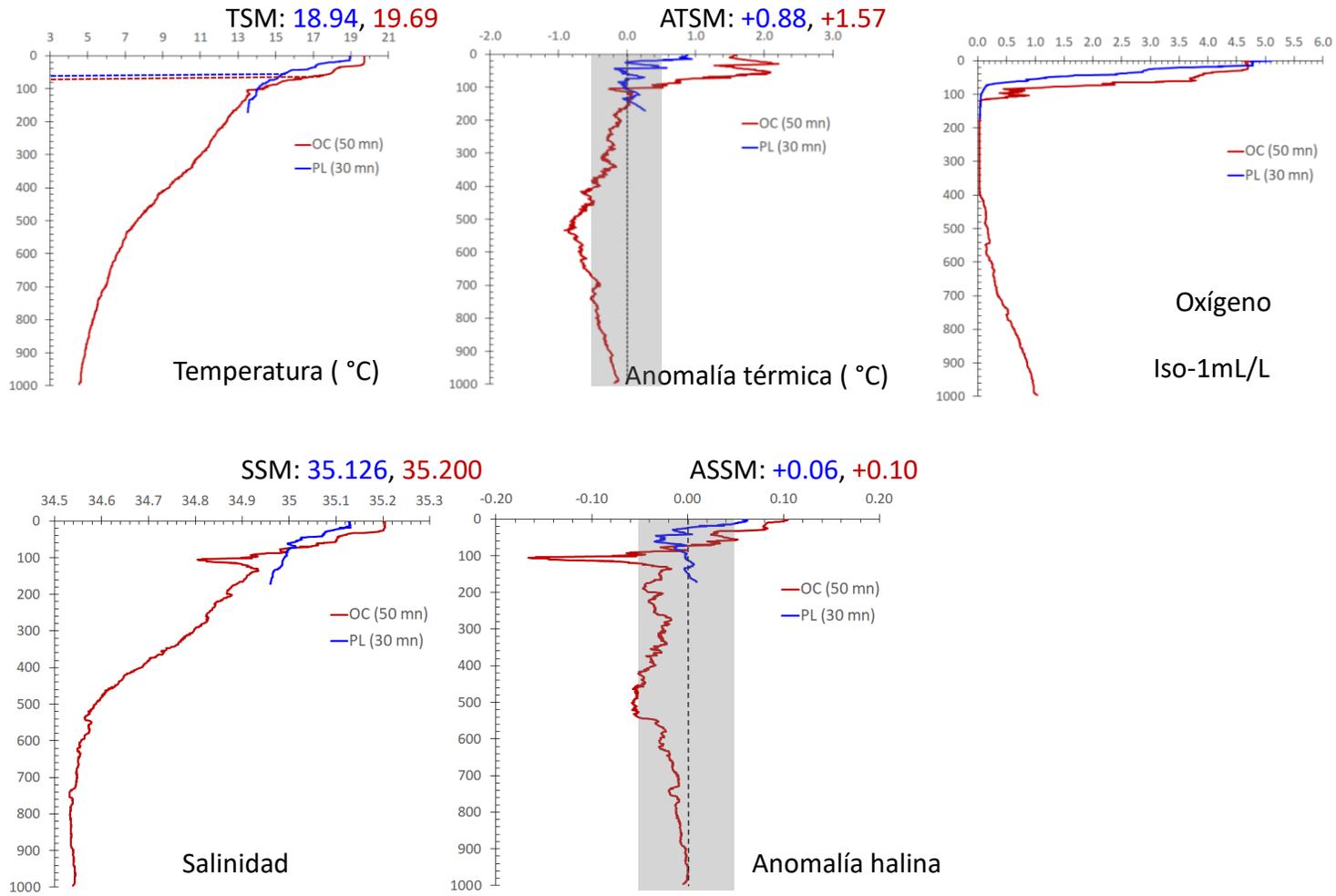


Figura 23. Perfiles de temperatura, anomalía de la temperatura, salinidad, anomalía de la salinidad y oxígeno. Registrados por el crucero “Mesopelagic biodiversity and biogeography of the Humboldt Current LME” a bordo del BAP Carrasco, dep 31 de octubre al 1 de noviembre 2023, Callao.

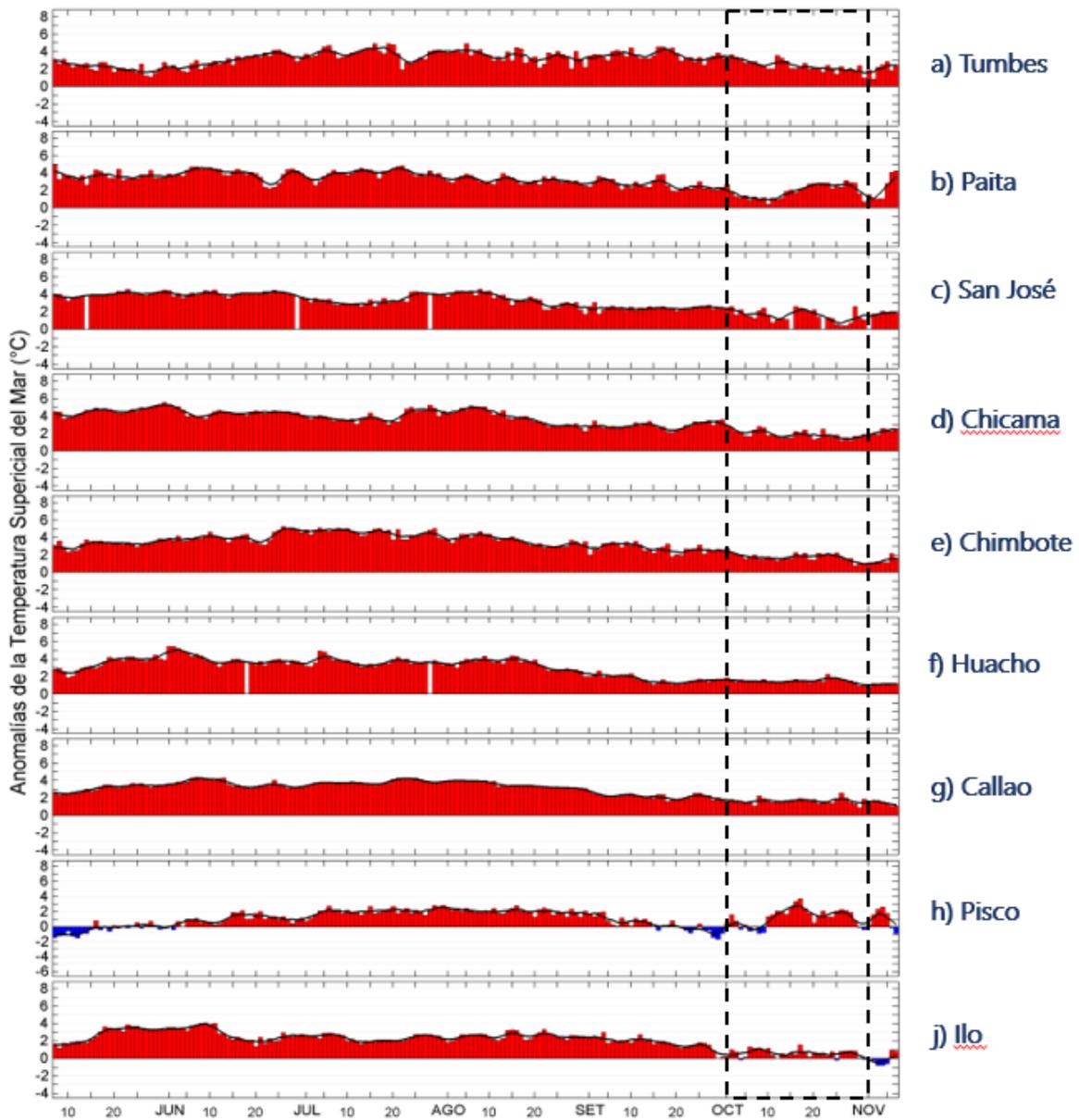


Figura 24. Series de tiempo de las anomalías de la temperatura superficial del mar (ATSM, °C) en las estaciones costeras del IMARPE de mayo al 08 de noviembre del 2023. Fuente: IMARPE.

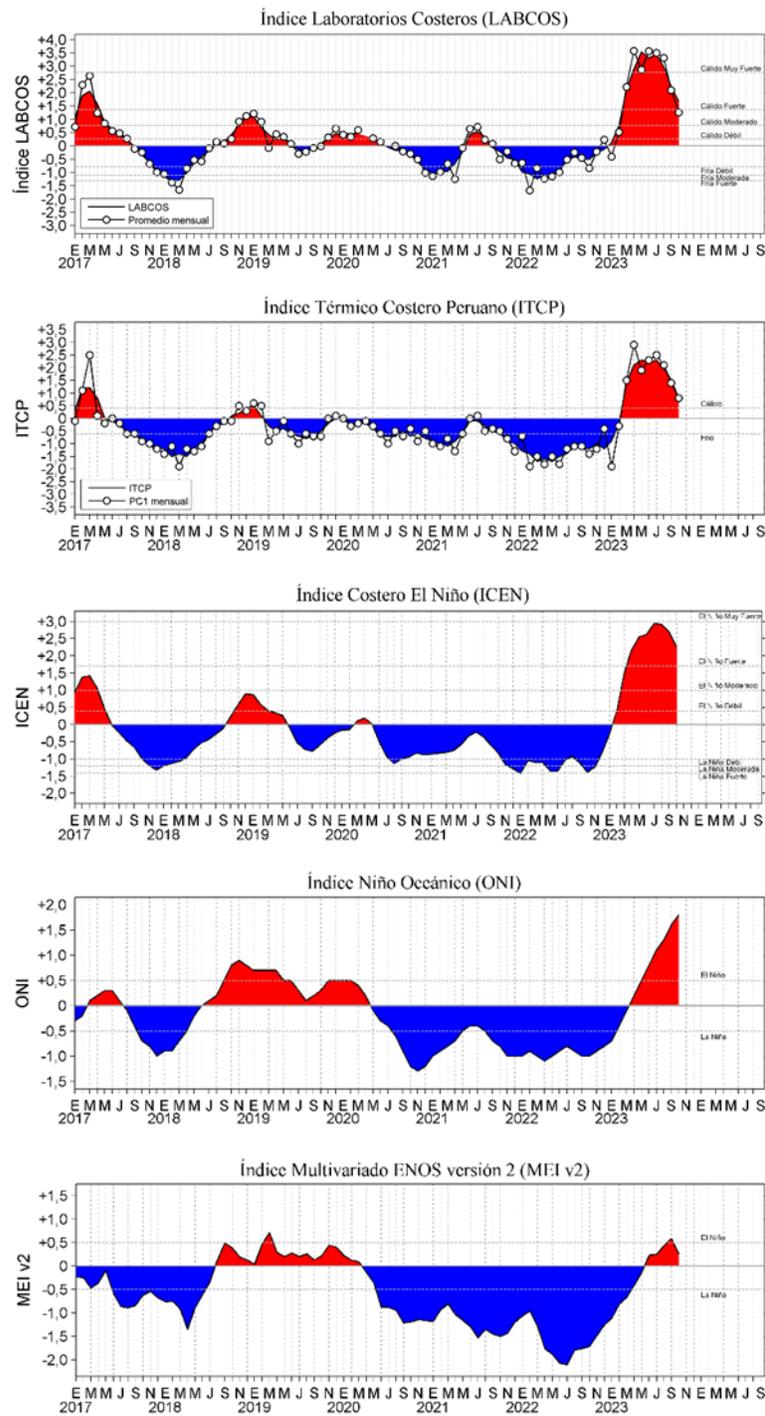


Figura 25. Series de tiempo de: a) Índice LABCOS (Quispe y Vásquez, 2015), b) Índice Térmico Costero Peruano (ITCP; Quispe et al., 2016), c) Índice Costero El Niño (ICEN; Takahashi et al., 2014), d) Índice Niño Oceánico (ONI; Huang et al., 2017) y e) Índice Multivariado de ENOS (MEI v2; Wolter y Timlin (1993, 1998 y 2011) y Kobayashi et al., 2015) del año 2017 al 2023.

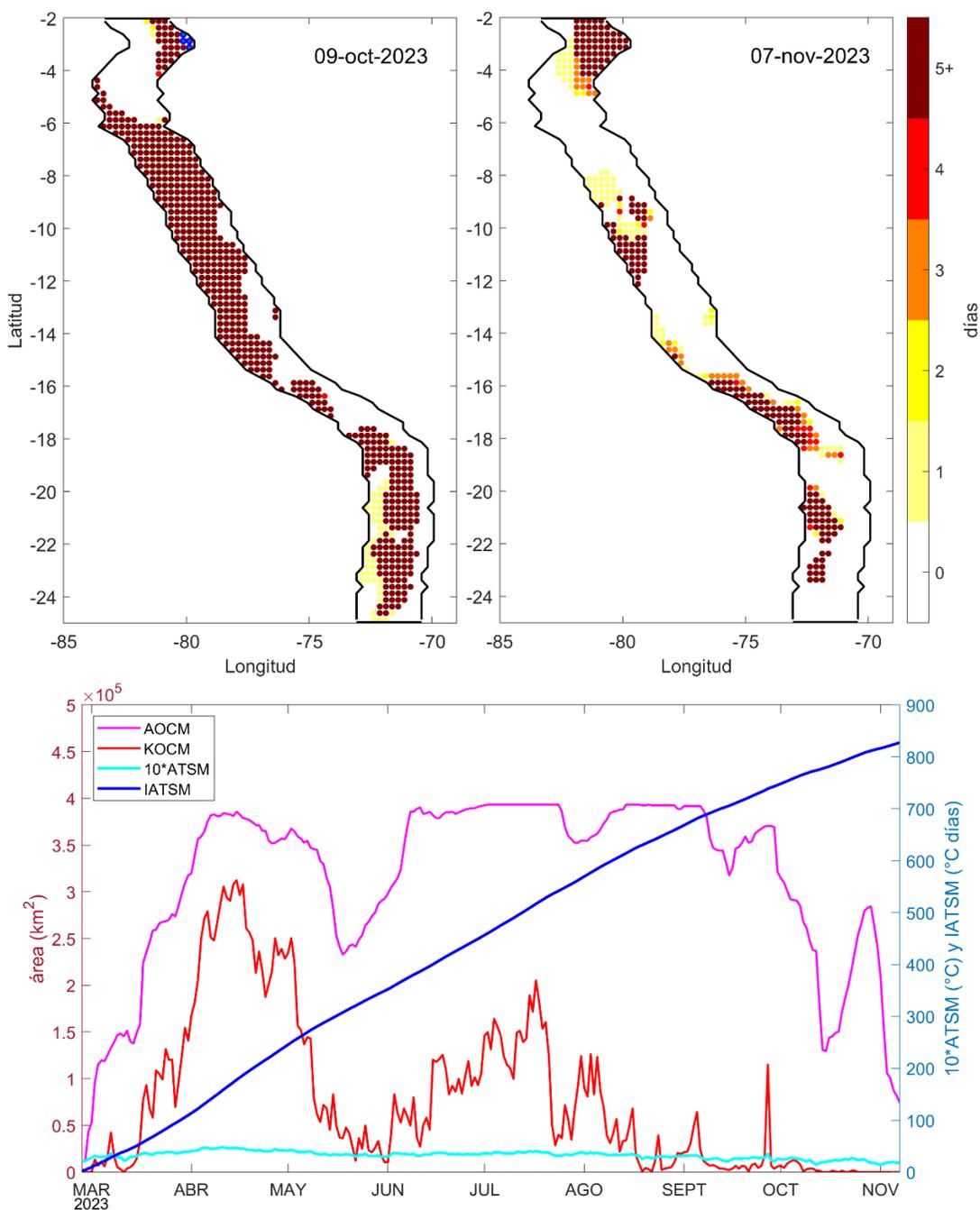


Figura 26. Extensión de la ola de calor marina (OCM) dentro de la franja de 150 millas entre 2 y 15° S frente a la costa el 9 de octubre (a) y el 7 de noviembre del 2023 (b); la escala de color indica el número de días en los cuales la TSM superó el percentil 90 de los datos diarios históricos, usando el período 1982-2011 como referencia (Pietri et al., 2021); c) Series de tiempo de indicadores de la OCM para la zona entre los 2 y 15° S y dentro de las 150 mn: área de la OCM (AOCM,  $\text{Km}^2$ ); área de la OCM donde la ATSM  $> +4$  °C (KOCM,  $\text{Km}^2$ ); anomalía diaria de la TSM; y anomalía integrada (IATSM;  $^{\circ}\text{C}$  x días). Fuente: OISST 2.1; procesamiento: IMARPE.

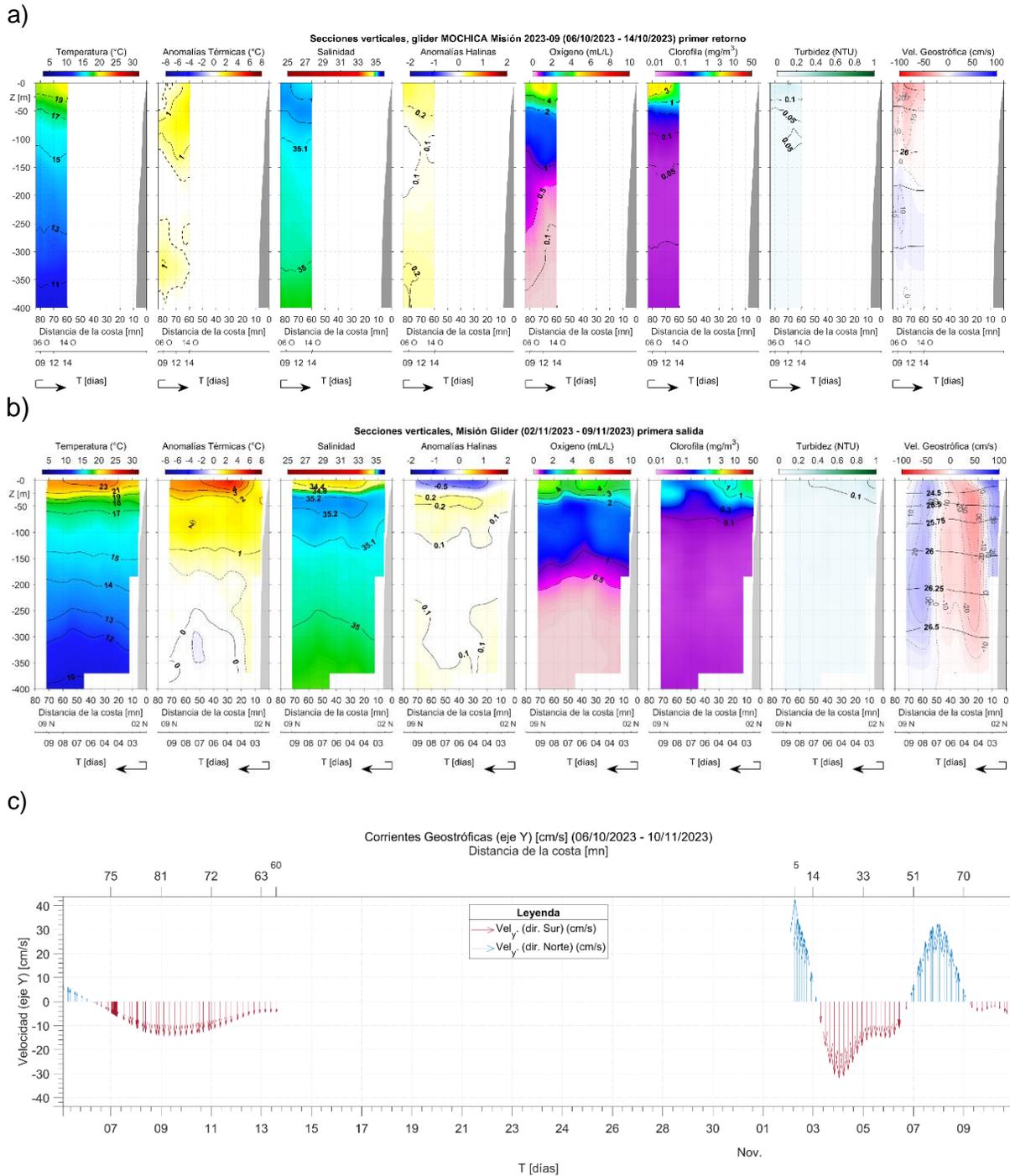


Figura 27. Secciones verticales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), anomalías térmicas ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad, anomalías halinas, oxígeno ( $\text{mL L}^{-1}$ ), clorofila ( $\text{mg m}^{-3}$ ), turbidez (NTU) y corrientes geostróficas ( $\text{cm s}^{-1}$ ), registrados frente a Negritos por: a) Glider Mochica entre el 06-10 octubre 2023 en el tramo de retorno a costa; b) Glider Nazca entre el 02-09 noviembre en el tramo de salida hacia zonas oceánicas; c) Corrientes geostróficas ( $\text{cm s}^{-1}$ ) integradas registradas entre el 06 octubre al 09 noviembre por los gliders Mochica y Nazca frente a Negritos-Talara.

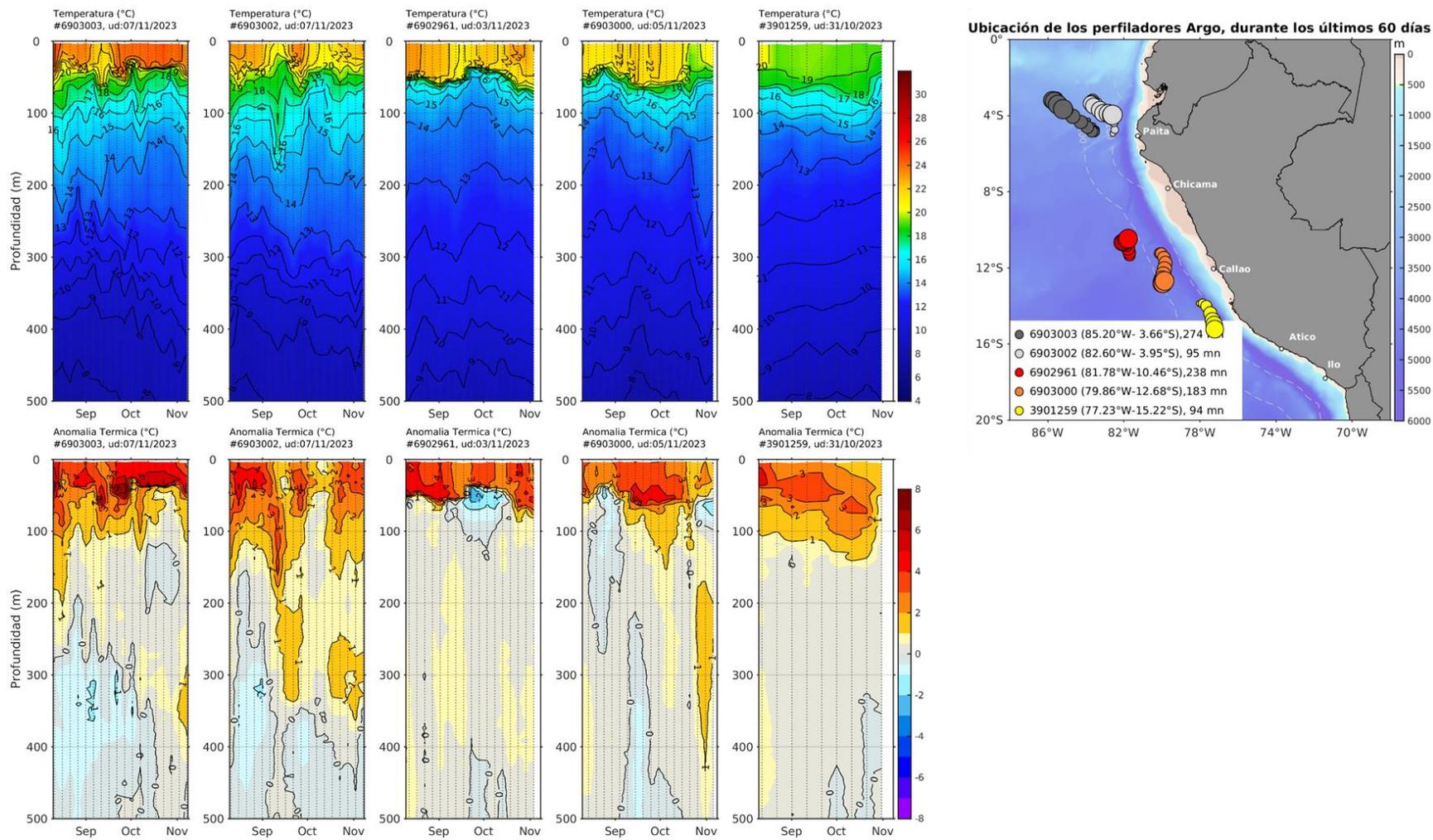
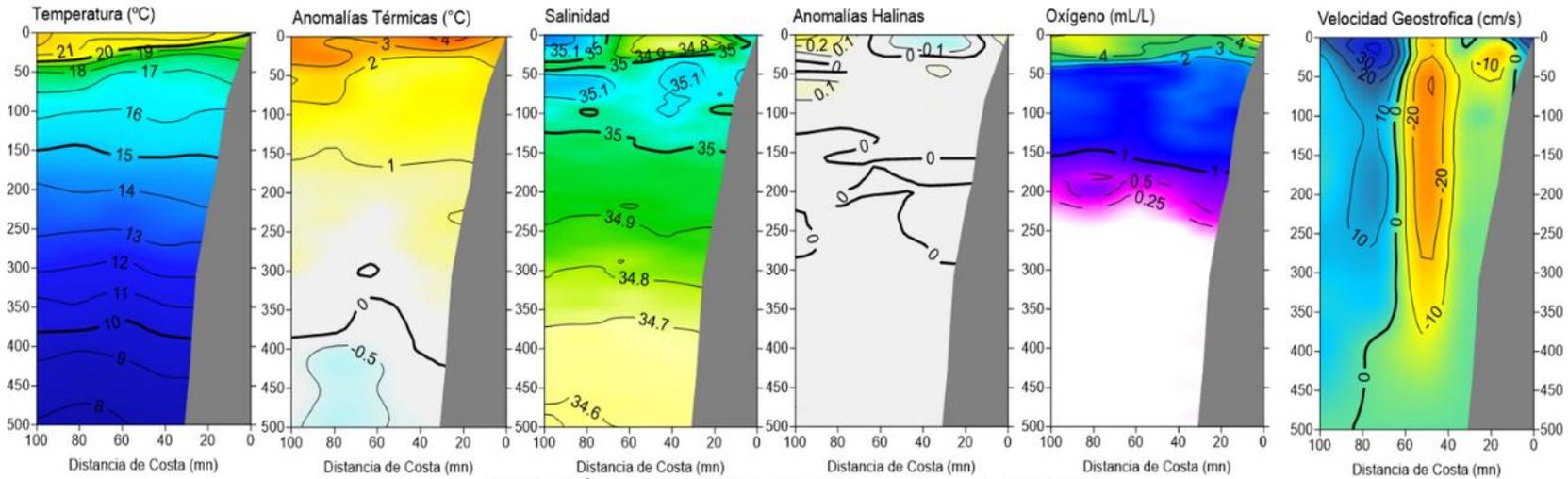


Figura 28. Evolución de la anomalía de la temperatura del agua de mar en flotadores Argo en la zona costera (dentro de las 200 mn) y ubicación de sus últimas posiciones (setiembre-octubre). Climatología: 1991-2020. Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

### SECCIÓN PAITA (23-24 de octubre del 2023)



### SECCIÓN CHICAMA (21-22 octubre del 2023)

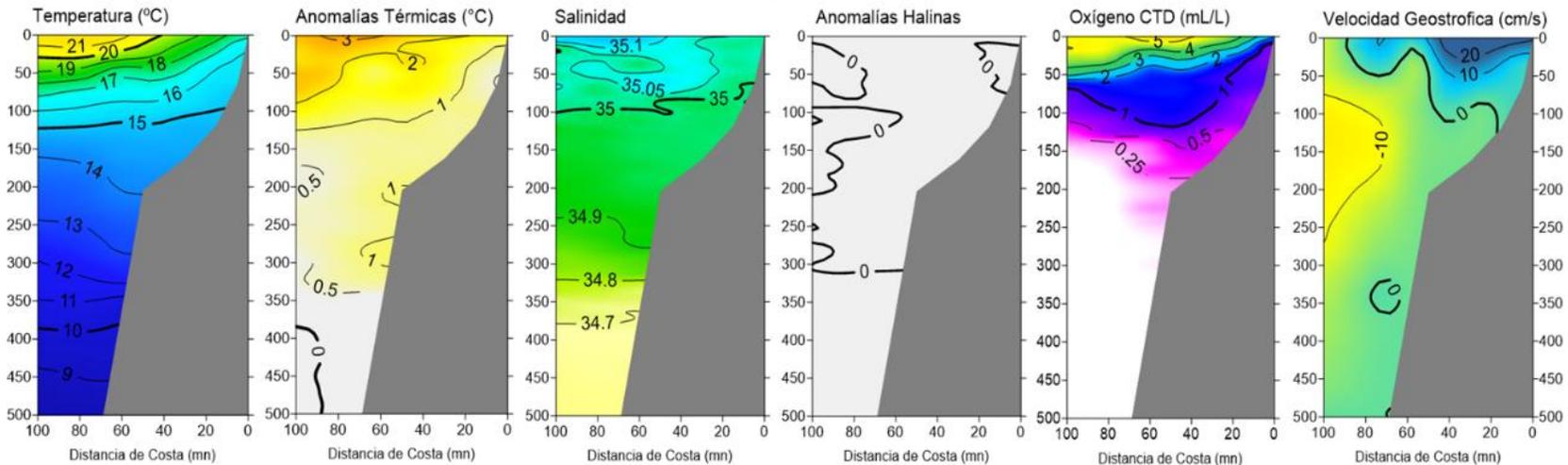


Figura 29. Secciones Costas oceanográficas de temperatura, anomalía térmica, salinidad, anomalía halina, y oxígeno disuelto, realizadas frente a Paíta y Chicama, dentro de las 100 mn, entre el 21 y 24 de octubre de 2023. Climatología: 1991-2020 (Domínguez et al., 2023).

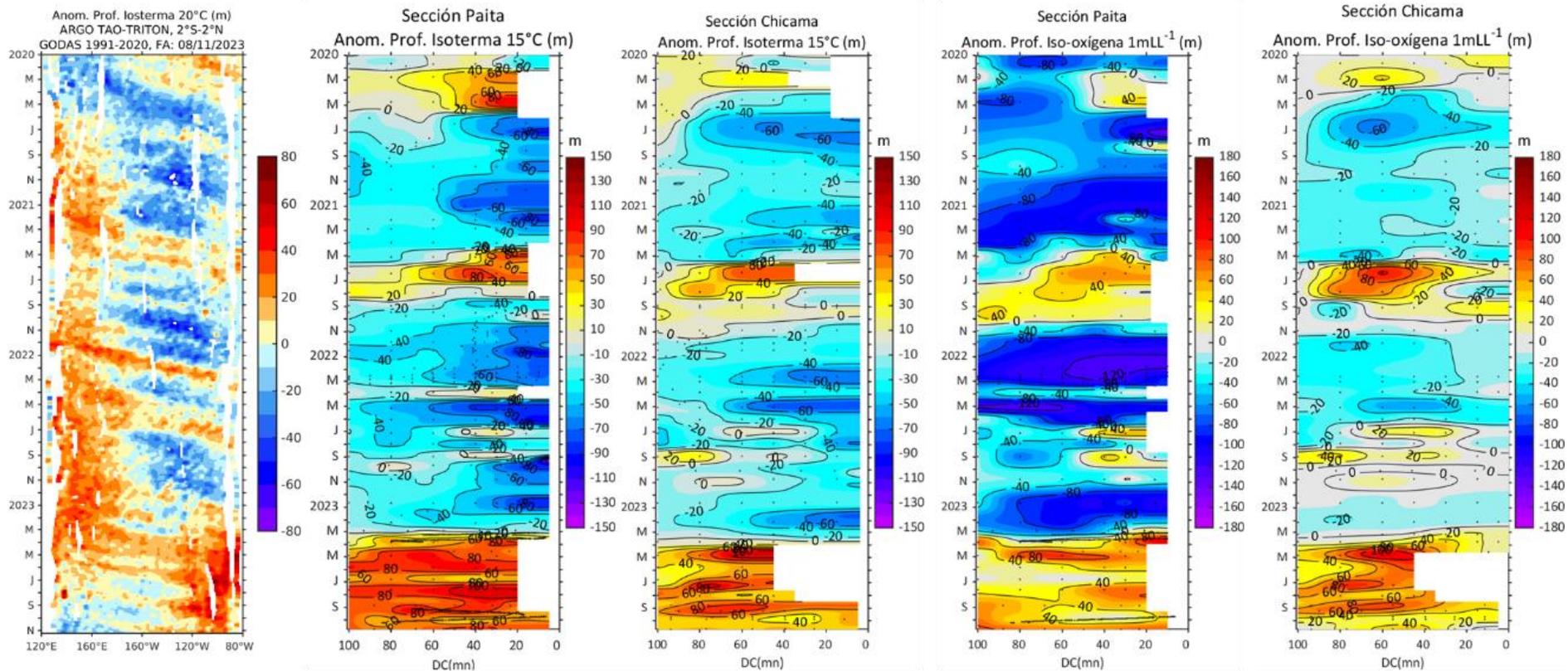


Figura 30. Anomalia de la profundidad de la isoterma de 20 en el Pacífico ecuatorial (ARGO/ TAO Triton) y anomalías de la profundidad de la isoterma de 15 °C y de la iso-oxígena de 1 mL L<sup>-1</sup>, indicadores de la termoclina y de la oxiclina, respectivamente, frente a Paita y Chicama, estimadas en base a los monitoreos mensuales realizados por el IMARPE. Procesamiento: AFIOQG/DGIOCC/IMARPE.

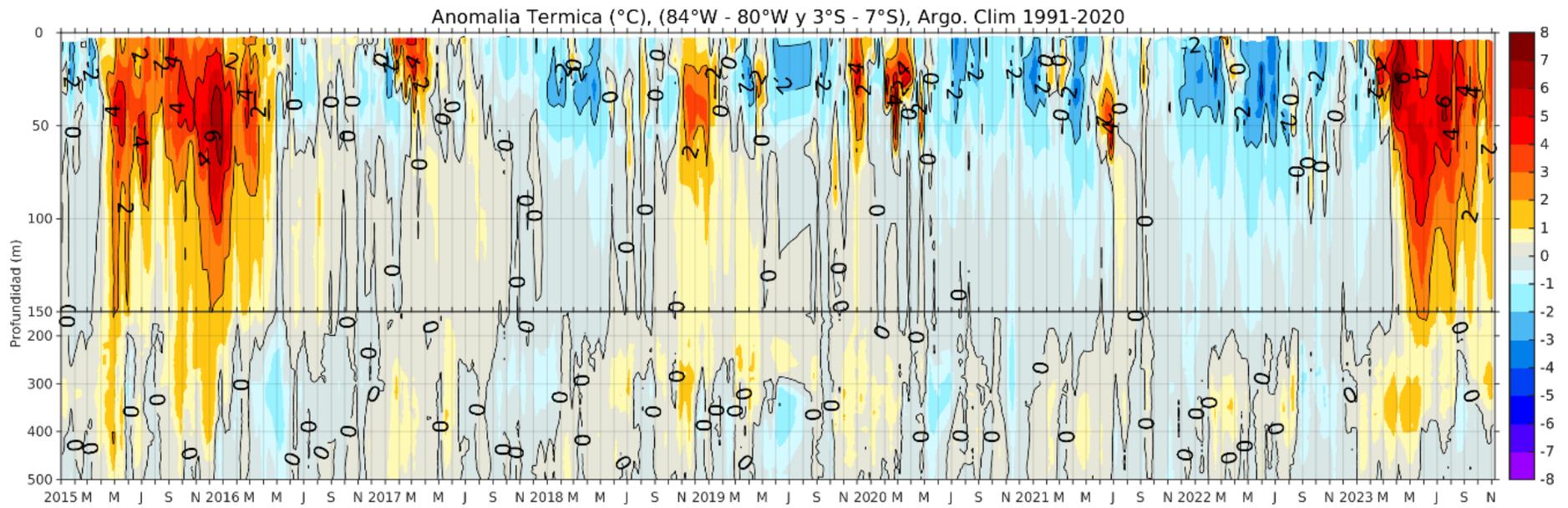
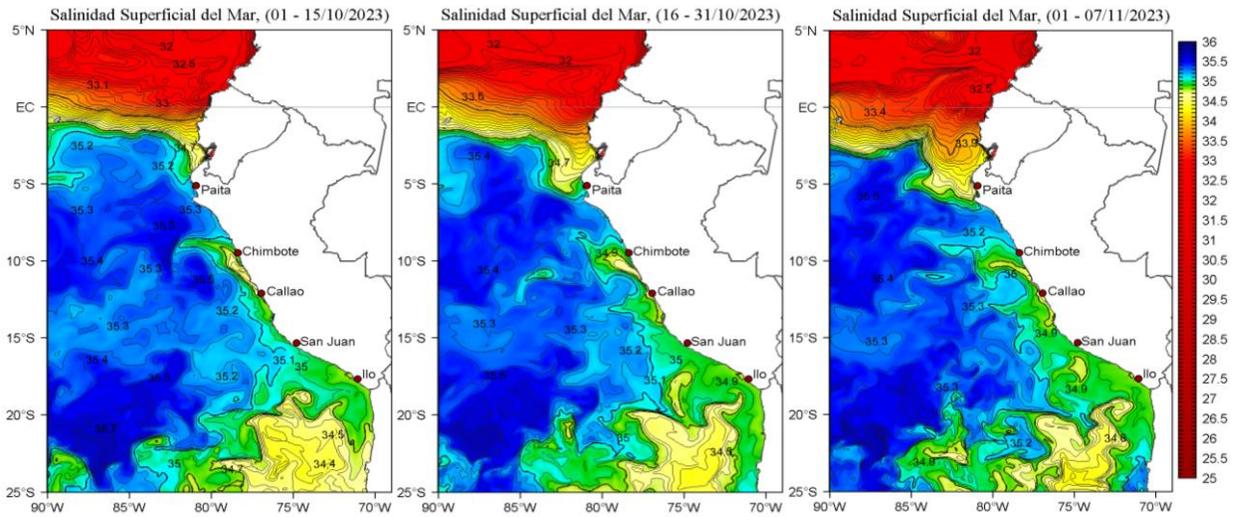


Figura 31. Anomalia térmica en base a los perfiladores ARGO, frente a la zona norte; climatología: 1991- 2020.

a)



b)

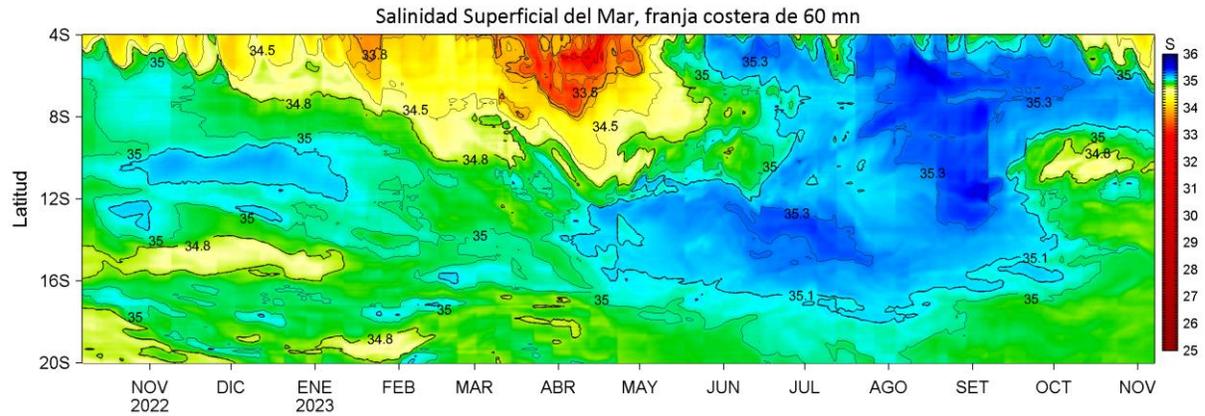


Figura 32. (a) Distribución quincenal de la salinidad superficial del mar (SSM) en el Pacífico Sudeste, durante el mes de octubre y lo que va de noviembre (01-07 de noviembre) del 2023. (b) Diagrama Hovmöller de la SSM en la franja de las 60 millas costeras, al 07 de noviembre de 2023. Datos: GLOBAL\_ANALYSIS\_FORECAST\_PHY\_001\_024 (Lellouche, J.-M. et al, 2013) disponible en [http://marine.copernicus.eu/services-portfolio/access-to-products/?option=com\\_csw&view=details&product\\_id=GLOBAL\\_ANALYSIS\\_FORECAST\\_PHY\\_001\\_024](http://marine.copernicus.eu/services-portfolio/access-to-products/?option=com_csw&view=details&product_id=GLOBAL_ANALYSIS_FORECAST_PHY_001_024). Procesamiento: LHFM/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

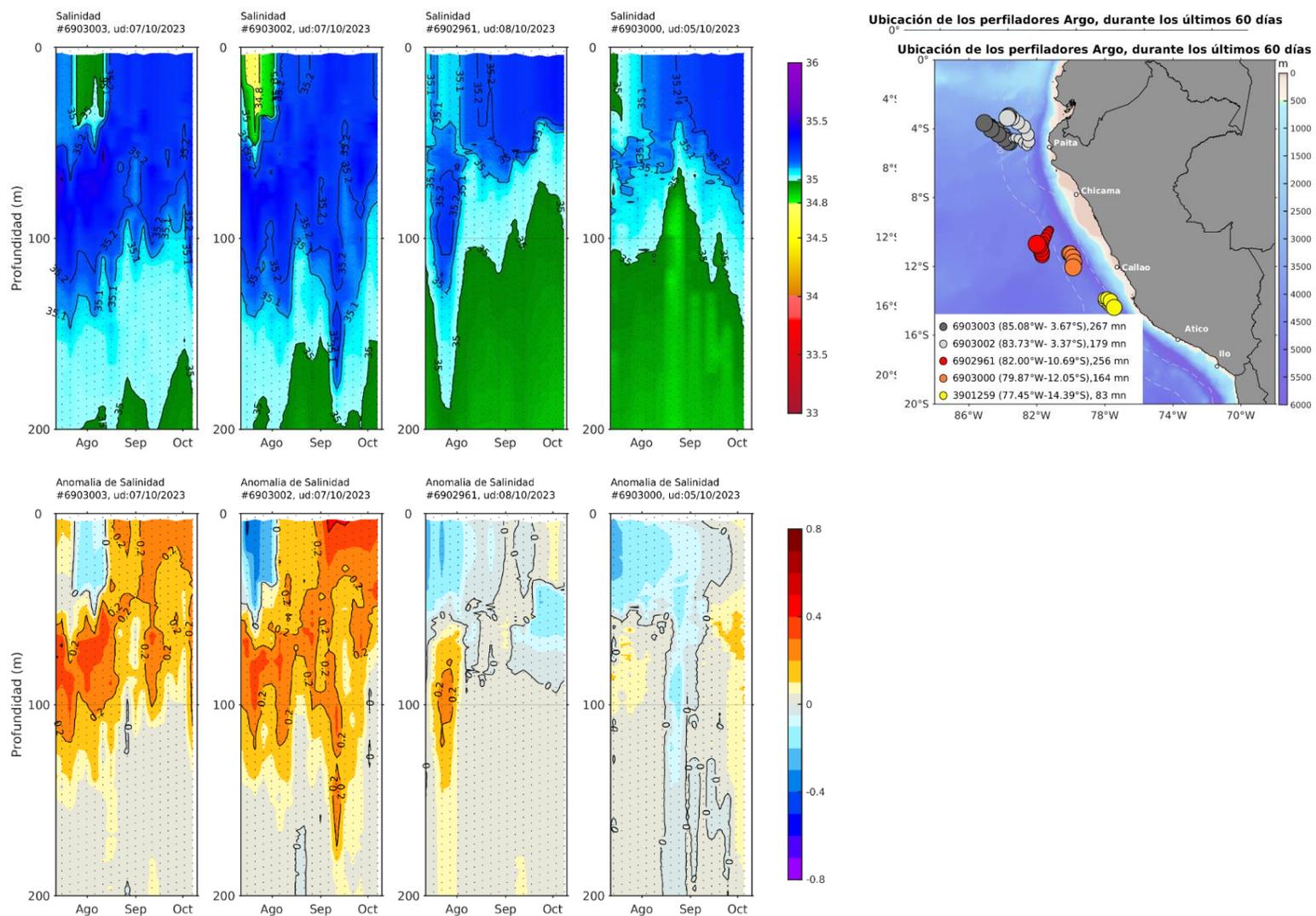


Figura 33. Evolución de la salinidad del agua de mar y sus anomalías en perfiladores ARGO en la zona costera (dentro de las 100 mn) y ubicación de las últimas posiciones y coordenadas geográficas donde brindaron información. Fuente: ARGO, climatología: 1991- 2020 (Domínguez et al., 2023). Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE

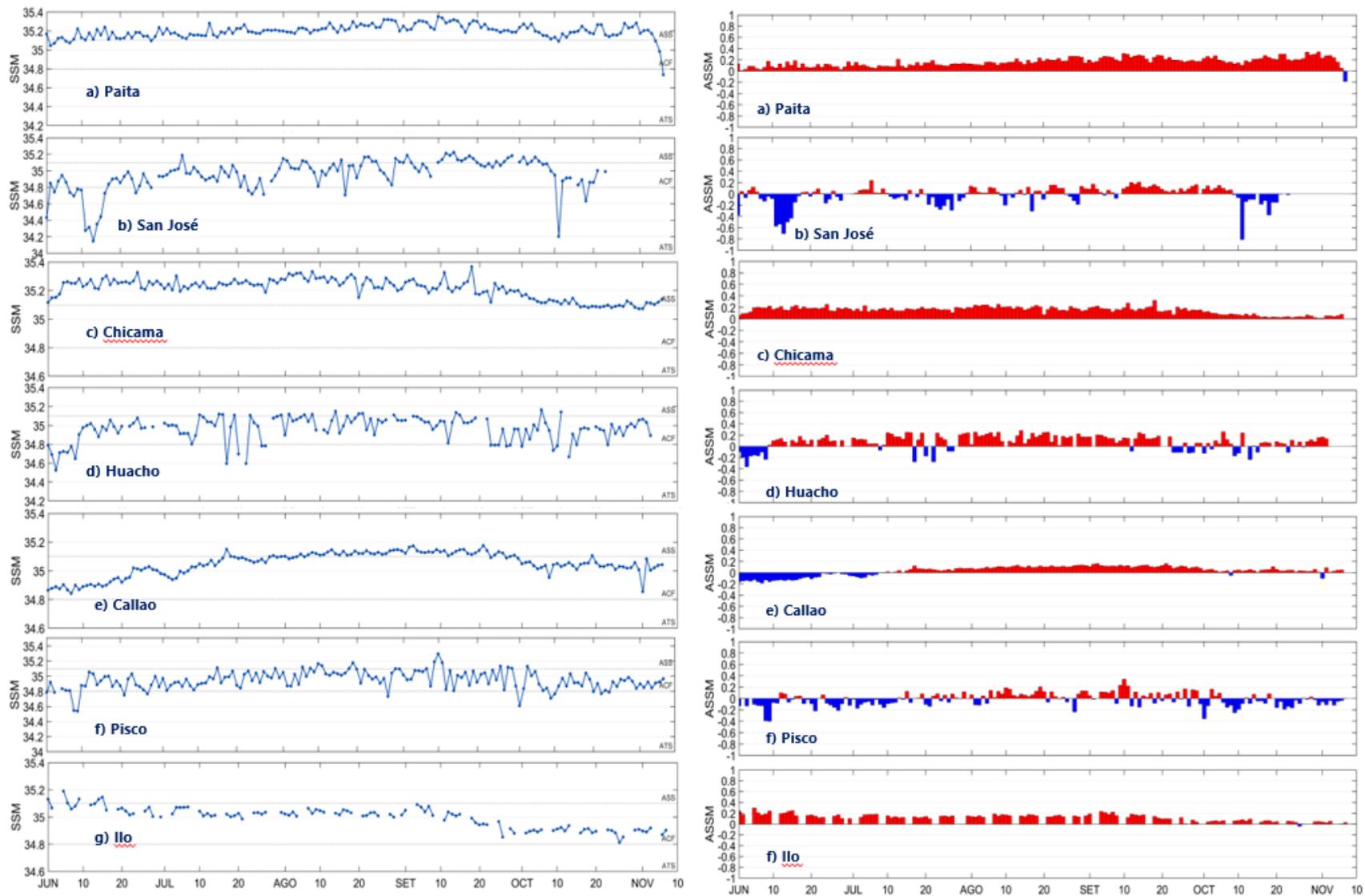


Figura 34. Salinidad del superficial del mar (a) y sus anomalías (b) en los laboratorios costeros del IMARPE durante el 2023 hasta el 07 de noviembre de 2023.

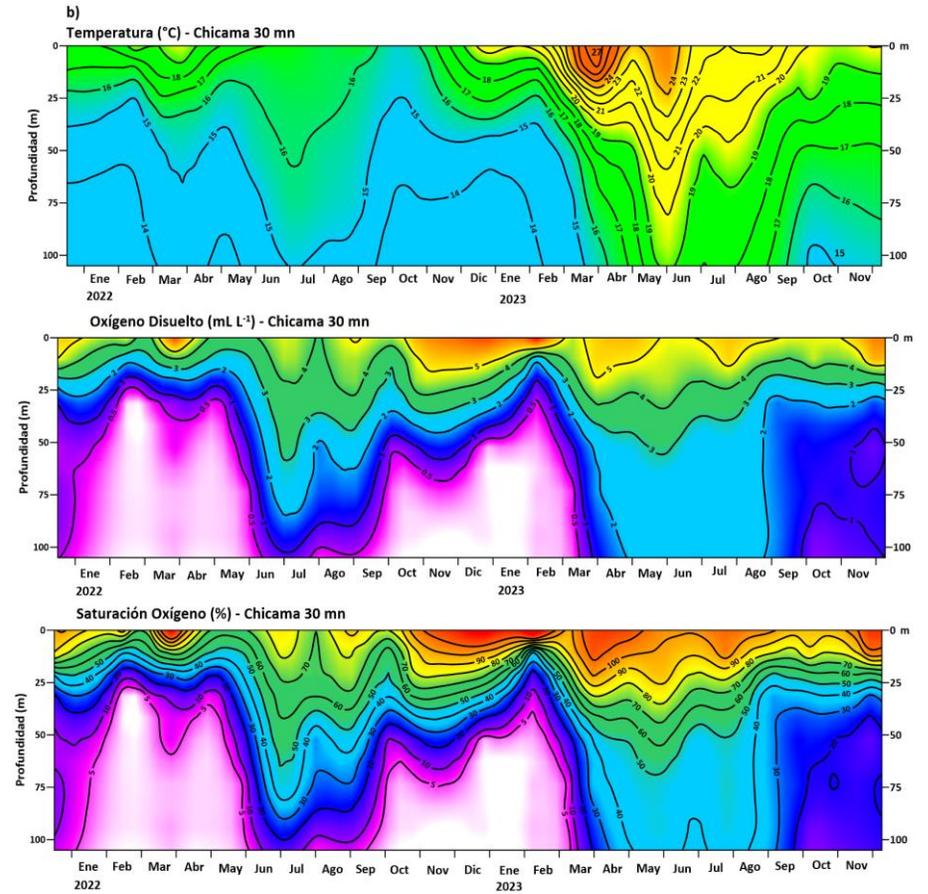
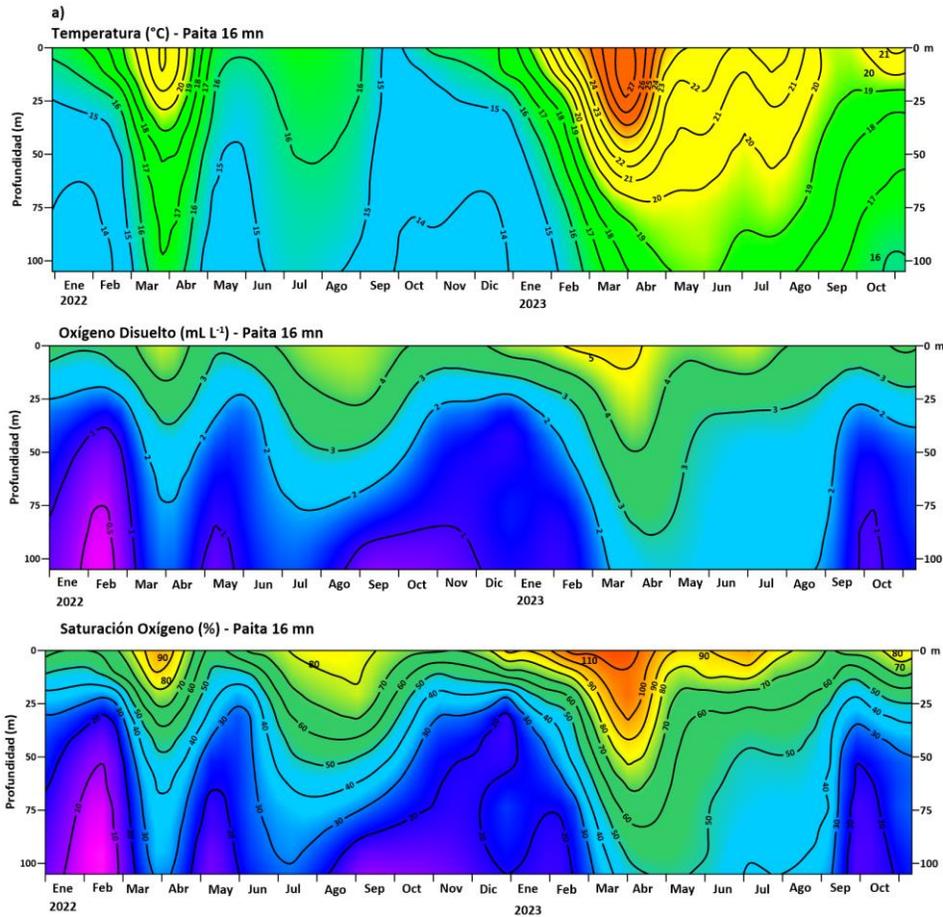


Figura 35. Distribución vertical en el tiempo de Temperatura (°C), Oxígeno Disuelto (mL L<sup>-1</sup>), Saturación Oxígeno Disuelto (%), en los puntos fijos a 16 mn de Paita y 30 mn de Chicama, durante enero 2022 a octubre 2023.

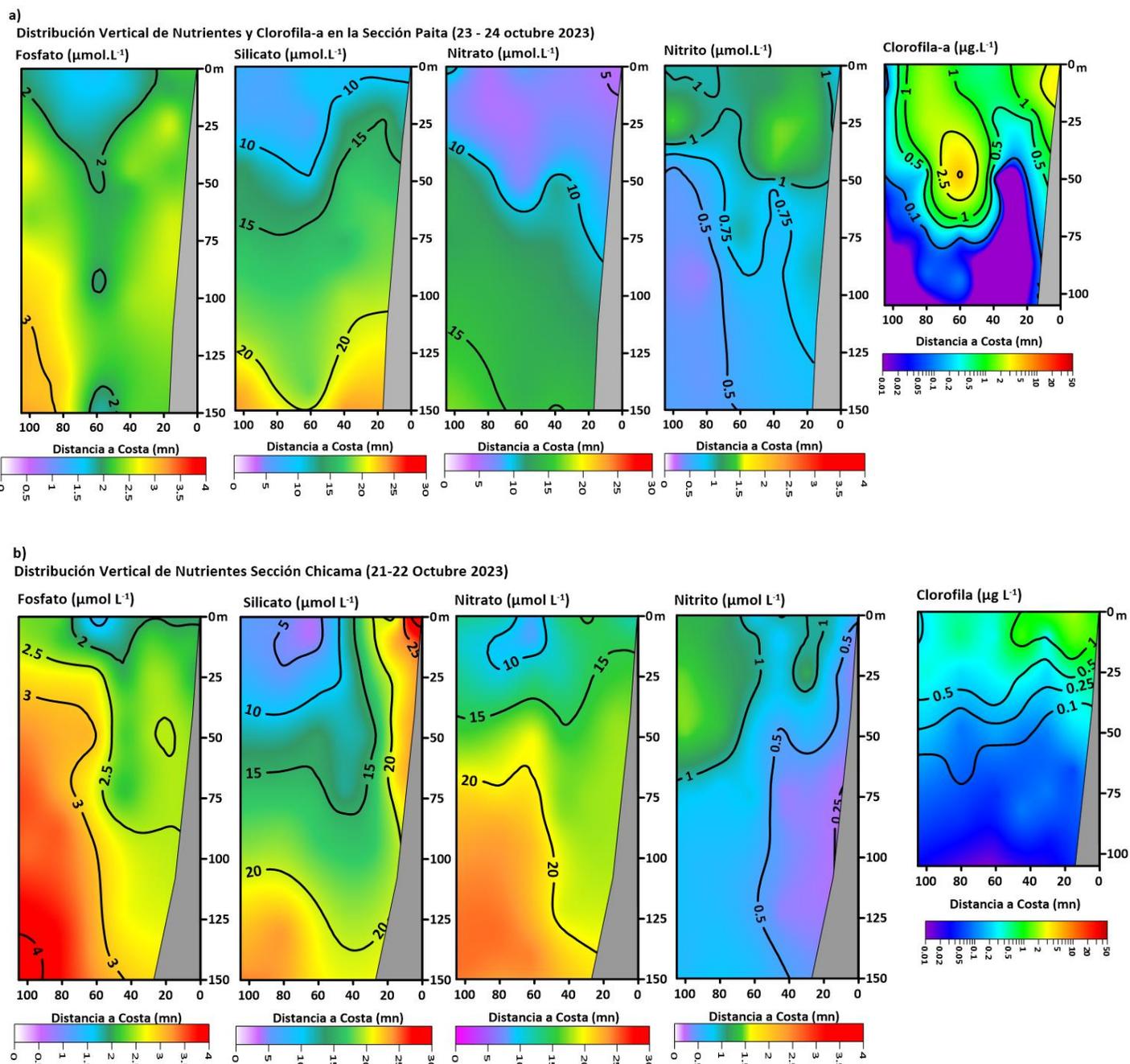


Figura 36. Distribución vertical de nutrientes y clorofila-a en la sección Paita (27-28 octubre 2023) y Chicama (21-22 de octubre 2023).

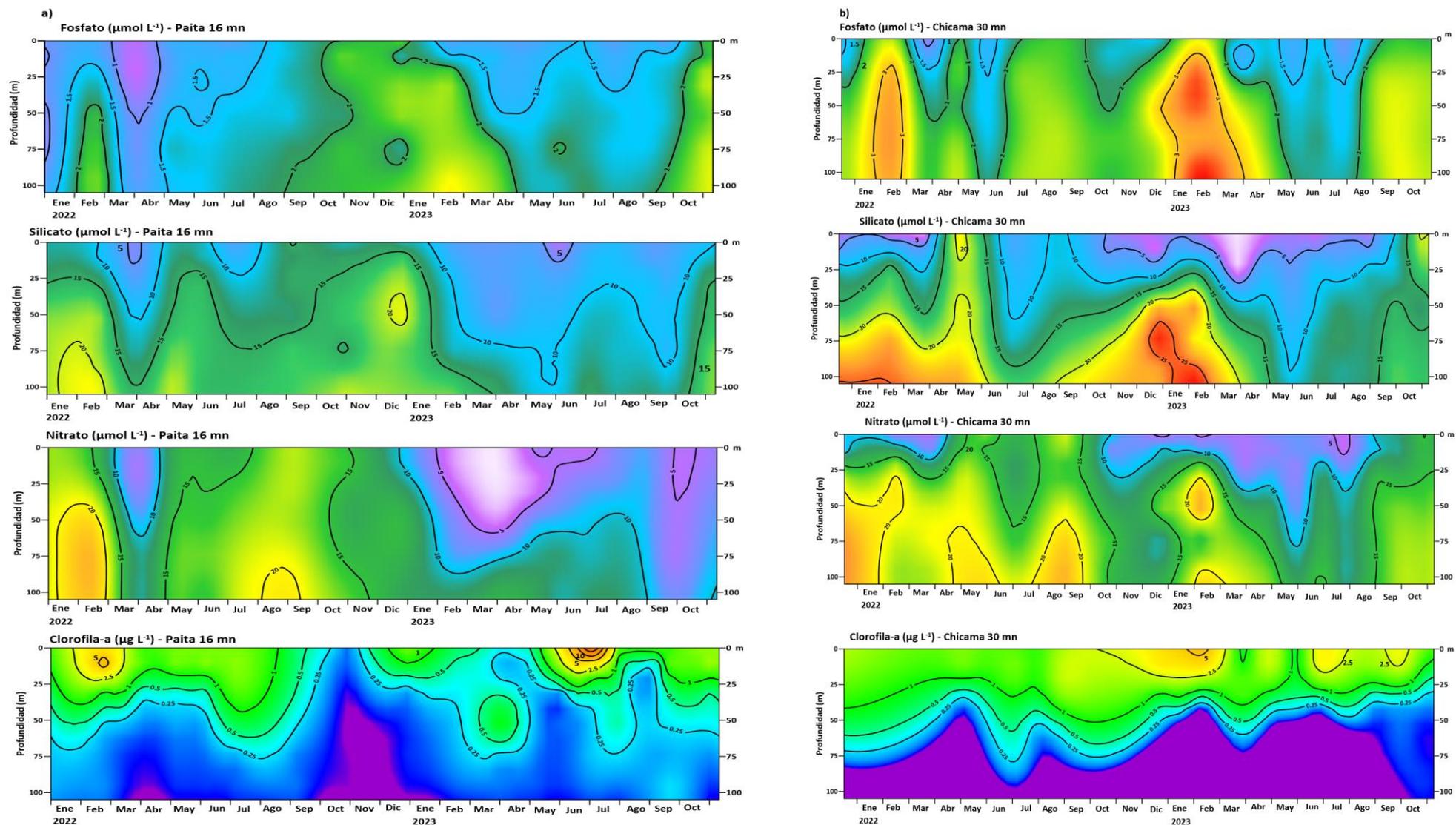


Figura 37. Distribución vertical en el tiempo de fosfato ( $\mu\text{mol L}^{-1}$ ), silicato ( $\mu\text{mol L}^{-1}$ ), nitrato ( $\mu\text{mol L}^{-1}$ ) y clorofila-a ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ), en los puntos fijos a 16 mn de Paita (a) y 30 mn de Chicama (b), durante enero 2022 a octubre 2023.

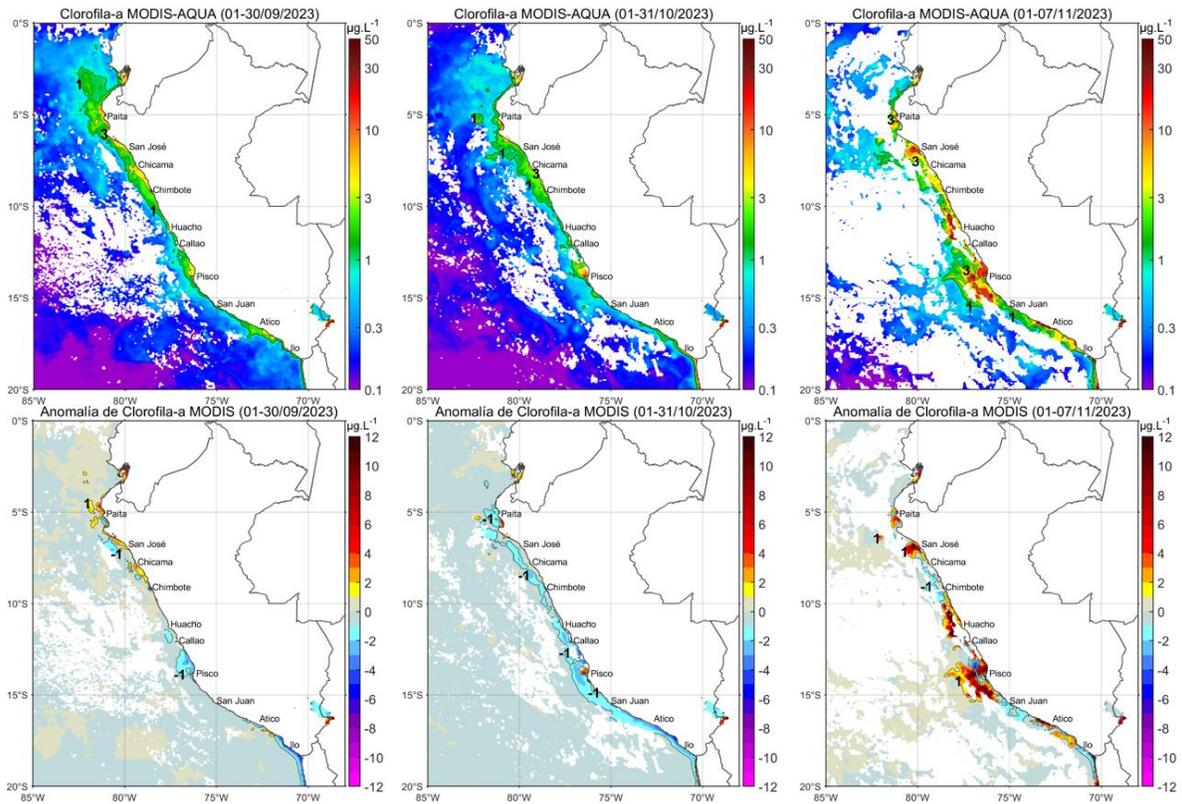


Figura 38. Distribución de la concentración de clorofila-a superficial satelital ( $\mu\text{g L}^{-1}$ , panel superior) y su anomalía ( $\mu\text{g L}^{-1}$ , panel inferior), durante setiembre, octubre y lo que va de noviembre de 2023 (de izquierda a derecha), proveniente de MODIS-AQUA. Fuente: Fuente: Satélite MODIS. Procesamiento: LHQ/AFIOQG/DGIOCC/IMARPE.

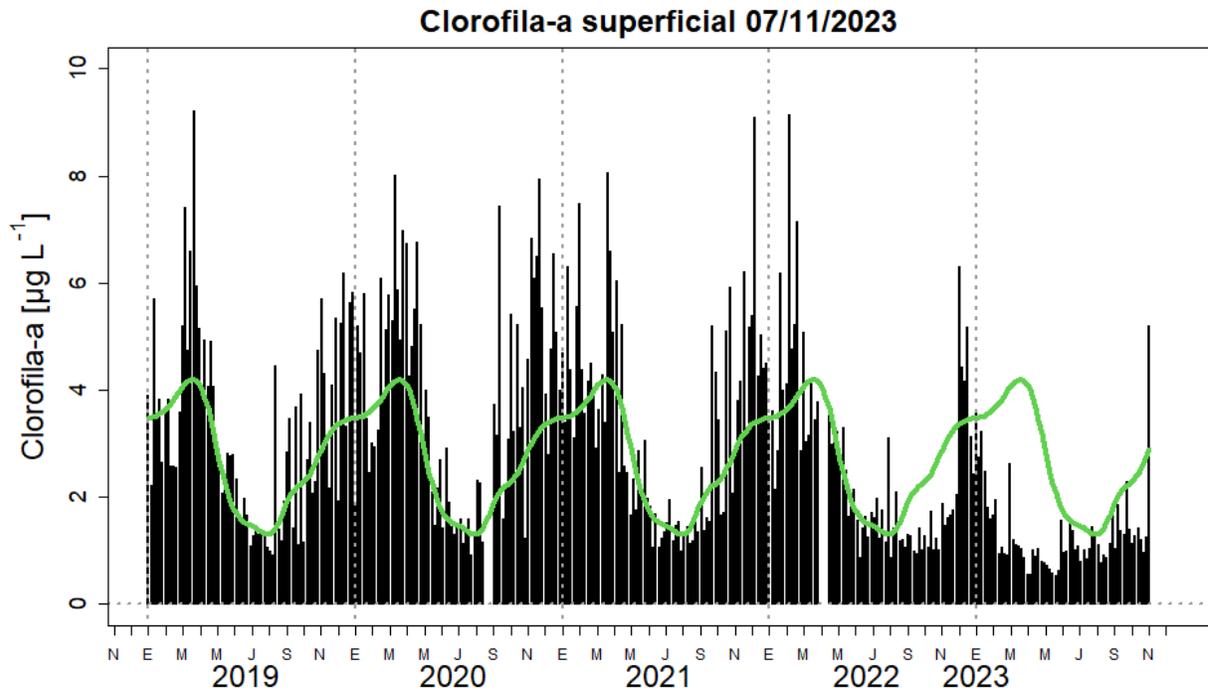
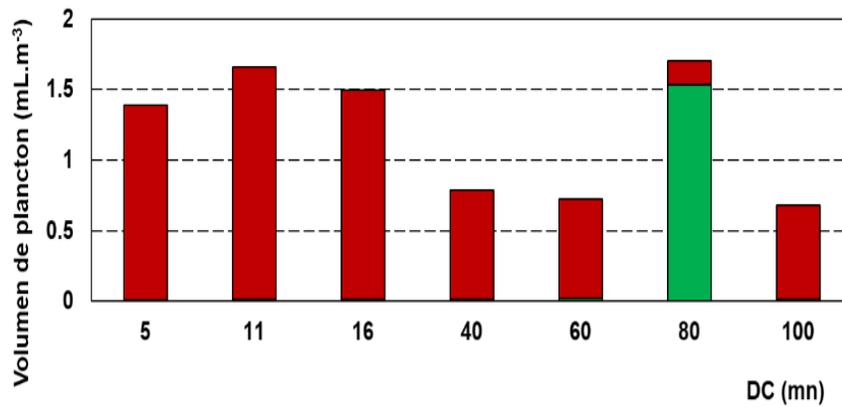


Figura 39. Serie de tiempo de las concentraciones de clorofila-a satelital (barra negra) y su climatología (línea verde) proveniente de SeaWIFS-MODIS ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ) entre  $4^{\circ}\text{S}$ - $16^{\circ}\text{S}$  y dentro de los 100 km de la costa. Fuente: IMARPE.

a) Paita



b) Chicama

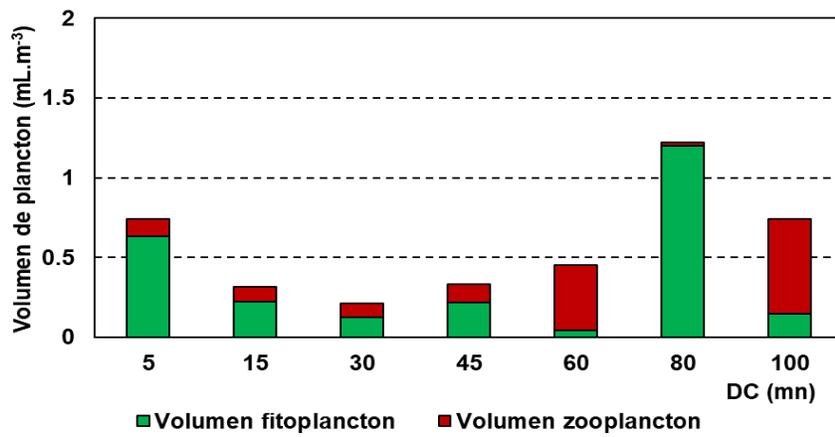


Figura 40. Volumen del plancton frente a Paita y Chicama durante octubre 2023.

a) Paita

Fecha	Distancia a la costa (mn)						
	100	80	60	40	16	11	5
22 y 23 Dic - 22				ACF			
07 y 08 Feb - 23							ACF
26 y 27 Mar - 23							
28 y 29 Abr - 23							
26, 27 y 28 May - 23	AES-ACF			AES-ACF			
25 y 26 Jun - 23				ACF	ACF	ACF	ACF
19 y 20 Jul - 23	AES-ASS	AES-ASS	AES-ASS	AES-ASS	AES-ASS	AES-ASS	
27 y 28 Ago - 23	AES-ASS	AES-ASS			ACF	ACF	ACF
23 y 24 Set - 23		No muestreada		No muestreada	No muestreada	No muestreada	ACF
23 y 24 Oct - 23	AES-ASS	AES-ASS	AES-ASS				

*Protoperdinium obtusum*



ACF

*Ceratium breve*



AES

b) Chicama

Fecha	Distancia a la costa (mn)						
	100	80	60	45	30	15	5
19 y 20 Dic - 22					ASS	ASS	ASS
04 y 05 Feb - 23						ASS	ASS
24 y 25 Mar - 23						ASS	ASS
25 y 26 Abr - 23						ASS	ASS
24 y 25 May - 23	AES-ASS	AES-ASS			ASS		
25 y 26 Jun - 23	AES-ACF		AES-ACF	ACF	ACF	ACF	ACF
19 Jul - 23	AES-ACF	AES-ACF	AES-ACF	ACF	ACF	ACF	ACF
24 y 25 Ago - 23	AES-ACF	AES-ACF	AES-ACF	ACF		ASS	ASS
22 y 23 Set - 23			ACF	ACF	ACF	ASS	ASS
22 y 23 Oct - 23							ASS

*Tripos praelongus*



ASS

Leyenda

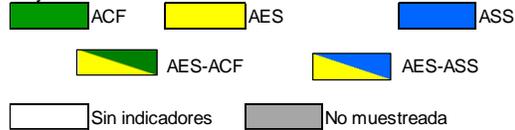
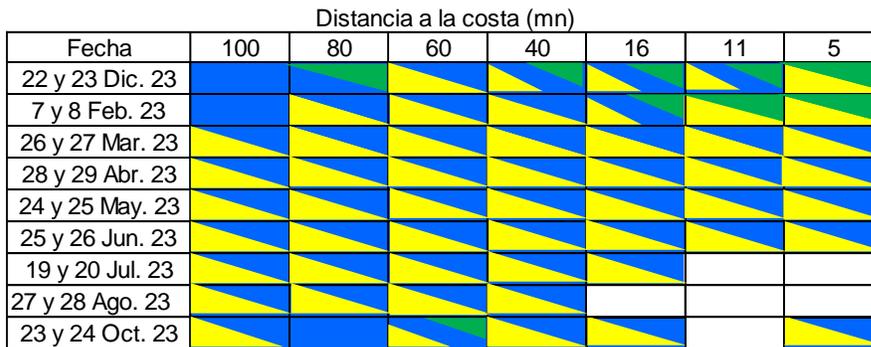


Figura 41. Indicadores del Fitoplancton durante diciembre 2022 a octubre 2023 frente a Paita y Chicama.

a) Paita



*Centropages brachiatus*



ACF

*Centropages furcatus* *Acartia danae* *Calocalanus plumulosus*



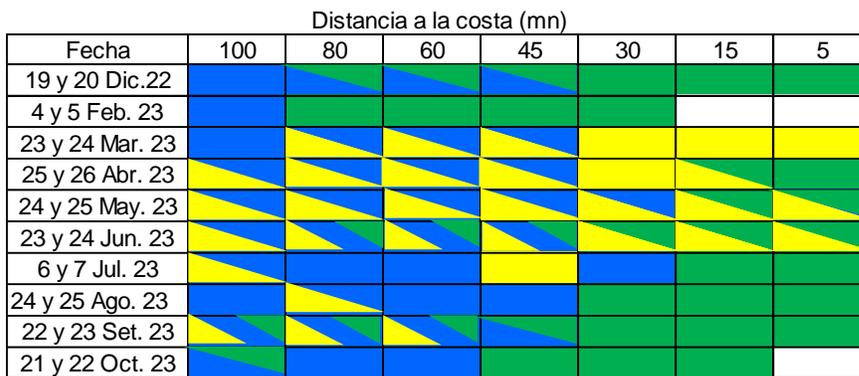
AES



ASS



b) Chicama



*Centropages brachiatus*



ACF

*Acartia danae* *Calocalanus plumulosus*



ASS

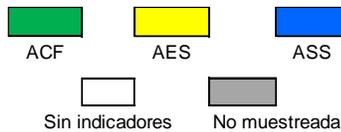


Figura 42. Indicadores biológicos de zooplancton frente a Paita y Chicama entre el 23 a 24, y 21 a 22, respectivamente, de octubre del 2023. A la derecha el esquema de los indicadores biológicos de zooplancton: *Centropages brachiatus* (ACF), *Centropages furcatus* (AES), (b) *Acartia danae* (ASS) y (c) *Calocalanus plumulosus* (ASS), identificados frente a Chicama durante octubre del 2023.

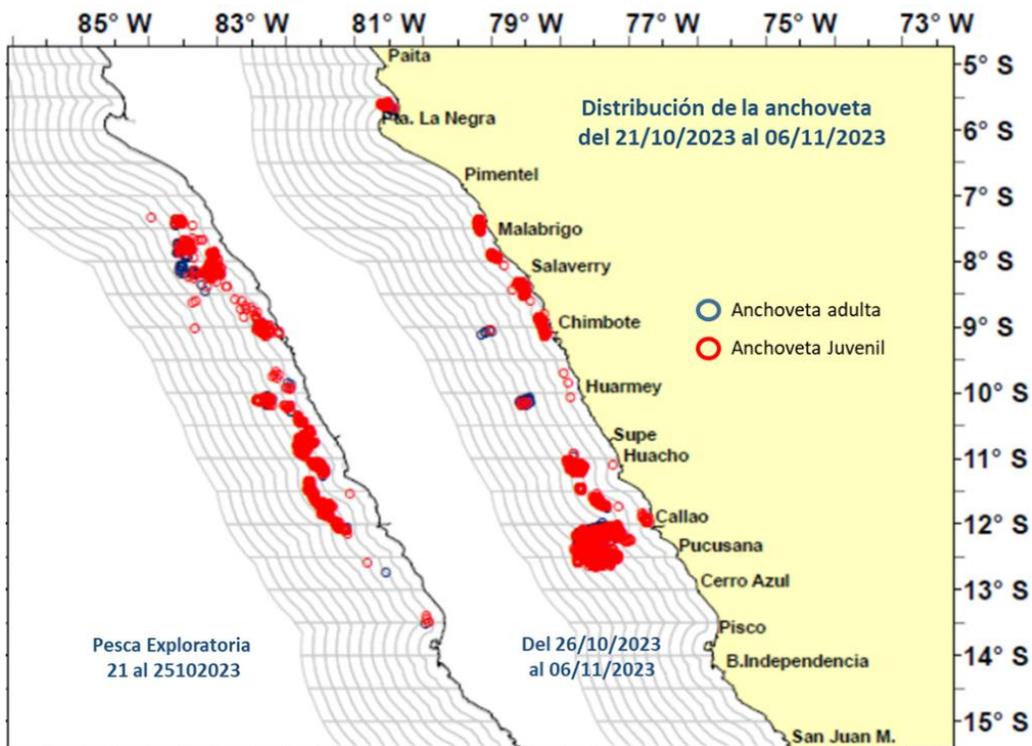


Figura 43. Distribución de anchoveta durante la segunda temporada de pesca de la región Norte – Centro 2023.

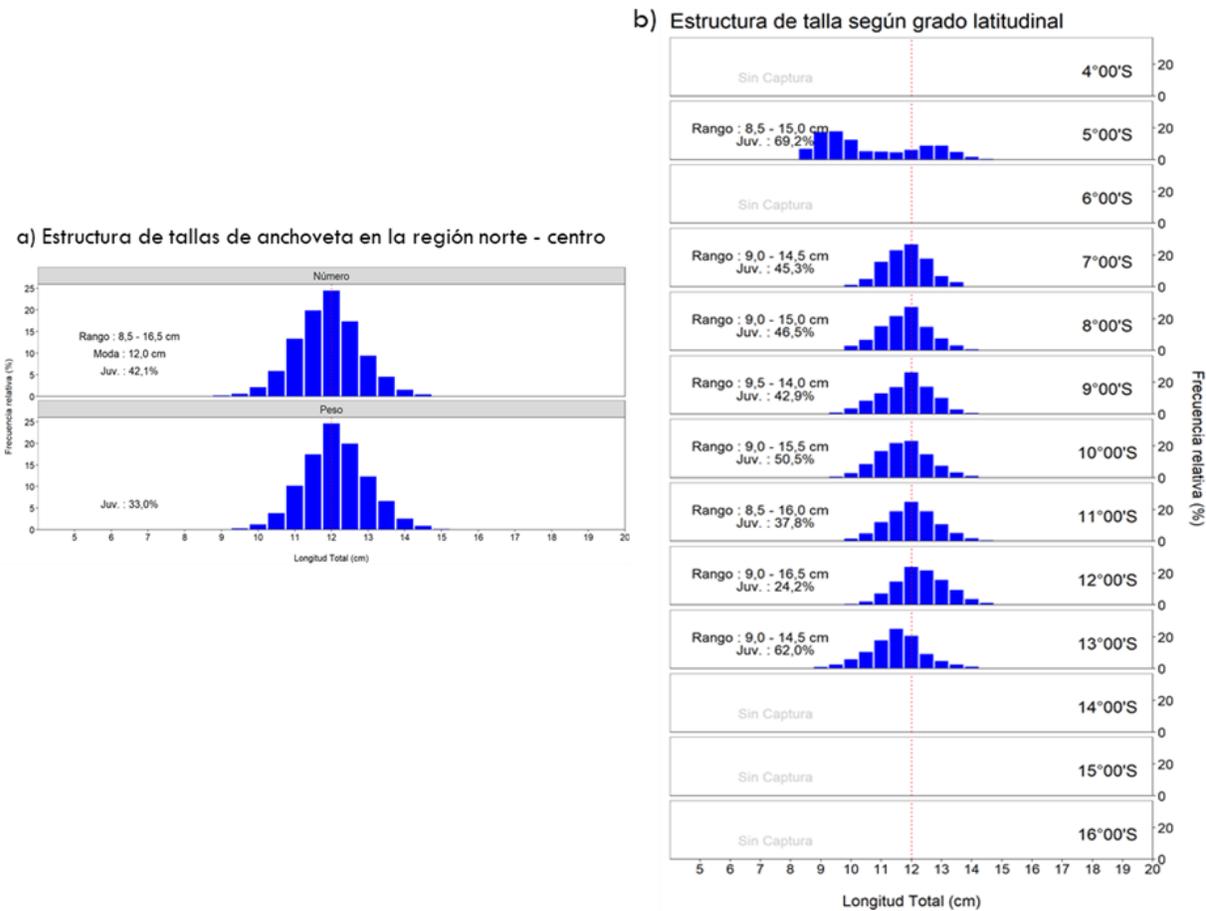


Figura 44. Estructura de tallas de anchoveta a) total y b) según grado latitudinal durante la segunda temporada de pesca de la región Norte – Centro 2023.

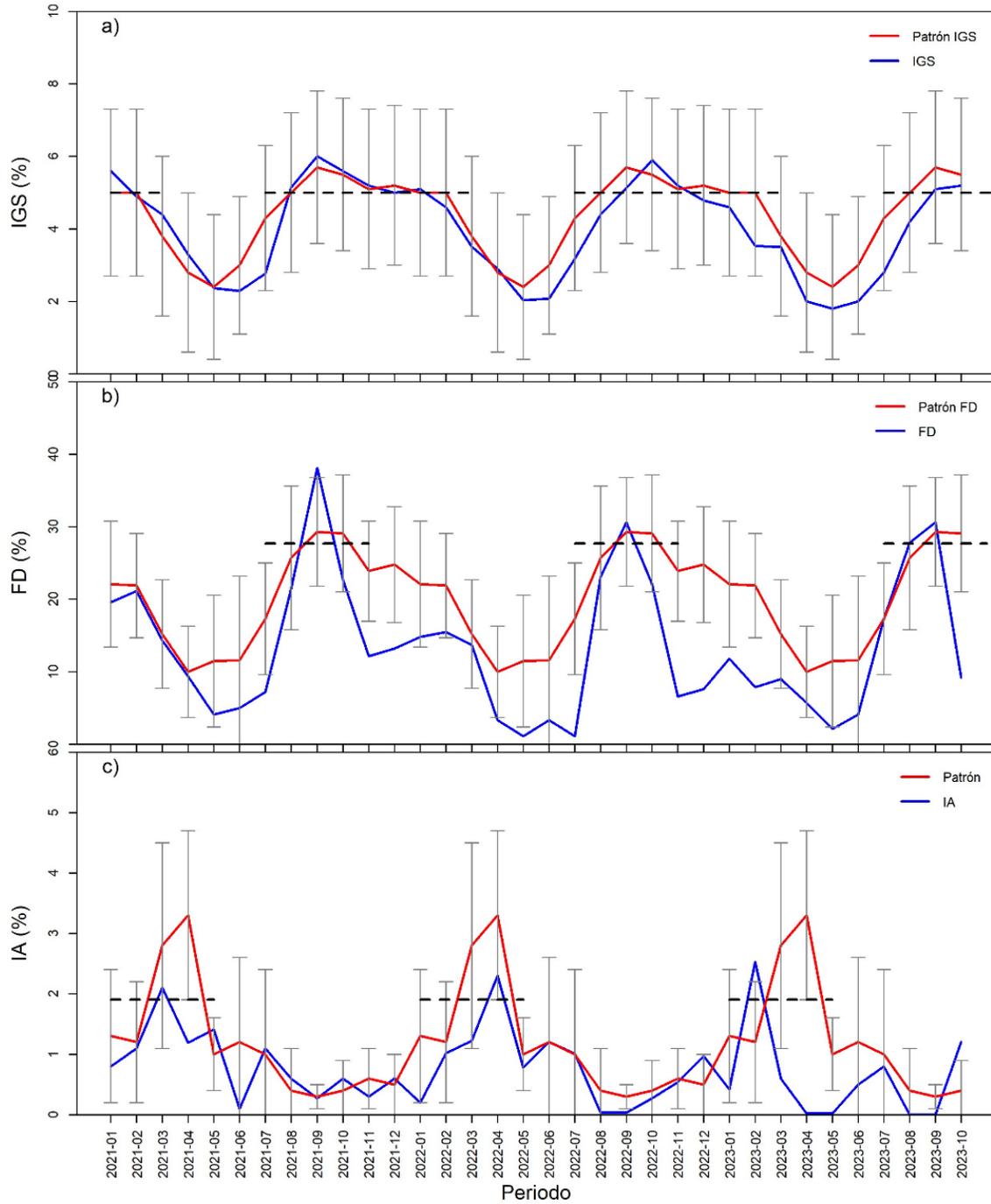


Figura 45. Indicadores reproductivos a) Índice gonadosomático, b) Fracción desovante, c) Índice de atresia de la anchoveta. Periodo enero 2021 a octubre 2023.

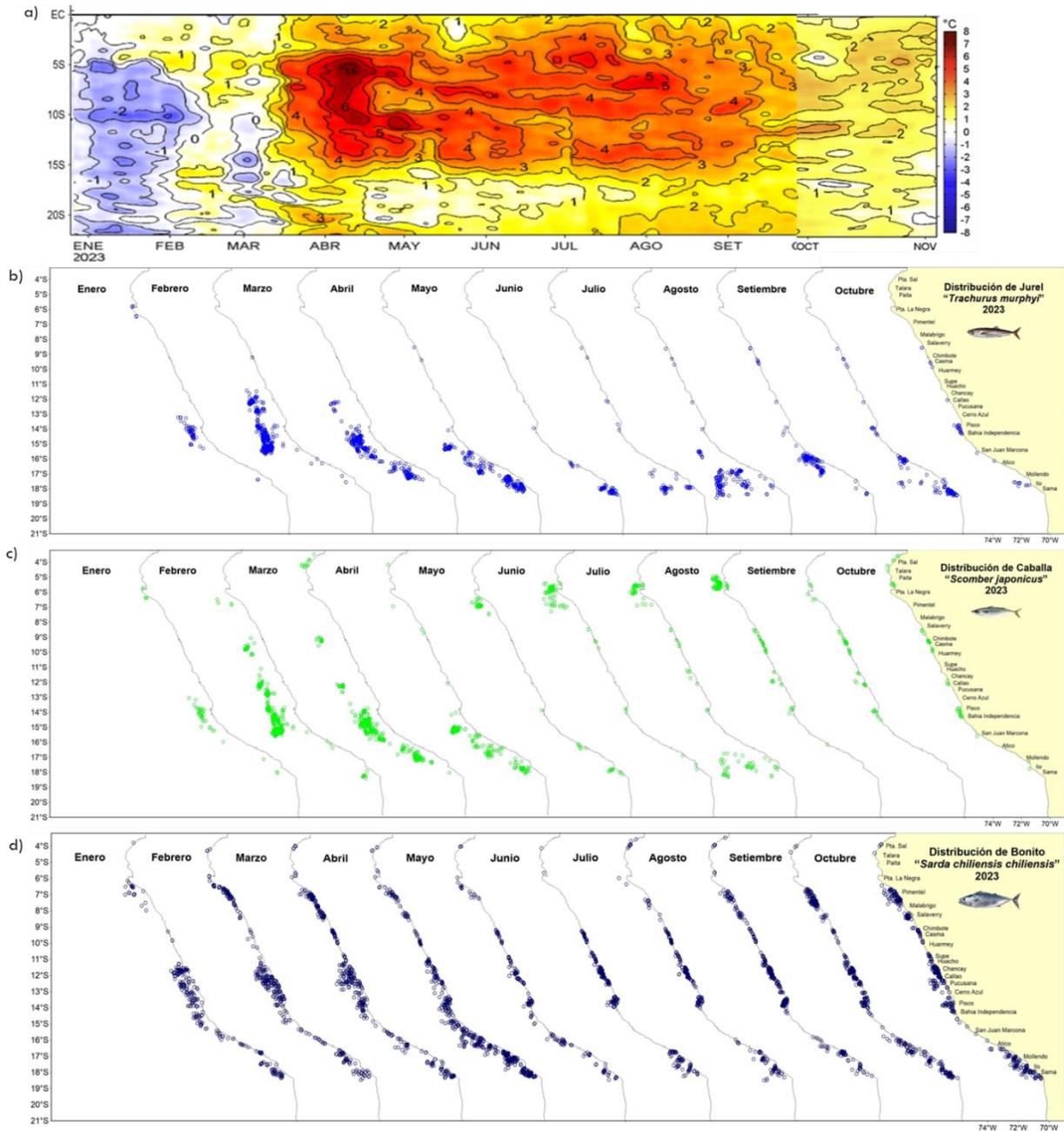


Figura 46. Distribución mensual de recursos transzonales con relación a las condiciones ambientales a) anomalías térmicas, b) jurel, b) caballa y c) bonito durante enero – octubre 2023.

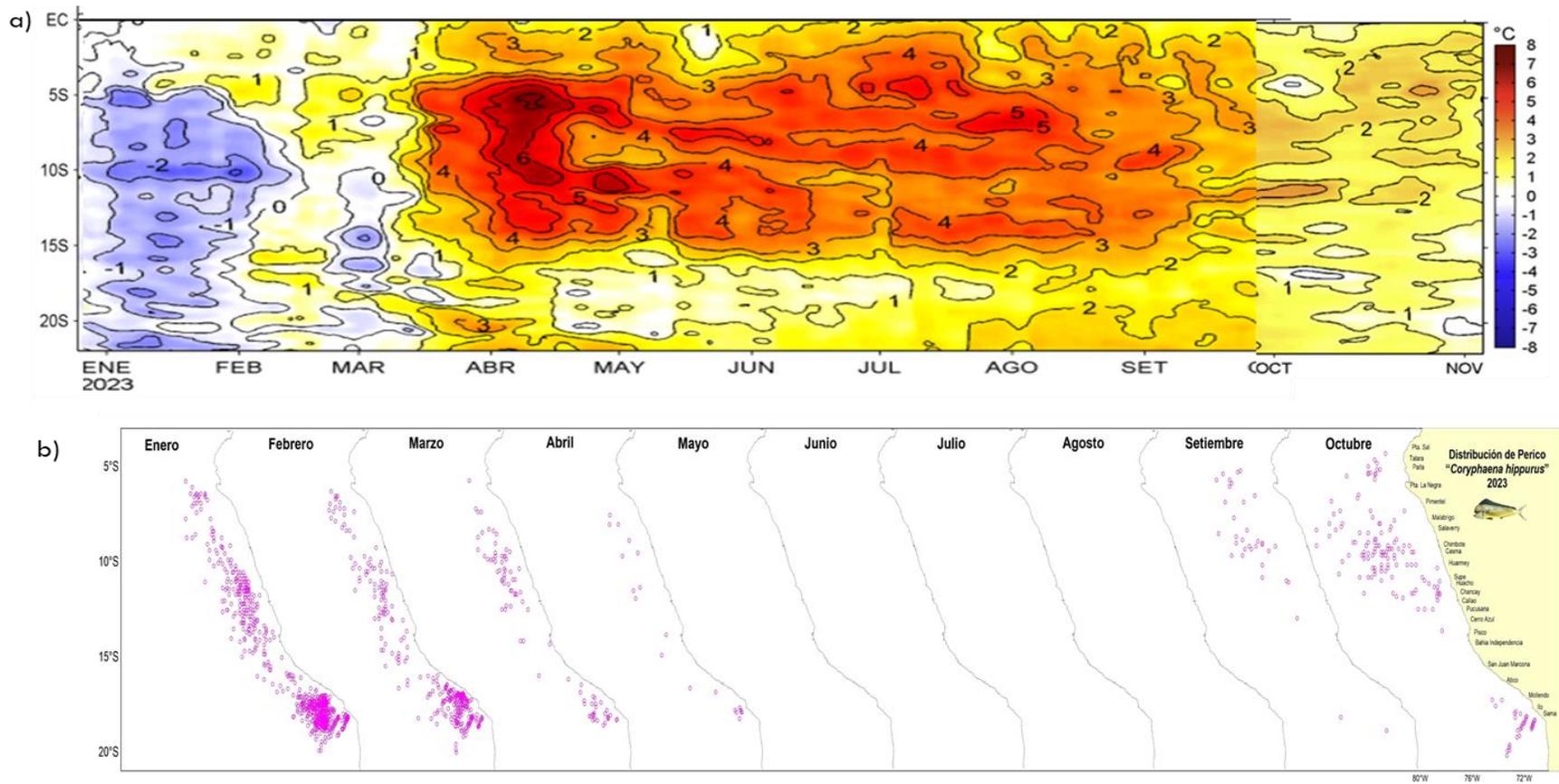


Figura 47. Distribución mensual del recurso oceánico perico con relación a las condiciones ambientales a) anomalías térmicas, b) puntos de pesca durante enero – octubre 2023.

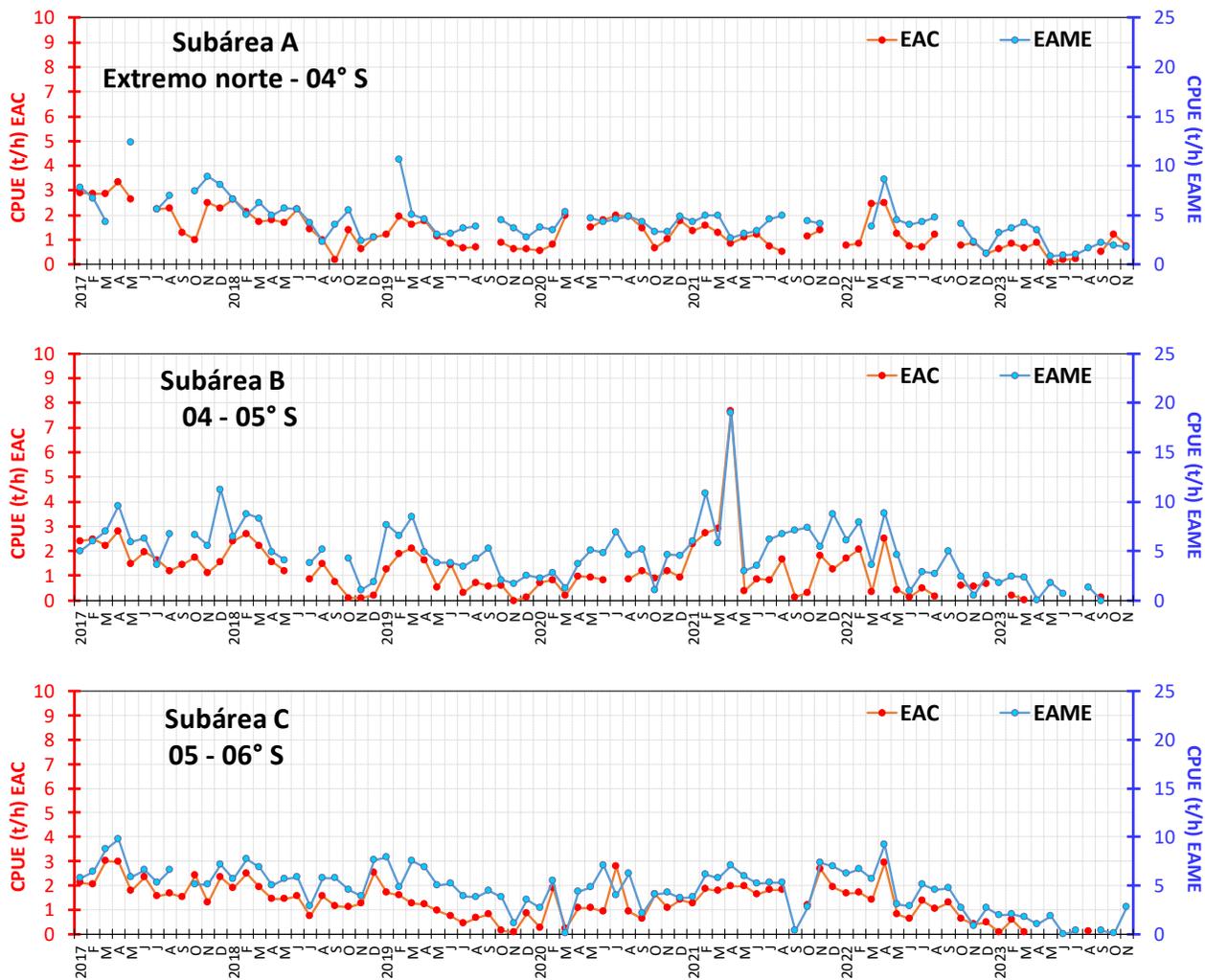


Figura 48. CPUE mensual ( $t\ h^{-1}$ ) por subárea de pesca y tipo de embarcación de la flota industrial de arrastre de merluza.

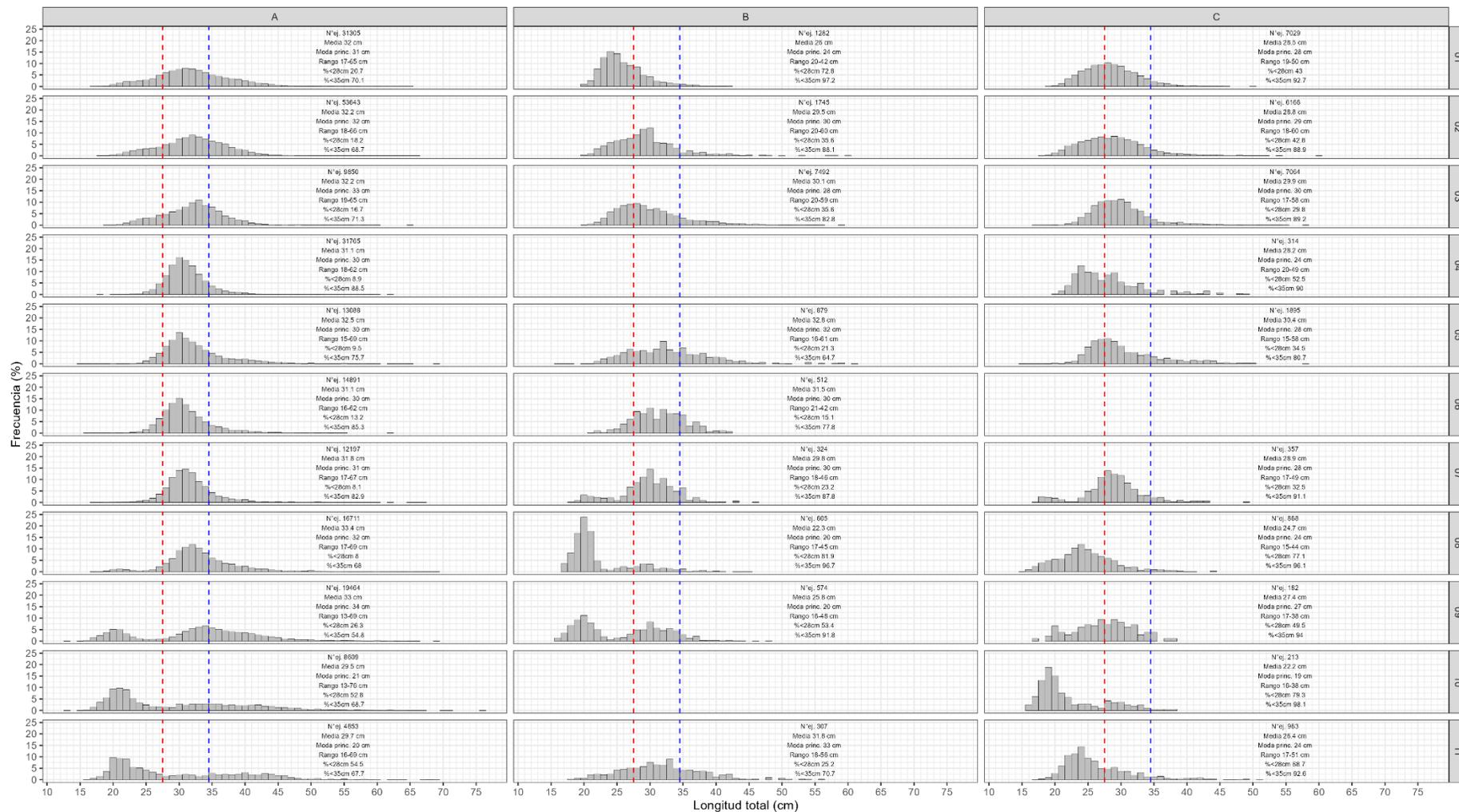


Figura 49. Distribución de tallas de merluza por subárea (latitud) entre los meses de enero a octubre y del 1 al 07 de noviembre 2023 (de izquierda a derecha), capturada por la flota industrial de arrastre.

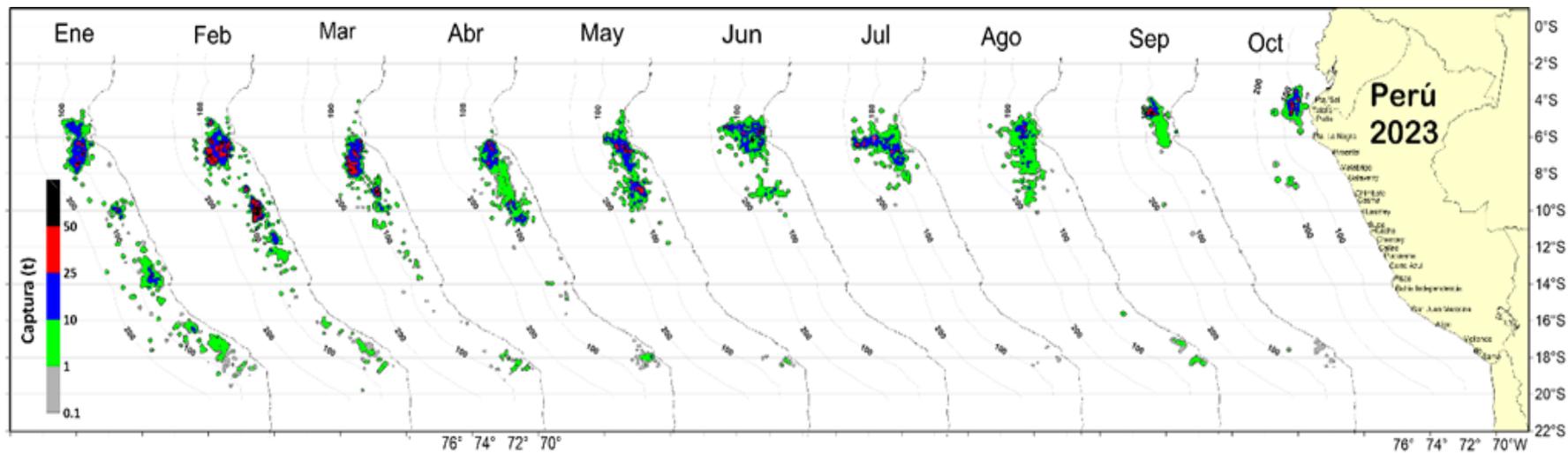
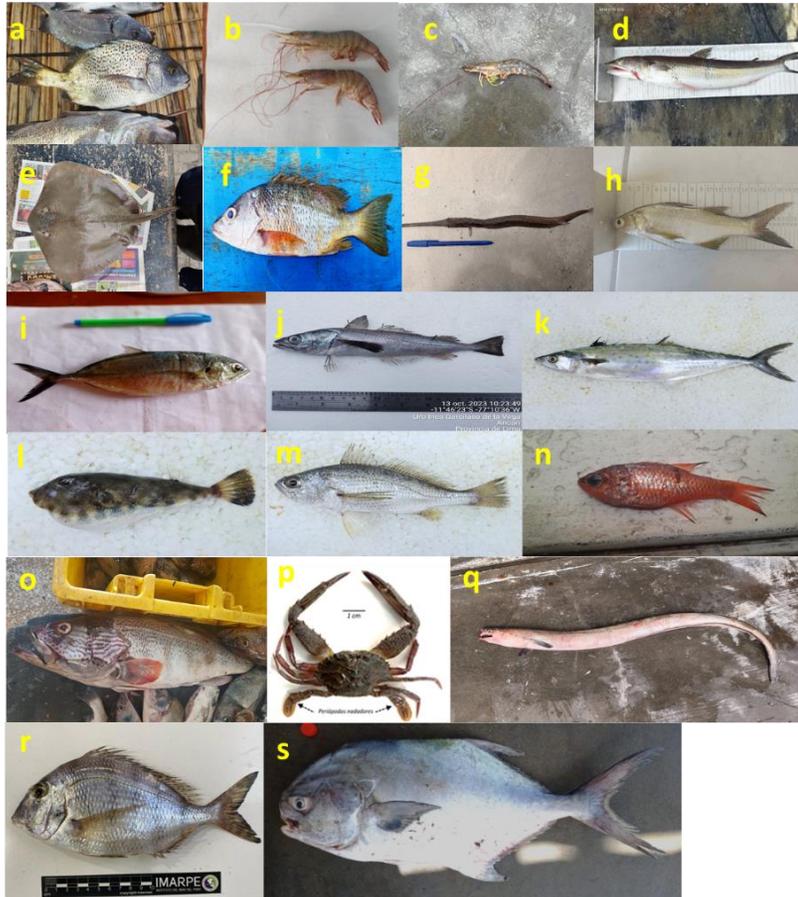


Figura 50. Distribución de la flota artesanal del calamar gigante *Dosidicus gigas* de enero a octubre 2023.



DISTRIBUCIÓN EN CONDICIONES NORMALES

- a. *Anisotremus interruptus* "chita dorada"  
Bahía Magdalena, Baja California (México) a Yacila, Paita.
- b. *Xiphopenaeus riveti* "langostino titi"  
Sinaloa (México) a Paita (Perú).
- c. *Penaeus californiensis* "langostino café"  
Bahía de San Francisco, California (EE.UU.) a Paita (Perú).
- d. *Synodus scituliceps* "pez iguana"  
Cabo San Lucas (México) a Isla Lobos de Tierra.
- e. *Hypanus dipterurus* "batea"  
La Jolla (EE.UU.), Golfo de California (México) a Chimbote (Perú).
- f. *Lutjanus argentiventris* "pargo amarillo"  
California (EE.UU.) a Islas Lobos de Afuera.
- g. *Fistularia corneta* "pez corneta"  
Golfo de California (México) a Isla Lobos de Tierra.
- h. *Polydactylus approximans* "barbudo azul"  
Bahía de Monterrey (EE.UU.) a Paita.
- i. *Caranx caballus* "cocinero"  
Isla Santa Cruz (EEUU.) - Isla Lobos de Tierra (Perú).
- j. *Merluccius gayi* "merluza"  
Frontera con el Ecuador hasta Huarmey.
- k. *Scomberomorus sierra* "sierra"  
La Jolla (EE.UU.), Golfo de California (México) a Chimbote (Perú)
- l. *Sphoeroides lobatus* "tamborín"  
Redondo Beach (EE.UU.), Golfo de California (México) a Chimbote.
- m. *Larimus pacificus* "bereche"  
Baja California, Golfo de California (México) a Talara (Perú).
- n. *Apogon cf. pacificus* "cardenal"  
Baja California (México); Manta (Ecuador) a Isla Foca, Piura.
- o. *Paralabrax callaensis* "perela"  
Manta (Ecuador) a Eten, Chiclayo.
- p. *Achelous asper* "jaiva aspera"  
Golfo de California (México) a Isla Lobos de Afuera (Perú)
- q. *Cynoponticus coniceps* "bio bio"  
Cabo San Lucas (México) a Máncora (Perú)
- r. *Calamus brachysomus* "marotilla"  
California (EE.UU.) a Bahía Tortugas, Chimbote.
- s. *Trachinotus cf. kennedyi* "pámpano toro"  
Magdalena (México) a Samanco (Perú).

Figura 51. Especies de aguas cálidas reportadas al sur de su límite de distribución usual, entre octubre y el 8 noviembre 2023. a. *Anisotremus interruptus* "chita dorada", b. *Xiphopenaeus riveti* "langostino titi", c. *Penaeus californiensis* "langostino café", d. *Synodus scituliceps* "pez iguana", e. *Hypanus dipterurus* "batea", f. *Lutjanus argentiventris* "pargo amarillo", g. *Fistularia corneta* "pez corneta", h. *Polydactylus approximans* "barbudo azul", i. *Caranx caballus* "cocinero", j. *Merluccius gayi* "merluza", k. *Scomberomorus sierra* "sierra", l. *Sphoeroides lobatus* "tamborín", m. *Larimus pacificus* "bereche", n. *Apogon cf. pacificus* "cardenal", o. *Paralabrax callaensis* "perela", p. *Achelous asper* "jaiva aspera", q. *Cynoponticus coniceps* "bio bio", r. *Calamus brachysomus* "marotilla", s. *Trachinotus cf. kennedyi* "pámpano toro".

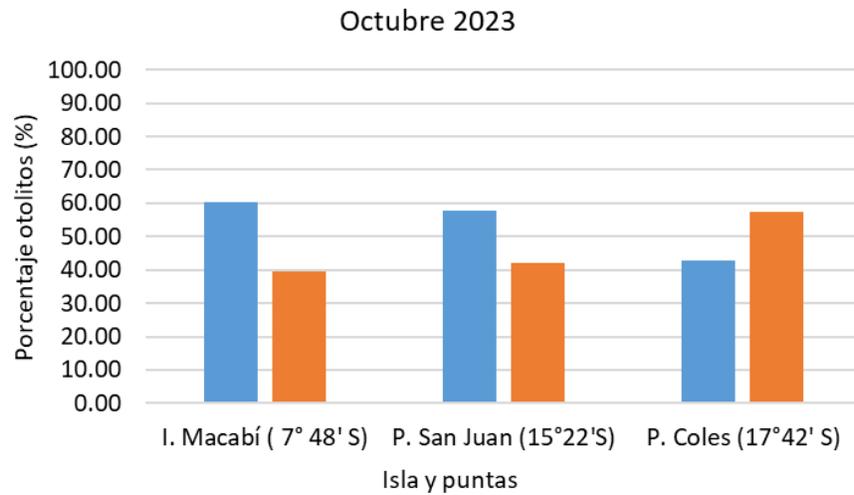
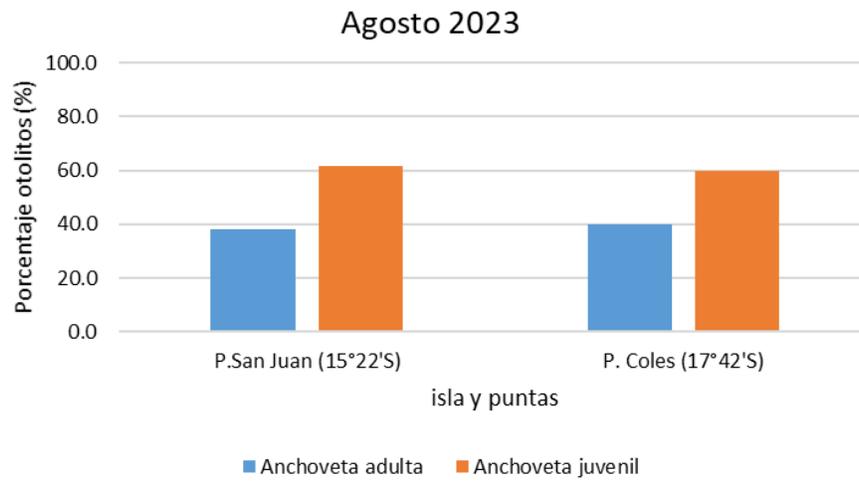
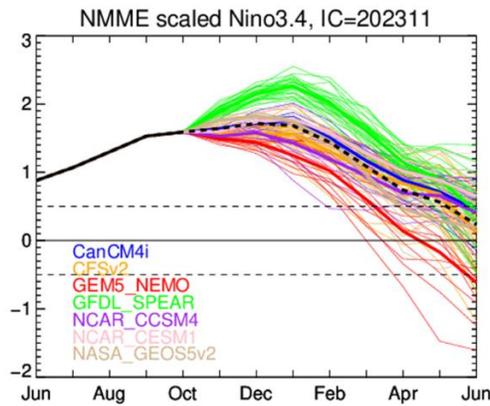
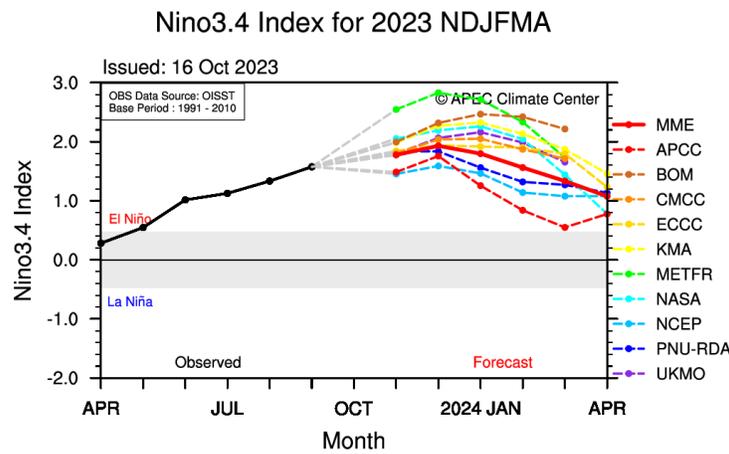


Figura 52. Variación latitudinal del porcentaje de anchoveta adulta y juvenil en la dieta del guanay en las diferentes islas y puntas guaneras durante (a) agosto y (b) octubre 2023.

a)



b)



c)

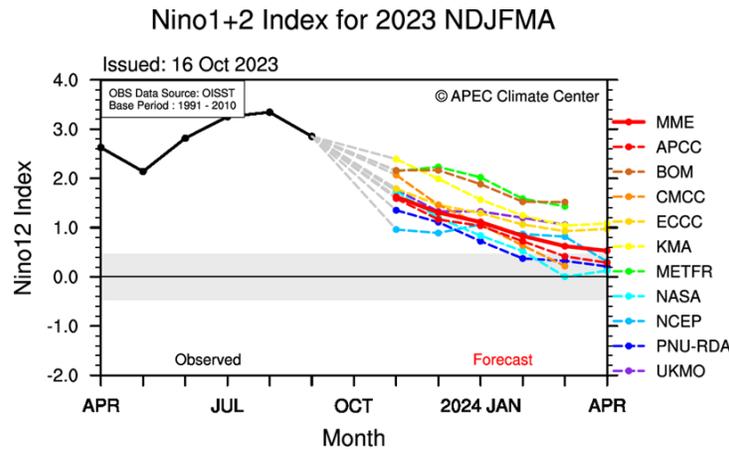


Figura 53. (a) Pronóstico del índice Niño 3.4 mediante modelos climáticos dinámicos del North American Multi-Model Ensemble (NMME) project. El ensemble de los pronósticos se muestra en línea negra discontinua. Fuente: CPC / IRI / NMME. (b) Pronóstico del índice Niño 3.4 mediante modelos climáticos dinámicos del Multi-Model Ensemble (MME) del APEC Climate Center, señalando el ensemble (línea roja continua y gruesa). Fuente: APEC Climate Center. (c) Pronóstico del índice Niño 1+2 mediante modelos climáticos dinámicos del Multi-Model Ensemble (MME) del APEC Climate Center, señalando el ensemble (línea roja continua y gruesa). Fuente: APEC Climate Center.

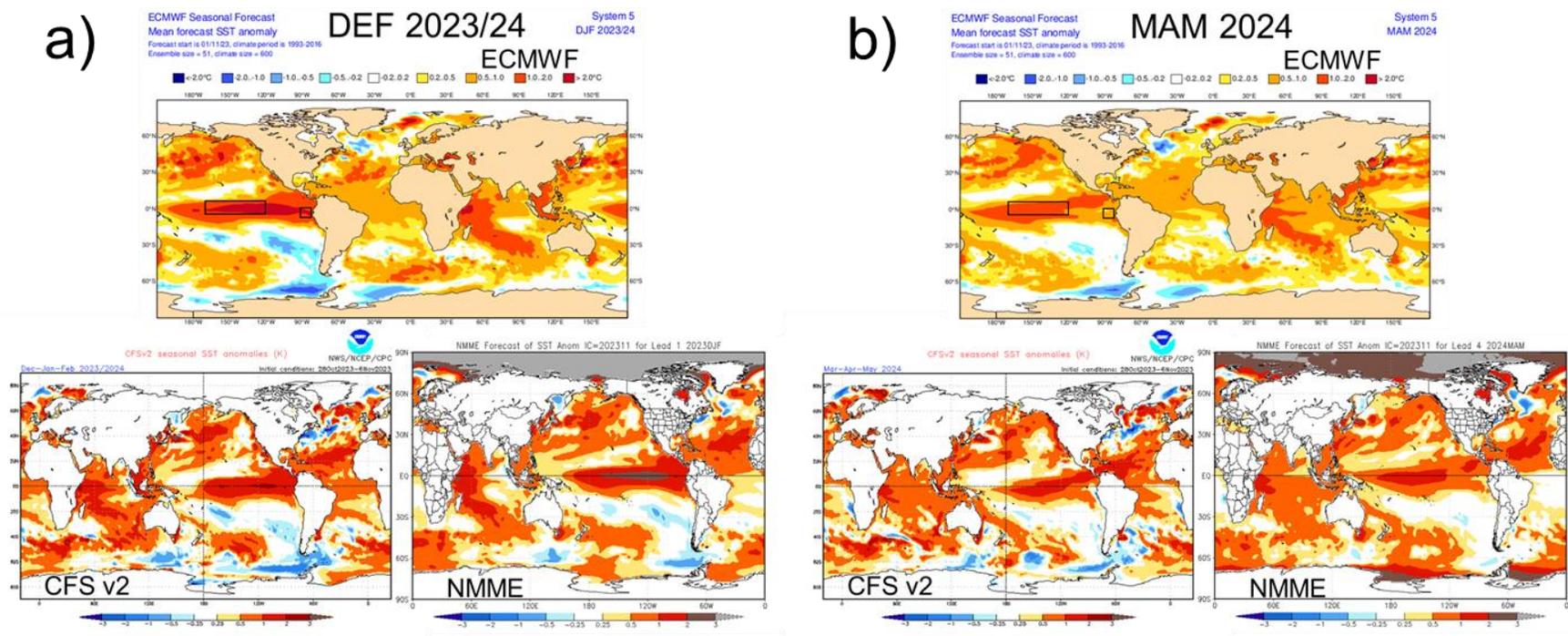


Figura 54. Pronóstico de la TSM para el trimestre DEF (a) y MAM (b) 2023 de los modelos ECMWF, CFSv2 y NMME (condiciones iniciales: inicios en noviembre 2023). Los recuadros indican la región El Niño 3.4 y 1+2. Fuente: ECMWF, NWS/NCEP/CPC y NOAA/CPC.

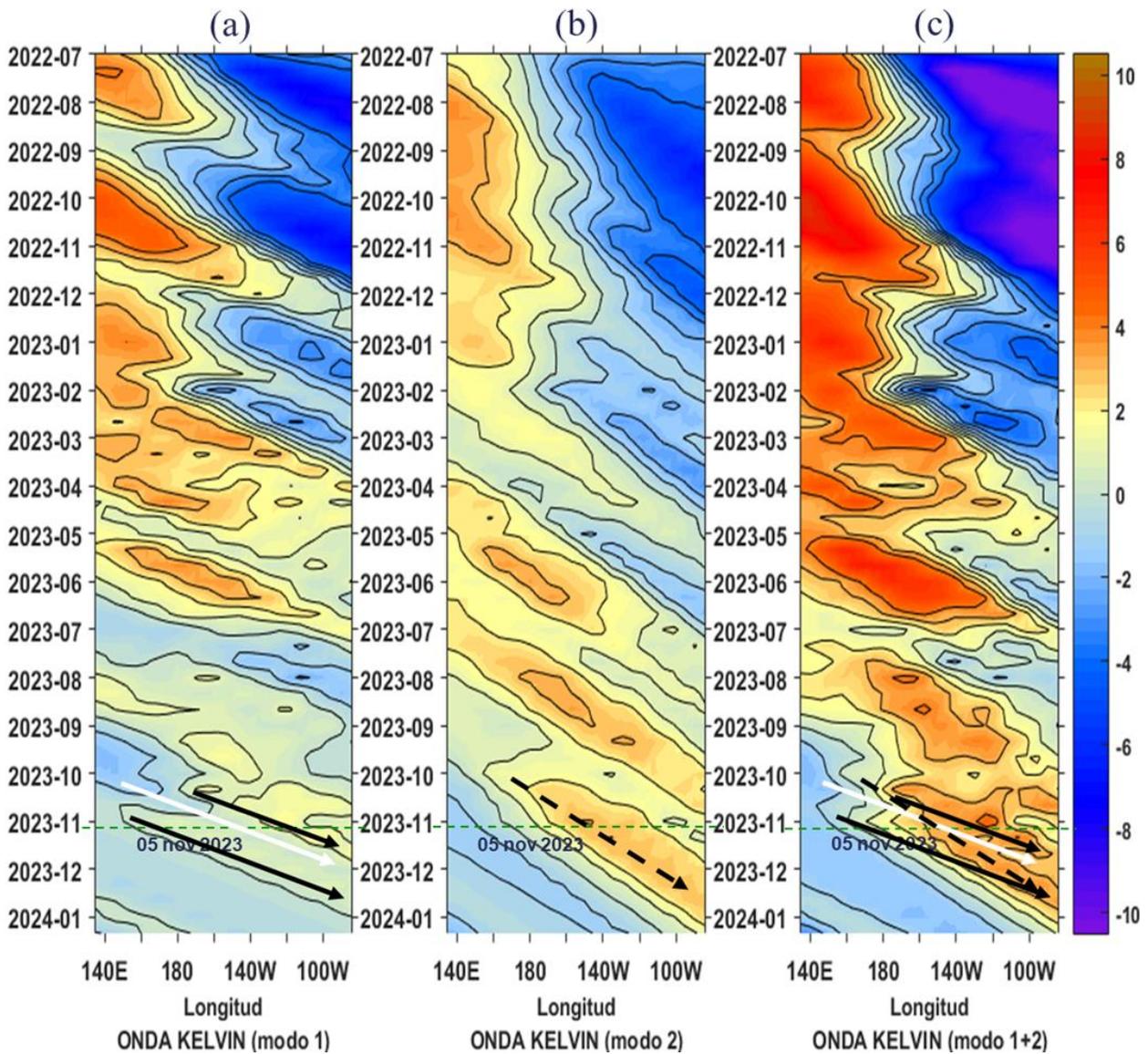


Figura 55. Diagrama Hovmöller longitud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacífico ecuatorial (0°N): (a) Modo 1 (flechas con líneas continuas), (b) Modo 2 (flechas con líneas discontinuas), (c) Modos 1+2. Se presentan las ondas de hundimiento “cálidas” (flechas negras), y las ondas de afloramiento “frías” (flechas blancas). La línea discontinua horizontal, en verde, indica el inicio del pronóstico con el forzante de vientos climatológico. Fuente: IMARPE, forzado con anomalías del esfuerzo de vientos de NCEP. Procesamiento: LMOECC/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

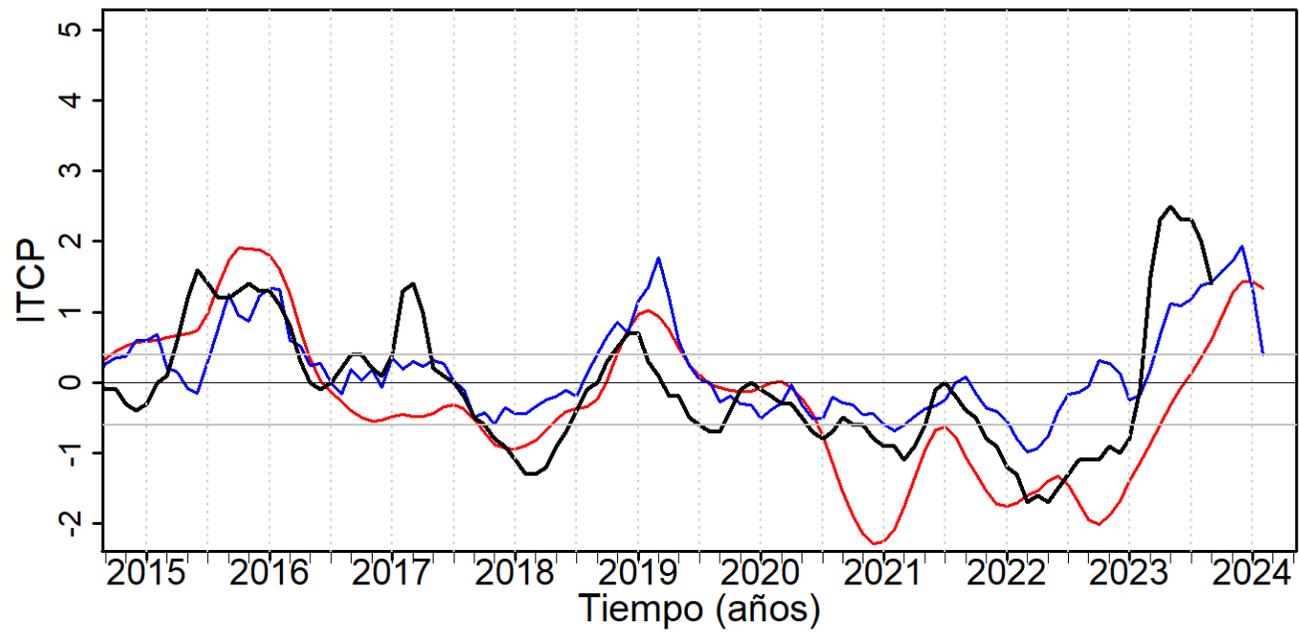


Figura 56. Pronóstico del ITCP (observado en línea negra) mediante dos modelos: un modelo estadístico (línea azul) y un modelo acoplado océano-atmósfera de complejidad intermedia (línea roja) con datos actualizados hasta el mes de octubre 2023. Fuente: IMARPE.

## REFERENCIAS

- Anculle, T., Graco, M., Vásquez, L., García W., Gutiérrez, D. 2021. Contribución de las ondas Kelvin a las anomalías térmicas de las aguas costeras frente al Perú durante El Niño 2015 – 2016 y El Niño Costero 2017. *Bol Inst Mar Perú*, 36(2): 362 – 384.
- Chaigneau, A., Dominguez, N., Eldin, G., Vasquez, L., Flores, R., Grados, C., and Echevin, V. 2013. Near-coastal circulation in the Northern Humboldt Current System from shipboard ADCP data, *J. Geophys. Res. Oceans*, 118, 5251–5266, doi:10.1002/jgrc.20328.
- Dewitte B, Gushchina D, duPenhoat Y, Lakeev S. 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.*, 29(14), 1666, 10.1029/2001GL014452.
- Comisión Multisectorial Encargada del Estudio Nacional del Fenómeno “El Niño” (ENFEN), 2023. Informe Técnico ENFEN. Año 9, N°11, agosto de 2023, 57 p <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4968842/Informe%20Tecnico%20ENFEN%2009%20AGOSTO%202023.pdf?v=1691784102>
- Donlon, C. J, M. Martin, J. Stark, J. Roberts-Jones, E. Fiedler, W. Wimmer, 2012. The Operational Sea Surface Temperature and Sea Ice Analysis (OSTIA) system. *Remote Sen. Env.*, 116, 140-158.
- Huang B., Thorne P.W., Banzon V.F., Boyer T., Chepurin G., Lawrimore J.H., Menne M.J., Smith T.M., Vose R.S. and Zhang H.M. 2017. Extended Reconstructed Sea Surface Temperature, Version 5 (ERSSTv5): Upgrades, Validations, and Intercomparisons. *Journal of Climate*. 30(20): 8179–8205. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-16-0836.1>
- Kobayashi, S., and Coauthors, 2015: The JRA-55 reanalysis: General specifications and basic characteristics. *J. Meteor. Soc. Japan*, 93, 5–48, doi:10.2151/jmsj.2015-001.
- Lellouche, J.-M., Le Galloudec, O., Drévillon, M., Régnier, C., Greiner, E., Garric, G., Ferry, N., Desportes, C., Testut, C.-E., Bricaud, C., Bourdallé-Badie, R., Tranchant, B., Benkiran, M., Drillet, Y., Daudin, A., and De Nicola, C. 2013. Evaluation of global monitoring and forecasting systems at Mercator Océan, *Ocean Sci.*, 9, 57-81.
- Majluf, P., Babcock, E. A., Riveros, J. C., Schreiber, M. A., & Alderete, W. (2002). Catch and bycatch of sea birds and marine mammals in the small-scale fishery of Punta San Juan, Peru. *Conservation biology*, 16(5), 1333-1343.
- Pietri, A., Colas, F., Mogollon, R. et al. 2021. Marine heatwaves in the Humboldt current system: from 5-day localized warming to year-long El Niños. *Sci Rep* 11, 21172. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-00340-4>Takahashi et al., 2014
- Quispe, J. y L. Vásquez, 2015. 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.
- Quispe Ccallauri, C, J. Tam, H. Demarcq, C. Romero, D. Espinoza, A. Chamorro, J. Ramos, R. Oliveros, 2016. El Índice Térmico Costero Peruano. En: *Boletín Trimestral Oceanográfico*, Volumen 2, Número 1, pp: 7-11.
- Quispe-Ccalluari C, Tam J, Arellano C, Chamorro A, Espinoza-Morriberón D, Romero C & J Ramos. 2017. Desarrollo y aplicación de índices y simulaciones para la vigilancia y el pronóstico a mediano plazo del impacto del ENOS frente a la costa peruana. *Inf Int. Mar Perú*, 44(1): 28-34.
- Villegas Piero. 2001. Aspectos Biológico - Pesqueros del “calamar común”, *Loligo gahi* d’Orbigny, 1835 en el área del Callao durante 1996 y 1997. Tesis para optar el Título Profesional de Biólogo con Mención en Biología Pesquera. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. LIMA – PERU
- Wolter, K., and M.S. Timlin, 1993: Monitoring ENSO in COADS with a seasonally adjusted principal component index. *Proc. of the 17th Climate Diagnostics Workshop*, Norman, OK, NOAA/NMC/CAC, NSSL, Oklahoma Clim. Survey, CIMMS and the School of Meteor., Univ. of Oklahoma, 52-57.
- Wolter K, and Timlin MS. 1998. Measuring the strength of ENSO events—how does 1997/98 rank?. *Weather* 53: 315– 324.
- Wolter, K., and Timlin, M. S. 2011. El Niño/Southern Oscillation behaviour since 1871 as diagnosed in an extended multivariate ENSO index (MEI.ext). *International Journal of Climatology*, 31(7), 1074–1087. <https://doi.org/10.1002/joc.2336>
- Zhang, T., Hoell, A., Perlwitz, J., Eischeid, J., Murray, D., Hoerling, M., & Hamill, T. M. 2019. Towards probabilistic multivariate ENSO monitoring. *Geophysical Research Letters*, 46. <https://doi.org/10.1029/2019GL083946>

## APENDICE

### I. PRESENTACIÓN

El Niño Oscilación Sur (ENOS) es el principal forzante que influye en la variación de las condiciones climatológicas interanuales en la cuenca del Océano Pacífico. El ENOS conjuga dos procesos, tanto el oceánico (El Niño, EN) como el atmosférico (Oscilación del Sur) y se expresa mediante una fase cálida (EN) y una fase fría (La Niña, LN). Debido a los diversos efectos e impactos de este proceso en el ecosistema del afloramiento costero peruano, que a su vez repercuten en los sistemas socioeconómicos, cada vez hay un mayor interés en mejorar el entendimiento de los factores que intervienen en su desarrollo, como en optimizar la anticipación al desenlace de posibles impactos extremos, constituyéndose en un principal propósito el poder generar alertas tempranas para mitigar daños.

Bajo este contexto, se conformó el Grupo de Trabajo Institucional El Niño del Instituto del Mar del Perú (IMARPE), cuya misión es el estudio y monitoreo de las condiciones oceanográficas frente a Perú y de sus efectos ecológicos y biológico-pesqueros. Mensualmente se reporta el análisis del monitoreo de parámetros océano-atmosféricos en el Pacífico Ecuatorial oriental, poniendo mayor énfasis en la zona costera de Perú. Para estimar y entender los impactos de El Niño y de La Niña en el ecosistema del marino se analizan indicadores de la fertilidad y productividad del mar peruano, así como también la respuesta de los principales recursos hidrobiológicos y la actividad pesquera. Además, se presentan especies indicadoras de condiciones cálidas y frías registradas durante los monitoreos mensuales de IMARPE y la incidencia de las condiciones oceanográficas en las principales pesquerías. Finalmente, mediante el análisis de los pronósticos de las agencias internacionales y el uso de modelos numéricos implementados en IMARPE, se formula la previsión futura de los principales indicadores climáticos y oceanográficos asociados a El Niño / La Niña, principalmente a corto y mediano plazo.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### 1. VARIABLES

Las principales variables utilizadas para el monitoreo de las condiciones ambientales, oceanográficas se resumen en la tabla III.1. La Figura 1 muestra la ubicación de las estaciones oceanográficas fijas y las secciones oceanográficas frente a Paíta y a Chicama, que constituyen la plataforma de monitoreo oceanográfico del IMARPE.

Debido al estado de emergencia generada por la pandemia del COVID 19, algunos monitoreos no se pudieron realizar como en las estaciones costeras (temperatura disponible hasta el 16 de marzo), secciones oceanográficas, monitoreo de nutrientes, fitoplancton, zooplancton y bentos.

Desde agosto 2021, el IMARPE cuenta con información de vehículos submarinos autónomos llamados gliders, denominados "Paracas", "Nazca", "Mochica" y "Chimú". Los sensores del glider pueden registrar variables oceanográficas como: temperatura, salinidad, oxígeno, corrientes y clorofila. El glider hace un recorrido vertical de diente de sierra en el momento de desplazarse y transmite información a través del satélite de tal manera que los datos pueden ser adquiridos en tiempo real. Los cálculos de anomalías se han hecho mediante comparación con la climatología (1981-2010) realizada por Domínguez et al. (2017) y Grados et al., (2018).

### 2. ÍNDICES

**Índice del Anticiclón del Pacífico Sur (APS):** Los índices de intensidad (IAPS) y posición (ILON, ILAT) del APS, se calculan a partir de las anomalías máxima de la presión atmosférica a nivel del mar en la región del Pacífico oriental subtropical y su correspondiente posición longitudinal y latitudinal. Las anomalías se obtienen usando el periodo base 1981-2010. Los índices se determinan aplicando el promedio móvil de tres meses a las series mensuales de intensidad y posición. El IAPS se clasifica en 3 condiciones: débil ( $< -1,1$ ), neutro ( $-1,1 - 1,5$ ) e intenso ( $>1,5$ ), mediante 2 umbrales definidos por los percentiles 20 y 80 de la serie del IAPS. Para los índices de posición ILON e ILAT se usan los percentiles 25 y 75, de tal forma que los valores positivos (negativos) de los índices ILON e ILAT sobre 4,2 y 1,6 respectivamente (debajo -3,9 y -1,1 respectivamente) representa un desplazamiento al este y al norte (al oeste y al sur) del APS con respecto a su posición climatológica. Los datos de presión se obtienen del reanálisis NCEP/NOAA (Kalnay et al., 1996) disponibles desde enero 1948 hasta el presente.

**Índice de Afloramiento Costero (IAC):** Estima la intensidad del afloramiento o el transporte de masas de agua con referencia a la línea de costa. El IAC se basa en el transporte de Ekman, el cual es calculado, de acuerdo a Bakun (1975), a partir del esfuerzo de viento sobre la superficie y el parámetro de Coriolis. El cálculo final del IAC (Bakun 1975) toma en cuenta el transporte de masa entre la densidad del mar, multiplicado por el coseno de ángulo formado por la diferencia entre el ángulo de costa y la dirección del viento. El ángulo usado para la línea de costa fue de  $145^\circ$ . Existe información de este índice desde enero 2000 hasta la actualidad, tomando en cuenta información satelital de los satélites de vientos de QuickScat y ASCAT.

**Datos de Anomalías de Nivel del Mar (ANM) y geostrofia:** La información de ANM fue estimada mediante interpolación óptima, sobre datos de nivel 3 (L3), de diferentes altímetros (CMEMS-SL-QUID-008-032-068), usando el período 1993-2012 (Schaeffer et. al, 2016; Pujol et. al, 2016) como climatología de referencia. Este producto es procesado por el sistema DUACS (Data Unification and Altimeter Combination System), y puesto a

disponibilidad por la CMEMS del Programa Copernicus de la Unión Europea de forma diaria y permanente desde 1993 hasta la actualidad. Para la descripción de flujos geostroficados y la detección de remolinos de mesoescala en superficie frente a la costa peruana, se utilizaron datos de altimetría satelital obtenidos del producto CMEMS V3.0. Los remolinos se han evaluado mediante un algoritmo híbrido de identificación (método físico y método geométrico) desarrollado por Halo et al., (2014). Para el nivel de sub-superficie se ha aplicado el método geostrofico para calcular corrientes basada en la estimación de la distribución de la densidad en el océano, a partir de mediciones directas de temperatura y salinidad (Pond & Pickard, 1983).

Por otro lado, tomando en cuenta la base de datos de altimetría disponible se determinó una nueva climatología a partir de la altura del nivel del mar sobre el geode (ADT) bajo el periodo de 1993-2010, con una frecuencia diaria interpolada de la climatología pentadal utilizando el método de splines cúbicos. Con esta nueva climatología se obtuvieron los datos de ANM, a los cuales se le aplicó el filtro pasa banda de 10 y 120 días con la finalidad de identificar el arribo y propagación de las ondas Kelvin frente a la costa peruana, mediante el uso de diagramas Høvmoller y series de datos con una frecuencia diaria.

**Datos e índices de Temperatura Superficial del Mar (TSM):** Las anomalías de la Temperatura Superficial del Mar (ATSM), en las regiones Niño, se evaluaron en periodos semanales, mensuales y de tres meses, con datos OISSTv2 que usa interpolación objetiva en su procesamiento, y ERSSTv5 que incorpora mejoras empleando la función de reconstrucción EOT (Empirical Orthogonal Teleconnections); dichas anomalías poseen periodo base de 30 años desde 1991-2020 (CPC-NCEP-NOAA). El Índice Niño Oceánico (ONI, por sus siglas en inglés), representa la media móvil de tres meses de las anomalías de TSM (ERSSTv5) de la región Niño 3.4, con los cuales se determina condiciones cálidas y frías al pasar el umbral de  $\pm 0,5$  °C. Las regiones niño del Pacífico ecuatorial se ubican en: Niño 1+2 (0° - 10°S, 90°W - 80°W), Niño 3 (5°N - 5°S, 150°W - 90°W), Niño 3.4 (5°N - 5°S, 170°W - 120°W) y la ATSM (climatología 2007–2016), se generaron en base a datos de OSTIA (UK Met Office, 2012). Las anomalías del contenido de calor en el Pacífico ecuatorial proceden de TAO-TRITON (TAO Project Office, NOAA/PMEL).

**Índice térmico Laboratorios Costeros (LABCOS):** Refleja la amplitud de la variabilidad de la TSM en el litoral peruano, la cual está asociada a las condiciones climáticas y oceanográficas a lo largo de la costa peruana. Se calcula a partir de promedios mensuales de las ATSM obtenidas de las estaciones costeras Paita, Chicama, Chimbote, Callao, Pisco e Ilo del IMARPE, así como la estación costera San Juan de la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina (DHNM) desde 1976. Se determina de la media móvil corrida cada tres meses de las anomalías térmicas obtenidas en las estaciones costeras mencionadas. Categorías: LN Fuerte (<-1,31), LN Moderado (-1,31 – -1,10), LN Débil (-1,10 – -0,78), Neutro (-0,78 – 0,27), EN Débil (0,27 – 0,78), EN Moderado (0,78 – 1,37), EN Fuerte (1,37 – 2,77), EN Muy Fuerte (>2,77). Más detalles en Quispe & Vásquez (2015).

**Índice Térmico Costero Peruano (ITCP):** Indicador del efecto del ENOS y de la circulación marina en la variabilidad térmica del océano costero del Perú caracterizado por el afloramiento costero. Se estima empleando los promedios mensuales de la TSM obtenidos del producto NOAA NCDC OISST v2 para el periodo 1982-2014 (Reynolds et al, 2007). Para ello se toma en cuenta el área de afloramiento, limitado por el máximo gradiente termal zonal del promedio anual de la TSM, seleccionando los puntos de grilla adyacentes a la costa (a 40 Km en promedio).

Se calcula como la media móvil de tres meses de la primera componente principal (CP1) reducida de las anomalías térmicas de la zona costera. Se expresa en unidades de desviación estándar de la CP1. Categorías: LN fría (<-0,6), Neutro (0,4 – -0,6), EN cálido (>-0,4). Mayor información se encuentra en Quispe-Ccalluari et al. (2016).

**Índices de la termoclina, oxiclina, y profundidad de la Zona Mínima de Oxígeno (ZMO):** Como indicador de la termoclina, definida como la capa con el máximo gradiente de temperatura en la columna de agua, se utiliza a la isoterma de 15 °C. Como indicador de la oxiclina costera, definida como la capa con el máximo gradiente de Oxígeno Disuelto (OD) en la columna de agua, se utiliza a la iso-oxígena de 1 mL L<sup>-1</sup>. La ZMO se define como los cuerpos de agua con concentraciones menores a 0,5 mL L<sup>-1</sup> y para identificar a que profundidad se ubica, se toma en cuenta su límite superior. Las anomalías de la profundidad de la termoclina y la oxiclina se calculan a partir de la climatología con periodo base 1981-2010 desarrollada por Domínguez, et al. (2017) y Graco et al. (2020, en prensa), respectivamente.

**Índices de actividad de mesoescala:** Las estructuras de mesoescala se evaluaron con información de altimetría satelital para una región comprendida entre 70°W y 84°W y entre 3°S y 18°S aplicando un algoritmo híbrido de identificación (Halo et al., 2014). A partir de la identificación se calculó el número de remolinos detectados, el radio de los remolinos y la energía cinética de los remolinos.

**Índices reproductivos de anchoveta:** La información del proceso reproductivo de la anchoveta proviene de los muestreos biológicos realizados en las diferentes sedes regionales del IMARPE (Paita, Chimbote, Huanchaco, Huacho, Callao, Pisco e Ilo). A partir de esta información se determinan los siguientes índices reproductivos: índice gonadosomático (IGS), que es un indicador de la actividad reproductiva, fracción desovante (FD), que es un indicador directo del proceso de desove, y contenido graso (CG), que es un indicador de la condición somática del recurso, mostrando la reserva energética del mismo (Buitrón et al 2011). El IGS se calcula mediante la relación del peso de la gónada y el peso eviscerado del pez (Vazzoler 1982), contándose con información desde 1986. La FD, se calcula como el cociente de las hembras que están en condición de desovantes sobre el total de hembras analizadas, expresado en porcentaje; con información disponible desde 1992. El CG, se determina mediante la extracción de grasa total por el método de Soxhlet (A.O.A.C., 1990), el cual es expresado en porcentaje, con información desde 2002.

**Olas de Calor Marina (OCM):** Una ola de calor marina (OCM) es un evento discreto (pueden darse brechas de 1 o 2 días) y prolongado (5 a más días) de agua anómalamente cálida (superior al umbral de temperatura alta, el percentil 90 de los datos diarios históricos) en una zona puntual (Hobday et al., 2016). Se dice que ocurre una OCM sobre una región cuando al menos en alguna parte puntual de dicha región ocurre una OCM.

### 3. IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES

**Bentos:** La literatura especializada comprende, para Polychaeta: Fauchald (1977) y Hobson & Banse (1981); Mollusca: Álamo & Valdivieso (1997); Crustacea (macrocrustáceos): Chirichigno (1970), Crustacea (Amphipoda): Barnard & Karaman (1991), Jiménez (2018), entre otros.

**Fitoplancton:** Para la identificación taxonómica se utilizan los trabajos de Hustedt (1930), Cupp (1943), Hendey (1964), Sounia (1967), Schiller (1971), Sundström (1986), Ochoa & Gómez (1987), Hasle & Syvertsen (1996) y Steidinger & Tangen (1996).

**Zooplankton e ictioplankton:** Para la determinación de las especies del zooplankton se utilizan principalmente los trabajos de Santander (1967), Santander et al. (1967, 1981), Gómez (1982), Sandoval de Castillo (1997), Carrasco (1989), Aronés (1997), Boltovskoy (1981,1999), Boden (1955), Briton (1962), Veliz (1981) y Quesquén (2005, 2017), mientras que para el ictioplankton se consulta los trabajos de Einarsson & Rojas de Mendiola (1963), Guzmán & Ayón (1995), Sandoval de Castillo (1979), Santander & Sandoval de Castillo (1969, 1971, 1972,1973, 1977, 1979) y Moser (1996).

**Peces:** La literatura de consulta para la identificación taxonómica comprende Chirichigno & Vélez (1998), Fischer et al. (1995) volúmenes II y III de FAO y para la verificación de la distribución de las especies Chirichigno & Cornejo (2001) y la base de datos FishBase (<https://www.fishbase.de/>).

**Depredadores superiores:** Para la identificación de presas en la dieta de aves guaneras se utiliza la guía de identificación de García-Godos (2001), para la identificación taxonómica de aves y mamíferos marinos se revisaron las guías de identificación de Reyes (2009), Folkens & Reeves (2002), Schulenberg et al. (2009), Harrison & Peterson (1991).

#### 4. INDICADORES BIOLÓGICOS

Los indicadores biológicos se definen como aquellos organismos altamente sensibles a las condiciones del medio ambiente y que dependen de estas para su migración y cuya densidad disminuye, cuando las condiciones ecológicas han cambiado o cuando su etapa biológica ha terminado (UNESCO, 1981).

**Fitoplancton.** Para definir los indicadores de masas de agua del fitoplancton se tomaron en cuenta los trabajos de Rojas de Mendiola et al. (1981), Ochoa et al. (1985), Zuta y Guillén (1970), Antonietti et al. (1993), Ochoa & Gómez (1997) y Gutiérrez et al. (2005).

Además de acuerdo al análisis semicuantitativo del fitoplancton se utiliza la siguiente clasificación para definir la abundancia del fitoplancton de acuerdo a la cantidad de individuos por campo ocular: “Ausente” (0 cél. campo<sup>-1</sup>), “Presente” (1 a 5 cél. campo<sup>-1</sup>), “Escaso” (6 a 15 cél. campo<sup>-1</sup>), “Abundante” (16 a 25 cél. campo<sup>-1</sup>) y “Muy Abundante” (más de 25 cél. campo<sup>-1</sup>).

**Zooplankton.** Para definir los indicadores de masas de agua del zooplankton se tomaron en cuenta los trabajos de Santander & Carrasco (1985), Ayon & Giron (1997), Ayón et al. (1999), Abanto (2001), Arones & Ayón (2002) y Gutiérrez et al. (2005).

**Peces:** Para especies indicadores de la actividad pesquera se analiza información proveniente de los Laboratorios Costeros de IMARPE, referida a las observaciones de especies atípicas de la región o el lugar. Esta información es contrastada con las distribuciones conocidas de las especies indicadas en la bibliografía especializada de Chirichigno & Cornejo (2001), Moscoso (2012) y bases de datos como FishBase. En algunas ocasiones se reportan especies de otros grupos biológicos, en esos casos se utiliza literatura especializada como la de Moscoso (2012).

**Depredadores superiores.** Las aves, mamíferos y tortugas marinas son indicadores del ecosistema y expresan cambios ocurridos a diferentes niveles tróficos por lo que son utilizados como indicadores indirectos en los cambios en la distribución y disponibilidad de sus presas, así como cambios en el medio marino.

Para evidenciar esta información se utilizó bibliografía especializada de Murphy (1936), Jordán & Fuentes (1966), Tovar et al. (1984, 1987, 1988), Crawford (1987), Cairns (1987), Vanstreet (2011), Trigo (2011), Quiñones et al. (2010), Trites (1997), Majluf & Trillmich (1981).

## 5. MODELOS DE PRONÓSTICO

**Modelos dinámicos y estadísticos de predicción de ENOS de las agencias internacionales:** Para el pronóstico de las series de tiempo en la región Niño 3.4, el *International Research Institute for Climate and Society* en colaboración con NOAA *Climate Prediction Center* (CPC) compila mensualmente los pronósticos de 26 modelos de agencias internacionales: 18 modelos dinámicos y 8 modelos estadísticos que pronostican los valores de la serie de tiempo de anomalías de la temperatura superficial del mar en la región Niño 3.4 (120° E – 170° W, 5° N – 5° S) con un horizonte de pronóstico entre 4 y 9 meses de anticipación (IRI, marzo 2020). Por otro lado, para el pronóstico espacial de las anomalías de la TSM, de manera trimestral, se presentan tres de los modelos dinámicos a escala global: ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts model), CFSv2 (Coupled Forecast System model de la NOAA) y NMME (North American Multi-Model Ensemble model de la NOAA).

**Modelo Oceánico de Complejidad Intermedia:** Con el fin de detectar la propagación de las Ondas Kelvin Ecuatoriales (OKE), se ejecuta un modelo oceánico de complejidad intermedia con 3 modos baroclínicos, forzado con vientos del NCEP (Kalnay et al. 1996), implementado en IMARPE, siguiendo la metodología de Illig et al. (2004) y Dewitte et al. (2002). La señal de la OKE puede ser descompuesta en modos normales de oscilación que se propagan a diferentes velocidades. Los primeros dos modos (modo 1, modo 2) sumados proporcionan la mayor contribución a la anomalía del nivel del mar.

**Modelos de pronóstico para el ITCP:** Se emplean dos metodologías implementadas en IMARPE para pronosticar la serie de tiempo del ITCP con un horizonte de 4 meses de anticipación. Las metodologías consisten en (1) un modelo estadístico basado en el volumen de agua cálida ecuatorial (Matellini et al., 2007) y el índice del APS siguiendo la metodología descrita en Quispe-Ccalluari et al. (2017), y (2) un modelo basado en las salidas de un modelo acoplado océano-atmósfera de complejidad intermedia del Pacífico tropical ecuatorial (Dewitte et al., 2002; Gushchina et al., 2000) y siguiendo la metodología descrita en Quispe-Ccalluari et al. (2017).

Tabla II.1. Principales variables y bases de datos utilizados en el presente informe.

VARIABLE	FUENTE														PERIODO		FRECUENCIA	REFERENCIA	AREA RESPONSABLE	OBSERVACIONES										
	Observaciones <i>in situ</i>							Satélite/Reanálisis																						
	Estaciones costeras	Secciones verticales	Estaciones fijas	Cruceiros	Boyas ARGO	Boyas TAO/TRITON	Glider	Programa Bitácoras de Pesca (PBP)	Seguimiento de Pesquerías	Monitoreo de Islas, puntas, playas, estuarios, etc.	Alerta de fauna marina varada	ESRL/NOAA	Reanálisis NCEP/NOAA	QuickScat + ASCAT	Producto OSTIA	Producto CMEMS					SeaWiFS + MODIS	MODIS + VIIRS	GFS	MERCATOR Ocean	Operatividad	Climatología				
<b>VARIABLES ATMOSFÉRICAS</b>																														
Condiciones Atmosféricas	Radiación de Onda Larga											X										1974-Actual	1981-2010	mensual	<a href="http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/enso_advisory/ensodisc.html">www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/enso_advisory/ensodisc.html</a>	LMOECC/AFIO/DGIOCC	- Resolución: 2.5 °			
	Presión Atmosférica											X											1948-Actual	1981-2010	Diario	Kalnay et al. (1996)		- Resolución: 2,5°x2,5°		
	Vientos												X										1948-Actual	1981-2010	Diario	Kalnay et al. (1996)		- Resolución: 2,5°x2,5°		
														X										2000-Actual	2000-2014	Pentadal/mensual	Chelton et al. (2006) Bentamy et al. (2009)	LCSR/LHFM/AFIO/DGIOCC	- Resolución: 0,25°	
	Fracción de nube																		X					1970-Actual	2000-2014	Diaria	<a href="https://pae-paha.pacioos.hawaii.edu/erddap/griddap/ncep_global.html">https://pae-paha.pacioos.hawaii.edu/erddap/griddap/ncep_global.html</a>		- Resolución: 0,5°	
																							2002-Actual	2002-2016	Diaria	<a href="https://atmosphere-imager.gsfc.nasa.gov/MOD06_L2/atbd.html">https://atmosphere-imager.gsfc.nasa.gov/MOD06_L2/atbd.html</a> <a href="http://www.globcolour.info/CDR_Docs/GlobCOLOUR_PUG.pdf">http://www.globcolour.info/CDR_Docs/GlobCOLOUR_PUG.pdf</a>		- Resolución: 4 km		
<b>VARIABLES OCEANOGRÁFICAS</b>																														
Condiciones Oceanográficas Físicas	Temperatura del Mar	X																					1963-Actual	1981-2010	Diaria/mensual	(Grados & Vásquez, en prep.)	LHFM/AFIO/DGIOCC	- Paita desde 1963		
			X																					1960-Actual	1981-2010	mensual		Domínguez et al (2017)	- Callao desde 1970	
				X																					2015-Actual	1993-2010		quincenal	Anculle et al (2015)	- Pisco desde 1976
					X																				1960-Actual	1981-2010		variable	Domínguez et al (2017)	*Las estaciones fijas se dan en el marco del PPR-068 de IMARPE. (Figura 1)
						X																			1998-Actual	1981-2010		variable		- Anomalías en base a climatología de IMARPE.
							X																		1977-Actual			Diaria	<a href="http://www.pmel.noaa.gov/tao/drupal/disdel/">www.pmel.noaa.gov/tao/drupal/disdel/</a>	
	Nivel del Mar														X									2006-Actual	2007-2016	Diaria		Donlon et al. (2012)		- Resolución: 0,054°
																								Ago-2021	1981-2010	Diaria		Domínguez et al (2017)		
	Salinidad		X																					1993-Actual	1993-2012	Diaria		Schaeffer et al. (2016) Pujol et al. (2016)		- Resolución: 0,25°
				X																					2015-Actual	1981-2010		mensual	Domínguez et al (2017)	- A partir de este producto se derivan flujos geostroficados
				X																				2015-Actual	1993-2010	quincenal	Anculle et al (2015)			
					X																			1960-Actual	1981-2010	variable	Domínguez et al (2017)			
						X																		1998-Actual	1998-2010	variable				
																				X				1993-Actual	1993-2015	Diaria	Lellouche, J.-M. et al. (2013)		- Resolución: 0,083°	
Corrientes Marinas		X																					Ago-2021	1981-2010	Diaria	Domínguez et al (2017)				
																							1960-Actual		mensual					



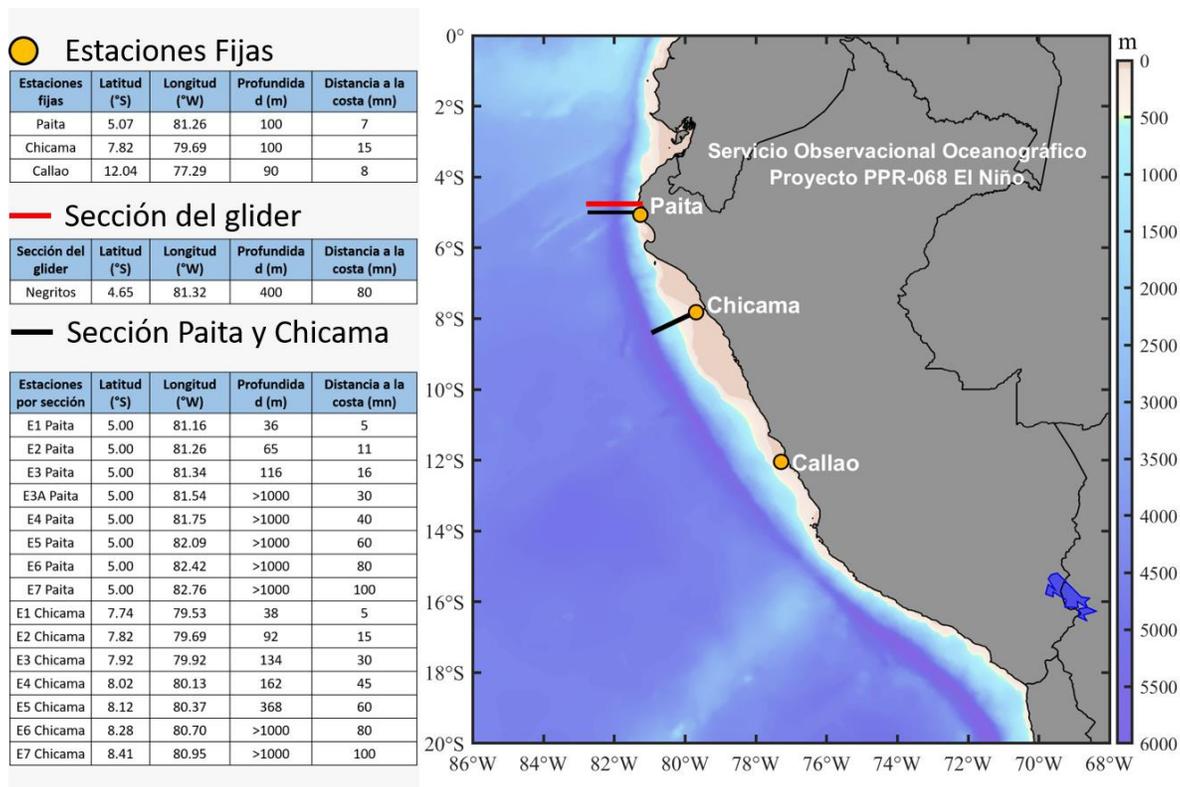


Figura II.1. Ubicación geográfica de las estaciones fijas, secciones verticales de Paita y Chicama, y sección del glider sobre la batimetría con ETOPO2.

### III. RECONOCIMIENTOS

The Group for High Resolution Sea Surface Temperature (GHR SST) Multi-scale Ultra-high Resolution (MUR) Level 4 OSTIA Global Foundation Sea Surface Temperature Analysis (GDS version 2). Ver. 2.0 data were obtained from the NASA EOSDIS Physical Oceanography Distributed Active Archive Center (PO.DAAC) at the Jet Propulsion Laboratory, Pasadena, CA (<http://dx.doi.org/10.5067/GHGMR-4FJ01>).

IFREMER/CERSAT. 2005. ERS-1 Level 3 Gridded Mean Wind Fields (IFREMER). Ver.1.PO.DAAC, CA, USA (<ftp://anonymous@ftp.ifremer.fr/ifremer/cersat/products/gridded/mwf-ers1>).

The Ssalto/Duacs altimeter products were produced and distributed by the Copernicus Marine and Environment Monitoring Service (CMEMS) (<http://www.marine.copernicus.eu>).

The products from the MERCATOR OCEAN system are distributed through the Marine Copernicus Service (<http://www.marine.copernicus.eu>).

#### IV. REFERENCIAS

- Abanto, M.R. 2001. Composición, distribución y abundancia de copépodos planctónicos marinos en la costa Norte - Centro (03°30' S - 14°00'S) frente al litoral peruano entre los años 1980 y 1989. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas Universidad de Lima.
- Alamo, V. & V. Valdivieso. 1987. Lista sistemática de moluscos marinos del Perú. Bol. Inst. Mar. Perú- Callao. Volumen Extraordinario: 205 pp.
- 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. En: Boletín Trimestral Oceanográfico, Volumen 1, Números 1- 4, pp.: 8-10.
- Antonietti E., P. Villanueva, E. Delgado, & F. Chang. 1993. Dinoflagelados indicadores de El Niño 1991-92. Boletín ERFEN (N° 32-33): 20-24.
- A.O.A.C. 1990. Official Methods of analysis. 15th Edition, USA.
- Aronés, K.J. 1997. Distribución horizontal de los amphipodos (Crustacea) en el mar peruano durante el fenómeno "El Niño", verano de 1983. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas. URP. Perú.
- Aronés, K. & Ayón, P. 2002. Effects of El Niño 1997-1998 on copepods community structure at San Jose Coastal Station (Peru). In: Salinas, S., Urban, H., Arntz, W. (Eds), Workshop impacts of El Niño and Basin scales climate changes on Ecosystems and Living Marine Resources: A comparison between the California and the Humboldt Current systems. Investigaciones Marinas, Chile, pp 104-105.
- Ayón, P. & Girón, M., 1997. Composición y distribución del zooplancton e ictioplancton frente a la costa peruana durante febrero a abril 1997. Informe del Instituto del Mar del Perú 127, 49-55.
- Ayón, P., Aronés, K. & Zarate, M., 1999. Variaciones en el comportamiento del copépodo calanoideo *Centropages brachiatus* (Dana, 1849), frente a la costa peruana durante el evento El Niño 97-98. In: Tresierra, A, Culquichicon, Z., (Eds), VIII Congreso Latinoamericano sobre ciencias del Mar. 1999, Trujillo-Perú, pp 730-731.
- Bakun, A. 1975. Daily and weekly upwelling indices, west coast of North América, 1967-73. U.S. Commer. NOAA Tech. Rep. NMFS-SSRS-693: 113p.
- Barnard, J. & L. Karaman, G. S. 1991. The families and genera of marine gammaridean Amphipoda (except marine gammaroids). Part 1. Records of the Australian Museum, Supplement. 13 (1): 1-417.
- Bentamy, A., D. Croize-Fillon, P. Queffeulou, C. Liu y H. Roquet (2009), Evaluation of high-resolution surface wind products at global and regional scales, J. Ocean. Operational, 2 (2), 15-27.
- Boden B.P, Johnson M.W & Brinton E. 1955. The Euphausiacea (Crustacea) of the North Pacific. Bulletin of the Scripps Institution of Oceanography of the University of California, La Jolla, Vol. 6, N° 8. pp. 282-394.
- Boletín Semanal Oceanográfico y Biológico-Pesquero [en línea]. Callao, Instituto del Mar del Perú. Año 7, N°47, 25 de noviembre de 2022  
[http://www.imarpe.pe/imarpe/index.php?id\\_seccion=I0178020400000000000000](http://www.imarpe.pe/imarpe/index.php?id_seccion=I0178020400000000000000).
- Boltovskoy, D. 1981. Atlas del Zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. INIDEP. Argentina.
- Boltovskoy, D. 1999. South Atlantic Zooplankton. Backhuys Publishers, Leiden. 2:869-1706.
- Bouchon M., Ñiquen M., Arias Shreiber M., Bello R. 1997. Manual de Operaciones del Proyecto Bitácoras de Pesca. Inf. Prog. Inst. Mar Perú N° 74: 44 p.
- Bouchon M, Ñiquen M, Mori J, Echevarría A, Cahuín S. 2001. Manual de muestreo de la pesquería pelágica. Inf. Prog. Inst. Mar Perú – Callao. 157: 38pp.
- Brinton, E. 1962. The distribution of Pacific euphausiids. Bull. Scripps Inst. Oceanogr. 8 (2): 51-270.

- Buitrón, B., Perea, A., Mori, J., Sánchez, J. & Roque, C. 2011. Protocolo para estudios sobre el proceso reproductivo de peces pelágicos y demersales. Protocol for studies on the reproductive process of pelagic and demersal fishes. Boletín Instituto del Mar Perú, 38: 373-384.
- Cairns, D. 1987. Seabird as indicators of marine food supplies. Biological oceanography. 5: 261-271
- Carrasco S. 1989. Anfípodos planctónicos del área comprendida entre Paita y norte de Chimbote. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas. URP. Perú.
- Castillo, R.; Gutierrez, M.; Peralta, S.; Ganoza, F. 2009. Distribución y biomasa de algunos recursos pelágicos peruanos en primavera 2003. Inf. Inst. Mar Perú. Vol. 36, Números 1-2. p: 45-51.
- Chelton D.B., M.H. Freilich, J.M. Sienkiewicz & J.M. Von Ahn. 2006. On the use of QuikSCAT scatterometer measurements of surface winds for marine weather prediction. Monthly Weather Review. 134 (8): 2055–2071.
- Chirichigno, N. 1970. Lista de crustáceos del Perú. Boletín IMARPE, Lima, Perú. 70 pp.
- Chirichigno N. & Vélez J. 1998. Clave para identificar los peces marinos del Perú. Instituto del Mar del Perú. Publicación Especial, Callao, 500 p.
- Chirichigno N. & Cornejo R.M. 2001. Catálogo Comentado de los peces marinos del Perú. Publicación Especial Inf. Inst. Mar Perú. 314 pp.
- Crawford, R.J.M. 1987. Food and population variability in five regions supporting large stocks of anchovy, sardine and horse mackerel. En: Payne, A.I.L., Gulland, J.A., Brink, K.H. (Eds). The Benguela and comparable ecosystems. S. Afr. J. Mar. Sci. 5:735 -757.
- Cupp E. 1943. Marine plankton diatoms of the west coast of North America. Bull. Scripps it. Oceangr. 5: 1-237.
- Dewitte B, Gushchina D, duPenhoat Y, Lakeev S. 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., 29(14), 1666, 10.1029/2001GL014452.
- Diones T. 1995. Análisis de la distribución y abundancia de los recursos jurel y caballa frente a la costa peruana. Inst. Mar Perú. Inf. Progresivo 3. pp. 55.
- Diones T. 2013. Patrones de distribución y abundancia del jurel *Trachurus murphyi* en el Perú. En: Csirke J., R. Guevara-Carrasco & M. Espino (Eds.). Ecología, pesquería y conservación del jurel (*Trachurus murphyi*) en el Perú. Rev. peru. biol. número especial 20(1): 067- 074 (Septiembre 2013).
- Domínguez N. et al. 2017. Climatología termohalina frente a las costas del Perú. Periodo: 1981-2010. Informe IMARPE 44(1), pag. 5-13.
- Donlon, C. J, M. Martin, J. Stark, J. Roberts-Jones, E. Fiedler, W. Wimmer, 2012. The Operational Sea Surface Temperature and Sea Ice Analysis (OSTIA) system. Remote Sen. Env., 116, 140-158.
- Einarsson, H. & B. Rojas de Mendiola. 1963. Descripción de huevos y larvas de anchoveta peruana (*Engraulis ringens* J.). Bol. Inst. Invest. Recurs. Mar. 1(1):1-23.
- Elliott W., Paredes F., Bustamante M. (1995). Biología y Pesquería de tiburones de las Islas Lobos, Perú. Inf. Prog. Inst. Mar Perú (Nº16).
- ENFEN, 2012. Definición operacional de los eventos El Niño y La Niña y sus magnitudes en la costa peruana. Nota Técnica ENFEN, 9 abril 2012, 3 pp.
- Espinoza-Morriberon D., Echevin V., Colas F., Tam J., Ledesma J., Graco M., Vásquez L. 2017. Impact of the El Niño event on the productivity of the Peruvian Coastal Upwelling System. Journal Geophysical Research Oceans, 122 (7): 5423–5444, doi:10.1002/2016JC012439
- Fauchald, K. 1977. The polychaete worms, definitions and keys to the orders, families and genera. Natural History Museum of Los Angeles County: Los Angeles, CA (USA), Science Series. 28:1-188.
- Fischer W., F. Krupp, W. Scheneider, et al. (eds.). 1995. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental. Roma, FAO. Volumen II y III. 1199p.

- Folkens, P. & Reeves, R. 2002. Guide to marine mammals of the world. National Audubon Society, New York.
- Fricke, R., Eschmeyer, W. N. & Van der Laan, R. (eds) 2020. ESCHMEYER'S CATALOG OF FISHES: GENERA, SPECIES, REFERENCES. (<http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>). Electronic version accessed 08 julio 2020.
- García- Godos, A. 2001. Patrones morfológicos del otolito sagitta de algunos peces óseos del mar peruano. Boletín Instituto del Mar del Perú 20 (1-2). 83 pp.
- Gómez, O. 1972. Contribución al conocimiento de los copépodos de la costa peruana. Tesis de licenciatura, Facultad de biología. UNMSM. Perú.
- Graco M., Anculle, T., Chaigneau A., Ledesma J., Flores G., Morón, O., Monetti F. & D. Gutiérrez. 2020. Variabilidad espacial y temporal del oxígeno disuelto y de la ZMO en el sistema de afloramiento frente a Perú. Boletín Instituto del Mar del Perú, Volumen Especial. En prensa.
- Grupo Trabajo Institucional El Niño (GTI-EN). 2021. Informe de las condiciones oceanográficas y biológico-pesqueras febrero 2021. [en línea]. Callao, Instituto del mar del Perú. Julio 2021.
- Gushchina D, Dewitte B, Petrossiants M A. 2000. A coupled ocean-atmosphere model of tropical Pacific: The forecast of the 1997-1998 El Niño Southern Oscillation. Izvestiya atmospheric and oceanic physics. 36(5): 533-554.
- Gutiérrez D., K. Aronés, F. Chang, L. Quipúzcoa & P. Villanueva .2005. Impacto de la variación oceanográfica estacional e interanual sobre los ensambles de microfitoplancton, mesozooplancton, ictioplancton y macrozoobentos de dos áreas costeras del norte del Perú entre 1994 y 2002. Bol. Instituto Mar del Perú-Callao, Vol. 22 / N°. 1 y 2.
- Guzmán, S. & P. Ayón. 1995. Larvas de peces del área norte del mar peruano. Inf. Inst. Mar Perú. 109:1-48.
- Halo, I., B. Backeberg, P. Penven, I. Ansorge, C. Reason & J. E. Ullgren. 2014. Eddy properties in the Mozambique Channel: A comparison between observations and two numerical ocean circulation models, Deep Sea Res., Part II, 100, 38– 53, doi:10.1016/j.dsr2.2013.10.015.
- Harrison, P. & Peterson, R. 1991. Seabirds: An Identification Guide: A Complete Guide to the Seabirds of the World. Houghton Mifflin Company, Boston.
- Hasle G. & Syvertsen E. E. 1996. Marine diatoms. In: Tomas C. (ed.). Identifying. Marine Diatoms and Dinoflagellates. Academic Press, Inc. San Diego. 1-383pp.
- Hendey, N.I. 1964. An introductory account of the smaller algae of British coastal waters. Part V: Bacillariophyceae (Diatoms). Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Fishery Investigations, Series 4. Her Majesty's Stationery Office, London, 317 pp.
- Hobday, A.J., Alexander, L.V., Perkins, S.E., Smale, D.A., Straub, S.C., Oliver, E.C.J., Benthuyesen, J.A., Burrows, M.T., Donat, M.G., Feng, M., Holbrook, N.J., Moore, P.J., Scannell, H.A., Sen Gupta, A., Wernberg, T., 2016. A hierarchical approach to defining marine heatwaves. Prog. Oceanogr. 141, 227–238.
- Hobson, K.D. & Banse, K. 1981. Sedentary and archannelid polychaetes of British Columbia and Washington. Canadian Bulletin of Fisheries and Aquatic Sciences, 209, 1– 144.
- Holthuis, L.B. 1991. FAO species catalogue. Vol. 13. Marine lobsters of the world. An annotated and illustrated catalogue of species of interest to fisheries known to date. FAO Fisheries Synopsis. No. 125, Vol. 13. Rome, FAO. 292 p.
- Hustedt F. 1930. Die Kieselalgen Deutschlands, Osterreichs und der Schweiz mit Berücksichtigung der ubrigen Lander Europas sowie der angrenzenden Meerresgebiete. En: L. Rabenhorst (ed) Kryptogamenflora von Deutschland, Osterreich und der Schweiz. 1 Teil. Akat. Verlagsges. Leipzig, Reprint Johnson Rep. Goop, New York 1971: 920 pp.
- Illig S, Dewitte B, Ayoub N, duPenhoat Y, Reverdin G, De Mey P, Bonjean F, Lagerloef G S E. 2004. Interannual long equatorial waves in the Tropical Atlantic from a high resolution OGCM experiment in 1981-2000, J. Geophys. Res. 109 (C2): C02022.

- Informe de las Condiciones Oceanográficas y Biológico-Pesqueras. [en línea]. Instituto del Mar del Perú (ICOBP). 2021. [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1923492/Informe\_GTI\_febrero\_2021.pdf]
- Jhancke J. & L. Paz-Soldán. 1998. Biología reproductiva de las aves guaneras y sus relaciones con la disponibilidad de anchoveta. Boletín de IMARPE. Vol. 17 (1 y 2): 55 – 66.
- Jiménez A., R. Marquina & L. Quipúzcoa. 2018. Anfípodos bentónicos Amphilochidea y Senticaudata) en el centro norte de la plataforma continental del Perú. Revista peruana de biología 25(4): 371 – 406. doi: http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v25i4.15531
- Jordán, R. & Fuentes, H. 1966. Las poblaciones de aves guaneras y su situación actual. Inf. Inst. Mar Perú 10: 1- 31.
- 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, & D. Joseph. 1996. The NCEP/NCAR 40-Year Reanalysis Project. Bull. Amer. Meteor. Soc., 77, 437–471.
- Lellouche, J.-M., Le Galloudec, O., Drévilion, M., Régnier, C., Greiner, E., Garric, G., Ferry, N., Desportes, C., Testut, C.-E., Bricaud, C., Bourdallé-Badie, R., Tranchant, B., Benkiran, M., Drillet, Y., Daudin, A., and De Nicola, C. 2013. Evaluation of global monitoring and forecasting systems at Mercator Océan, Ocean Sci., 9, 57-81.
- Moscoso, V. 2012. Catálogo de crustáceos decápodos y estomatópodos del Perú. Bol Inst Mar Perú 27(1-2), 2012, 209 p.
- Moser, H. 1996. The Early Stages of Fishes in the California Current Region. California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Atlas N°33: 1505 pp.
- Matellini B, Tam J, Quispe C. 2007. Modelo empírico para previsión de la temperatura superficial del mar peruano. Rev. peru. biol. 14: 101-108.
- Majluf, P. & Trillmich, F. 1981. Distribution and abundance of sea lions (*Otaria byronia*) and fur seal (*Arctocephalus australis*) in Peru. Saugetierkunde 46, 384 – 393.
- Murphy, RC. 1936. Oceanic bird of South America. America Museum of Natural History. New York. 1245 pp.
- Ñiquen M., Bouchon M., Cahuin., Díaz E. (2000). Pesquería de anchoveta en el mar peruano. 1950-1999. Bol.Inst. Mar Perú: 117-123.
- Ocean Biology Processing Group. 2003. MODIS Aqua Level 3 Global Daily Mapped 4 km Chlorophyll a. Ver. 6. PO. DAAC, CA, USA. Dataset accessed [20YY-MM-DD].
- Ochoa, N., B. Rojas de Mendiola & O. Gómez. 1985. Identificación del fenómeno El Niño a través de los organismos fitoplanctónicos. In El Niño, su impacto en la Fauna Marina. Bol. Inst. Mar Perú. Vol. extraordinario.
- Ochoa N. & Gómez O. 1987. Dinoflagellates as indicators of water masses during El Niño, 1982-1983. Journal of Geophysical Research, Vol. 92, N° C13, 14,355-14,367 pp.
- Ochoa N. & O. Gómez. 1997. Dinoflagelados del mar peruano como indicadores de masas de agua durante los años 1982 a 1985. Boletín Instituto del Mar del Perú, vol. 16, n.º 2, pp. 1 – 60.
- Pond, S. & Pickard, G.L. 1983. Introductory dynamical oceanography. 2nd Edition, Pergamon Press, Oxford.
- Pujol, M.-I., Faugère, Y., Taburet, G., Dupuy, S., Pelloquin, C., Ablain, M., & Picot, N. 2016. DUACS DT2014: the new multi-mission altimeter data set reprocessed over 20 years, Ocean Sci., 12, 1067-1090, doi:10.5194/os-12-1067-2016.
- Quesquén, R. 2005. Moluscos holoplanctónicos heteropoda y pteropoda colectados en noviembre y diciembre de 1996 en el mar peruano. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Ricardo Palma, Lima.
- Quesquén, R. 2017. Moluscos gasterópodos holoplanctónicos en el mar peruano recolectados entre 1994 y 2005. Boletín IMARPE: 32(2).
- Quispe, J. & L. Vásquez, 2015. 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.

- Quispe-Ccalluari C, Tam J, Arellano C, Chamorro A, Espinoza-Morriberón D, Romero C & J Ramos. 2017. Desarrollo y aplicación de índices y simulaciones para la vigilancia y el pronóstico a mediano plazo del impacto del ENOS frente a la costa peruana. *Inf Int. Mar Perú*, 44(1): 28-34.
- Quispe-Ccalluari, C., J. Tam, H. Demarcq, A. Chamorro, D. Espinoza-Morriberón, C. Romero, N. Dominguez, J. Ramos y R. Oliveros-Ramos. 2018: An index of coastal thermal effects of El Niño Southern Oscillation on the Peruvian Upwelling Ecosystem. *Int. J. Climatol.*:1-11. <https://doi.org/10.1002/joc.5493>.
- Quiñones, J., González Carman, V., Zeballos, J., Purca, S., y Mianza, H. 2010. Effects of El Niño-driven environmental variability on black turtle migration to Peruvian foraging ground. *Hydrobiología*, 645(1), 69 -79.
- Quiñones J, 2018. Los Niños, Los Viejos, Las Medusas y su interacción con las pesquerías en el ecosistema norte de la Corriente de Humboldt, análisis de la medusa Scyphozoa *Chrysaora plocamia*. Universidad Nacional de Mar del Plata. Tesis de Doctorado. 208 pp.
- Reyes J.C. 2009. Ballenas, delfines y otros cetáceos del Perú. Una Fuente de Información. Squema-Ediciones. Lima. 159 pp.
- Reynolds, R. W., T. M. Smith, C. Liu, D. B. Chelton, K. S. Casey, & M. G. Schlax, 2007: Daily high-resolution-blended analyses for sea surface temperature. *Journal of Climate*, 20, 5473–5496, <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-14-00293.1>
- Rojas de Mendiola B., Ochoa N. & Gómez O. 1981. Los dinoflagelados como indicadores biológicos de masas de agua – Fenómeno El Niño 1972. Mem. Seminario sobre Indicadores Biológicos del Plancton. Instituto del Mar del Perú-UNESCO:54-73 p.
- Samamé M. 1993. Algunos aspectos de la biología y pesquería del bonito *Sarda chiliensis chiliensis* de la costa norte del Perú. Pag. 261-272. En: E. Castillo de Marrueda (Ed.) Memoria X CONABIO, 02-07 agosto 1992. Lima-Perú.
- Sánchez S. & E. Delgado. 2001. Programa de Monitoreo de Fitoplancton Potencialmente Tóxico en los bancos naturales y zonas de cultivo de mariscos de importancia económica de la costa peruana. V Taller de Floración de Algas Nocivas (FAN). Uruguay 15-18 octubre del 2001.
- Sandoval de Castillo, O. 1979. Distribución y variación estacional de larvas de peces en la costa peruana. *Inf. Inst. Mar Perú-Callao* N° 63: 61 p.
- Santander, H. 1967. Los euphausidos en la zona de Callao-Chimbote y la composición general del zooplancton en agosto de 1961. Tesis de Licenciatura, Facultad de Biología, UNMSM. Perú.
- Santander, H. & Carrasco, S. 1985. Cambios en el zooplancton durante El Niño 1982-1983 en el área de Chimbote. In: Aguilar AET (ed) I Congreso Nacional de Biología Pesquera, Trujillo, 201-206 pp.
- Santander H. & O. Sandoval de Castillo. 1969. Desarrollo y distribución de huevos y larvas de merluza, *Merluccius gayi* (guichenot) en la costa peruana. *Bol. Inst.Mar Peru-Callao*. 2 (3):80-126.
- Santander H. & O. Sandoval de Castillo. 1971. Desarrollo y distribución de huevos y larvas de jurel, *Trachurus symmetricus murphyi* (Nichols) en la costa peruana. *Inst.Mar Peru-Callao*. 36:23p.
- Santander H. & O. Sandoval de Castillo. 1972. Desarrollo y distribución de huevos y larvas de caballa, *Scomber japonicus peruanus* (Jordan y Hubbs) en la costa peruana. *Inf. Esp. Inst. Mar Perú-Callao*. N° 103:1-10.
- Santander H. & O. Sandoval de Castillo. 1973. Estudios sobre las primeras etapas de vida de la anchoveta. *Inf. Inst. Mar Perú. Callao* 41:1-3.
- Santander H. & O. Sandoval de Castillo. 1977. Variaciones en la intensidad del desove de la sardina, *Sardinops sagax sagax* (J) en la costa peruana en los años 1966-1973. *Bol. Inst. Mar Perú*. 3(3): 73-94.
- Santander H. & O. Sandoval de Castillo. 1979. El ictioplancton de la costa peruana. *Bol. Inst. Mar Perú*. 4(3): 69-112.

- Santander H., Luyo, G., Carrasco, S., Veliz, M. & Sandoval, O. 1981. Catálogo de zooplancton en el mar peruano, primera parte: Área Pisco-San Juan. Boletín Instituto del Mar del Perú. 6:1-75.
- Schaeffer P., I. Pujol, Y. Faugere, A. Guillot, N. Picot. 2016. The CNES CLS 2015 Global Mean Sea surface. Presentation OSTST 2016, [http://meetings.avisio.altimetry.fr/fileadmin/user\\_upload/tx\\_ausyclsseminar/files/GEO\\_03\\_Pres\\_OSTST2016\\_MSS\\_CNES\\_CLS2015\\_V1\\_16h55.pdf](http://meetings.avisio.altimetry.fr/fileadmin/user_upload/tx_ausyclsseminar/files/GEO_03_Pres_OSTST2016_MSS_CNES_CLS2015_V1_16h55.pdf)(last access 2017/01/10)
- Schiller J. 1971. Dinoflagellatae (Peridinea) in monographischer Behandlung.1 Teil. En: L. Rabenhorst (ed) Kriptogamenflora von Deutschland, Osterreich und der Schweiz., Vol. X Flagellatae, Section III3, Part. I. Reprint by Johnson Repr. Corp. New York, London: 617 pp.
- Schneider, W., Fuenzalida, R., Rodríguez-Rubio, E., Garcés-Vargas, J., Bravo, L., 2003. Characteristics and formation of eastern South Pacific Intermediate Water. Geophys. Res. Lett. 30 (11), 1581. <http://dx.doi.org/10.1029/2003GL017086>.
- Schulenberg, T., Stotz, D., Lane, D., O'neil, J. & Parker, T. 2009. Aves del Perú. Serie Biodiversidad Corbidi 01. Lima, Perú.
- Sournia A. 1967. Le genre Ceratium (Peridinien Planctonique) dans le Canal de Mozambique. Contribution a une revision mondiale. Vie et Milieu. 18 (2A-A): 375-580 pp.
- Steidinger K. & Tangen K. 1996. Dinoflagellates. In: Tomas C. (ed.). Identifying Marine Diatoms and Dinoflagellates. Academic Press, Inc. San Diego. 387-570pp.
- Sundström B. 1986. The marine diatom genus Rhizosolenia. A new approach to the taxonomy. Lund, Sweden: 196 pp.
- Tomas C. 1993. Marine Phytoplankton: A guide to naked flagellates and coccolithophorids. Academic Press, Inc. California-USA; Balech, 1988. Los Dinoflagelados del Atlántico Sudoccidental.
- Tovar S. H & N. Galarza. 1984. Cambios en el régimen alimentario del Guanay (*Phalacrocorax bougainvillii* (Lesson)). Boletín de Lima, no. 35: 85-91.
- Tovar, S.H., V. Guillén & M.E. Nakama. 1987. Monthly population size of three guano bird species off Peru, 1953 to 1982. In The Peruvian anchoveta and its upwelling ecosystem: three decades of change (Daniel Pauly and Isabel Tsukayama, Eds.). Instituto del Mar del Perú (IMARPE), Callao, Perú; Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), GmbH, Eschborn, Federal Republic of Germany; and International Center for Living Aquatic Resources Management (ICLARM), Manila, Philippines. ICLARM Studies and Reviews, 15: 208-218.
- Tovar, S.H., D. Cabrera & V. Guillén. 1988. Predación de Piquero (*Sula variegata*: Aves Sulidae) sobre peces en el litoral peruano. In Recursos y dinámica del ecosistema de afloramiento peruano (Horst Salzwedel and Antonio Landa, Eds.). Boletín Instituto del Mar del Perú [Callao], Volúmen Extraordinario, pp. 329-333.
- Trenberth, K. 1997. The Definition of El Niño. Bulletin of the American Meteorological Society, 78 (12): 2771 – 2777.
- Trigo, F. 2011. Patología sistémica veterinaria. 5ta edición. México D.F. México. 99-101pp.
- Trites, A. 1997. The role of pinnipeds in the ecosystem. Pinniped population, Eastern north Pacific: status, tren and issues. Stone, Goebles y Webster (Eds): 31 – 39. A symposium of the 127th Annual Meeting of the American Fisheries Society. Boston.
- UNESCO. 1981. Programa de plancton para el Pacífico Oriental. Informes de la UNESCO sobre Ciencias del Mar. Informe final del Seminario-Taller realizado en el Instituto del Mar del Peru, Callao 11.
- Vanstreet, R.E., Adornes, A.C., Cabana, A.L., Neymeyer, C., Kolesnikovas, CKM., Dantas, G.P.M., Araujo, J., Catão-Dias, J.L., Gronch, K.R., Silva, L.A., Reisfeld, R.C., Bradaõ, M.L., Xavier, M.O., Viera, O.A.G., Serafini, P.P., Baldassin, P., Canabarro, P.L., Hurtado, R.F., Silva-Fiho, R.P., Campos, S.D.E., Ruoppolo, V. 2011. Manual de campo para a colheita e armazenamento de informações e amostras biológicas provenientes de pinguins de Magalhães (*Spheniscus megallenicus*). São Paulo Brasil. Centro de Pesquisa e Conservação de aves silvestres. 62 p.

- Vargas N. & J. Mendo. 2010. Relación entre la distribución espacial de la merluza peruana (*Merluccius gayi peruanus* Ginsburg) y la extensión sur de la Corriente de Cromwell. *Inf. Inst Mar Perú* 37(3-4): 85-94.
- Vazzoler A E. 1982. Manual y métodos para estudios biológicos de poblaciones de Peixes. Reproducción y Crecimiento. CNP/PN2, 108 pp.
- Véliz, M. 1981. Sifonóforos como posibles indicadores biológicos. En: Memorias del Seminario sobre indicadores planctónicos del plancton. IMARPE. Callao-Perú, 8-11 setiembre 1980. UNESCO. Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe. Montevideo-Uruguay.
- Wolter, K., and M.S. Timlin, 1993: Monitoring ENSO in COADS with a seasonally adjusted principal component index. Proc. of the 17th Climate Diagnostics Workshop, Norman, OK, NOAA/NMC/CAC, NSSL, Oklahoma Clim. Survey, CIMMS and the School of Meteor., Univ. of Oklahoma, 52-57.
- Zuta, S. & O.G. Guillén. 1970. Oceanografía de las aguas costeras del Perú. *Bol. Inst. Mar Perú* (2): 157-324.