

Presupuestal por Resultados N°068

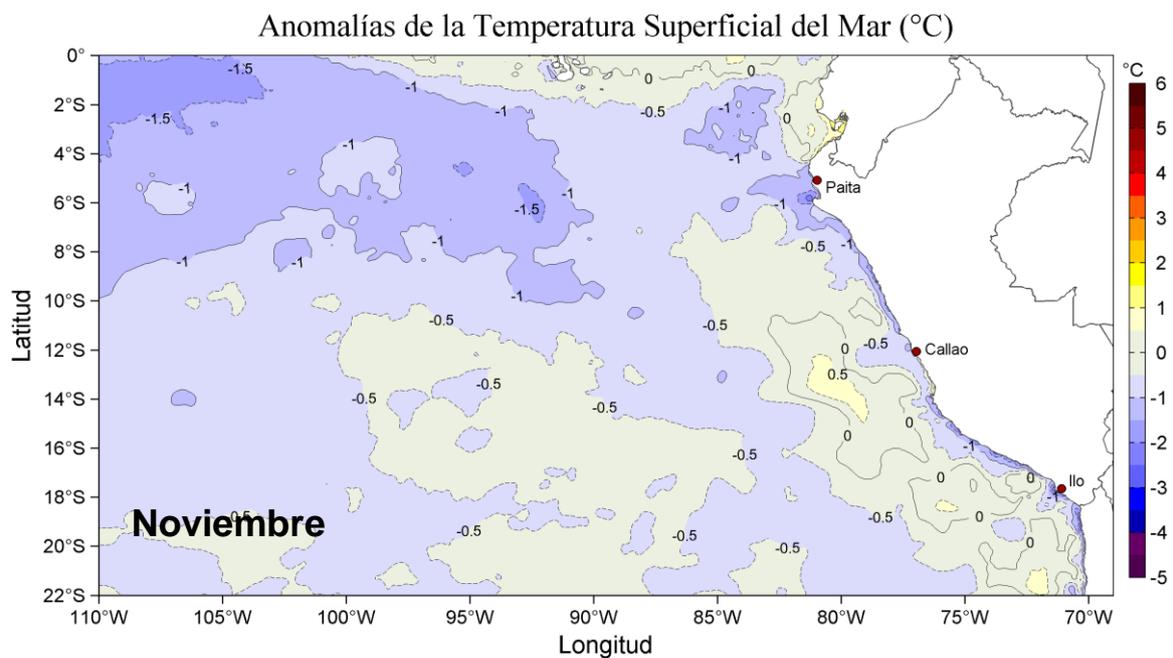
“Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de emergencias por Desastres”

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 NOVIEMBRE 2020



Noviembre, 2020

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

GRUPO DE TRABAJO INSTITUCIONAL EL NIÑO

Informe de las Condiciones Oceanográficas y Biológico Pesqueras Noviembre 2020

I. RESUMEN EJECUTIVO	4
II. INTRODUCCIÓN	6
III. MATERIALES Y MÉTODOS	7
1. VARIABLES	7
2. ÍNDICES	7
3. IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES	9
4. INDICADORES BIOLÓGICOS	9
5. MODELOS DE PRONÓSTICO	10
IV: CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS Y BIOLÓGICO-PESQUERAS EN NOVIEMBRE 2020	14
1. CONDICIONES FÍSICAS EN EL PACÍFICO ECUATORIAL Y SUDORIENTAL	14
1.1. Aspectos Meteorológicos	14
1.1.1. Distribución del campo de presión a nivel del mar	14
1.1.2. Radiación de onda larga y Vientos en el Pacífico ecuatorial	14
1.2. Aspectos oceanográficos	14
1.2.1. Condiciones Térmicas superficiales	14
1.2.2. Temperatura en la columna de Agua	15
2. CONDICIONES FRENTE A LA COSTA PERUANA	15
2.1. Aspectos meteorológicos	15
2.1.1. Velocidad del viento en la costa peruana	15
2.2. Aspectos oceanográficos físicos	16
2.2.1. Nivel del mar	16
2.2.2. Temperatura superficial del mar	17
2.2.3. Salinidad superficial del mar	18
2.2.4. Condiciones oceanográficas superficiales observadas en el Crucero 2009-11 de Evaluación Hidro-acústica de Recursos Pelágicos	19
2.2.5. Condiciones subsuperficiales	19
2.2.6. Variabilidad de alta frecuencia registrada en flotadores ARGO	20
2.2.7. Aspectos biogeoquímicos y de productividad	21
2.2.7.1. Fertilidad	21
2.2.7.2. Oxígeno	21
2.2.7.3. Productividad	21
2.2.8. Forzantes remotos y variabilidad de la capa sub-superficial	22

3. INDICADORES ECOLÓGICOS Y BIOLÓGICO-PESQUEROS	23
3.1. Indicadores de masas de agua, volumen y composición del plancton	23
3.1.1. Fitoplancton	23
3.1.2. Zooplancton	23
3.2. Condiciones biológico – pesqueras de los recursos pelágicos	24
3.2.1. Anchoveta	24
3.2.1.1. Distribución, capturas, tallas	24
3.2.1.2. Indicadores reproductivos y somáticos	25
3.2.2. Jurel (<i>Trachurus murphy</i>) y Caballa (<i>Scomber japonicus</i>)	25
3.3. Condiciones biológico – pesqueras de los recursos demersales y litorales	25
3.3.1. Merluza	25
3.3.2. Invertebrados	25
3.3.3. Recursos de la pesca artesanal	26
3.3.3.1 Presencia de otras especies indicadoras	26
3.4. Indicadores Ecológicos	26
3.4.1 Depredadores superiores	26
3.4.1.1 Aves	27
3.4.2 Otros indicadores	27
3.4.2.1. FAN	27
3.4.2.2. Bentos Marino	27
3.4.2.3. Mortandades y Varamientos	28
4. PRONÓSTICO DE LAS CONDICIONES DEL PACIFICO ECUATORIAL Y FRENTE A LA COSTA PERUANA	28
4.1. Pronósticos a gran escala de las agencias internacionales	28
4.2. Propagación de ondas Kelvin	29
4.3. Pronósticos de la TSM frente a la costa del Perú	29
V REFERENCIAS	30
VI RECONOCIMIENTOS	35
VII TABLAS	36
VIII FIGURAS	40

I. RESUMEN EJECUTIVO

Durante noviembre de 2021, la Temperatura Superficial del Mar (TSM) del Pacífico ecuatorial central (Niño 3.4) continuó exhibiendo anomalías negativas, mientras que, en el Pacífico oriental (Niño 1+2), incluyendo la zona norte y centro del mar peruano, las anomalías negativas disminuyeron en magnitud. El índice oceánico de El Niño (ONI) en su valor temporal de noviembre refirió de la intensificación de La Niña en la región Niño 3.4 respecto a octubre. Entre los 0 y 150 m del Pacífico ecuatorial central las condiciones frías se atenuaron y se desplazaron hacia el lado oriental, hasta alcanzar anomalías de $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ alrededor de los 110° W . Los promedios mensuales de las anomalías de TSM, en las regiones el Niño 1+2 y Niño 3.4 fueron de $-0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-1,3\text{ }^{\circ}\text{C}$, respectivamente. Respecto a la condición atmosférica, a 1000 y 850 hPa sobre el Pacífico ecuatorial central y oriental, se observó la persistencia de vientos anómalos del este y anómalos del oeste, respectivamente. A los 200 hPa, al este de la línea de cambio de fecha, se observó la intensificación de los vientos oeste. El Anticiclón del Pacífico Sur (APS) se encontró ubicado al oeste de su posición habitual con una intensidad mayor que su valor climatológico. Frente a la costa peruana, los vientos se debilitaron durante la primera quincena, promoviendo una disminución en el afloramiento costero respecto a los meses anteriores, desde Sechura hasta Chicama y de Pisco a San Juan de Marcona.

Frente a la costa peruana, las anomalías del nivel del mar (ANM) presentaron una fuerte disminución desde el sector ecuatorial a San Juan de Marcona, debido al arribo de una onda Kelvin fría durante la segunda quincena del mes y cuyo efecto fue reforzado por la intensificación de los vientos. El mar peruano se caracterizó por presentar enfriamiento anómalo del mar, especialmente frente a la costa norte del Perú donde ocurrió el máximo enfriamiento anómalo ($-2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$). En la segunda quincena del mes, el enfriamiento se extendió a sectores costeros del litoral favorecido por la presencia de la onda Kelvin fría y la intensificación del viento. Los valores de los índices LABCOS ($-0,6$), ITCP ($-0,6$) e ICEN ($-0,83$) indicaron una condición neutral fría para el sector costero peruano y la región Niño 1+2 con intensificación del enfriamiento en el primer caso y disminución en el segundo con respecto a octubre.

Durante el presente mes, las aguas ecuatoriales superficiales (AES) mantuvieron una intromisión constante hacia la costa norte, en especial frente a Paita en donde hacia inicios y fines se observó una mayor presencia de aguas de baja salinidad ($< 34,0\text{ UPS}$) asociadas al desplazamiento de las aguas tropicales superficiales (ATS) hacia Talara, generando mezcla con las AES, condiciones que coincidieron con el incremento anómalo de la TSM frente a Paita. Entre Paita y Callao, las aguas costeras frías (ACF) del afloramiento ampliaron su presencia frente a la costa, generando mezcla con las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) por fuera de las 50 m.n. entre Punta Falsa y Callao, mientras que, las ASS se replegaron ligeramente hacia el oeste con relación a octubre entre Chicama y Huacho. Desde Callao hacia el sur, se mantuvo la proyección de las ACF hacia mar afuera.

En la capa subsuperficial, entre la zona norte y centro, se continuó observando anomalías negativas, con valores de hasta $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ sobre los 70 m, en promedio, asociado a la presencia de ACF en la franja costera, así como una superficialización anómala de la isoterma de $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ y de la iso-oxígena de 1 mL L^{-1} , como consecuencia del arribo de las ondas Kelvin frías y del afloramiento intenso. En la zona sur, encima de los 100 m predominaron condiciones frías con anomalías de hasta $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$, y anomalías halinas ligeramente negativas encima de los 50 m; la oxiclina estuvo encima de los 50 m de profundidad, mostrando afloramiento activo.

La concentración de clorofila-a satelital se incrementó en noviembre respecto a octubre, variando principalmente entre $3\text{ }\mu\text{g L}^{-1}$ y $10\text{ }\mu\text{g L}^{-1}$ a lo largo de la costa, con anomalías de hasta $+4\text{ }\mu\text{g L}^{-1}$. Entre San José y Chimbote, y entre Huacho y Pisco, se observaron núcleos con alta productividad ($\sim 10\text{ }\mu\text{g L}^{-1}$), asociado a anomalías de $+6\text{ }\mu\text{g L}^{-1}$.

Las condiciones predominantes neutras a frías favorecieron al recurso anchoveta, que registró una amplia distribución a lo largo de la costa, llegando hasta las 70 m.n. En la región norte, se registró un rango de tamaños principalmente de adulto, mientras que, en el sur, los porcentajes de juveniles oscilaron entre 6,2 % a 21,2 %. Los indicadores reproductivos de la anchoveta del stock norte-centro, mostraron que continúa la declinación de su actividad desovante, de acuerdo a su climatología. Respecto a los recursos jurel y caballa continuaron presentando una distribución principal dentro de las 80 m.n. frente a Atico e Ilo. En cuanto a la merluza, se observó que, durante noviembre, la flota dedicada a la extracción de merluza estuvo concentrada alrededor de las latitudes 4°S y 5°S, con individuos de tallas pequeñas. Esta alta concentración del recurso en el extremo norte puede estar asociada al debilitamiento en la extensión sur de la Corriente de Cromwell. Por último, respecto a las especies de invertebrados, los recursos calamar gigante, calamar común y pulpo, mostraron disminuciones de sus desembarques respecto a octubre 2020.

Cabe indicar que en las regiones de Lambayeque, La Libertad y Lima se observó a especies indicadoras de aguas cálidas en la pesca artesanal, las cuales fueron “anchoa plateada” *Anchovia macrolepidota*, “langosta” *Panulirus gracilis* y “chiri lomo negro” *Peprilus snyderi*. Asimismo, se registraron varamientos de múnida, anchoveta y aves marinas en el litoral norte del país a partir de la tercera semana de noviembre, asociadas a cambios abruptos en la distribución de las masas de agua cerca de la costa.

En cuanto a las perspectivas, las agencias internacionales pronostican que las condiciones frías anómalas en el Pacífico ecuatorial central continuarían durante el mes de diciembre 2020 y probablemente hasta febrero 2021 con magnitudes de La Niña moderada. En el Pacífico oriental, se espera la llegada de una onda Kelvin fría (modo 1); asimismo, otra onda Kelvin fría (modo 2) para enero 2021. Por último, para la franja adyacente a la costa peruana, aplicando un modelo dinámico, se pronostican condiciones frías entre diciembre 2020 y marzo 2021; mientras que, aplicando un modelo estadístico, se pronostican condiciones neutras para diciembre 2020 y enero 2021, y condiciones frías entre enero y febrero 2021.

II. INTRODUCCIÓN

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 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 (MARPE), 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.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

1. VARIABLES

Las principales variables utilizadas para el monitoreo de las condiciones ambientales, oceanográficas se resumen en la tabla III.1.

Debido al estado de emergencia generada por la pandemia del CODVID 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.

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 de la presión atmosférica a nivel del mar máxima 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 ILOE e ILAT se usan los percentiles 25 y 75, de tal forma que los valores positivos (negativos) de los índices ILOE 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° . 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 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 en media móvil de tres meses, procedentes de OISSTv2, el cual usa una interpolación objetiva en su procesamiento, y ERSSTv5, el cual incorpora mejoras empleando la función de reconstrucción EOT (Empirical Orthogonal Teleconnections); ambos con una climatología de 1981-2010 (CPC-NCEP-NOAA). Las ubicaciones de las regiones Niño en el Pacífico Ecuatorial son: Niño 1+2 ($0^{\circ} - 10^{\circ}\text{S}$, $90^{\circ}\text{W} - 80^{\circ}\text{W}$), Niño 3 ($5^{\circ}\text{N} - 5^{\circ}\text{S}$, $150^{\circ}\text{W} - 90^{\circ}\text{W}$), Niño 3.4 ($5^{\circ}\text{N} - 5^{\circ}\text{S}$, $170^{\circ}\text{W} - 120^{\circ}\text{W}$), Niño 4 ($5^{\circ}\text{N} - 5^{\circ}\text{S}$, $150^{\circ}\text{W} - 160^{\circ}\text{E}$). Los mapas de la TSM 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⁻¹. La ZMO se define como los cuerpos de agua con concentraciones menores a 0,5 mL L⁻¹ 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.

3. IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES

Bentos: La literatura especializada comprende, para Polychaeta: Fauchald (1977) y Hobson & Banse (1981); Mollusca: Álamo & Valdivieso (1997); Crustáceo (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).

Zooplancton e ictioplancton: Para la determinación de las especies del zooplancton se utilizan principalmente los trabajos de Santander (1967), Santander et al. (1967, 1981), Gómez (1982), Sandoval de Castillo (1997), Carrasco (1989), Arones (1997), Boltovskoy (1981,1999), Boden (1955), Briton (1962), Veliz (1981) y Quesquén (2005, 2017), mientras que para el ictioplancton 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).

Zooplancton. Para definir los indicadores de masas de agua del zooplancton 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 III.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/Re-análisis					Modelos												
	Estraciones costeras	Secciones verticales	Estaciones fijas	Cruceiros	Boyas ARGO	Boyas TAO/TRITON	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				
VARIABLES ATMOSFÉRICAS																									
Condiciones Atmosféricas	Radiación de Onda Larga									X									1974-Actual	1981-2010	mensual	www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/enso_advisory/ensodisc.html	LMOECC/AFIOF/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/AFIOF/DGIOCC	- Resolución: 0,25°	
	Fracción de nube																X		1970-Actual	2000-2014	Diaria	https://pae-paha.pacioos.hawaii.edu/erddap/griddap/ncep_global.html		- Resolución: 0,5°	
																		2002-Actual	2002-2016	Diaria	https://atmosphere-imager.gsfc.nasa.gov/MOD06_L2/atbd.html http://www.globcolour.info/CDR_Docs/GlobCOLOUR_PUG.pdf		- Resolución: 4 km		
VARIABLES OCEANOGRÁFICAS																									
Condiciones Oceanográficas Físicas	Temperatura del Mar	X																	1963-Actual	1981-2010	Diaria/mensual	(Grados & Vásquez, en prep.)	LHFM/AFIOF/DGIOCC	- Paita desde 1963 - Callao desde 1970 - Pisco desde 1976 *Las estaciones fijas se dan en el marco del PPR-068 de IMARPE. (Figura 1)	
			X																1960-Actual	1981-2010	mensual	Domínguez et al (2017)			
				X																2015-Actual	1993-2010	quincenal		Anculle et al (2015)	
					X															1960-Actual	1981-2010	variable		Domínguez et al (2017)	
						X														1998-Actual	1981-2010	variable			
	Nivel del Mar					X													1977-Actual		Diaria	www.pmel.noaa.gov/tao/drupa/l/disdcl/			- Anomalías en base a climatología de IMARPE.
													X						2006-Actual	2007-2016	Diaria	Donlon et al. (2012)			- Resolución: 0,054°
														X					1993-Actual	1993-2012	Diaria	Schaeffer et al. (2016) Pujol et al. (2016)			- Resolución: 0,25° - A partir de este producto se derivan flujos geostroficós
	Salinidad		X																1963-Actual	1981-2010	Diaria/mensual	(Grados & Vásquez, en prep.)			Paita desde 1963 Callao desde 1950 Pisco desde 1976
				X															2015-Actual	1981-2010	mensual	Domínguez et al (2017)			
				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															1960-Actual		mensual				
Condiciones Oceanográficas biogeoquímicas y de Productividad	Oxígeno y Nutrientes		X															2015-Actual	1981-2010	mensual	Graco et al (2020, en prensa)	LHQM/AFIOQG		
				X														2015-Actual	1993-2010	quincenal	Anculle et al (2015)			
				X														1960-Actual	1981-2010	variable				
	Clorofila																	Set.1997-Actual	2000-2015	Pentadal/mensual	Ocean Biology Processing Group (2003) Espinoza-Morriberón et al. (2017)	LMOECC/AFIOF/DGIOCC	- Promedio mensual y pentadal de MODIS y SeaWiFS + MODIS corregido, respectivamente. - La cobertura nubosa mensual de MODIS.	
Indicadores Ecológicos y Biológico-Pesquero	Fitoplancton			X														2014-Actual		Mensual		LFPF/AFIOB/DGIOCC	- Categorías según abundancia: Muy abundante" (>4 mL L ⁻³) Abundante (>3 mL L ⁻³) Escaso (>2 mL L ⁻³) Presente (>1 mL L ⁻³)	
	Zooplancton	X		X	X													2014-Actual		Mensual, bimensual y anual	Compendio de procedimientos técnicos para la investigación científica en el Imarpe, IMARPE; agosto del 2017	LZPS/AFIOB/DGIOCC	Categorías: Biovolumen: (mL 100m ³) y mL/muestra. Abundancia: Ind. 100m ³ , Ind. m ² y presencia.	
	Floraciones Algales Nocivas			X														2014-Actual		Quincenal	Sánchez & Delgado (2001)	LFPF/AFIOB/DGIOCC		
	Bentos			X															1993-Actual		Mensual		LBM/AFIOB/DGIOCC	
					X														1976-Actual		Anual			Muestreo durante el Crucero Demersal.
	Desembarques pesqueros								X										1959-Actual		Diario/Mensual	Bouchon et al. (1997) Bouchon et. al (2001)	AFIRNP/AFIRTAM	
	Distribución espacial de recursos				X		X												1985-Actual			Bouchon et al. (1997)	AFIRNP AFIRTAM PBP/AFDPERP	El muestreo del PBP representa 1% de los viajes de pesca de la flota de cerco de anchoveta peruana.
	Capturas incidentales				X		X	X											1985-Actual		Mensual/Semestral			
	Biometría	Anchoveta				X		X	X										1959-Actual					Bouchon et al. (1997) Bouchon et. al (2001)
		Jurel y Caballa				X		X	X										1980-Actual					
		Merluza				X			X										1980-Actual		Mensual/anual		DGIRD/AFIPDBL	
	Recursos Invertebrados				X			X											1997-Actual		Mensual/anual	Arguelles et al. (2016) Espinoza et al. (2016) Sanjinez et al. (2016) Tafur et al. (2016)	DGIRD/AFIIMM	Se realiza el crucero de pota una vez al año.
	Indicadores reproductivos				X		X	X											1986-Actual			Bouchón et al (2001)	LBR / AFIRNP	
Aves				X		X	X	X										1996-Actual		Mensual	García – Godos (2001), Schulenberg, et al. (2009), Harrison & Peterson (1991), Crawford (1987) y Cairns (1987), Vanstreet (2011) y Trigo (2011).	ODS / AFIRNP		
Mamíferos marinos				X		X	X	X										1996-Actual		2 veces al año	Trites (1997), Majluf & Trillmich (1981), Reyes (2009), Folkens & Reeves (2002).			
Tortugas marinas				X		X	X	X										2011-Actual		3 veces al año	Quiñones et al. (2010)			

*Continuación de la Tabla III.1.

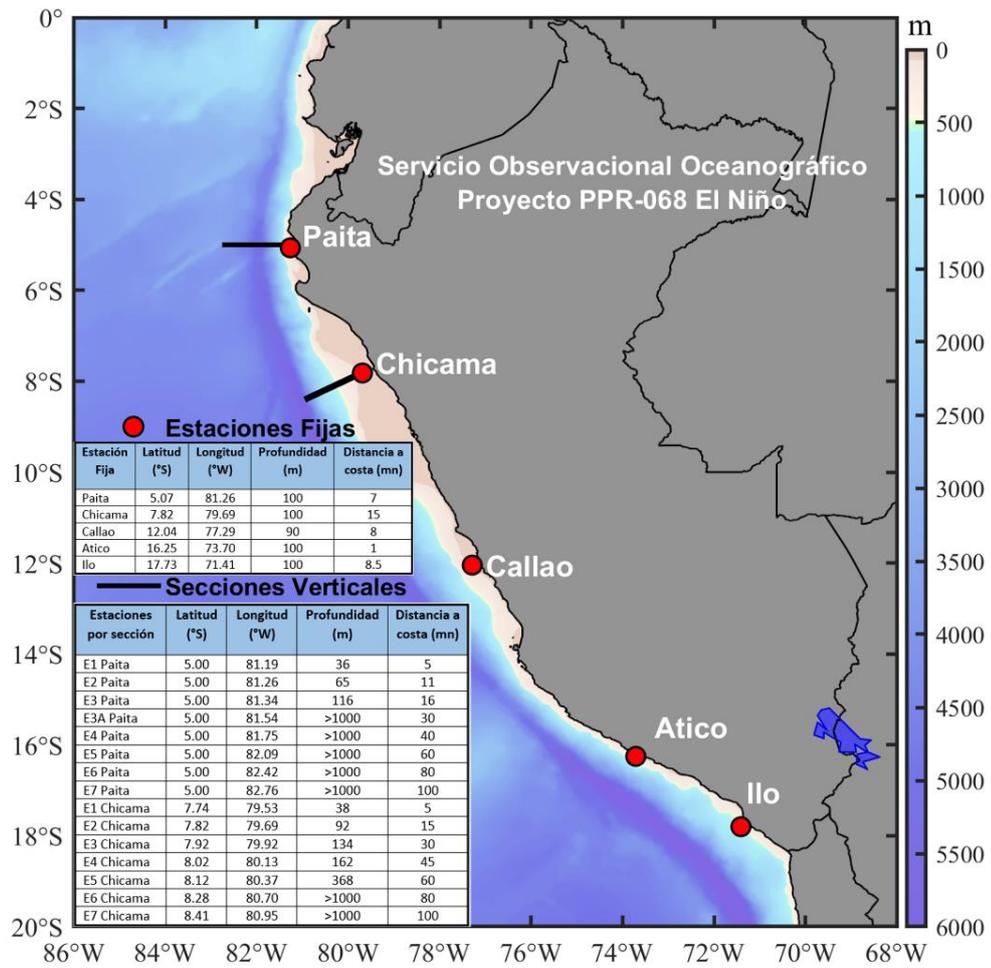


Figura 1. Ubicación geográfica de las estaciones fijas y secciones verticales de Paíta y Chicama, sobre la batimetría con ETOPO2.

IV. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS Y BIOLÓGICO-PESQUERAS EN NOVIEMBRE 2020

1. CONDICIONES FÍSICAS EN EL PACÍFICO ECUATORIAL Y SUDORIENTAL

1.1. Aspectos Meteorológicos

1.1.1. Distribución del campo de presión a nivel del mar

En el Pacífico sudoriental, se observó que el APS presentó en promedio un núcleo centrado a los 95° W y 32,5° S con una intensidad máxima de ~1025,6 hPa, encontrándose ubicado alrededor de su posición habitual con una intensidad máxima mayor que su valor climatológico en +1,5 hPa (Figuras 2 y 3 a). Respecto al campo de anomalías de la presión mensual, predominaron las anomalías positivas entre +1 y +3 hPa en el Pacífico central-oriental con un núcleo de anomalías negativas de -1 hPa frente a la costa norte de Chile; mientras que, frente a las costas de Perú, en la zona norte-centro se observaron valores alrededor de +1 hPa, y en la costa sur, se observaron valores neutrales (Figura 3 b).

Para el trimestre setiembre-noviembre 2020, los índices de intensidad (IAPS) y posición (ILON, ILAT) del APS han presentado valores de +2,7 hPa, -7,3° y +1,6° respectivamente, indicando que el APS presentó una condición intensa y se encontró, en promedio, al sur de su posición normal. Para noviembre, el valor mensual de la anomalía de la presión máxima fue de +1,5 hPa, mientras que, los valores mensuales de los desplazamientos longitudinal y latitudinal del APS fueron de +2,0° y +0,3° respectivamente (Figura 4).

1.1.2. Radiación de onda larga y vientos en el Pacífico ecuatorial

La radiación de onda larga (OLR, por sus siglas en inglés) presentó un comportamiento normal frente a las costas de Sudamérica, mientras que, al oeste de los 160° W, se observaron anomalías positivas, indicando una zona de subsidencia con un núcleo intenso al oeste de la línea de cambio de fecha (180°). Al norte de la línea ecuatorial, entre 150°W y 110°W, también se observó un núcleo de anomalías positivas extendiéndose hacia el norte (Figura 5). La componente zonal del viento, en la franja ecuatorial de 5°S a 5°N, mantuvo dirección predominante de los vientos alisios con un rango entre 2,0 m s⁻¹ a 7,0 m s⁻¹ en el área comprendida entre 160°E y 100°W. En casi toda la banda de los 150° E hasta los 170°W, la velocidad zonal presentó anomalías del oeste (2 m s⁻¹), mientras que, entre los 140°W y 80°W se presentaron anomalías del este (1 m s⁻¹) durante casi todo el mes (Figura 6).

1.2. Aspectos oceanográficos

1.2.1. Condiciones térmicas superficiales

En el Pacífico ecuatorial central, continuó observándose condiciones frías, registrándose anomalías de TSM de -1 °C, las cuales mantuvieron su distribución espacial, así como anomalías de -2 °C que mostraron una mayor expansión y desplazamiento hacia la región central. En el Pacífico oriental disminuyeron las condiciones frías anómalas, registrándose en promedio una mayor cobertura de anomalías alrededor de -0,5 °C (Figura 7).

La variación semanal de la anomalía de la TSM (OISST v2) (Figura 8) en la región Niño 1+2, presentó valores negativos que se atenuaron durante el mes; y, en la región Niño 3.4, las anomalías negativas que habían presentado una tendencia a intensificarse, empezaron a atenuarse; mientras que, en la región Niño 3 y Niño 4, las anomalías fluctuaron sin mayores cambios. Los promedios mensuales de las anomalías en las regiones Niño 1+2 y Niño 3.4 según OISSTv2 fueron de -0,74 y -1,32 °C, respectivamente.

Respecto al Índice El Niño Oceánico (ONI, por sus siglas en inglés), su valor de manera preliminar, fue -1,4 para noviembre 2020, el cual se encuentra dentro del rango de La Niña moderada (ver Tabla 2 y Figura 27).

1.2.2. Temperatura en la columna de agua

La distribución vertical del contenido de calor en la capa superior (de 0 a 300 m) del Pacífico ecuatorial central, mostró anomalías de hasta -5 °C alrededor de los 120°W, que en el transcurso del mes fueron atenuándose y desplazándose hacia el lado oriental hasta llegar a presentarse una celda de anomalías de -3 °C alrededor de los 110°W y encima de 100 m de profundidad. En el Pacífico ecuatorial occidental, las anomalías positivas de +1 °C, ubicadas entre 50 a 250 m de profundidad se expandieron, hasta llegar a los 170°W (Figura 9).

La variación temporal del contenido de calor en la zona occidental (156°E - 155°W), fluctuó alrededor de las condiciones neutras, con anomalías positivas débiles. En el lado oriental (140°W - 95°W), las anomalías negativas se atenuaron durante el transcurso del mes. En promedio, la mayor parte de la capa de 0 a 300 m (180° - 95°W), presentó anomalías negativas con una ligera tendencia a atenuarse (Figura 10).

De acuerdo a la evolución del contenido de calor en la capa de 0 a 300 m del Pacífico ecuatorial, las anomalías negativas de hasta -2 °C tendieron a desplazarse hacia el lado oriental, alcanzando los 90°W, con anomalías de -1 °C. En el lado occidental, las anomalías positivas mostraron un ligero incremento respecto al mes anterior, observándose que anomalías de +1,0 °C fluctuaron entre los 165°E y 155°E (Figura 11).

Los datos *in situ* y satelitales, así como los resultados de algunos modelos numéricos señalan que el paquete de ondas Kelvin frías, formado por el pulso de viento de inicios de setiembre y posiblemente reforzado por los pulsos de viento de inicios de octubre, habrían alcanzado la región Niño 1+2 durante el mes. Por otro lado, la onda Kelvin cálida, que se habría formado como consecuencia de la reflexión de una onda Rossby cálida en la zona occidental del Pacífico central, se ubica a 120°W. Los pulsos de vientos, desarrollados entre la quincena de noviembre, según los datos *in situ*, satelitales y de los modelos de ondas, se habrían proyectado en un nuevo paquete de ondas Kelvin frías, el cual estaría localizado alrededor de 160°W (Figura 12).

2. CONDICIONES FRENTE A LA COSTA PERUANA

2.1. Aspectos meteorológicos

2.1.1. Velocidad del viento en la costa peruana

De acuerdo con la información procedente del satélite ASCAT, frente a la costa peruana predominaron velocidades de vientos débiles ($< 4,1 \text{ ms}^{-1}$) a moderados ($> 4,1 \text{ m s}^{-1}$), mientras que, en la zona oceánica, predominaron vientos moderados a fuertes ($> 6,8 \text{ m s}^{-1}$). En la zona costera predominaron vientos débiles desde Talara a Callao, mientras que, entre Callao y San Juan de Marcona predominaron vientos moderados (Figura 13).

Respecto a las anomalías de la velocidad del viento (AVV), en la zona costera y oceánica desde Tumbes hasta Tacna, predominaron anomalías dentro del rango negativo a neutro, principalmente entre el 01 al 15 y del 26 al 30 de noviembre, mientras que, entre los días 16 a 25 de noviembre predominaron anomalías dentro del rango positivo, principalmente al sur de Paita y dentro de las 200 m.n. (Figura 14).

En la franja ecuatorial, entre los 5°N a 5°S y 95°W a 85°W, se presentaron vientos moderados a débiles con AVV dentro del rango neutral a negativo. Estas condiciones de debilitamiento de viento, podrían seguir favoreciendo el acercamiento de aguas cálidas a la zona costera norte, produciendo un incremento de la TSM.

A lo largo de la franja costera dentro de los 40 km, predominaron vientos débiles a moderados. Durante gran parte del mes, predominaron AVV dentro del rango negativo a neutro, desde Talara hasta Tacna, a excepción de los días entre el 16 y 25 de noviembre, días en los cuales se presentaron vientos moderados entre Callao a San Juan de Marcona, asociados a AVV dentro del rango neutro a positivas (Figuras 15 a, b).

El afloramiento costero fue débil y menos persistente, con valores del IAC menores a $100 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} \times 100 \text{ m}^{-1}$ en gran parte de la costa, a excepción de las zonas al norte de Paita, entre Chicama a Huacho y entre Callao a San Juan de Marcona, las cuales presentaron una ligera intensificación entre la segunda y cuarta semana del mes (Figura 15 c).

2.2. Aspectos oceanográficos

2.2.1. Nivel del mar

Las anomalías del nivel del mar (ANM) promedio durante noviembre presentaron una ligera disminución dentro de la zona costera (Figura 16 b) en comparación al mes de octubre (Figura 16 a), predominando valores cercanos a cero, mientras que, mar afuera, entre Huarmey y Pisco, se registró un incremento de las ANM con núcleos de hasta +7 cm (Figura 16 b).

A escala pentadal, fue notable la disminución progresiva de las ANM frente a la costa norte-centro entre la cuarta y sexta pentada (Figuras 17 d-f), señalando el paso de una onda Kelvin fría. Por el contrario, el aumento de las ANM por fuera de los 100 km entre Huarmey y Pisco ocurrió durante la segunda pentada (Figura 17 b) y se mantuvo hasta fin de mes, debido a la persistencia de dos remolinos anticiclónicos localizados frente a Huacho y Pisco (Figuras 17 b-f). Cerca de la costa los remolinos más resaltantes fueron los de tipo ciclónicos al norte de Paita y entre Huacho y Callao. Mar afuera, se observó remolinos de distinta polaridad, siendo los más próximos a la costa los anticiclónicos ya mencionados (frente a Huacho y Pisco) y el ubicado frente a San Juan de Marcona, los cuales estuvieron presentes durante casi todo el mes.

En cuanto a la actividad de mesoescala, se detectaron en promedio entre 4 a 9 remolinos por día, evidenciando un incremento con respecto a lo registrado en octubre, con un ligero predominio de los remolinos anticiclónicos (52 %) sobre los ciclónicos (Figura 18 a). El radio de estas estructuras mantuvo la tendencia al aumento desde octubre, variando entre 60 y 90 km (Figura 18 b), cuyo límite superior de debió principalmente a la presencia del remolino ciclónico cerca a la costa al norte de Paita presente durante la segunda quincena del mes y el remolino con una polaridad del tipo anticiclónico localizado a ~100 m.n. de Huacho y presente a partir de la segunda pentada (Figura 17 b). La energía cinética promedio (Figura 18 c) osciló entre 245 a $55 \text{ cm}^2 \text{ s}^{-2}$, lo cual representó un aumento respecto a octubre 2020.

En el área próxima a la Isla Galápagos (0,125°S, 90,125°W), las ANM (Figura 19 a) mostraron un comportamiento oscilante que al ser filtrado (Figura 19 b) evidenció la tendencia descendente durante el mes, variando de +3,5 cm hasta -4 cm. Este comportamiento indicó la propagación de la onda Kelvin fría que aunada a la intensificación de los vientos en la última semana, incrementó su intensidad. La variación temporal de las ANM (Figura 19 a) dentro de las 60 m.n. del litoral peruano, para la franja entre los 5°S y 14°S y entre los 14°S a 18°S, mostró un ligero ascenso de las ANM durante la primera semana del mes, las cuales luego disminuyeron debido al arribo de la onda Kelvin fría; sin embargo, las ANM filtradas evidenciaron el descenso desde la segunda semana. En la figura 19 b, se observa que la disminución fue más intensa en el sector norte-centro (5°S – 14°S) con valores cercanos a -4 cm entre el 22 y 26 de noviembre, mientras que, en el sector centro-sur (14°S – 18°S) la disminución se estabilizó a mediados de mes con una ANM promedio de -1,9 cm que se mantuvo hasta fin de mes.

En la franja de 60 m.n. (111 km) adyacente a la costa entre el ecuador geográfico y 22°S (Figura 20) se observó con mayor detalle el paso de la onda Kelvin fría cuyo impacto fue más intenso de San Juan de Marcona hacia el norte; es así, que las ANM alcanzaron sus menores valores (-4,5 cm) entre la tercera e inicios de la cuarta semana de noviembre, y luego, se observó un ligero aumento de las ANM.

2.2.2. Temperatura superficial del mar

El mar peruano exhibió valores de TSM entre 24 °C y superiores a 14 °C frente a las localidades de Tumbes y entre Pisco y San Juan de Marcona, respectivamente. Cerca al litoral, persistieron franjas de aguas con TSM menor a 17 °C entre Paita y Punta Falsa, así como, de Mórrope a Matarani, asociadas con las zonas de afloramiento costero. Las aguas de 18 °C y 19 °C, frente a la costa norte, se replegaron con respecto al mes de octubre. En el contexto regional, el límite sur del frente ecuatorial se presentó ligeramente al sur del ecuador geográfico en el sector occidental, alcanzando su mayor gradiente a los 82°W, desde donde se proyectó hasta el litoral peruano entre Lobitos y Talara. Al norte de la línea ecuatorial, las isotermas mantuvieron una distribución zonal, similar al mes de octubre. Hacia el sur, el sector oceánico frente al Perú se reconfiguró por el continuo desplazamiento hacia el sur de las isotermas de 18 °C a 21 °C (Figura 21 a). El enfriamiento anómalo fue leve y se presentó en franjas adyacentes a la costa desde el extremo sur del Perú hasta Lobitos, extendiéndose hasta los 90°W frente a la costa norte del Perú y costa sur de Ecuador. Sectores oceánicos de Paita al sur también evidenciaron condiciones frías de leve intensidad (Figura 21 b).

La TSM a escala pentadal (Figura 22) presentó cambios permanentes asociados con el ciclo estacional, el régimen de vientos y el paso de la onda Kelvin fría como onda costera atrapada. Condiciones térmicas superiores a 14 °C ocurrieron en la primera pentada (Figura 22 a) así como, en la celda de afloramiento entre Pisco y San Juan de Marcona durante todo el mes (Figuras 22 a-f). En sectores oceánicos, las isotermas superiores a 18 °C se proyectaron a ~500 mn desde la primera (Figura 22 a) a la última (Figura 22 f) pentada hacia el sur del Perú y el norte de Chile. El frente ecuatorial exhibió su límite sur entre Talara y Lobitos debido al encuentro de aguas costeras y aguas cálidas del norte. Hacia el norte, a escala regional, se observó el sector oceánico del frente ecuatorial mayormente al norte de 1,5°S.

En términos de anomalías, la condición dominante fue el enfriamiento del mar que presentó mayor amplitud en la zona costera frente al Perú principalmente en la quinta y primera pentadas (Figura 23 e, a); por el contrario, el enfriamiento declinó en la segunda y tercera pentadas (Figuras 23 b, c), observándose áreas con condiciones neutras en el sector costero y fuera de este.

La diferencia de la TSM de una semana a la siguiente indicó precisamente, incremento de la TSM en la segunda, tercera y sexta pentadas, donde las ATSM alcanzaron +2 °C (Figuras 24 b, c, f). En la franja de 60 m.n. adyacente a la costa entre el ecuador geográfico y 22° S, destacó el enfriamiento del mar a inicios del mes y en la segunda quincena del mes, donde se extendió a todo el sector costero (Figura 25 b).

En el litoral, el promedio mensual de la TSM en los muelles costeros del IMARPE (Tabla 1) registraron valores entre 26,6 °C (Tumbes) y 14,1 °C (Callao), notándose una tendencia al incremento en las estaciones de Paita, San José, Pisco e Ilo. Una condición contraria ocurrió en el muelle de Callao, mientras que, en Chicama y Huacho la TSM mantuvo los valores de octubre. Las anomalías térmicas fluctuaron de -1,3 °C (Chimbote) a +0,5 °C (Tumbes). Las estaciones de Chimbote, Huacho y Callao presentaron el mayor enfriamiento. La serie de tiempo diaria (Figura 26) indicó pulsos de calentamiento en Paita y Pisco.

2.2.2.1. Índices climáticos y oceánicos

Las series de tiempo de los índices regionales LABCOS (Quispe & Vásquez, 2015), ITCP (Quispe-Ccalluari et al., 2016) e ICEN (Takahashi, et al. (2014) se comparan con el ONI (Huang et al, 2017) del Pacífico central en la Tabla 2 y la Figura 27. En el mes de noviembre, el valor preliminar del índice LABCOS fue de -0,39 y continuó la disminución observada desde marzo 2020 dentro del rango neutral frío. El valor preliminar para la primera componente principal del ÍTCP para este mes fue -0,9, indicando una condición fría, mientras que, los últimos valores estimados fueron de -0,6 (octubre), -0,5 (setiembre), -0,7 (agosto), -0,8 (julio), valores que indicaban una condición neutral fría del mar peruano. A escala regional, el ICEN presentó un valor preliminar de -0,92, manteniendo una condición neutral fría desde abril 2020.

2.2.3. Salinidad superficial del mar

Según el producto Mercator Ocean, la salinidad superficial del mar (SSM) promedio durante el mes de noviembre (Figura 28 b) en comparación con octubre (Figura 28 a); indicó la persistencia de las aguas tropicales superficiales (ATS; SSM < 33,8 ups) hasta Tumbes, mientras que, la intromisión de aguas ecuatoriales superficiales (AES; SSM < 34,8 ups) se habría proyectado hacia la costa de Lambayeque. La cobertura de las aguas costeras frías (ACF; SSM entre 34,9 y 35,1 ups) se mantuvo desde el Callao al sur, así como, dentro de las 30 m.n. entre Pimentel y Chicama. Entre Chicama y Huacho, las aguas subtropical superficiales (ASS; SSM > 35,1 ups) mantuvieron su aproximación a la costa, especialmente frente a Chimbote (Figura 28 b).

A nivel pentadal (Figura 29), la intromisión paulatina de las AES hacia el sur de Punta Falsa se habría producido entre la tercera y sexta pentada (Figuras 29 c-f), mientras que, la aproximación de las ASS entre Chicama y Huacho habría ocurrido durante la primera y cuarta pentada (Figuras 29 a-d), replegándose ligeramente hacia el oeste durante las dos últimas pentadas (Figuras 29 e y f).

Contrastando la información del producto Mercator con la información colectada en el monitoreo Bio-Oceanográfico 2020-11 (a bordo del BIC Flores) y las boyas ARGO frente a Punta Falsa y Chicama, se puede notar que las ACF estuvieron presentes a lo largo de la costa hasta Paita, generando aguas de mezcla (ASS+ACF) por fuera de las 50 m.n. entre Punta Falsa y Callao.

2.2.4. Condiciones oceanográficas superficiales observadas en el Crucero 2009-11 de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos

Desde el 01 al 10 de noviembre continuó el "Crucero 2009-11 de evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos", a bordo del BIC Humboldt, desde Atico hasta Morro Sama, acopiando información en las secciones de Atico e Ilo.

Entre Atico y Morro Sama, la TSM varió entre 13,8 °C y 20,7 °C, presentando un promedio de 18,0 °C. Los máximos valores (> 18 °C) estuvieron frente a Quilca y Morro Sama; mientras que, los mínimos valores se ubicaron muy cerca de la costa frente a Atico (17 °C). Las ATSM variaron entre -2,6 °C y +2,2 °C, con una media de -0,6 °C, indicando condiciones frías en gran parte del área evaluada, excepto frente a Quilca que presentó un núcleo con anomalías térmicas positivas (+1 °C) (Figura 30).

La salinidad, en el área evaluada, varió entre 34,8 ups y 35,3 ups, con un promedio de 34,9 ups. Los valores mayores a 35,1 ups asociados a las ASS se localizaron frente a Punta Bombón por fuera de las 15 m.n. En la franja costera, dentro de las 10 m.n. se observó la presencia de ACF. En términos de anomalía, la ASSM mostró el predominio de condiciones neutras, con un área frente a Punta Bombón fuera de las 15 m.n., que presentó anomalías positivas de salinidad (> +0,1 ups), debido a la presencia de ASS (Figura 31).

2.2.5. Condiciones subsuperficiales

La información de la columna de agua durante noviembre 2020 proviene del "Crucero 2009-11 de evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos" que registró información de Atico a Ilo, y de la operación PpR 068 a bordo del BIC Flores realizada en las secciones de Paita, Chicama y Callao

En general, la capa sub-superficial presentó condiciones frías sobre los 100 m, con anomalías térmicas de hasta -2 °C, mientras que, las anomalías halinas mostraron el predominio de condiciones ligeramente frescas encima de los 50 m de profundidad, excepto frente a Atico fuera de las 50 m.n. y encima de los 50 m, donde se presentaron anomalías halinas de +0,05 ups.

En la sección Paita, en la capa superficial, la temperatura varió de 15,2 °C a 19,6 °C y las anomalías variaron de -1,0 °C a -3,0 °C; mientras que, la salinidad presentó valores alrededor de 34,90 ups, con un predominio de las ACF. Sobre los 50 m, las temperaturas variaron de 14 °C a 19 °C, reflejando un enfriamiento en la zona costera con respecto al último monitoreo en octubre (mes en el que varió de 15 °C a 16 °C), generando que las anomalías térmicas de -1 °C amplíen su distribución. La isoterma de 15 °C presentó cerca de la superficie, alcanzando la superficie a 10 m.n. frente a la costa, debido a un afloramiento costero activo. En la capa superficial predominaron flujos al norte de 10 cm s⁻¹, dentro de las 70 m.n., mientras que, en el resto de la columna se presentaron flujos al sur de hasta 10 cm s⁻¹. Las ACF continuaron siendo la masa de agua predominante (Figura 32 a).

En la sección Chicama, en la capa superficial, la temperatura varió de 15 °C a 19 °C mostrando condiciones neutras por fuera de las 40 m.n. y frías desde la costa hasta 30 m.n.; mientras que, respecto a la salinidad, hubo un predominio de las ACF dentro de las 40 m.n. y aguas de mezcla (ASS+ACF) por fuera de las 60 m.n. Sobre los 50 m, las temperaturas variaron de 14 °C a 19 °C, reflejando un incremento con respecto a octubre (mes en el que varió de 14 °C a 17 °C); y, las anomalías térmicas, en promedio, mostraron valores de -1 °C sobre los 60 m. La isoterma de 15 °C se observó en superficie a 5 m.n. y continuó somera, al igual que en octubre, indicando un afloramiento costero activo y con flujos al norte con velocidades de hasta 20 cm s⁻¹ dentro de las 40 m.n.

Las ACF predominaron dentro de las 40 m.n. Las aguas de mezcla (ASS+ACF) mostraron un repliegue espacial hacia la zona oceánica, respecto a octubre (Figura 32 b).

La columna vertical frente a Callao mostró sobre los 50 m temperaturas que variaron de 14 °C a 17 °C, mientras que las anomalías térmicas presentaron valores de -1 °C sobre los 100 m, con un núcleo de hasta -3 °C a 40 – 50 m.n. La isoterma de 15 °C se presentó por encima de los 25 m, indicando un afloramiento costero activo y con flujos al norte con velocidades de hasta 10 cm s⁻¹. Las ACF predominaron dentro de las 50 m.n. (Figura 32 c).

Frente a Atico la isoterma de 15 °C evidenció la presencia de un intenso afloramiento dentro de las 30 m.n., generando condiciones frías con anomalías de -2 °C sobre los 50 m. La salinidad presentó anomalías negativas de -0,2 ups en la capa superficial a 20 m.n. de la costa, mientras que, fuera de las 45 m.n. se presentaron anomalías positivas de +0,05 ups, asociados a procesos de mezcla (ACF+ASS) (Figura 32 d).

Frente a Ilo, la isoterma de 15 °C estuvo profundizada dentro de las 15 m.n. de la costa en comparación a zonas más oceánicas, sin embargo, encima de los 100 m la condición térmica fue fría, con anomalías de hasta -3 °C. Sobre los 50 m, predominaron salinidades con 34,8 a 34,9 ups, presentando anomalías negativas hasta de -0,2 ups, asociada a la influencia de aguas sub-superficiales procedentes del sur (frías y de baja salinidad).

2.2.5.1. Estaciones fijas costeras

El monitoreo de la columna de agua costera (<100 m) en las Estaciones Fijas de Paita (22 de noviembre), Chicama (20 de noviembre) y Callao (18 de noviembre) detectó a las isotermas de 14 °C y 15 °C cerca de la superficie, incluso en una posición más superficial que noviembre de 2019 en las tres estaciones fijas, aunque en Paita la isoterma de 14 °C apareció por primera vez en los monitoreos de 2020 (Figura 33).

Respecto a las anomalías de temperatura, se detectó valores negativos en toda la columna de agua en Paita, Chicama y Callao. En Paita, se observaron valores de hasta -2,0 °C sobre los 70 m y de -1,0 °C en el resto de la columna de agua, mientras que, en Chicama y Callao, los valores fueron de -1,0 °C, en promedio, asociado al paso de la onda Kelvin fría y a procesos de afloramiento (Figura 34). En Paita, Chicama y Callao los registros de salinidad y temperatura evidenciaron el predominio de ACF (Figura 35).

2.2.6. Variabilidad de alta frecuencia registrada en flotadores ARGO

En base a la información de alta frecuencia de las boyas ARGO se analizó los datos de temperatura y salinidad en la columna de agua frente a la costa peruana. En la boya ubicada a 52 m.n. de la costa frente a Punta Falsa (~81,89°W y ~5,91°S) se detectó una ligera profundización de las isotermas de 15 °C a 17 °C y de las isotermas de 12 °C a 13 °C. Esto generó una disminución espacial de la capa de anomalías térmicas de -1,0 °C sobre los 60 m, y de forma similar, entre los 200 y 300 m, una tendencia a la normalización. La salinidad indicó un cambio de aguas de mezcla de ASS+ACF a aguas de mezcla de ASS+ACF+AES sobre los 50 m hacia finales del mes, asociado a la posible advección de aguas del norte de menor salinidad (Figura 36).

En la boya ARGO ubicada a 90 m.n. frente a Chicama (~81,35°W y ~7,47°S) se observó una ligera tendencia a la superficie de las isotermas de 15 °C a 19 °C a finales del mes, mientras que, entre los 200 y 300 m, las isotermas de 12 °C y 13 °C se profundizaron.

Sobre los 60 m, se observó un ligero incremento de las anomalías negativas, alcanzando valores de hasta $-2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, mientras que, entre los 200 y 300 m la tendencia fue a una normalización. La salinidad y la temperatura indicaron la presencia de núcleos de ASS sobre los 50 m (Figura 37).

2.2.7. Aspectos biogeoquímicos y de productividad

2.2.7.1. Oxígeno

En la sección Paita, se observó sobre los 40 m concentraciones de $5,0$ a $0,5\text{ mL L}^{-1}$ de OD, y la superficialización de las iso-oxígenas de $4,0$ a $2,0\text{ mL L}^{-1}$ hasta la superficie del mar, dentro de las 60 m.n. de costa, debido a la intensidad del afloramiento. Las iso-oxígenas de $1,0$ a $0,5\text{ mL L}^{-1}$ abarcaron un espesor variable de 5 m a 120 m y el límite superior de la ZMO (delimitada por la iso-oxígena de $0,5\text{ mL L}^{-1}$) se ubicó a 30 m a las 100 m.n., a 120 m entre las 40 - 60 m.n. de costa y a los 40 m en la zona costera (Figura 32 a).

En Chicama se observó sobre los 40 m concentraciones de $0,5$ a $5,5\text{ mL L}^{-1}$ de OD, y la superficialización de las iso-oxígenas de $4,0$ a $2,0\text{ mL L}^{-1}$ cerca de la zona costera asociado a la surgencia. Las iso-oxígenas de $1,0$ a $0,5\text{ mL L}^{-1}$ abarcaron un espesor variable de 10 m a 15 m, ubicándose el límite superior de la ZMO de los 30 m hasta los 60 m de profundidad (Figura 32 b).

En Callao se observó un gradiente de $0,5$ a $6,0\text{ mL L}^{-1}$, sobre la capa los 40 m, y una superficialización de la iso-oxígena de $4,0\text{ mL L}^{-1}$ desde los 20 m hasta la superficie en la zona costera. Por otro lado, el límite superior de la ZMO se ubicó a 60 m a las 50 m.n. y a 20 m de profundidad en la zona costera (Figura 32 c).

En Atico, dentro de las 20 m.n., se observaron bajas concentraciones de OD, ubicándose el límite superior de la ZMO a los 10 m; sin embargo, fuera de las 30 m.n., se ubicó a los 60 m (Figura 32 d). Por último, en Ilo, se observó una profundización desde fuera hacia dentro de la costa del límite superior de la ZMO, ubicándose fuera de las 20 m.n. a 20 m, y dentro de las 15 m.n. a 40 m (Figura 32 e).

En los Puntos Fijos Callao, Chicama y Paita las anomalías térmicas negativas estuvieron asociadas a contenidos de oxígeno inferiores a $4,5\text{ mL L}^{-1}$. El límite superior de la ZMO se registró a los 15 m de profundidad en Callao y Chicama, a diferencia de Paita que se ubicó cerca a los 50 m (Figura 38).

2.2.7.2. Nutrientes

La sección Paita presentó concentraciones propias de aguas frías, con valores de $1,0$ a $2,0\text{ }\mu\text{mol L}^{-1}$ de fosfatos, entre $10,0$ a $20,0\text{ }\mu\text{mol L}^{-1}$ de silicatos y nitratos en un rango de $15,0$ a $25,0\text{ }\mu\text{mol L}^{-1}$ en la capa de mezcla, y en la zona costera. Debido a la intensificación del afloramiento, se registró en la superficie del mar concentraciones de fosfatos de $2,0\text{ }\mu\text{mol L}^{-1}$, silicatos de $15,0\text{ }\mu\text{mol L}^{-1}$ y nitratos de $20,0\text{ }\mu\text{mol L}^{-1}$ (Figura 39 a). Las concentraciones elevadas de nutrientes dentro de las 60 m.n. coincidieron con anomalías térmicas entre $-3,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $-1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

En la Sección Chicama se observaron celdas de afloramiento dentro las 40 m.n., encontrándose concentraciones de fosfatos entre $1,0$ a $2,0\text{ }\mu\text{mol L}^{-1}$, silicatos de alrededor de $5,0\text{ }\mu\text{mol L}^{-1}$ en la superficie del mar y nitratos cercanos a $10,0\text{ }\mu\text{mol L}^{-1}$. Sobre los 25 m de profundidad en la zona costera se observa un incremento de nitritos hasta de $1,0\text{ }\mu\text{mol L}^{-1}$ por procesos de pérdida de nitrógeno, con una pérdida respectiva disminución de la concentración de nitratos (Figura 39 b).

2.2.7.3. Productividad

La concentración de clorofila-a satelital se incrementó en noviembre respecto a octubre. Las concentraciones variaron principalmente entre $3 \mu\text{g L}^{-1}$ y $10 \mu\text{g L}^{-1}$ a lo largo de la costa, entre Paita e Ilo, con anomalías promedio de $+4 \mu\text{g L}^{-1}$. Además, entre San José y Chimbote, y entre Huacho y Pisco, se observaron núcleos con alta productividad ($\sim 10 \mu\text{g L}^{-1}$), asociado a anomalías de $+6 \mu\text{g L}^{-1}$, alcanzando su mayor expansión frente a Callao (150 m.n. frente a la costa) (Figuras 40 a, b).

El promedio pentadal, dentro de las 60 m.n. y entre 6°S a 16°S , nos indica que las anomalías positivas predominaron durante el mes, en promedio de $+2,5 \mu\text{g L}^{-1}$, que alcanzaron un máximo durante la tercera semana ($+4 \mu\text{g L}^{-1}$) (Figura 40 d). Estas anomalías positivas se observaron a lo largo de costa durante todo noviembre, alcanzando sus mayores valores entre los 7°S y 13°S ($+7 \mu\text{g L}^{-1}$) (Figura 40 e).

La cantidad de luz incidente que varía por la presencia de nubes influye en el crecimiento de fitoplancton y la producción de clorofila-a. Las anomalías de la fracción de nube, expresadas en porcentaje de nubes por pixel (%), presentaron valores negativos de -10 % a -30 % de San José a Ilo, indicando una mayor radiación solar incidente, principalmente frente a Chimbote, Huacho e Ilo; sin embargo, al norte de Paita se observaron anomalías positivas de +10 % (Figura 40 c).

El aumento de la concentración de clorofila-a posiblemente estuvo asociada a una mayor disponibilidad de nutrientes en la capa superficial debido al arribo de las ondas Kelvin frías, así como a una menor cobertura de nubes que lo habitual, que facilitó una mayor radiación solar en superficie.

2.2.8. Forzante remoto y variabilidad de las condiciones oceanográficas

Frente a Paita, la posición de la isoterma de 15°C se ubicó entre la superficie y los 40 m de profundidad, con una superficialización mayor a lo habitual entre 30 y 50 m. La iso-oxígena de 1 mL L^{-1} se localizó a 10 – 30 m de profundidad, 40 - 50 m por encima de su posición habitual para época (Figuras 41 b, c, d, e). De forma similar frente a Chicama, la posición de la isoterma de 15°C se ubicó entre la superficie y los 50 m de profundidad, con una mayor superficialización para la época entre 20 y 40 m. La iso-oxígena de 1 mL L^{-1} se localizó a 5 – 40 m de profundidad, 10 - 20 m por encima de su posición habitual para la época (Figuras 42 b, c, d, e). Esta posición más somera de la isoterma de 15°C y de la iso-oxígena de 1 mL L^{-1} frente a Paita y Chicama estuvo principalmente asociada al arribo y efecto acumulado de las ondas Kelvin frías entre septiembre y noviembre, evidenciada por la propagación de la anomalía de profundidad de la isoterma de 20°C en el Pacífico ecuatorial (Figuras 41 a y 42 a).

La profundidad de la isoterma de 15°C integrada dentro de las 100 m.n. frente a Paita, exhibió una posición promedio de 45 m por encima de su posición climatológica; mientras que, la profundidad de la iso-oxígena de 1 mL L^{-1} integrada mostró una posición de 50 m por encima de su posición climatológica (Figura 43). Frente a Chicama, la posición de la profundidad de la isoterma de 15°C e iso-oxígena de 1 mL L^{-1} integradas se ubicaron a 20 m y 25 m por encima de su posición climatológica, respectivamente (Figura 44). Cabe indicar que estas condiciones se asocian a un debilitamiento de los flujos al sur (i.e. corriente de Cromwell o extensión sur de la Contracorriente Ecuatorial Subsuperficial) y a un refuerzo de los flujos hacia el norte.

3. INDICADORES ECOLÓGICOS Y BIOLÓGICO-PESQUEROS

3.1. Indicadores de masas de agua, volumen y composición del plancton

3.1.1. Fitoplancton

Paita

Frente a Paita no se registró especies indicadoras de masas de agua en toda la sección. La TSM presentó un rango de variación entre las 15,2 °C y 19,6 °C (Figura 45). El volumen de plancton fluctuó entre 0,170 mL m⁻³ (a 11 m.n.) y 0,414 mL m⁻³ (a 100 m.n.) asociados a una TSM de 15,4 °C y 19,6°C, respectivamente (Figura 46). El promedio mensual fue de 0,283 mL m⁻³. En toda la sección la predominancia del fitoplancton fue muy baja y destacó con un 6% del volumen total de plancton y el 94% correspondió al zooplancton, en promedio. La comunidad de fitoplancton estuvo conformada por diatomeas neríticas, tales como *Rhizosolenia chunii*, *Thalassionema nitzschioides*, *Grammatophora marina*, *Amphiprora sp.*, *Detonula pumila*, grupo de *Pseudo-nitzschia seriata*, *Roperia tessellata*, las cuales alcanzaron abundancias relativas de categoría "Presente". El grupo de los dinoflagelados destacó por la diversidad de especies termófilas, principalmente entre las 80 y 100 m.n., representados por *Tripos azoricus*, *Tripos contortus* y *Pyrocystis noctiluca*. Además, se apreciaron especies de distribución cosmopolita, como *Protoperidinium depressum*, *Tripos furca*, *P. conicum* y *Ceratium tripos*. Todas estas especies de dinoflagelados obtuvieron abundancias relativas de categoría "Presente".

Chicama

En la sección Chicama, se registró al dinoflagelado *Protoperidinium obtusum*, especie indicadora de ACF, localizado entre las 5 y 30 m.n. de la costa, relacionado a una TSM de 14,8 °C y 18,2 °C, en las estaciones 1 y 3, respectivamente (Figura 47). El volumen de plancton fluctuó entre 0,464 mL m⁻³ (a 100 m.n.) y 2,760 mL m⁻³ (a 15 m.n.) asociado a una TSM que varió entre 19,8 °C y 16,3 °C (Figura 48). El promedio mensual del volumen fue de 0,965 mL m⁻³.

La proporción del fitoplancton en términos porcentuales fue del 43 % del volumen de plancton y el 57 % restante correspondió al zooplancton. La comunidad de fitoplancton se distribuyó principalmente dentro de las 30 m.n. con una composición específica representada principalmente por el grupo de las diatomeas, donde destacaron las diatomeas neríticas y de afloramiento costero como *Skeletonema costatum*, *Chaetoceros perforatus*, grupo *Pseudo-nitzschia seriata*, y *Thalassiosira sp.*, *Coscinodiscus perforatus*, *Actinocyclus sp.* y *Chaetoceros socialis*, las cuales presentaron abundancias relativas de categoría "Muy Abundante". Por otro lado, entre las 45 y 100 m.n., se determinaron diatomeas y dinoflagelados de aguas cálidas, pero con abundancias relativas de la categoría "Presente", entre las que se registró a *Rhizosolenia acuminata*, *Thalassiosira partheneia*, *Planktoniella sol*, *Tripos azoricus*, *Tripos concilians*, *Tripos massiliensis* y *Triadinium polyedricum*, entre otros.

3.1.2. Zooplancton

Paita

Se determinó al copépodo *Centropages brachiatus*, indicador de ACF y a las especies *Oncae coniera*, *Mecynocera clausi* y *Calocalanus pavo*, copépodos asociados a ASS, distribuidos entre las 10 a 15 m.n. y por fuera de las 60 m.n. de la costa, con valores menores a 15 Ind./muestra.

El copépodo *Centropages furcatus*, indicador de AES, se determinó a 5 y 40 m.n. de la costa con un valor de 2 Ind. muestra⁻¹ (Figura 49 a).

Además, se observó la presencia de huevos de merluza (*Merluccius gayi peruanus*) localizados dentro de las 40 m.n. de la costa con un valor máximo de 652 huevos muestra⁻¹, mientras que, huevos y larvas de anchoveta (*Engraulis ringens*) se observaron entre las 15 y 60 m.n. de la costa.

Chicama

Se determinó la presencia del copépodo *Centropages brachiatus*, especie indicadora de ACF, distribuido en toda el área evaluada, con abundancias entre 13 y 24 448 Ind. muestra⁻¹. Los copépodos *Oncae coniera* y *Acartia danae*, especies indicadoras de ASS, se localizaron por fuera de las 60 m.n. de la costa, con valores menores a 4 Ind. muestra⁻¹ (Figura 49 b).

Con relación al ictioplancton, se observaron huevos y larvas de anchoveta. Es así que los huevos de anchoveta estuvieron distribuidos dentro de las 45 m.n. con abundancias que oscilaron entre 1 y 7 840 huevos muestra⁻¹, mientras que, las larvas se localizaron entre las 8 y 80 m.n. con valores entre 3 y 46 larvas muestra⁻¹. También se determinaron huevos de “merluza” ubicados por fuera de las 60 m.n. de la costa, con valores menores de 50 huevos muestra⁻¹.

3.2. Condiciones biológico – pesqueras de los recursos pelágicos

Durante el periodo 01 enero – 30 de noviembre 2020, el desembarque de los principales recursos pelágicos ascendió a 3 198 967 toneladas (t) (cifras para uso científico). El recurso “anchoveta” presentó el mayor desembarque con el 96,6 %, seguido del *Trachurus murphyi* “jurel” con el 2,3 % y *Scomber japonicus* “caballa” con 1,1 %. También se observó la presencia de otros recursos pelágicos costeros, siendo el crustáceo *Pleurocondes monodon* “múnida” el de mayor abundancia (Tabla 3).

3.2.1. Anchoveta (*Engraulis ringens*)

Mediante R.M.Nº283-2020-PRODUCE, se autorizó la segunda temporada de pesca de anchoveta en la región norte-centro a partir del 12 de noviembre, estableciendo un Límite Máximo Total de Captura Permisible (LMTCP) de 2,78 millones de t. Al 30 de noviembre, el avance de cuota fue del 25,9 %.

3.2.1.1. Distribución, capturas y tallas

La anchoveta presentó una amplia cobertura desde Paita (5°00'S) hasta el norte de San Juan de Marcona, dentro de las 70 m.n. Los mayores desembarques se presentaron en Chicama y Chimbote. En el norte, la distribución de la anchoveta estuvo asociada a la amplitud presencia de aguas de mezcla ACF+ASS (Figura 50).

La anchoveta presentó una marcada estructura de tallas. Al norte de Huarney (9°30'S) dominaron ejemplares adultos con porcentaje de juveniles de ~0,5 % y modas de 14,5 cm de longitud total (LT). De Supe (10°30'S) al norte de San Juan de Marcona, predominaron ejemplares juveniles con porcentajes que oscilaron entre 6,15 % a 21,17 % (Figura 51).

3.2.1.2. Indicadores reproductivos y somáticos

La anchoveta del stock norte centro continuó mostrando un decrecimiento en los indicadores reproductivos del índice gonadosomático (IGS) y de la fracción desovante (FD). Se observó la disminución del desove, con presencia de procesos de maduración gonadal. El indicador de la condición somática, el contenido graso (CG), tuvo un incremento acorde a la actual condición reproductiva (Figura 52).

3.2.2. Jurel (*Trachurus murphy*) y Caballa (*Scomber japonicus*)

Los recursos transzonales jurel y caballa, fueron registrados por la flota pesquera artesanal y de menor escala. El jurel presentó una mayor presencia de Huarmey (10°00'S) al sur, por otro lado, la caballa presentó una mayor amplitud, registrándose desde Paita (5°00'S) al sur. La permanencia del recurso en las regiones centro y sur se encuentran asociadas a los frentes halinos, los cuales estuvieron más cercanos a la costa frente a Ilo (17°00'S). En el norte, el registro permanente de caballa estaría asociada a condiciones cálidas debido al ingreso de AES (Figura 53).

3.3. Condiciones biológico – pesqueras de los recursos demersales y litorales

3.3.1. Merluza (*Merluccius gayi peruanus*)

En el marco del Régimen Provisional de Pesca del recurso Merluza para el periodo 01 de julio 2020 – 30 junio 2021 (R.M. N° 188-2020-PRODUCE), durante el mes de noviembre 2020 la flota industrial arrastrera desembarcó un total de 2187,7 t de merluza, lo que representa el 21,3 % de la captura acumulada de la temporada (Límite Máximo de Captura Total Permisible fue establecido en 50 823 t).

La distribución de la flota dirigida a la merluza tuvo dos núcleos de concentración: frente Punta Sal (subárea A) en la región Tumbes y frente a Paita (subáreas B y C) en la región Piura (Figura 54 a). Respecto a la estructura de tallas, se debe resaltar que, en general, se observó individuos de tallas pequeñas, con moda muy cercana a la talla mínima de captura (Figura 54 b). Así mismo, por reportes de pesquería del Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca del Ecuador, se supo que las tallas de captura en latitudes alrededor del ecuador tuvieron modas alrededor de los 37 cm, lo que refuerza la hipótesis de un desplazamiento del stock que persiste. Esta alta concentración del recurso en el extremo norte puede estar asociada al debilitamiento en la extensión sur de la Corriente de Cromwell, la que está bastante asociada a la distribución de este recurso (Vargas & Mendo, 2010).

3.3.2. Invertebrados

Respecto al calamar gigante (*Dosidicus gigas*), los desembarques realizados por la flota artesanal fueron de 14 132 t, que representó una disminución respecto a octubre 2020 y un incremento respecto a noviembre 2019. A nivel de localidades, el desembarque en Paita fue el más representativo (99,9 %) (Figura 55 a). La distribución del recurso se registró desde Paita a Huacho, de 25 a 166 m.n. de la costa, y las mayores concentraciones se observaron entre Punta La Negra y Malabrigo entre los 25 a 150 m.n. de la costa, ampliando su distribución en comparación con octubre (Figura 55 b). La profundidad de pesca se encontró entre 35 a 80 m.

El “calamar común” (*Doryteuthis gahi*) presentó desembarques de 0,05 t, lo que significa una disminución respecto al mes anterior y lo registrado en noviembre 2019. A nivel de localidades pesqueras, a totalidad de desembarques se registró en Chimbote (Figura 56 a).

Respecto al pulpo (*Octopus mimus*), se registró 19 t de desembarque, presentando una disminución en comparación a octubre 2020 y un incremento respecto a noviembre del 2019. Los mayores desembarques se realizaron en Ilo (39,9 %), Chimbote (21,4 %), Paita (11,4 %) y Pisco (11,3 %) (Figura 56 b).

Por último, la “concha de abanico” (*Argopecten purpuratus*) presentó desembarques de 10 087 t, mostrando incrementos comparados octubre 2020 y noviembre 2019. A nivel de localidades pesqueras, el mayor desembarque se realizó en Piura-Sechura (98,9 %), y en menor proporción Callao (0,6 %), Pisco (0,3 %) y Chimbote (0,3 %) (Figura 56 c).

3.3.3. Recursos de la pesca artesanal

En cuanto a las otras especies registradas por el seguimiento de la pesca artesanal, se observó que la mayoría de los desembarques fueron registrados en la zona norte-centro (Figura 57) y destacó la presencia de pampanito (*Peprilus snyderi*), especie indicadora de aguas cálidas, cuyo rango habitual de distribución va también desde Tumbes hasta Lambayeque, y que fue registrado hasta Ica (Chirichigno & Cornejo 2001, Fricke et al. 2020).

3.3.3.1. Presencia de otras especies indicadoras

Se analizó los datos de observaciones de especies atípicas (indicadoras de posibles cambios ambientales locales) de los Laboratorios Costeros de IMARPE para, posteriormente, contrastarla con las distribuciones conocidas de las especies indicadas en la bibliografía especializada (Chirichigno & Cornejo 2001, Fricke et al. 2020, Holthuis 1991). Es importante mencionar que, debido a la coyuntura actual (pandemia), la obtención de los datos en el campo se ha visto reducida a partir del pasado 16 de marzo de 2020. Los datos y la información que a continuación se presentan reflejan solo algunas observaciones.

En el norte y centro de Perú, se observó una menor cantidad de especies (3) de aguas cálidas con respecto al mes anterior (6). En Pimentel y Lagunas – Huaca Blanca (Lambayeque) se observó *Panulirus gracilis* “langosta”, y *Anchovia macrolepidota* “anchoa plateada”, cuyos límites de distribución sur son Paita (Piura) y Zorritos (Tumbes), respectivamente. En Pacasmayo, Morín, Malabrigo (La Libertad) y Huacho (Lima) se encontró “chiri lomo negro” *Peprilus snyderi*, cuyo límite de distribución sur se encuentra en el norte de Perú (Tabla 4). Así mismo, el Laboratorio Costero de Tumbes del IMARPE no reportó ninguna especie inusual para su jurisdicción; sin embargo, se observó una disminución en los desembarques de algunas especies propias de aguas cálidas de la zona.

3.4. Indicadores ecológicos

3.4.1. Depredadores superiores

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

3.4.1.1. Aves

Durante el Monitoreo Oceanográfico Chicama-Paita realizado en el BIC Flores del 18 al 27 de noviembre de 2020, se observaron un total de 1 724 individuos, correspondientes a un total de 14 especies de aves marinas. Las aves más abundantes fueron de las familias Sulidae y Pelicanidae, pertenecientes al grupo de aves guaneras, que se observaron desde las 20 m.n., y la gaviota de Franklin, perteneciente al grupo de aves migratorias (Figura 58).

3.4.2. Otros indicadores

3.4.2.1. FAN

Las “mareas rojas” o floraciones algales nocivas (FAN) son eventos naturales que se observan en el litoral, principalmente durante la primavera y verano, ocasionando descoloraciones en el mar, que van del color marrón, rojo oscuro a naranja, como consecuencia de la proliferación masiva de ciertas especies de algunos grupos del fitoplancton como diatomeas, dinoflagelados, fitoflagelados y ciliados fotosintéticos.

Se registraron FAN en los puntos fijos de muestreo en la bahía “El Ferrol” (el 20 de noviembre), ubicada en Chimbote, y en la bahía de Paracas (el 24 de noviembre). En la bahía El Ferrol, la especie causante de la FAN fue *Skeletonema costatum* con una concentración de $4,12 \times 10^3$ cel L⁻¹, produciendo una coloración verde oscuro y asociada a una TSM de 19,1 °C y una SSM de 34,78 ups. En la bahía de Paracas, la especie causante de la FAN fue *Akashiwo sanguinea* con concentraciones de $0,22 \times 10^3$ y $1,03 \times 10^3$ cel L⁻¹, asociadas a una TSM entre 17,8 °C a 22,3 °C y una SSM de 33,51 ups.

3.4.2.2. Bentos Marino

Frente al Callao no se observaron organismos macrobentónicos, y se registró solamente la presencia de nemátodos con concentraciones de 46 ± 64 ind. m⁻². Frente a Chicama, se observaron valores de densidad, entre 1220 ind. m⁻² y 4940 ind. m⁻², con promedio de 3067 ± 1860 ind. m⁻²; valores de biomasa, entre 1,96 g m⁻² y 29,23 g m⁻², con promedio de $11,28 \pm 15,54$ g m⁻², por el aporte principalmente de las especies de poliquetos *Magelona phyllisae*, *Nephtys ferruginea* y *Hermundura fauveli*, y del gastrópodo *Polinices uber* ($8,60 \pm 14,89$ g m⁻²), el cual aportó más biomasa al promedio. Frente a Paita, se observaron valores de densidad, entre 340 ind. m⁻² y 1620 ind. m⁻², con promedio 1013 ± 654 ind. m⁻²; valores de biomasa, entre 1,04 g m⁻² y 5,62 g m⁻², con promedio de $1,72 \pm 1,17$ g m⁻², por aporte principalmente de la familia Orbiniidae entre los poliquetos, pequeños cangrejos *Pinnixa valdiviensis*, pequeños gastrópodos, ofiuroides, nemertinos y sipunculidos (Tabla 5).

El índice de diversidad de Shannon en Callao no fue calculado por la ausencia de organismos. En Chicama, se registraron valores entre 1,15 y 2,06 bits ind., con un promedio de 1,66 bits. ind.⁻¹ En Paita, los valores se encontraron entre 2,47 y 4,11 bits ind.⁻¹ con un promedio de 3,61 bits. ind. Asimismo, La biomasa húmeda del bacteriobentos filamentoso en Callao estuvo comprendida entre 161,1 g m⁻² y 192,7 g m⁻², con promedio $176,9 \pm 22,4$ g m⁻², y en Chicama estuvo comprendida entre 23,6 g m⁻² y 34,0 g m⁻², con promedio $28,2 \pm 5,3$ g m⁻² (Figura 59 a).

Considerando la variabilidad temporal reciente, entre noviembre de 2019 y noviembre de 2020, frente a Paita a 117 m de profundidad, se realizaron cuatro muestreos biológicos (noviembre-diciembre 2019 y en enero y noviembre 2020), en los cuales el índice de diversidad de Shannon varió entre 2,409 bitios ind.⁻¹ (dic. 2019) y 3,607 bitios ind.⁻¹ (noviembre 2020, muy similar a lo observado en noviembre 2019 y enero 2020).

Frente a Chicama y Callao, los muestreos fueron más frecuentes durante el 2020; el índice de diversidad en Chicama varió entre 1,658 bitios ind.⁻¹ registrado en noviembre 2020 y 2,07 bitios ind.⁻¹ observado en diciembre 2019 y junio 2020. El bacteriobentos frente a Chicama, presentó valores entre 4,6 y 1,6 g m⁻² a finales de 2019, disminuyendo significativamente en el verano de 2020. En junio se observó un incremento muy significativo (12,9 g m⁻²), alcanzando un máximo en noviembre de 28,2 g m⁻². Frente al Callao, a 92 m de profundidad, el índice de diversidad estuvo comprendido entre 0,6 y 1,8 bitios ind.⁻¹ (finales de 2019) y en todo el año 2020 con valor cero debido a la ausencia de macro bentos. En esta zona, el predominio fue del bacterio bentos, registrándose en noviembre último un aumento de la biomasa, significativamente mayor a lo observado en este periodo (Figura 59 b).

En la Figura 60 se muestra la curva de rarefacción, para el mes de noviembre frente a Chicama y a Paita, y se realiza una comparación con el periodo de muestreo realizado en noviembre de 2019. Se observa la pendiente frente a Paita ligeramente disminuida en el presente año para el mismo mes, producto de un ligero descenso del número de especies. Frente a Chicama las condiciones son muy similares en los dos años; y, respecto a Callao, en el 2019, se encontraron dos especies características de la zona *Paraprionospio pinnata* y *M. phyllisae*, que en esta oportunidad no se reportaron.

3.4.2.3. Mortandades y varamientos

A partir de la tercera semana de noviembre se registraron eventos de varamientos de múnida, anchoveta y aves marinas en el litoral norte del país, asociados a cambios ambientales.

La presencia de múnida en la región Piura es un indicador de condiciones de La Niña, ya que su presencia está asociada al desplazamiento hacia el norte de aguas costeras frías, registradas durante la primera semana de noviembre. Se registraron dos varamientos de múnida en Paita (14 y 15 de noviembre) y Sechura (21 de noviembre), los cuales estuvieron asociados a cambios repentinos en las condiciones ambientales del mar de frío a cálido, debido al ingreso de AES (Figura 61 a).

En Chimbote, se registró una varazón de anchovetas (23 de noviembre) vivas que abarcó 2000 m² y 3,5 t de anchoveta (Figura 61 b). En los días en los que ocurrió el evento, se presentó un repliegue de las ACF hacia la costa, por las ASS en la zona norte desde los 06° S (Piura) hasta los 11° S (Ancash) aproximadamente, reduciendo el hábitat de la anchoveta, de otros recursos costeros y también de las áreas de alimentación de las aves. Como consecuencia, mediado por el ambiente, se produjo una superposición o traslape entre las áreas de alimentación de las aves y las áreas de pesca de anchoveta de la pesquería artesanal, lo cual aumenta las posibilidades de encuentro o interacciones entre aves y pesquerías dando lugar a las interacciones y al enmalle de muchas de ellas cuando se encontraban alimentándose (27 de noviembre).

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

4.1. Pronósticos a gran escala de las agencias internacionales

Las anomalías de la TSM en el Pacífico ecuatorial central (Niño 3.4) han fluctuado con valores negativos dentro del rango del -1,5 °C a -1 °C, y han respondido a las condiciones de La Niña en el Pacífico ecuatorial.

La mayoría de los modelos dinámicos y estadísticos de pronóstico de ENOS (Niño 3.4) de las agencias internacionales (IRI, 19 noviembre 2020), indican que las anomalías negativas de TSM en el Pacífico ecuatorial central persistirán dentro del rango de $-1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ probablemente hasta febrero 2021 (Figura 62), lo que indicaría que las condiciones frías anómalas en el Pacífico ecuatorial serían de magnitud moderada.

Espacialmente, para el trimestre enero-marzo 2021, en el Pacífico ecuatorial central (Niño 3.4), el modelo ECMWF indica una cobertura espacial de anomalías negativas de TSM entre $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, mientras que, los modelos CFSv2 y NMME indican anomalías de TSM entre $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ para la misma región. Con respecto a la región Niño 1+2, para el trimestre enero-marzo 2021, el modelo ECMWF pronostica que las anomalías negativas de la TSM fluctuarán entre $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ en promedio, mientras que, los modelos CFSv2 y NMME pronostican que las anomalías negativas de TSM fluctuarán con valores promedio entre $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, es decir dentro del rango neutral establecido para el ICEN (ENFEN nota técnica, 2012). En la franja costera frente al Perú, los modelos ECMWF y CFSv2 pronosticaron en promedio, para el periodo enero-marzo, valores de ATSM dentro de un rango entre $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, mientras que, el modelo NMME indicó valores entre $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-0,25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Por otro lado, en la zona oceánica frente al Perú, el modelo ECMWF pronosticó anomalías de TSM con un rango entre $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$, mientras que, el modelo CFSv2 indicó un rango entre $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-0,25\text{ }^{\circ}\text{C}$ y el modelo NMME indicó ATSM con un rango entre $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-0,25\text{ }^{\circ}\text{C}$, es decir dentro del rango neutro en todos los casos (Figura 63).

4.2. Propagación de ondas Kelvin

La simulación del modelo de oceánico de complejidad intermedia (Illig et al., 2004; Dewitte et al., 2002) aplicado en el IMARPE, siguiendo la metodología descrita en Quispe-Ccalluari et al. (2017), y forzado hasta el 7 de diciembre del 2020 (Figura 64) indica que una onda Kelvin cálida (modo 1) y otra onda Kelvin fría (modo 2) habrían alcanzado al extremo del Pacífico oriental a inicios de diciembre 2020. Por otro lado, la onda Kelvin fría (modo 1), generada entre fines de octubre e inicios de noviembre en el Pacífico ecuatorial occidental ha sido reforzada durante el mes de noviembre en el Pacífico ecuatorial central por la persistencia de las anomalías de vientos del este y llegará al extremo del Pacífico ecuatorial oriental en diciembre 2020. Cabe señalar, que esta misma persistencia de las anomalías del viento del este, generó otra onda Kelvin fría (modo 2) en el Pacífico ecuatorial central que llegaría al extremo del Pacífico ecuatorial oriental en enero 2021.

4.3. Pronósticos de la TSM para la franja adyacente a la costa del Perú

El pronóstico del ITCP (Quispe-Ccalluari et al. 2018), en base al 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), indica valores negativos dentro del rango de una condición fría entre diciembre 2020 y marzo 2021. Por otro lado, de acuerdo al 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), se pronostican valores negativos del ITCP, pero dentro de una condición neutra en diciembre 2020, condiciones frías entre enero y febrero 2021 y condiciones neutras en marzo 2021 (65 y 66).

V. 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., Arones, 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. Queffeuilou, 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.
- 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.; Gutiérrez, 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. Oceanogr. 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.
- Domínguez N. et al. 2017. Climatología termohalina frente a las costas del Perú. Periodo: 1981-2010. Informe IMARPE 44(1), pag.: 5-13.
- 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.
- Dioses T. 1995. Análisis de la distribución y abundancia de los recursos jurel y caballa frente a la costa peruana. Inf. Prog. Inst. Mar Perú-Callao (N°03). Disponible en: <http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe/bitstream/123456789/885/1/IP%203.pdf>
- 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.
- Elliott W., Paredes F., Bustamante M. (1995). Biología y Pesquería de tiburones de las Islas Lobos, Perú. Inf. Prog. Inst. Mar Perú (N°16).
- 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.
- ENFEN, 2020. Comunicado Oficial ENFEN, N°.11-2020, 18 de setiembre de 2020.
- 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.
- 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. Arones, 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](https://doi.org/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.
- Hobson, K.D. & Banse, K. 1981. Sedentariate and archiannelid 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 Beucksichtigung 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.
- 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., Cahuín., 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.

- 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 heterópoda y pterópoda 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. Domínguez, 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.
- 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 CONABIOL, 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 euphausiidos 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.avisos.altimetry.fr/fileadmin/user_upload/tx_ausycsisseminar/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.
- 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.
- 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 Pacifico 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., Reifeld, 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 populacoes 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.
- Zuta, S. & O.G. Guillén. 1970. Oceanografía de las aguas costeras del Perú. Bol. Inst. Mar Perú (2): 157-324.

VI. RECONOCIMIENTOS

The Group for High Resolution Sea Surface Temperature (GHRSSST) 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>).

VII. TABLAS

Tabla 1. Valores promedio mensuales de la TSM (°C) y las anomalías térmicas (°C) en los muelles costeros del IMARPE de julio a noviembre 2020.

Muelle costero	Lat, °S	TSM, °C					ATSM, °C				
		JUL	AGO	SET	OCT	NOV	JUL	AGO	SET	OCT	NOV
Tumbes	3,66	26,8	25,4	25,8	26,6	26,6	+1,7	+0,6	+0,7	+0,8	+0,5
Paita	5,01	17,8	17,6	17,6	17,7	18,0	+0,3	+0,6	+1,0	+0,3	0,0
San José	6,77	18,1	18,1	18,3	18,6	18,7	-0,8	-0,7	-0,6	-0,4	-0,9
Chicama	7,84	16,1	16,1	15,9	15,5	15,5	-0,7	-0,2	-0,0	-0,3	-0,7
Chimbote	9,09	17,2	17,2	17,4	18,3	18,3	-1,5	-1,4	-1,0	-0,5	-1,3
Huacho	11,11	15,3	14,7	14,7	14,7	14,7	-1,4	-1,3	-0,7	-0,5	-1,1
Callao	12,06	15,3	14,8	14,3	14,3	14,1	-0,8	-1,0	-0,8	-0,7	-1,0
Pisco	13,71	18,5	19,4	19,0	19,5	20,4	+0,2	+1,3	+0,2	-0,3	+0,3
Ilo	17,63	15,3	14,6	14,5	14,9	15,4	-0,0	-0,4	-0,4	-0,2	-0,5

Tabla 2. Valores promedio mensuales de los índices LABCOS, Índice Térmico Costero Peruano (ITCP), Índice Costero El Niño (ICEN), Índice Niño Oceánico (ONI) disponibles para el periodo de agosto 2019 a noviembre 2020.

AÑO	MES	ÍNDICES CLIMÁTICOS							
		LABCOS	ITCP	ICEN	ONI	Niño 1+2	Niño 3	Niño 3.4	Niño 4
2019	08	-0,15	-0,7	-0,86	0,1	-0,4	-0,1	0,2	0,9
2019	09	-0,05	-0,6	-1,03	0,1	-0,8	-0,2	0,0	0,6
2019	10	0,13	-0,5	-0,87	0,3	-0,8	0,2	0,6	1,0
2019	11	0,32	-0,2	-0,78	0,5	-0,4	0,5	0,6	0,9
2019	12	0,48	0,0	-0,58	0,5	0,3	0,3	0,5	1,0
2020	01	0,47	-0,1	-0,16	0,5	0,0	0,2	0,5	1,0
2020	02	0,45	-0,2	-0,15	0,6	0,3	0,2	0,4	1,1
2020	03	0,47	-0,3	0,10	0,5	0,5	0,3	0,6	1,0
2020	04	(¹)	-0,3	0,19	0,3	0,4	0,5	0,5	0,8
2020	05	0,29	-0,5	0,02	0,0	0,1	-0,2	-0,2	0,2
2020	06	0,09	-0,7	-0,51	-0,2	-0,7	-0,7	-0,4	0,2
2020	07	-0,05	-0,8	-0,93	-0,4	-1,2	-0,5	-0,3	0,1
2020	08	-0,17	-0,7	-1,14	-0,6	-0,9	-0,5	-0,6	-0,2
2020	09	-0,17	-0,5	-1,0	-1,0	-0,9	-1,3	-1,0	-0,4
2020	10	-0,33	-0,6	-1,01 ³	-1,2	-1,2	-1,3	-1,4	-0,8
2020	11	-0,39 ¹	-0,9 ²	-0,92 ³	-1,43 ³	-0,7	-1,2	-1,3	-0,7

¹ Sin dato debido a restricciones por la emergencia sanitaria (COVID-19)

² Valor preliminar

³ Valor preliminar de la primera componente

⁴ Valor temporal (ICEN_{temp})

Tabla 3. Desembarque (en toneladas) de los principales recursos pelágicos en el litoral peruano del 01 enero al 30 de noviembre del 2020 proveniente de la flota de cerco industrial.

Especie\Flota\Región		Año calendario (01 Enero al 30 Noviembre 2020)					
		Norte	Centro	N + C	Sur	Total	%
Anchoveta	Fl. Acero	1 374 936,5	1 008 589,8	2 283 526,3	0,0	2 283 526,3	74,5
	Fl. Madera	623 074,0	82 652,8	705 726,8	0,0	705 726,8	22,1
Sub - total		1 998 010,5	1 091 246,6	3 089 253,1	0,0	3 089 253,1	96,6
%		64,7	35,3	100,0	0,0	100,0	
Sardina		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Jurel		11 623,9	64 014,0	75 637,9	0,0	75 637,9	2,4
Caballa		9 947,6	24 091,7	34 039,3	0,0	34 039,3	1,1
Samasa		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
*Otros		0,0	37,0	37,0	0,0	37,0	0,0
Total		2 019 582,0	1 179 385,3	3 198 967,3	0,0	3 198 967,3	100,0
%		63,1	36,9	100,0	0,0	100,0	

Tabla 4. Especies cuyo límite sur de su distribución típica varió en las costas de Perú durante el mes de noviembre 2020.

Especie	Área registrada	D. Costa (mn)	Prof. (m)	Captura (kg)	Distribución típica
ANCHOA PLATEADA <i>Anchovia macrolepidota</i>	Lambayeque	S/R	7-13	45	Hasta Zorritos (Tumbes), ocasionalmente hasta Chimbote
LANGOSTA <i>Panulirus gracilis</i>	Lambayeque	S/R	7	12	Hasta Paita, Piura
CHIRI LOMO NEGRO <i>Peprilus snyderi</i>	La Libertad Huacho	~1 S/R	8-13 S/R	14746 ~0,076	Hasta el norte del Perú

S/R (Sin Registro), mn (millas náuticas), m (metros), kg (kilogramos).

Tabla 5. Condiciones de las comunidades macrobentónicas por réplica y promedio durante noviembre 2020.

Localidad	estación réplica	especies N°/0,05m ²	abundancia ind./m ²	biomasa g/m ²	Bacteriobentos g/m ²	diversidad		
						H'(log ₂)		
0,075m ² (Callao)								
por réplica								
CaE2R1	Callao - 94 m	R1	0	0	161,1		0	
CaE2R2	(12°S)	R2	0	0	192,7		0	
ChiE2R1	Chicama - 102 m	R1	8	3040	2,6740	26,9	1,990	
ChiE2R2	(07°49'S)	R2	7	1220	1,9600	34,0	2,059	
ChiE2R3		R3	7	4940	29,2300	23,6	1,152	
PaE3R1	Paita - 120 m	R1	21	1120	5,6200	-	4,105	
PaE3R2	(05°S)	R2	16	1620	1,1640	-	2,467	
PaE3R3		R3	12	340	1,0380	-	3,455	
promedio								
	Callao	E2	0	2	0	176,9	30,9853	0,000
	Chicama	E2	9	10	3067	11,2880	28,2	4,6707
	Paita	E3	25	29	1027	2,6073	-	3,607

VIII. FIGURA

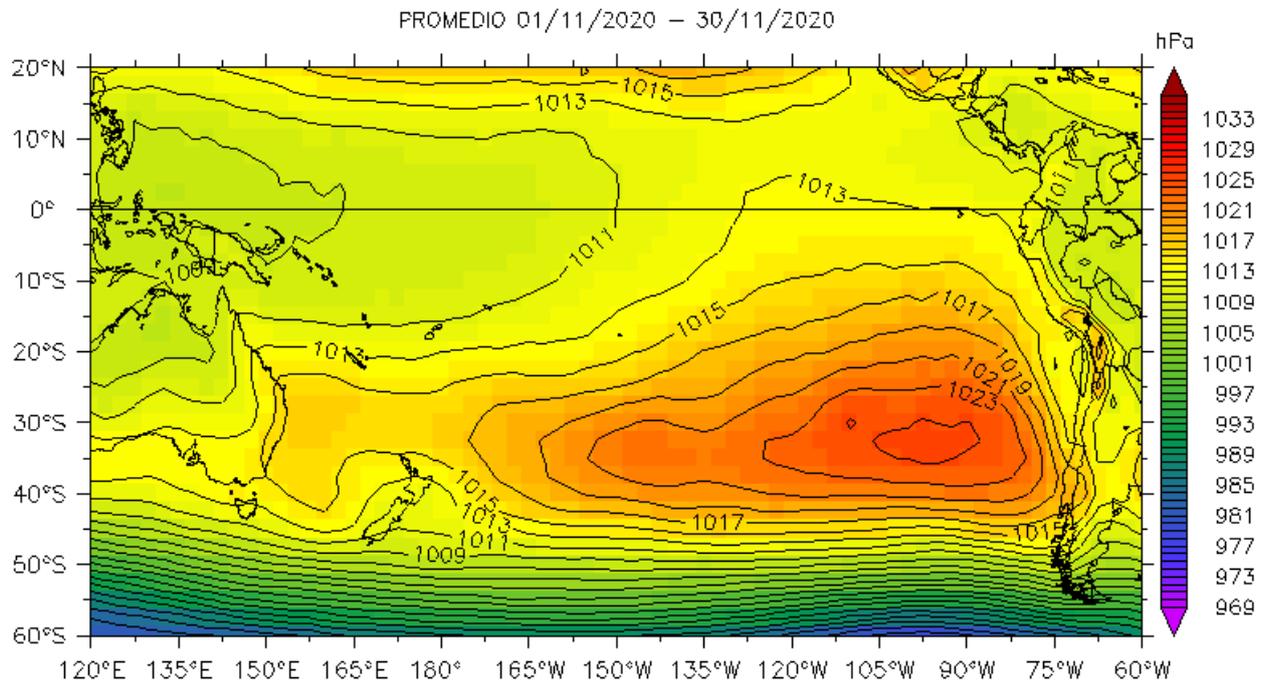


Figura 2. Presión atmosférica a nivel del mar (PNM) en hPa, promedio 1-30 de noviembre 2020. Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

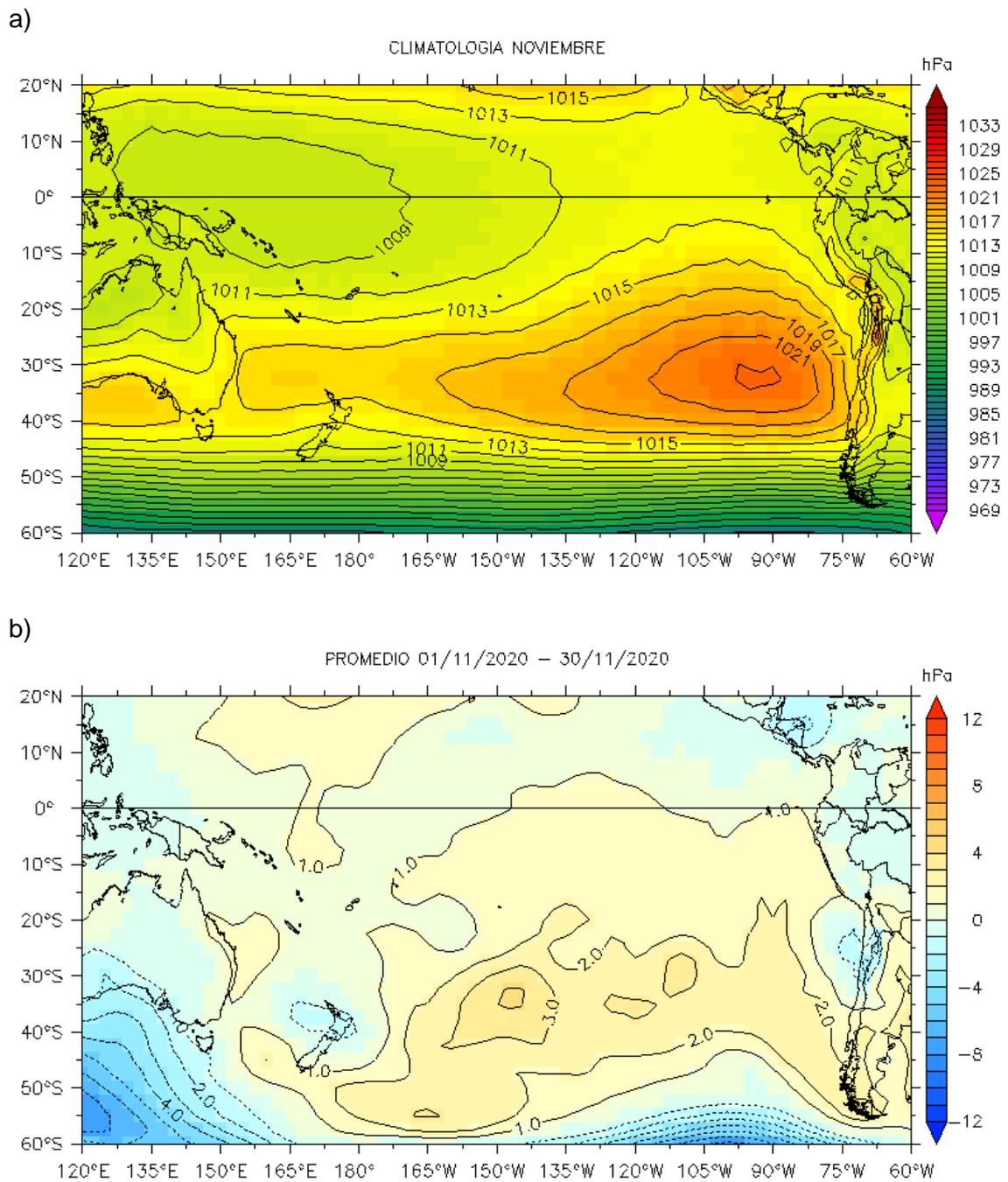


Figura 3. Presión atmosférica a nivel del mar (PNM) en hPa, climatología (a) y anomalías promedio 1-30 (b) de noviembre 2020. Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

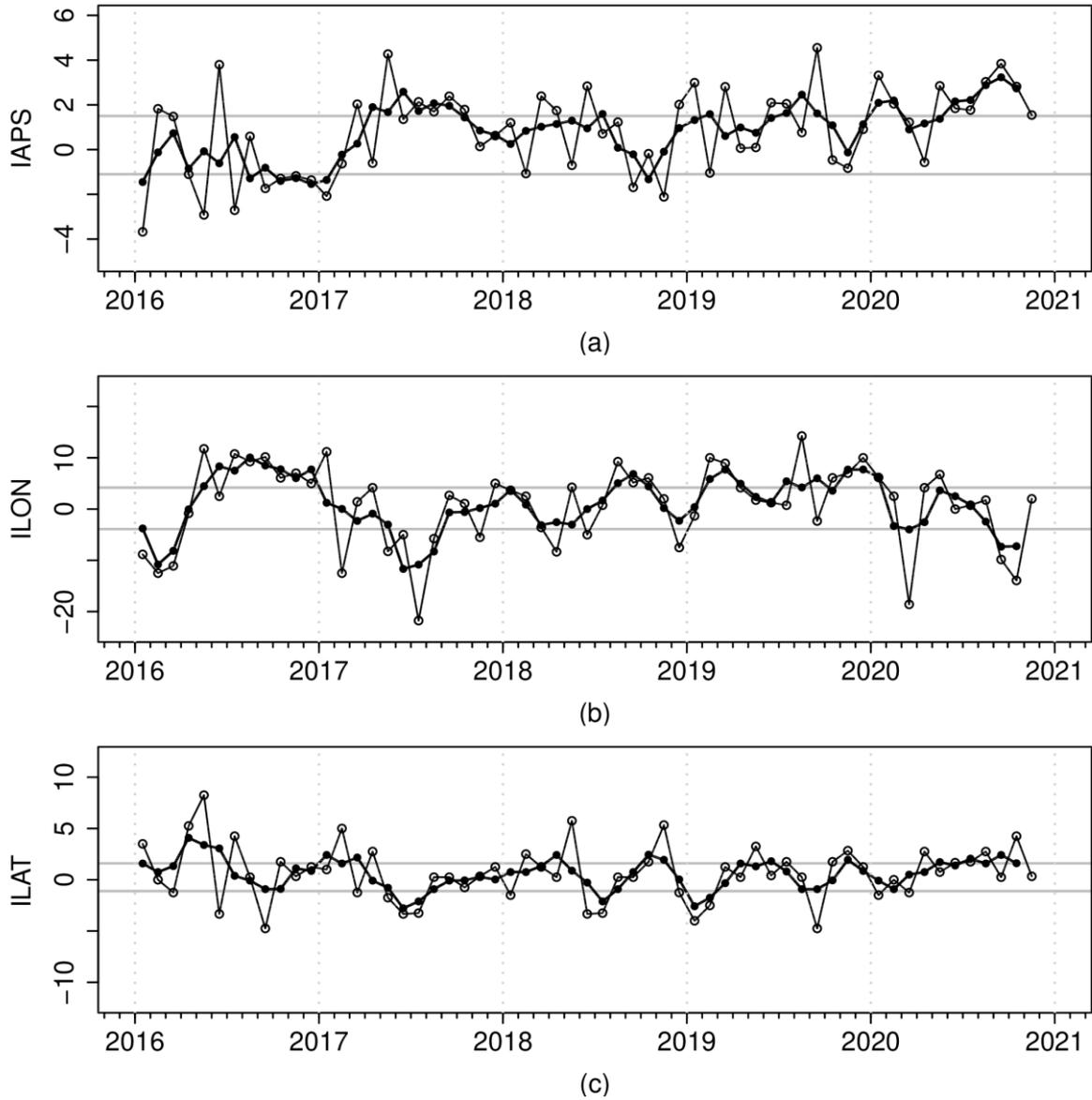


Figura 4. Variación temporal de los índices del APS: a) índice de intensidad (IAPS) e índices de posición b) longitudinal (ILON) y c) latitudinal (ILAT) hasta el trimestre setiembre-noviembre 2020 (círculos negros). Los círculos blancos indican las anomalías mensuales en el periodo enero 2016 – noviembre 2020.

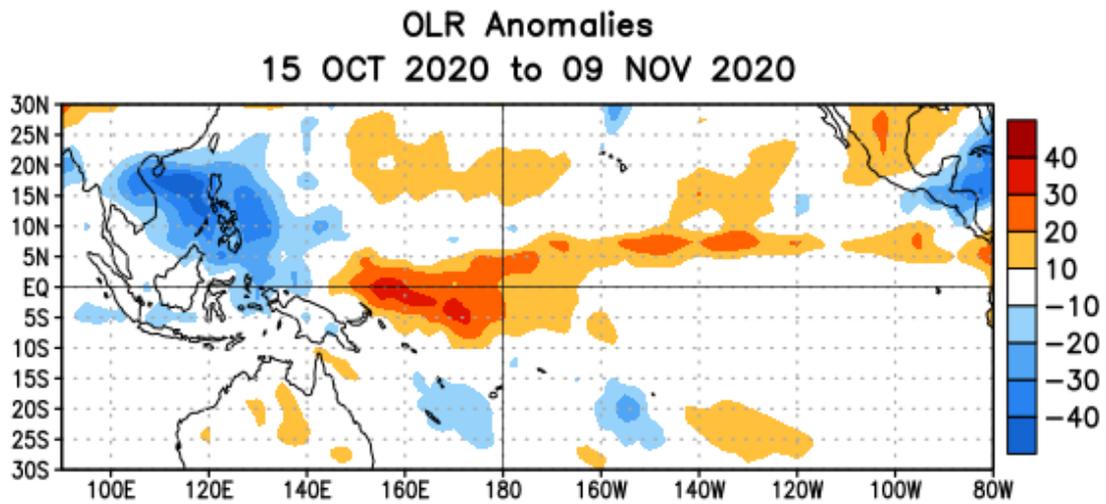


Figura 5. Anomalías del promedio de la radiación de onda larga emitida (OLR, por sus siglas en inglés) ($W m^{-2}$) durante el mes de noviembre 2020. Las anomalías de OLR se calculan como desviaciones de los penta-promedios del periodo base de 1981-2010. Fuente NOAA.

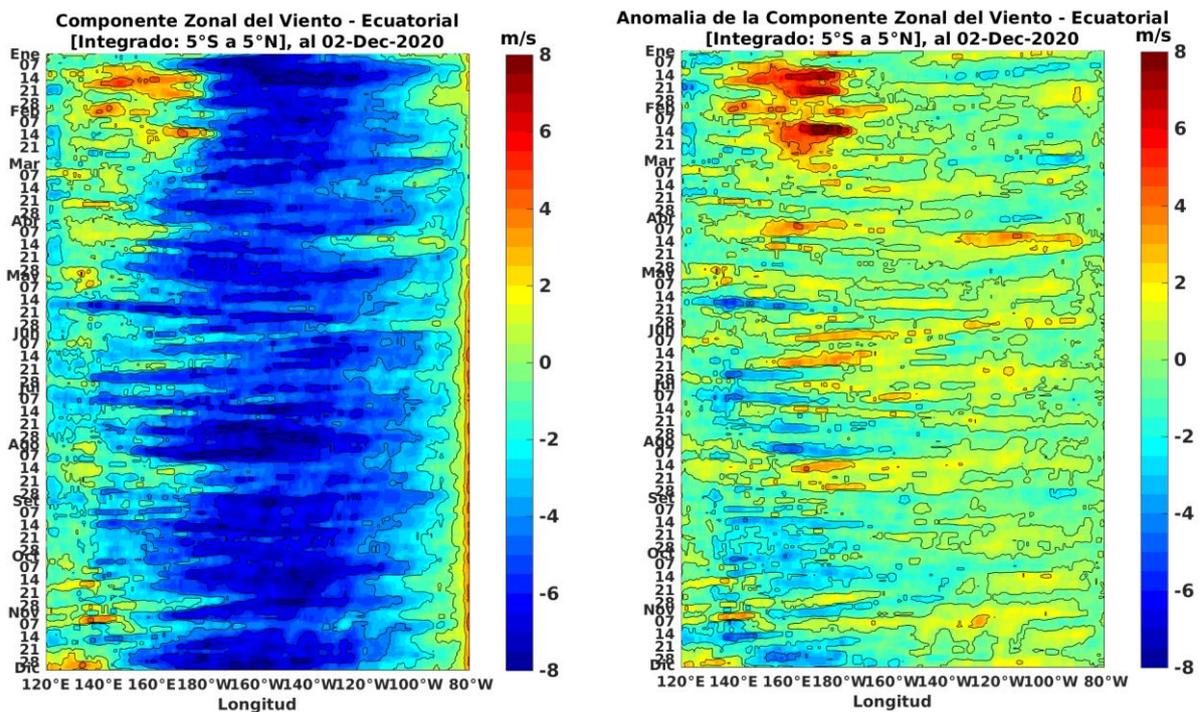


Figura 6. Viento satelital (integrado en el Ecuador): Componente zonal del viento (izquierda, en $m s^{-1}$), y, anomalia de la componente zonal del viento (derecha, en $m s^{-1}$), durante el último año. Actualizada hasta el 02/12/2020. Fuente: Satélite ASCAT y modelo GSF. Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE.

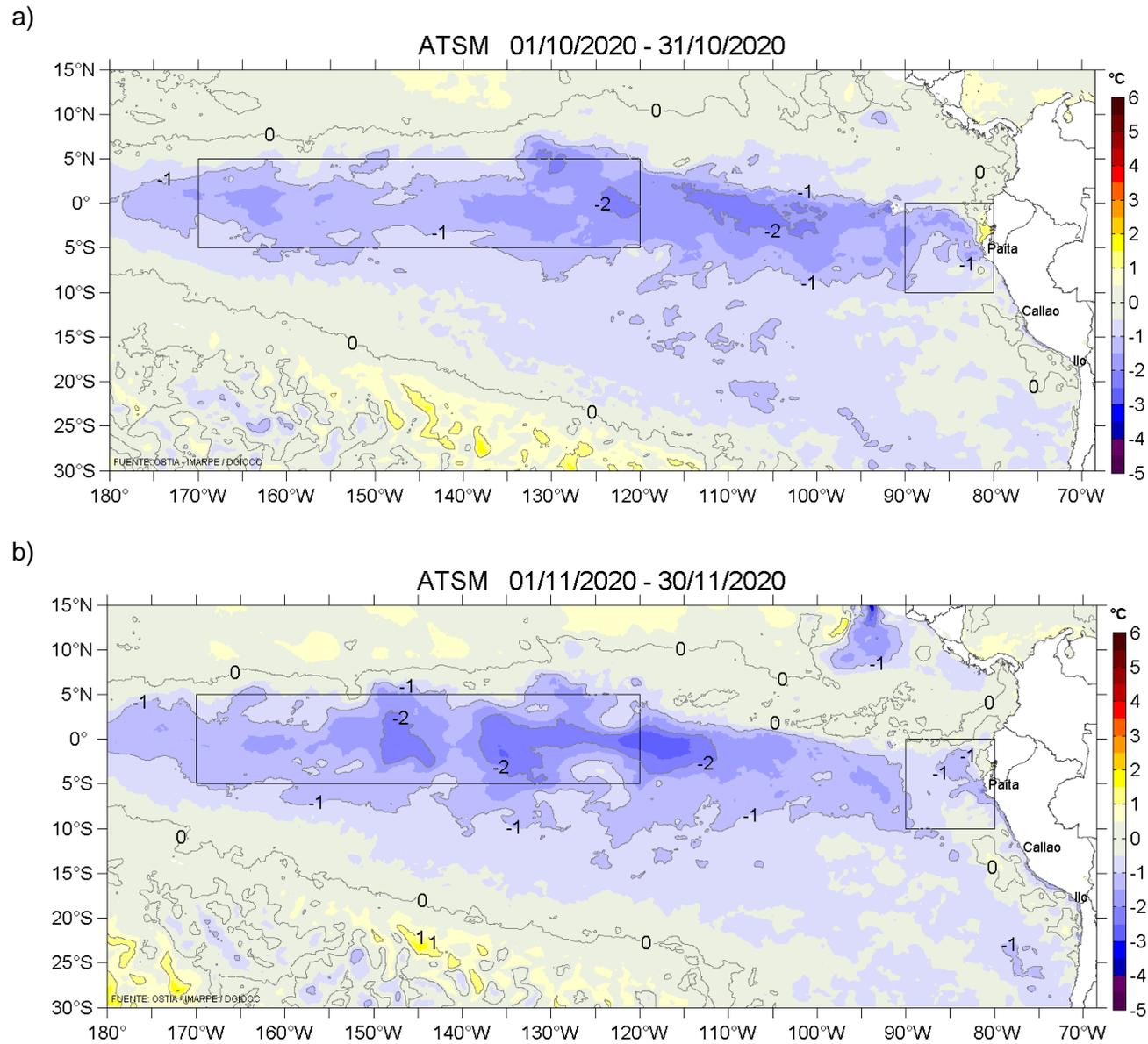


Figura 7. Anomalías promedio de la TSM (°C) para los meses de octubre (a) y noviembre (b) 2020. Periodo base de 2007-2016. Fuente: PODAAC/OSTIA. Procesamiento AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

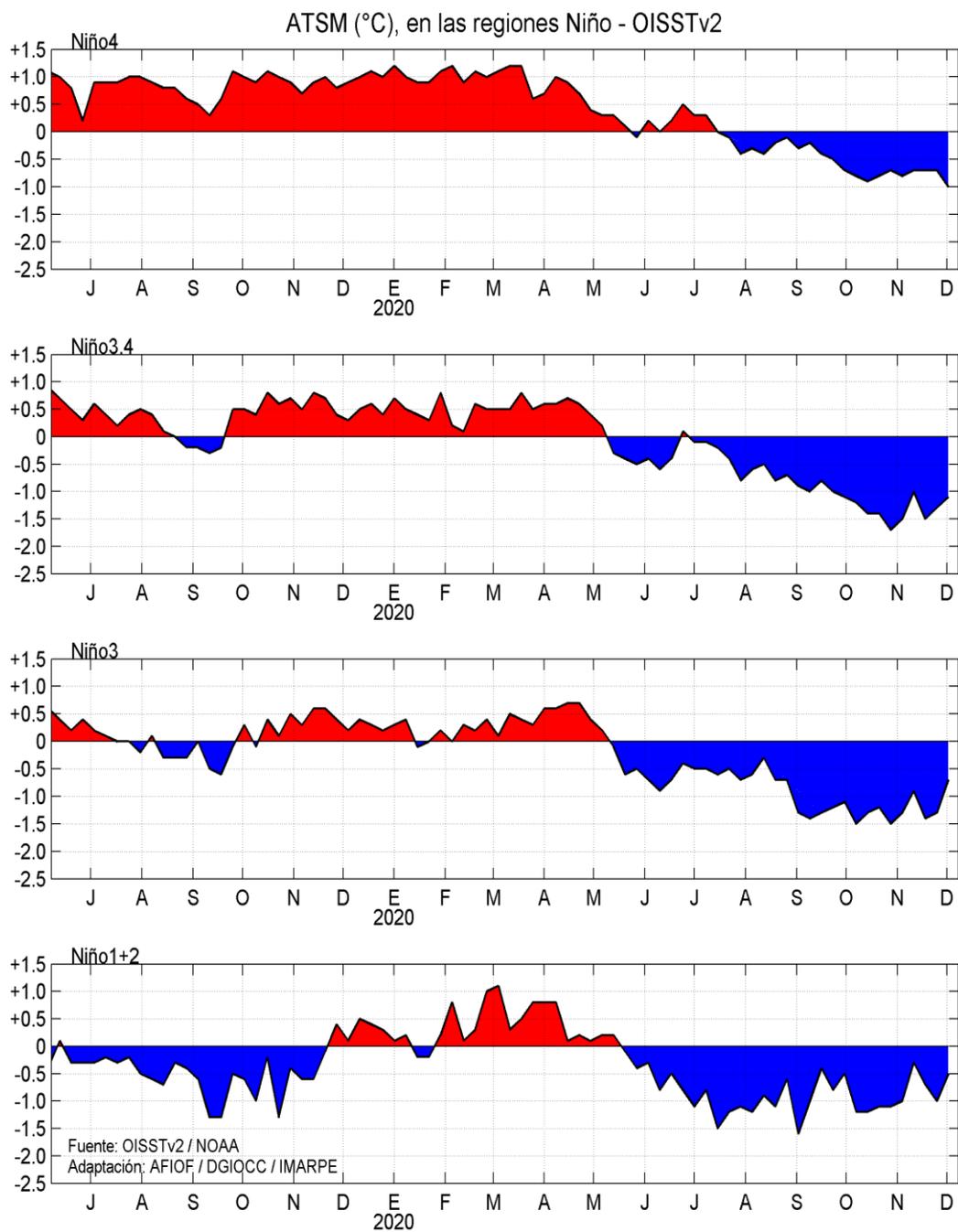


Figura 8. Anomalías semanales promedio de la TSM (°C) durante los últimos dieciocho meses, hasta fines de noviembre del 2020. Fuente CPC/NOAA, Procesamiento AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

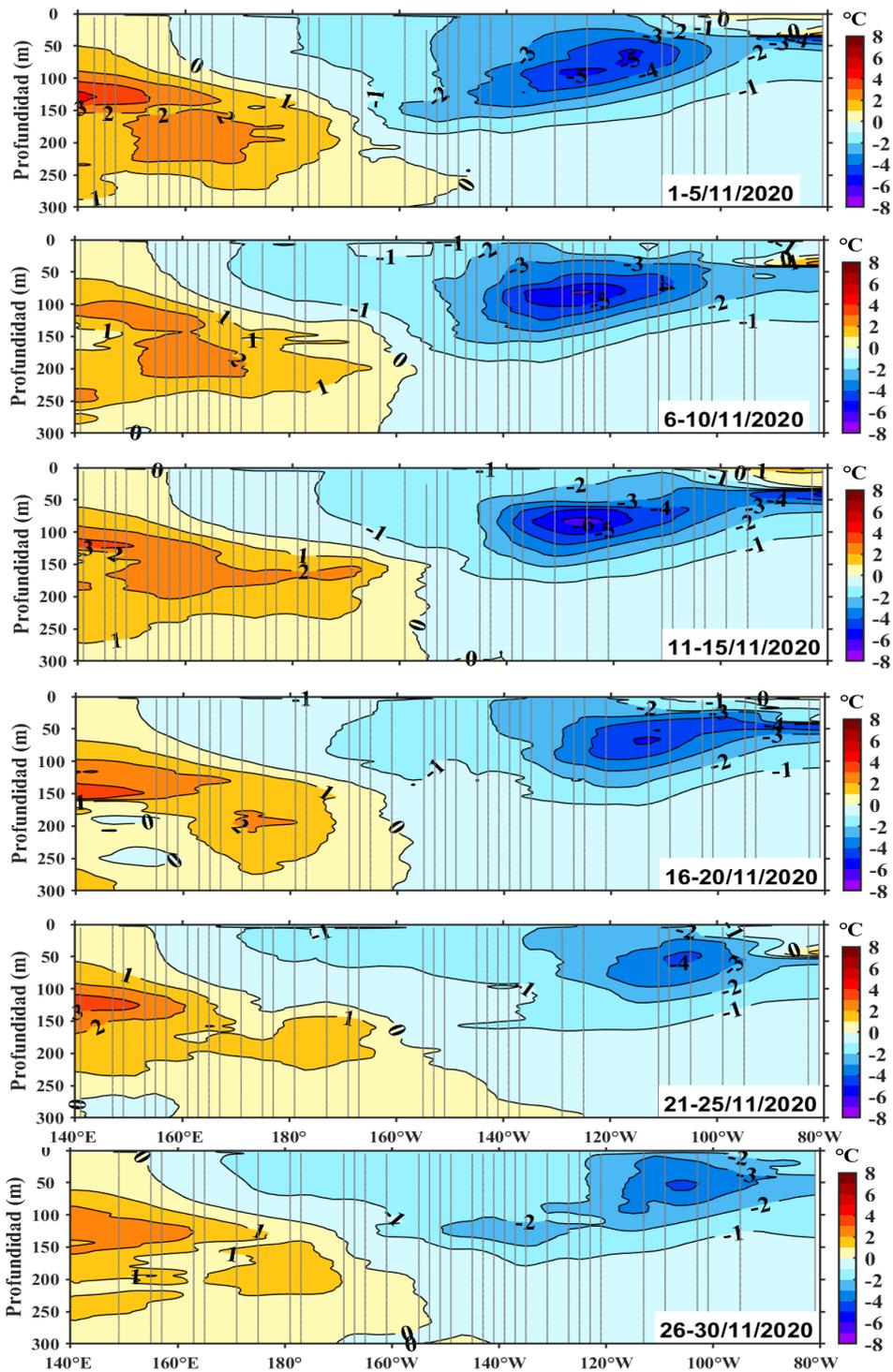


Figura 9. Anomalías de temperatura (°C) en la capa superior (0-300 m) del Pacífico ecuatorial (140°E – 80°W y 2°S - 2°N), en promedios de cinco días durante noviembre de 2020. Periodo base 1993-2010. Fuente: ARGO - TAO/TRITON, Procesamiento AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

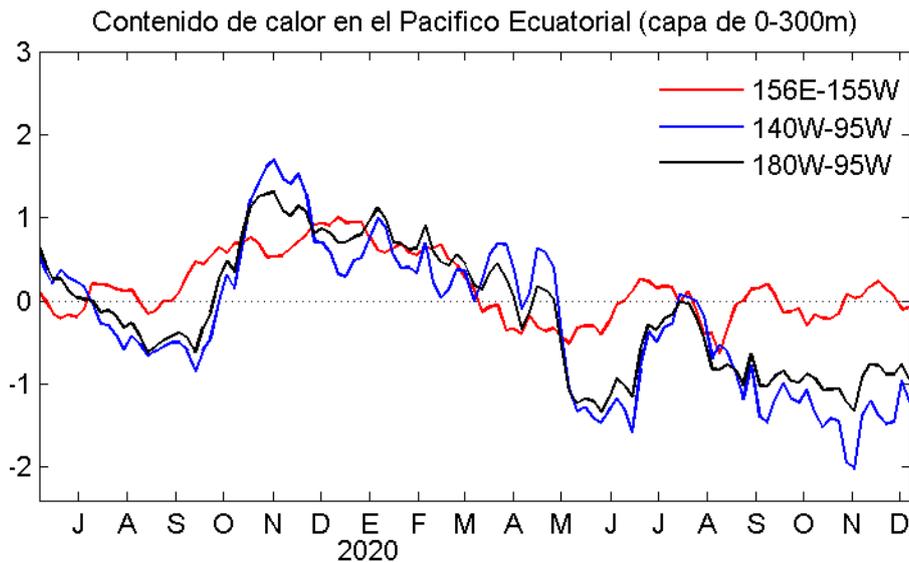


Figura 10. Anomalías del contenido de calor promediado en la capa de 0–300 m del Pacífico ecuatorial ($2^{\circ}\text{S} - 2^{\circ}\text{N}$ y $156^{\circ}\text{E} - 95^{\circ}\text{W}$). Periodo base de 1981-2010. Fuente TAO-TRITON/PMEL/NOAA, Procesamiento AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

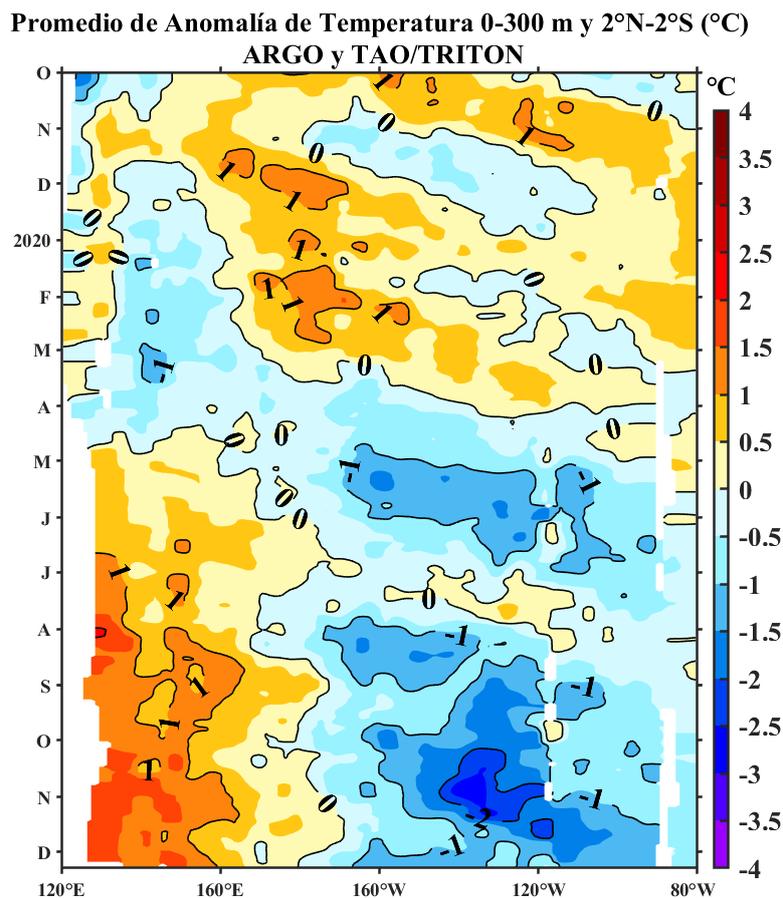


Figura 11. Evolución de las anomalías del contenido de calor promediado en la capa de 0-300 m en el Pacífico ecuatorial (140°E a 80°W), en el periodo de un año, hasta fines de noviembre del 2020. Fuente: ARGO – TAO/TRITON, Procesamiento: DGIOCC/IMARPE.

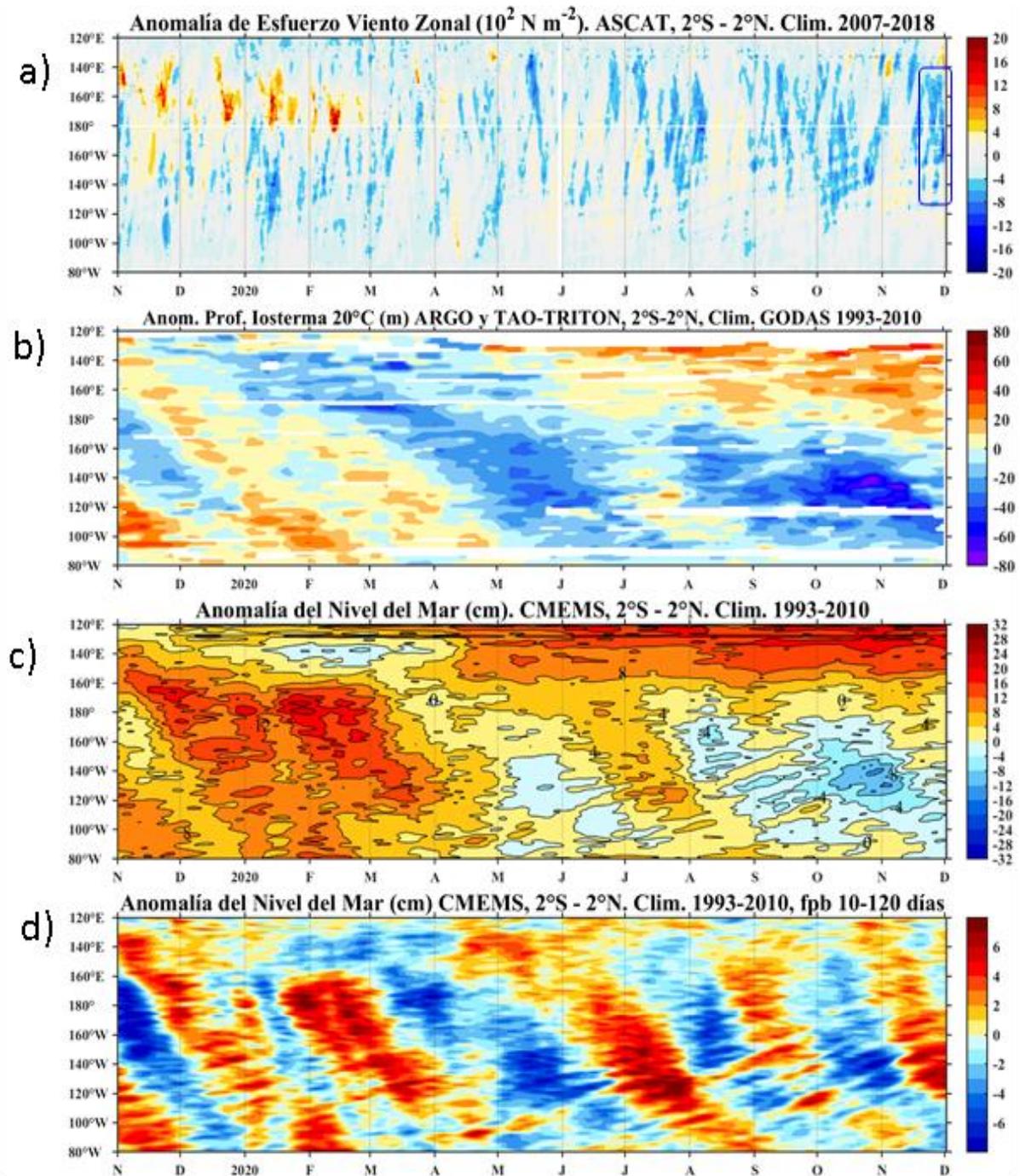


Figura 12. Diagrama Hovmöller de a) anomalía del esfuerzo de viento zonal (10^2 Nm^{-2}), b) anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C (m) suavizado de 11 días, fuente: ARGO y TAO-TRITON, climatología: 1993-2010, c) anomalía del nivel medio del mar diario (cm) y d) anomalía del nivel del mar diario (cm) con un filtro pasa banda de 10 - 120 días, fuente: CMEMS v3.0, climatología: 1993-2010; ambos en el Pacifico Ecuatorial ($140^\circ\text{W}-80^\circ\text{W}$ y $2^\circ\text{N}-2^\circ\text{S}$). Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

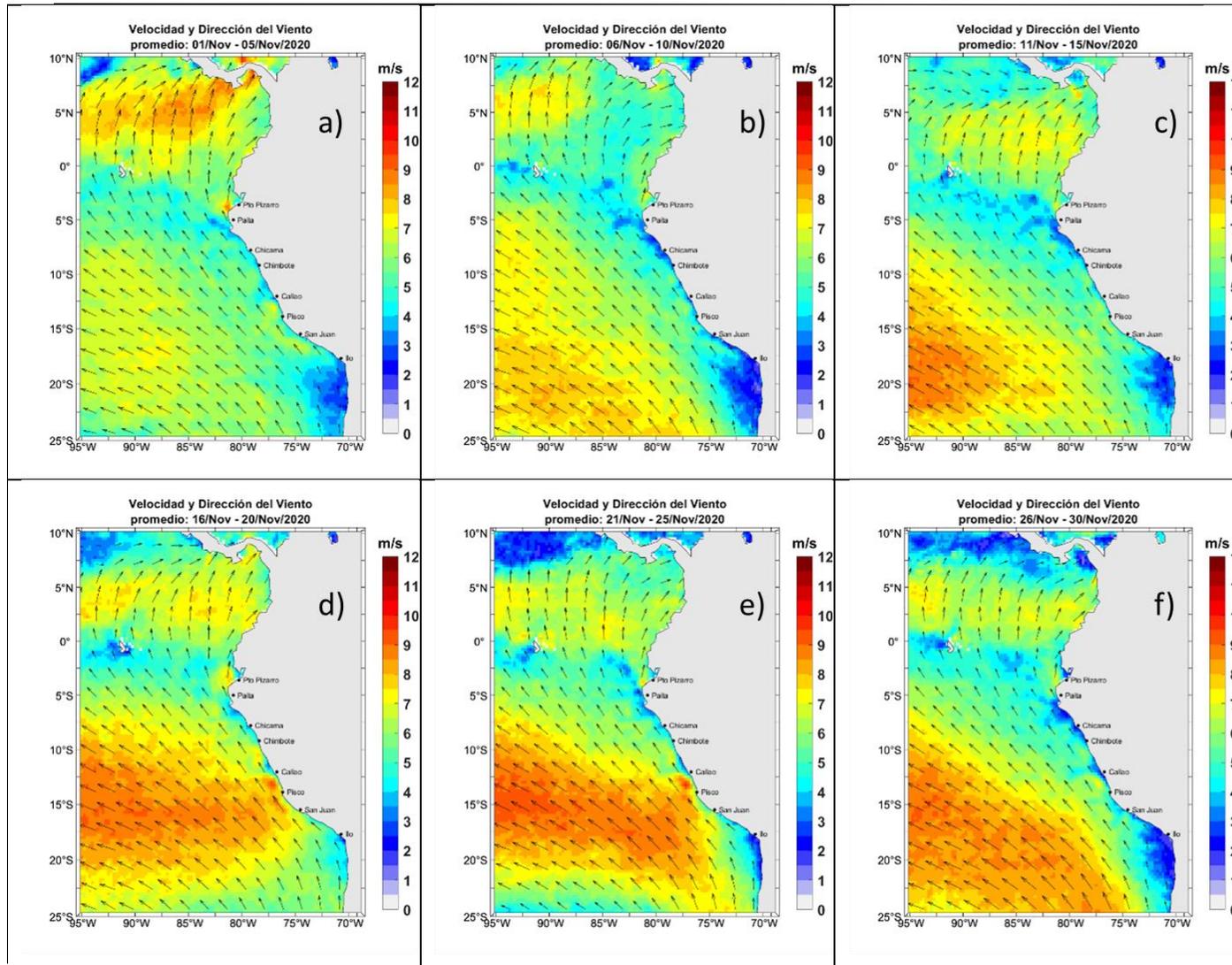


Figura 13. Mapas promedio 5 días de la velocidad del viento satelital (frente a la costa entre el Norte de Panamá y la costa peruana). Fuente: Satélite ASCAT. Procesamiento: Laboratorio Costero de Santa Rosa/Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE.

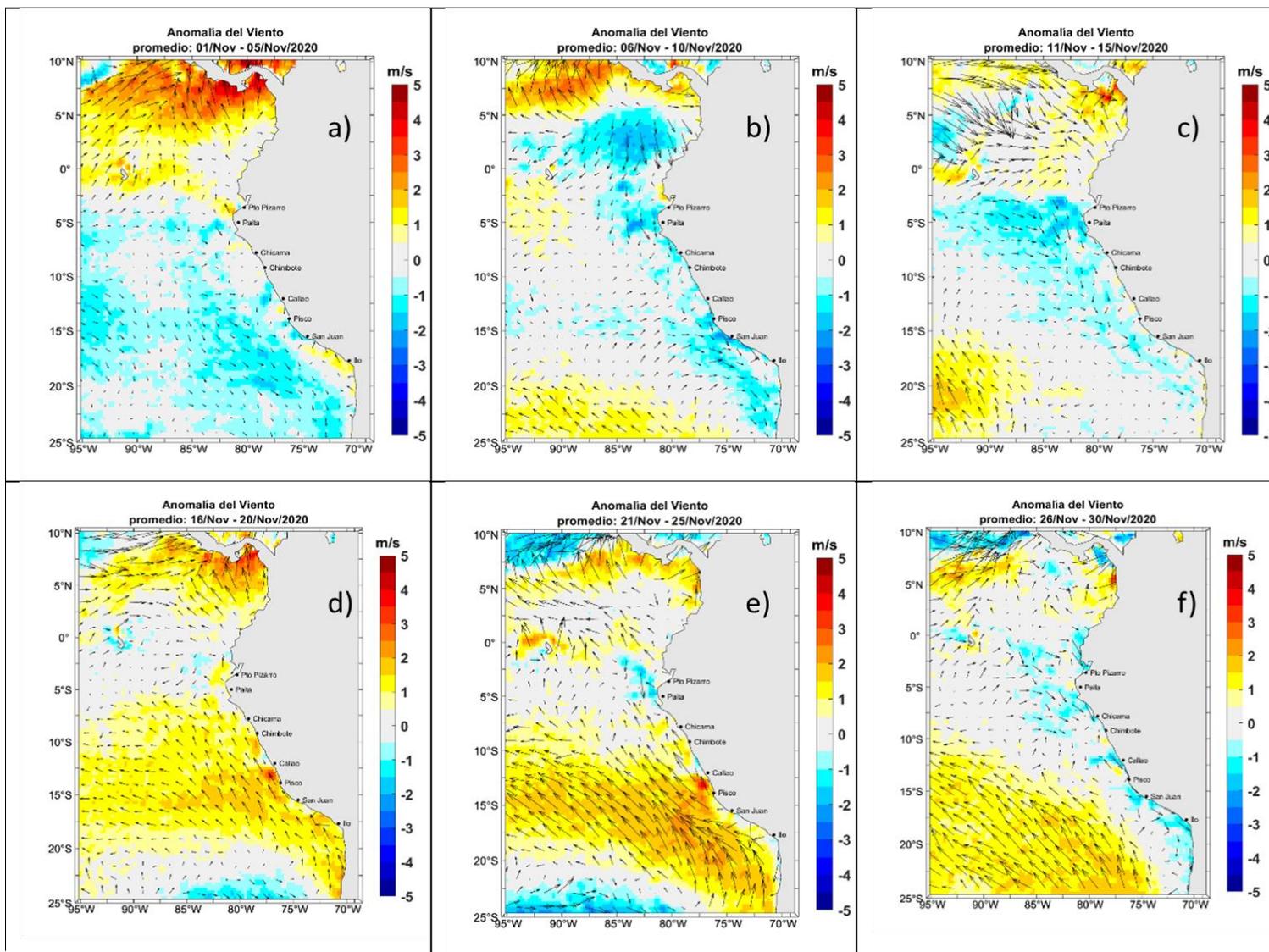


Figura 14. Mapas promedio 5 días de la anomalía de la velocidad del viento satelital (frente a la costa entre el Norte de Panamá y la costa peruana). Fuente: Satélite ASCAT. Procesamiento: Laboratorio Costero de Santa Rosa/Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE.

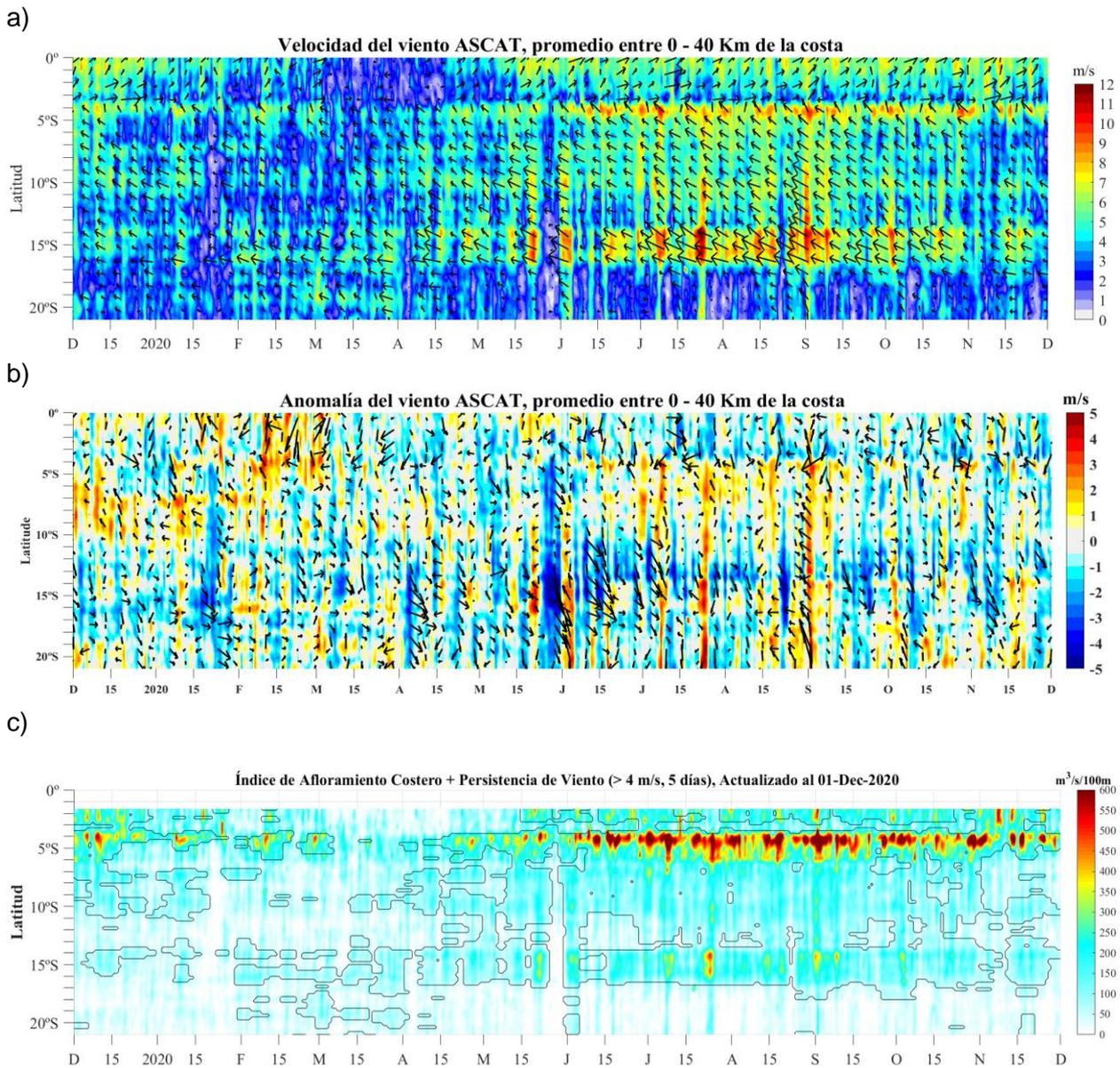


Figura 15. Diagrama hovmöller de (a) la velocidad del viento, (b) la anomalía del viento y (c) del índice de afloramiento costero ($\text{m}^3 \text{s}^{-1} \times 100\text{m}$) a lo largo de la costa peruana. El IAC en (c), fue calculado a 40 km frente a la costa del Perú y los contornos señalan la persistencia del afloramiento bajo condiciones de velocidad $> 4 \text{ m s}^{-1}$ durante 5 días o más. Fuente: Satélite ASCAT y productos del proyecto COPERNICUS. Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE. Actualizado hasta el 30/11/2020.

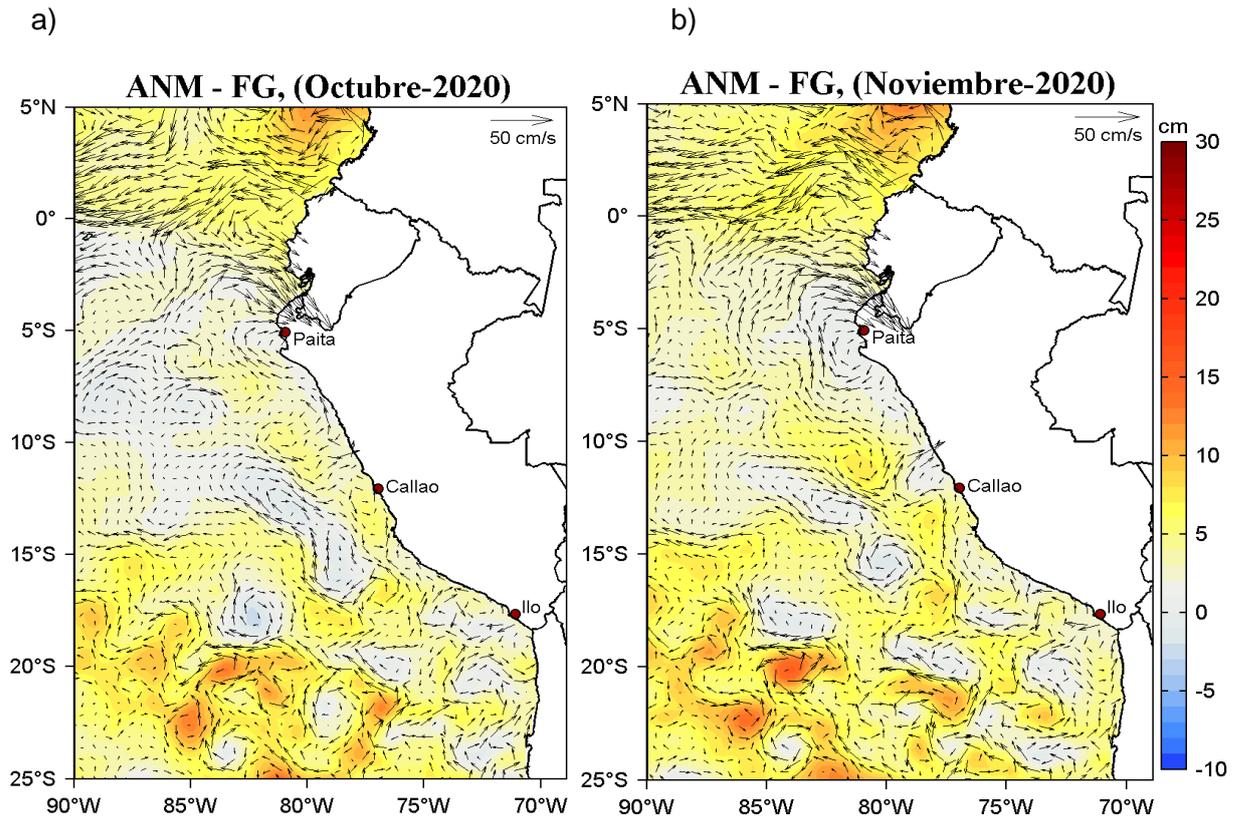


Figura 16. Distribución mensual de las ANM (cm) y los flujos geostróficos (FG, cm s^{-1}) en el Pacífico sudeste para a) octubre y b) noviembre de 2020. Fuente: CMEMS v3.0. Procesamiento: LHFM/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

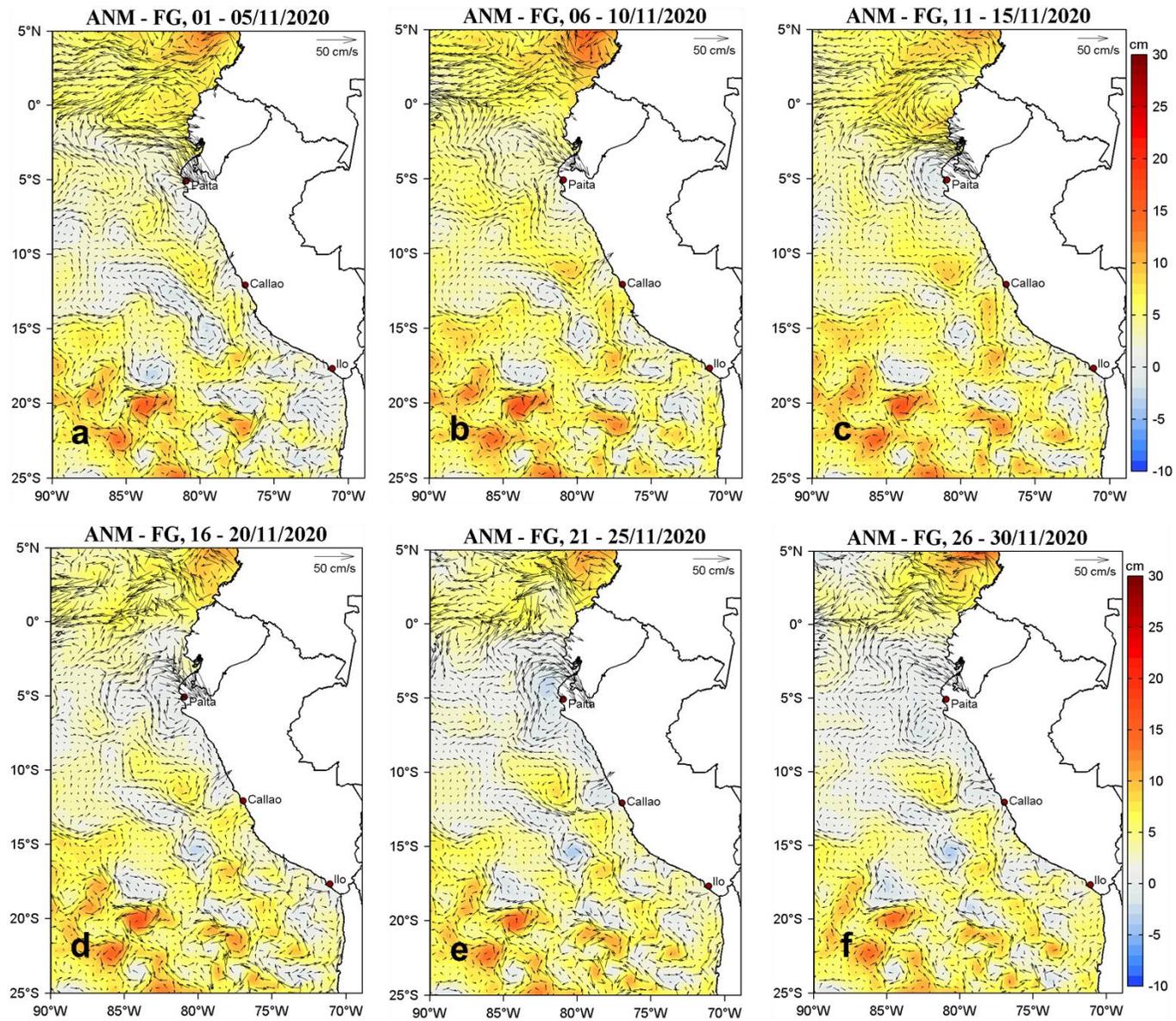


Figura 17. Distribución pentadal de las ANM (cm) y los flujos geostóficos (FG, cm.s⁻¹) en el Pacífico sudeste durante el mes de noviembre de 2020. Fuente: CMEMS v3.0. Procesamiento: LHF/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

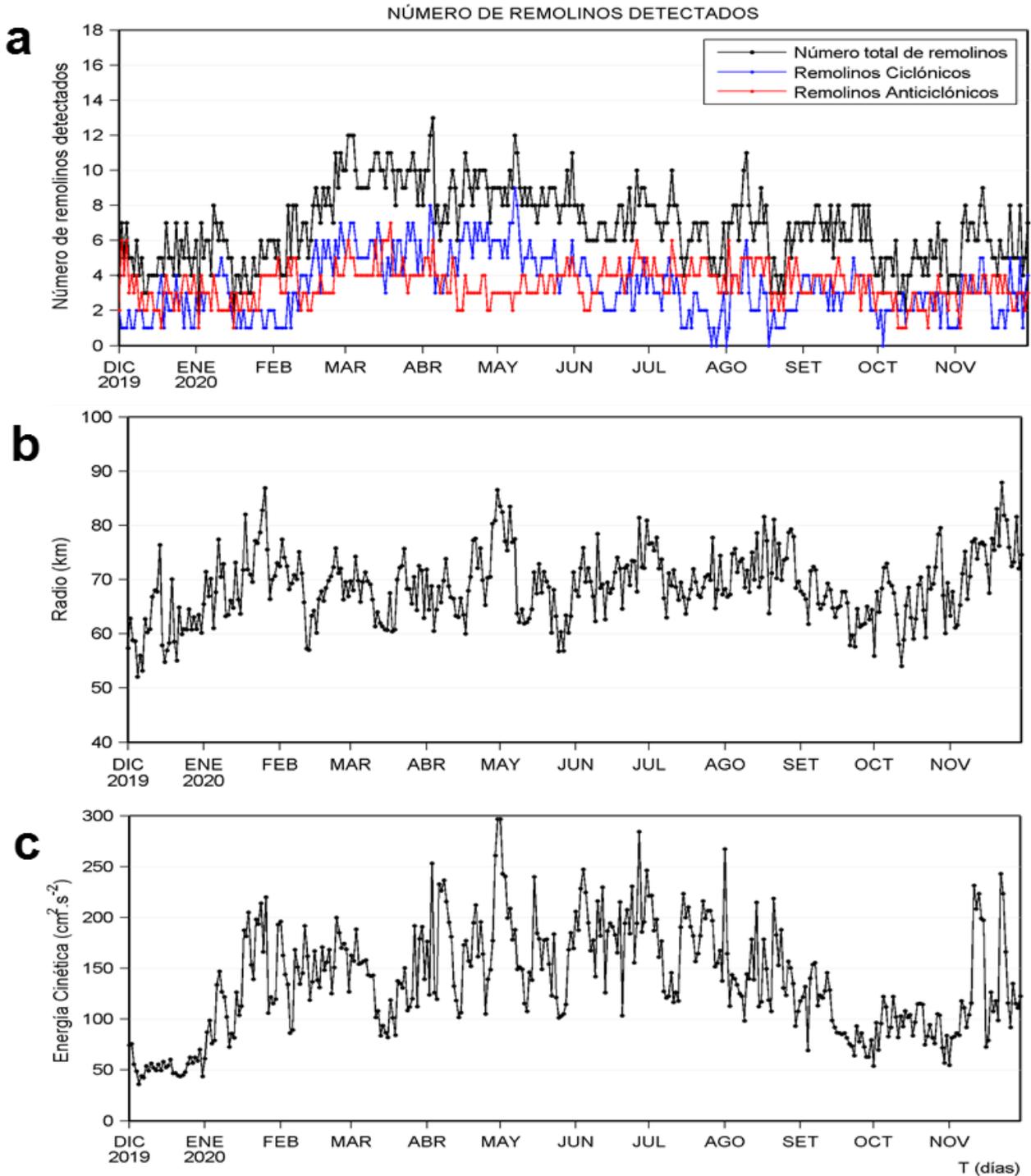


Figura 18. Variación diaria de: a) número de remolinos detectados, b) radio promedio (km) y c) la energía cinética promedio ($\text{cm}^2 \text{s}^{-2}$) de los remolinos entre 3°S y 18°S y de 70°W a 84°W de diciembre de 2019 a noviembre de 2020. Procesamiento: LHF/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

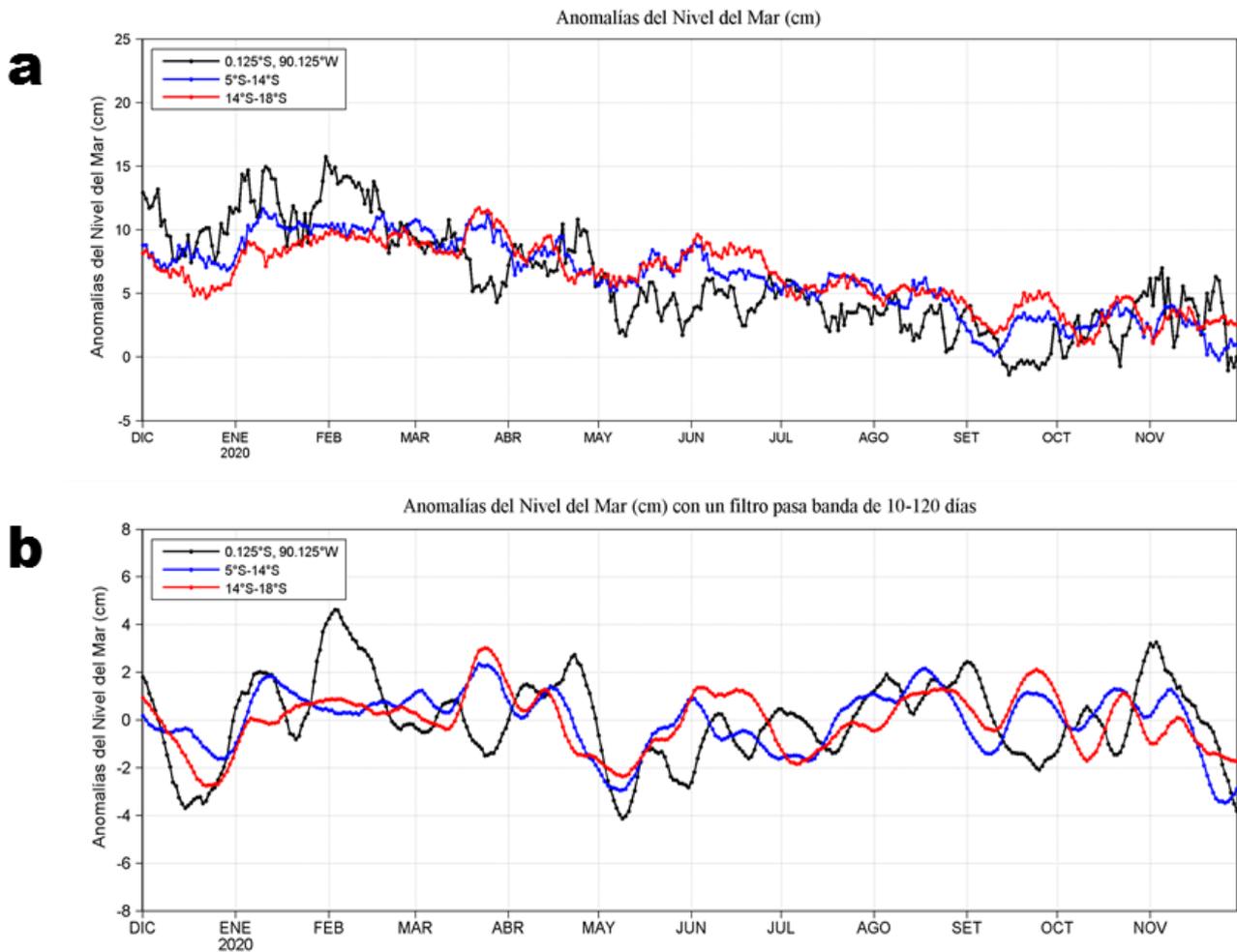


Figura 19. Variación temporal de las a) ANM (cm) y b) ANM (cm) con un filtro pasa banda de 10-120 días, para tres áreas promedio para los últimos 12 meses: i) Área de 75 km centrada en 0,125°S y 90,125°W, ii) Área promedio de 60 m.n. (~111 km) entre 5°S – 14°S y iii) Área promedio de 60 m.n. (~111 km) entre 14°S-18°S. Fuente: CMEMS v3.0. Climatología: 1993-2012 (a) y 1993-2010 (b). Procesamiento: LHF/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

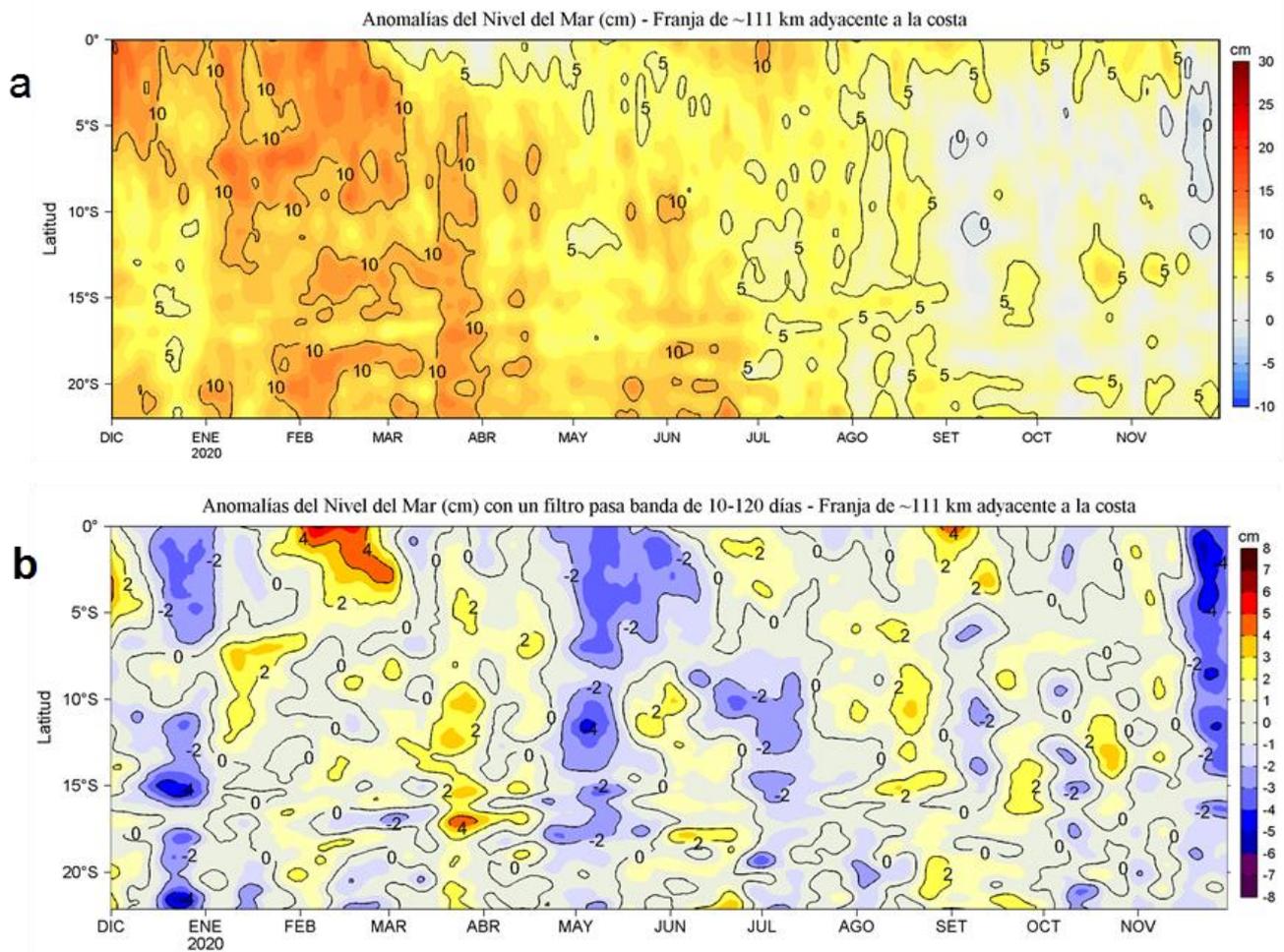


Figura 20. Evolución diaria de las a) ANM (cm) y b) ANM (cm) con un filtro pasa banda de 10-120 días, para una franja de 60 m.n. (~111 km) adyacente al litoral peruano para los últimos doce meses. Fuente: CMEMS v3.0. Climatología: 1993-2012 para (a) y 1993-2010 para (b). Procesamiento: LHF/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

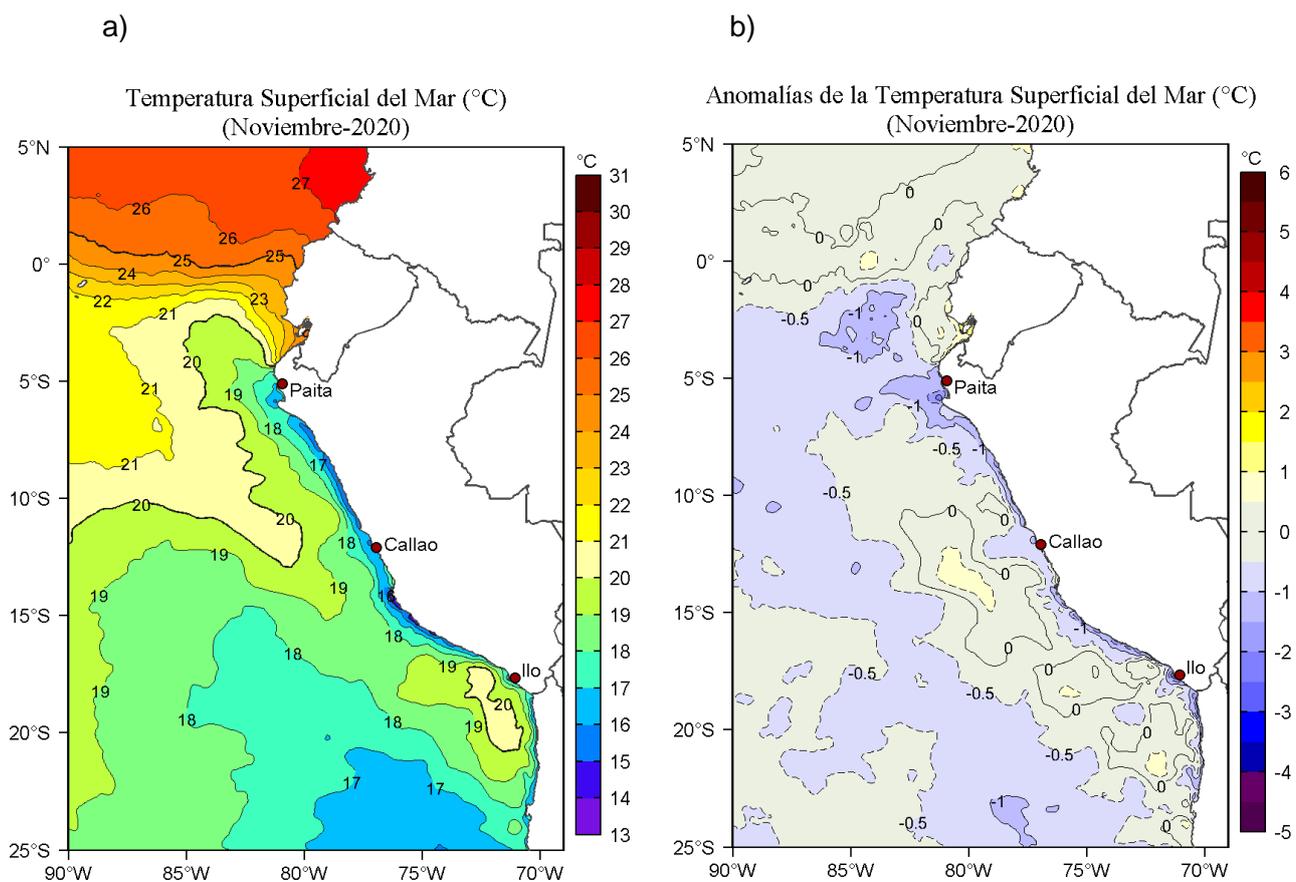


Figura 21. Distribución espacial promedio mensual de: a) TSM (°C) y b) ATSM (°C) para el mes de noviembre de 2020 en el océano Pacífico tropical oriental. Datos: OSTIA-UKMO-L4-GLOB-v2.0 (UK Met Office, 2012; Donlon et al, 2012). Las escalas de colores de la TSM como de la ATSM se presentan a la derecha de cada gráfico. Procesamiento: LHFM/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

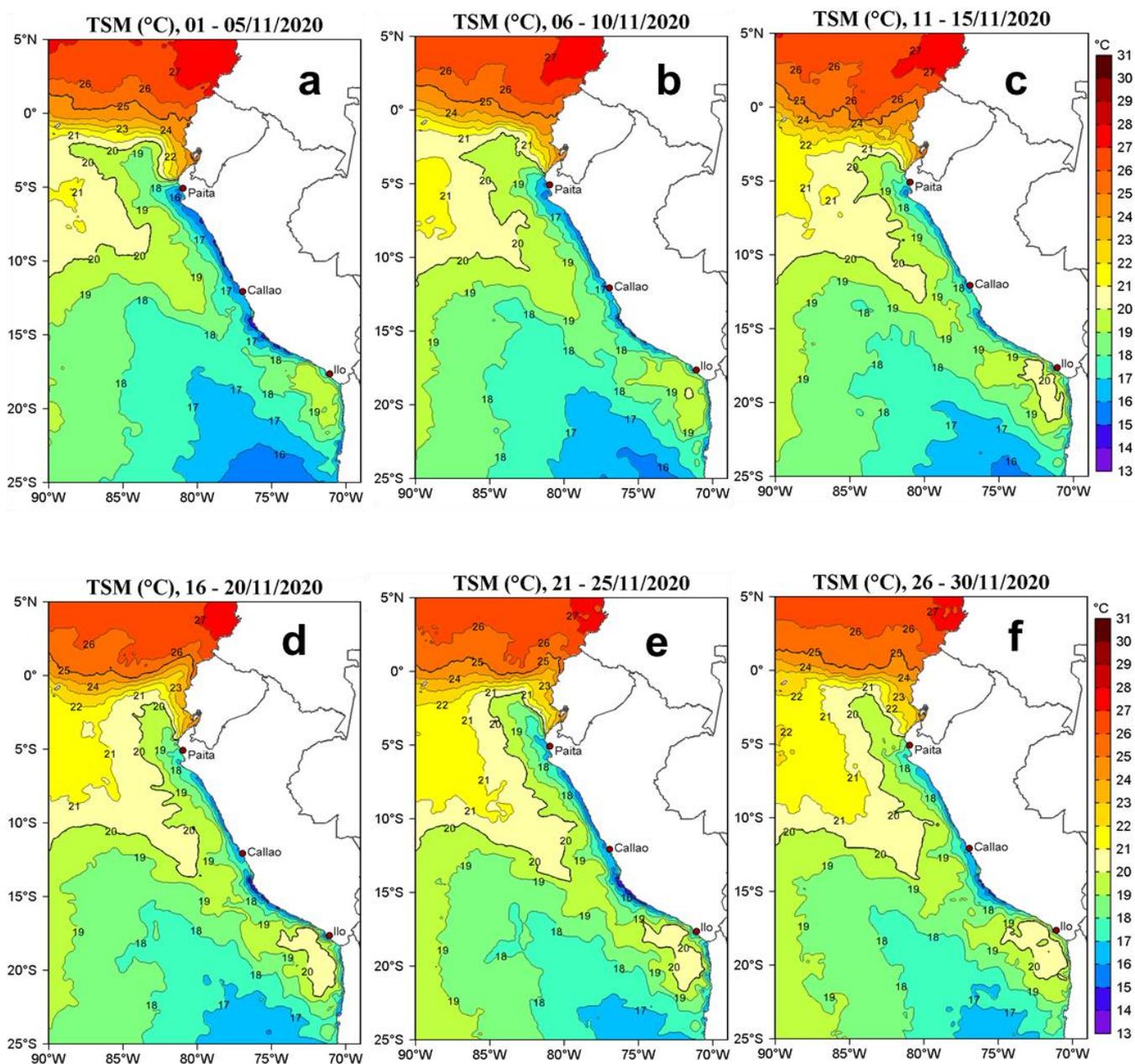


Figura 22. Distribución espacial promedio pentadal de la TSM ($^{\circ}\text{C}$) para el mes de noviembre de 2020 en el océano Pacífico tropical oriental para las pentadas: a) 02-06 de noviembre, b) 07-11 de noviembre, c) 12-16 de noviembre, d) 17-21 de noviembre, e) 22-26 de noviembre y f) 27-31 de noviembre de 2020. Datos: OSTIA-UKMO-L4-GLOB-v2.0 (UK Met Office, 2012; Donlon et al, 2012). La escala de colores de la TSM se presenta a la derecha. Procesamiento: LHFM/AFIOF/DGIOCC/ IMARPE.

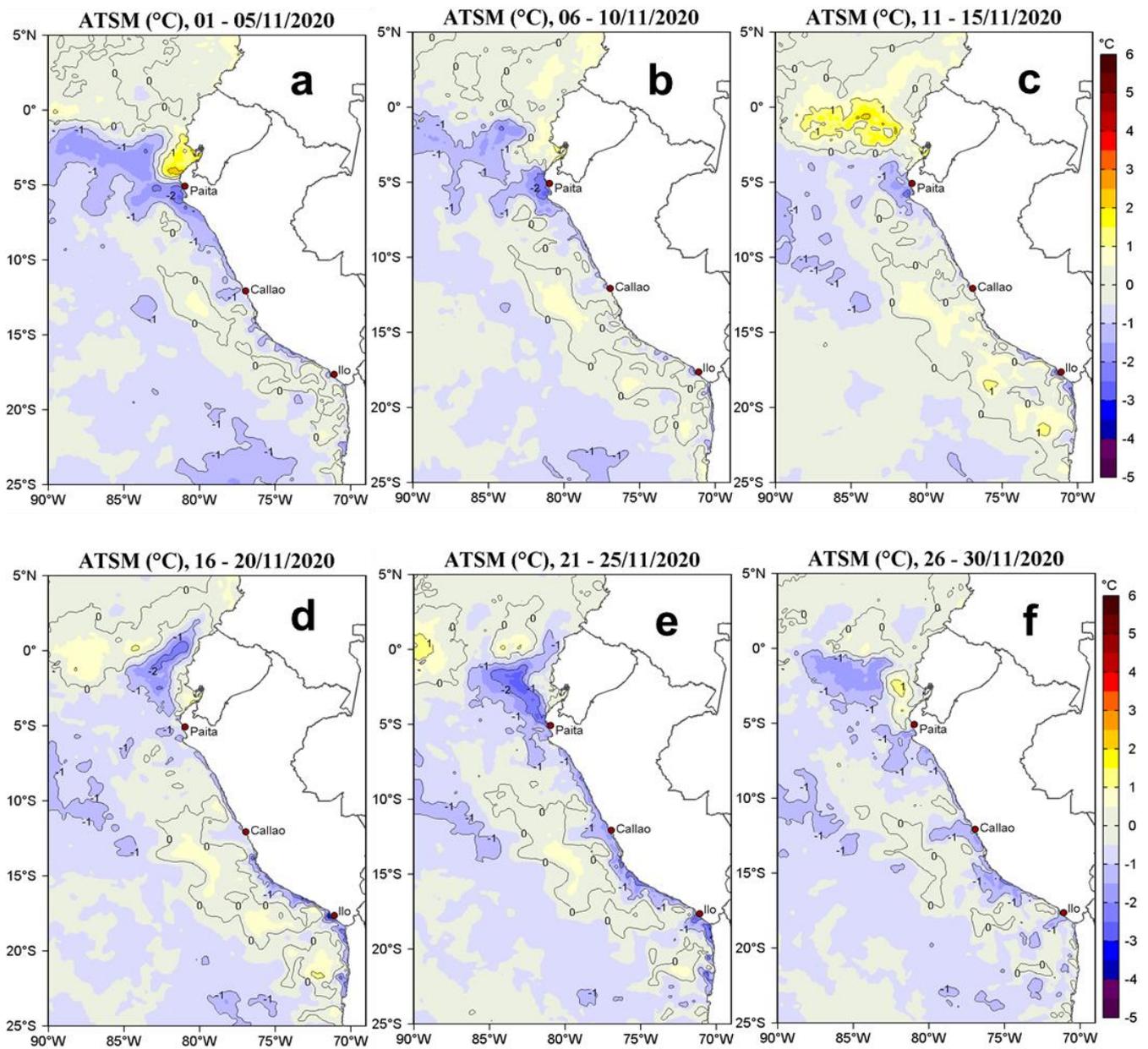


Figura 23. Distribución espacial promedio de las ATSM ($^{\circ}\text{C}$) para el mes de noviembre de 2020 en el océano Pacífico tropical oriental para las pentadas: a) 02-06 de noviembre, b) 07-11 de noviembre, c) 12-16 de noviembre, d) 17-21 de noviembre, e) 22-26 de noviembre y f) 27-31 de noviembre de 2020. Datos: OSTIA-UKMO-L4-GLOB-v2.0 (UK Met Office, 2012; Donlon et al, 2012). La escala de colores de la TSM se presenta a la derecha. Procesamiento: LHF/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

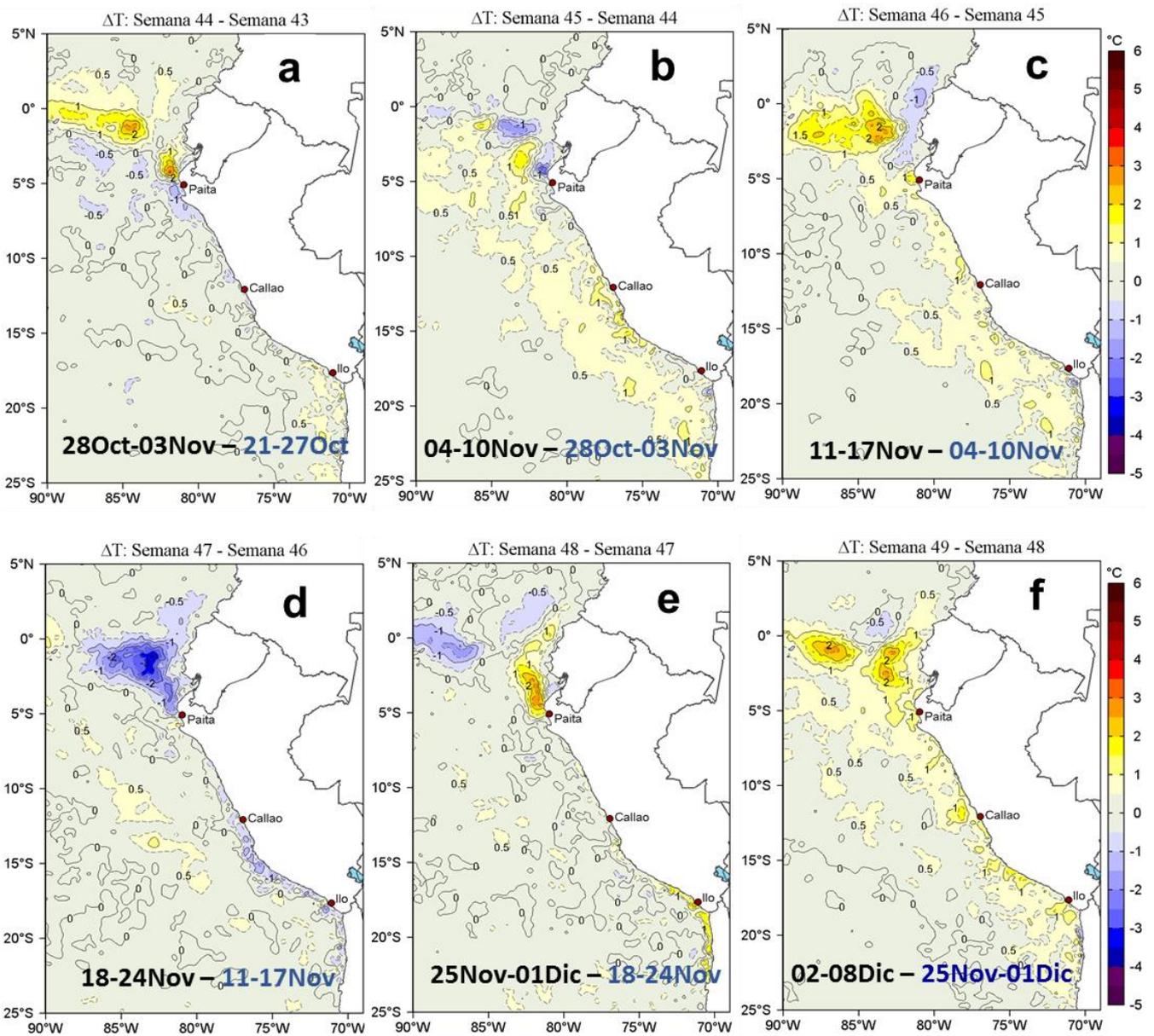


Figura 24. Cambio semanal de la TSM (°C) en noviembre de 2020. Fuente: OSTIA. Climatología: 2007-2016. Procesamiento: LHFM/AFIOF/DGIOCC.

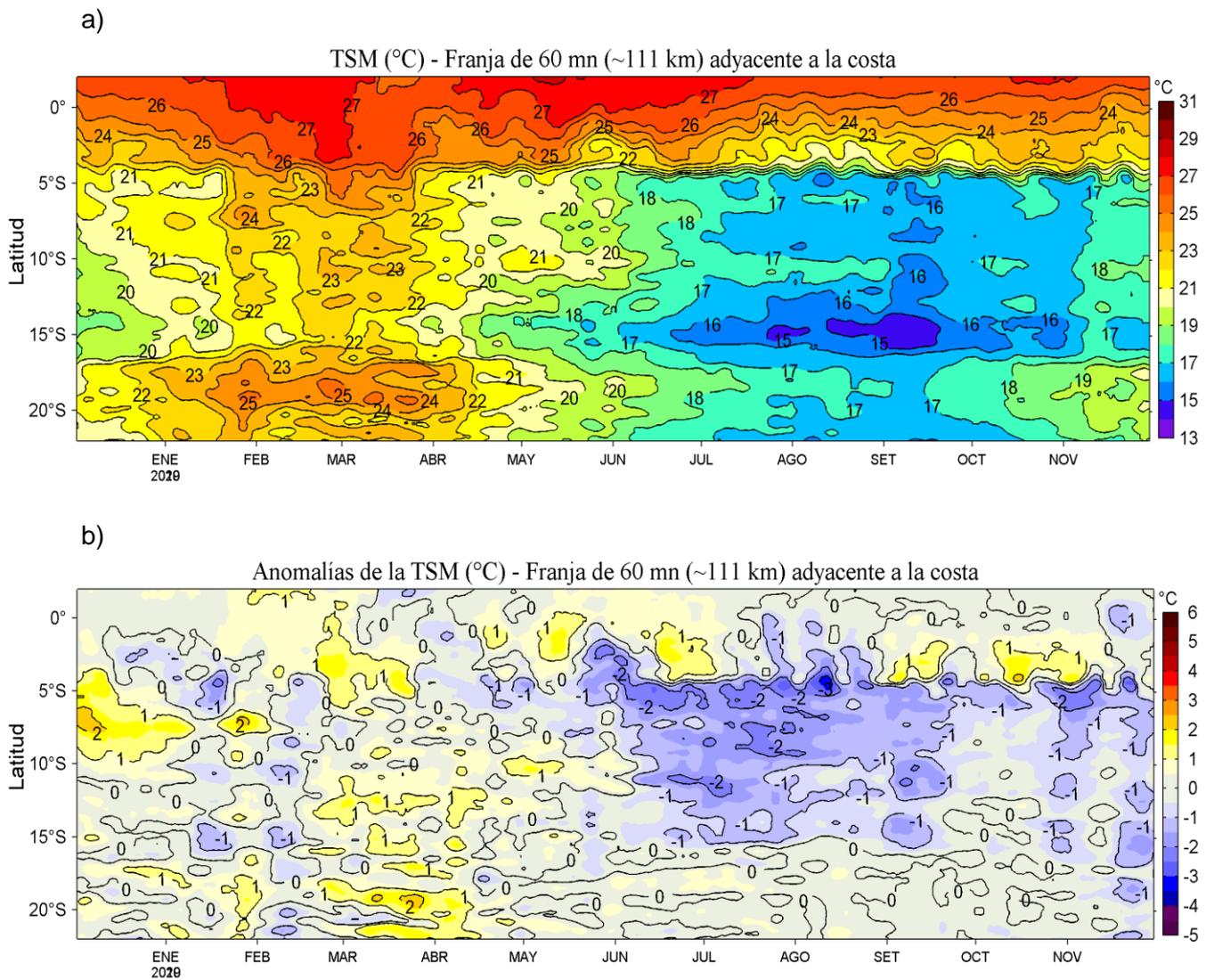


Figura 25. Evolución diaria de: a) TSM (°C) y b) ATSM (°C) de diciembre 2019 a noviembre de 2020 para una franja de 111 km adyacente a la costa entre el ecuador geográfico y 22° S. Los promedios climatológicos de referencia consideran los años del 2007 al 2016. La barra de colores a la derecha muestra la escala de la temperatura y las anomalías, respectivamente. Datos: OSTIA-UKMO-L4-GLOB-v2.0. Procesamiento: LHFH/AFIOF/ DGIOCC.

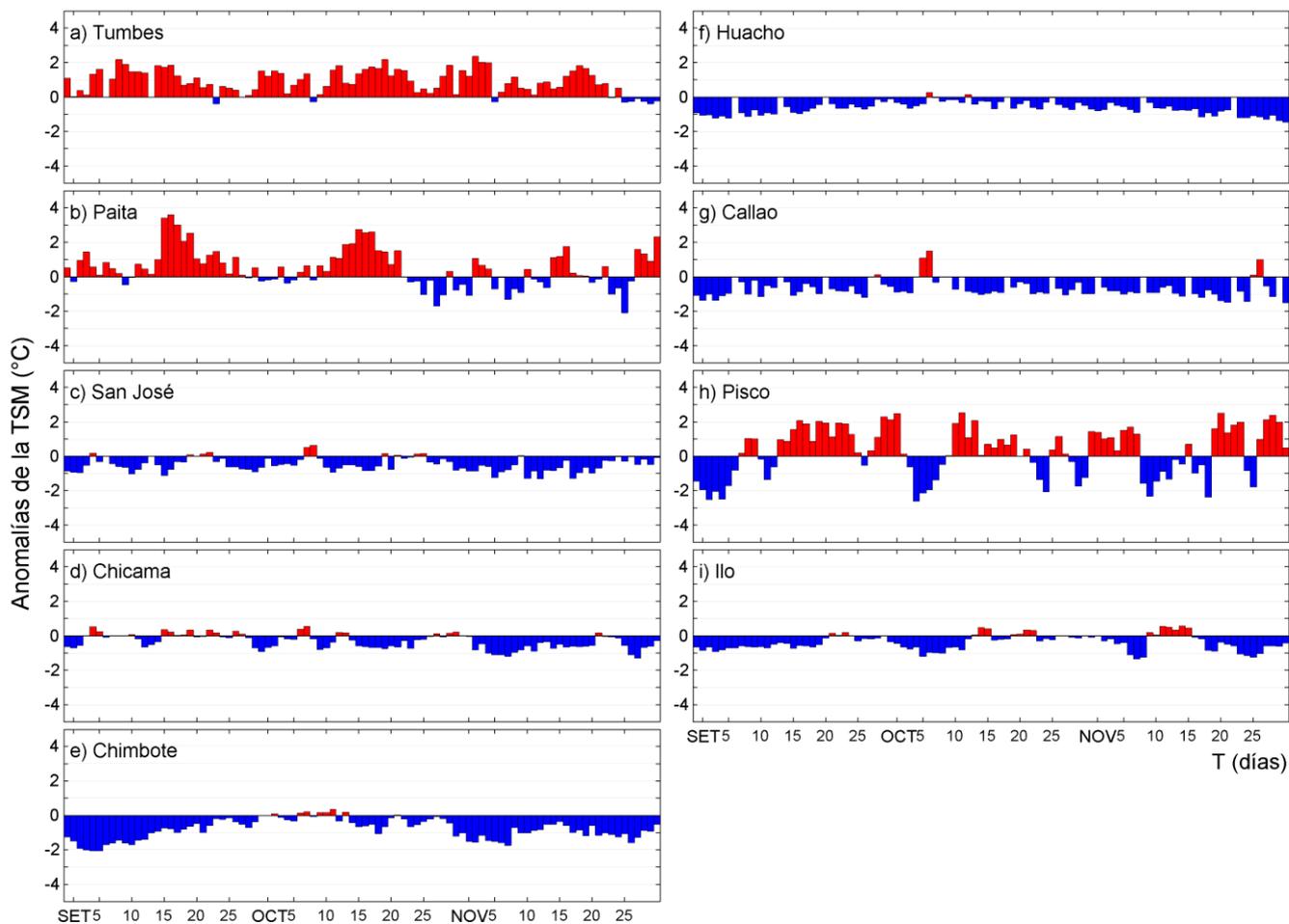


Figura 26. Series de tiempo de las ATSM (°C) en la red de estaciones costeras del IMARPE de setiembre a noviembre de 2020.

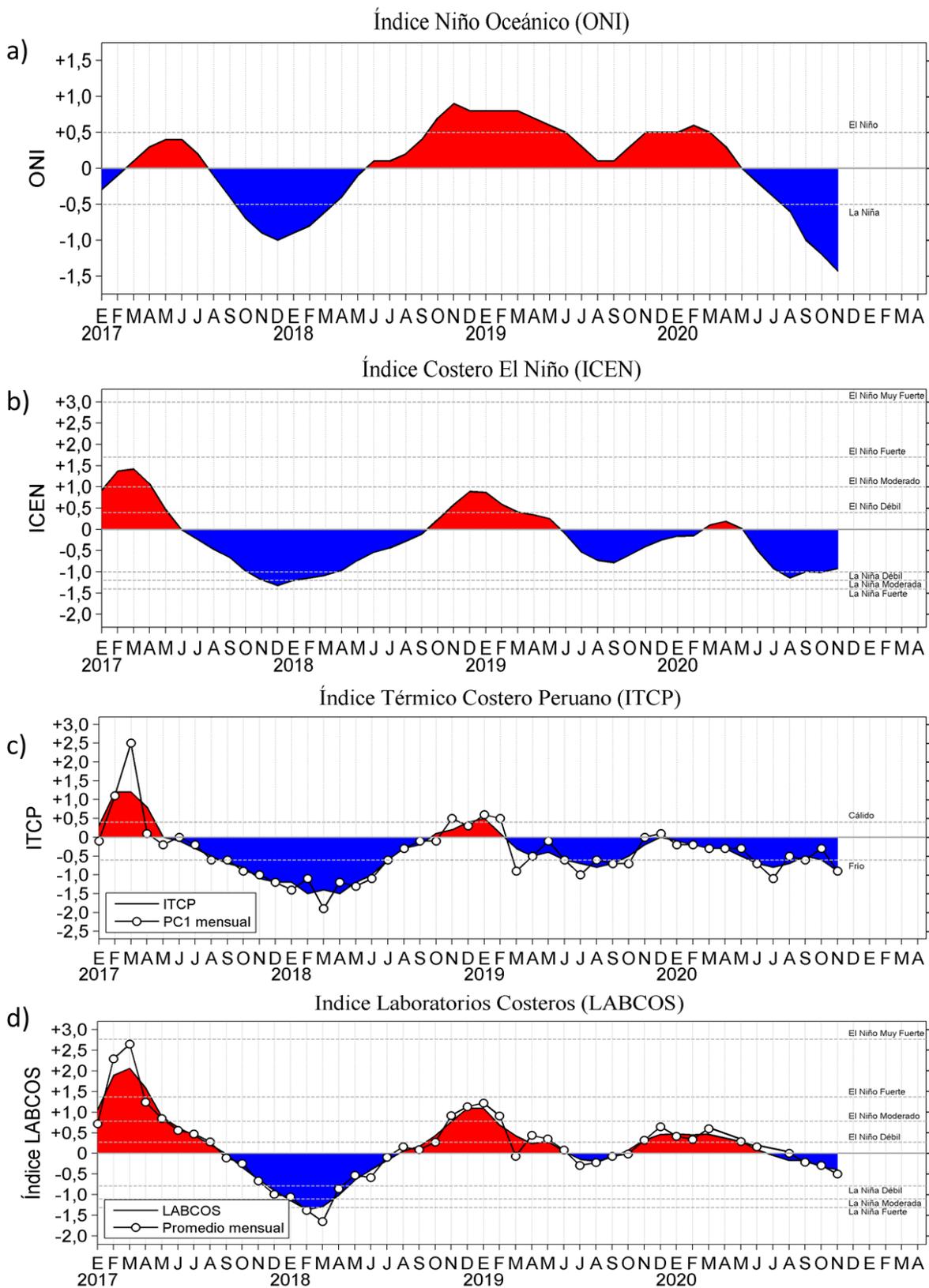


Figura 27. Serie de tiempo mensuales de los índices: a) Índice Niño Oceánico (ONI), b) Índice Costero El Niño (ICEN), c) Índice Térmico Costero Peruano (ITCP) y d) LABCOS; en (c) y (d) se presenta en círculos el promedio mensual de las anomalías de TSM en los muelles costeros desde enero de 2017 a la actualidad.

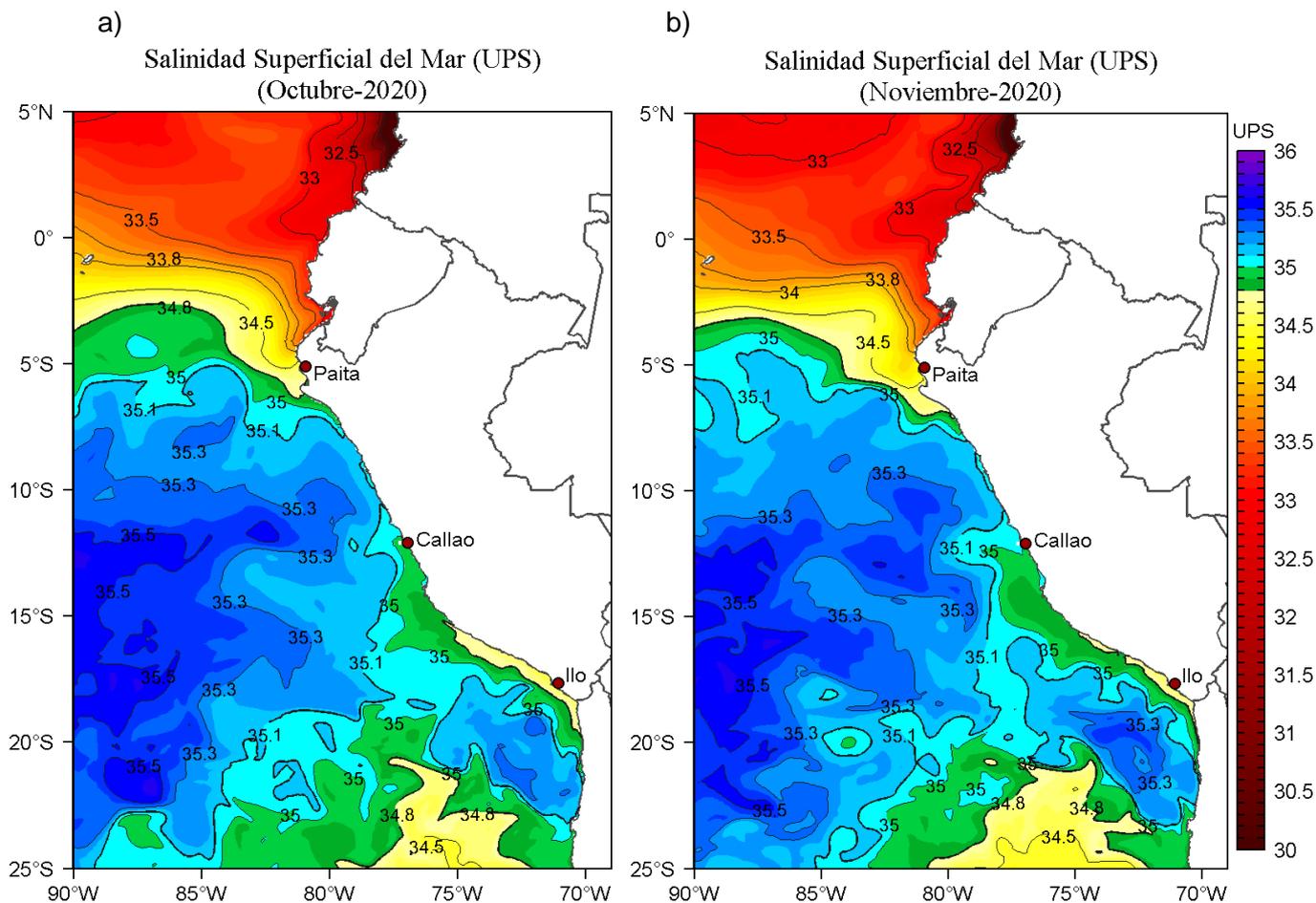


Figura 28. Distribución mensual de la SSM (ups) en el Pacífico sudeste durante el mes de a) octubre y b) noviembre de 2020. Datos: GLOBAL_ANALYSIS_FORECAST_PHY_001_024 (Lellouche, J.-M. et al, 2013) disponible en http://marine.copernicus.eu/services-portfolio/access-to-products/?option=com_csw&view=details&product_id=GLOBAL_ANALYSIS_FORECAST_PHY_001_024. Procesamiento: LHFM/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

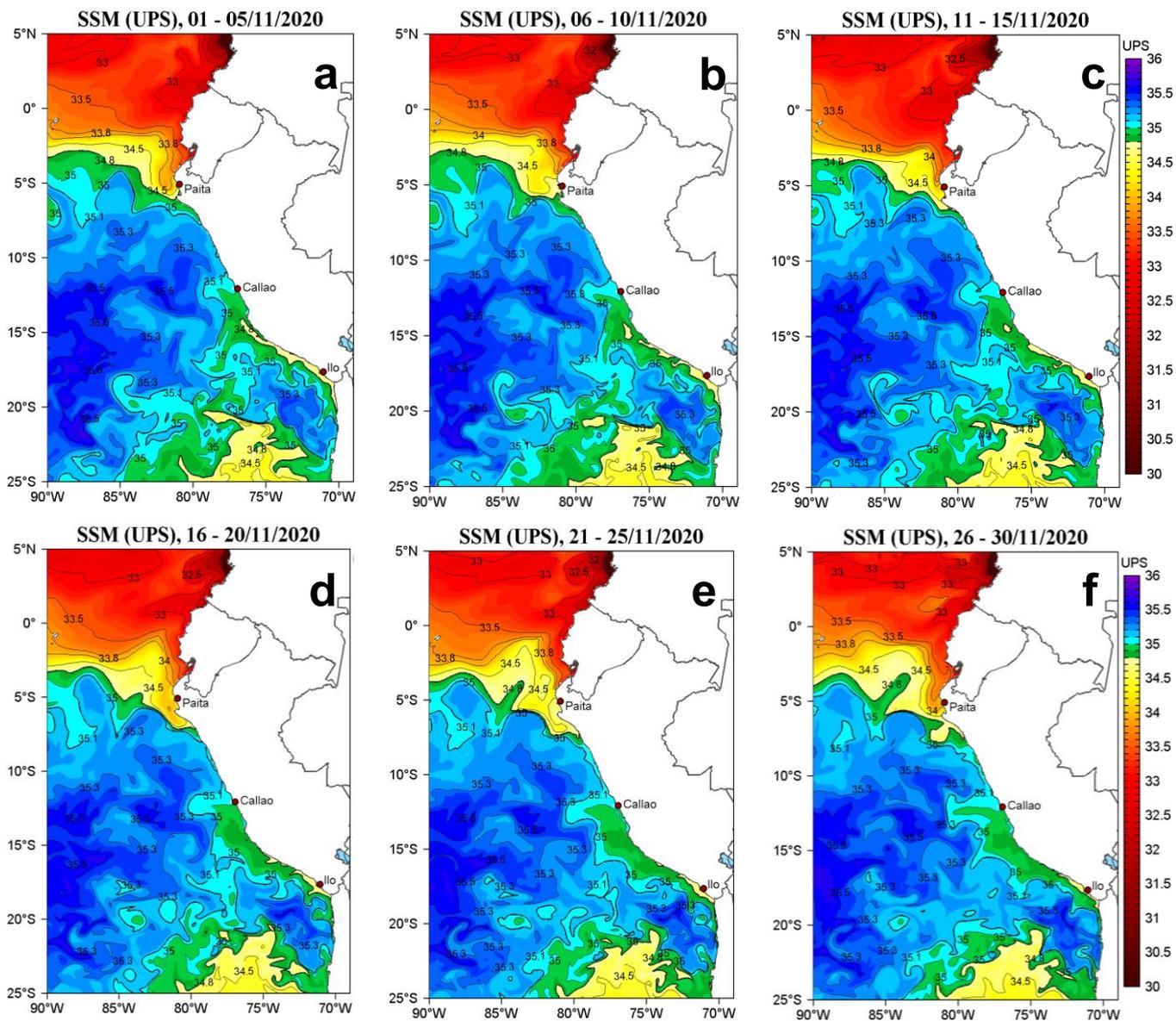


Figura 29. Distribución pentadal de la SSM (ups) en el Pacífico sudeste, durante el mes de noviembre de 2020. Datos: GLOBAL_ANALYSIS_FORECAST_PHY_001_024 (Lellouche, J.-M. et al, 2013) disponible en http://marine.copernicus.eu/services-portfolio/access-to-products/?option=com_csw&view=details&product_id=GLOBAL_ANALYSIS_FORECAST_PHY_001_024. Procesamiento: LHFM/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

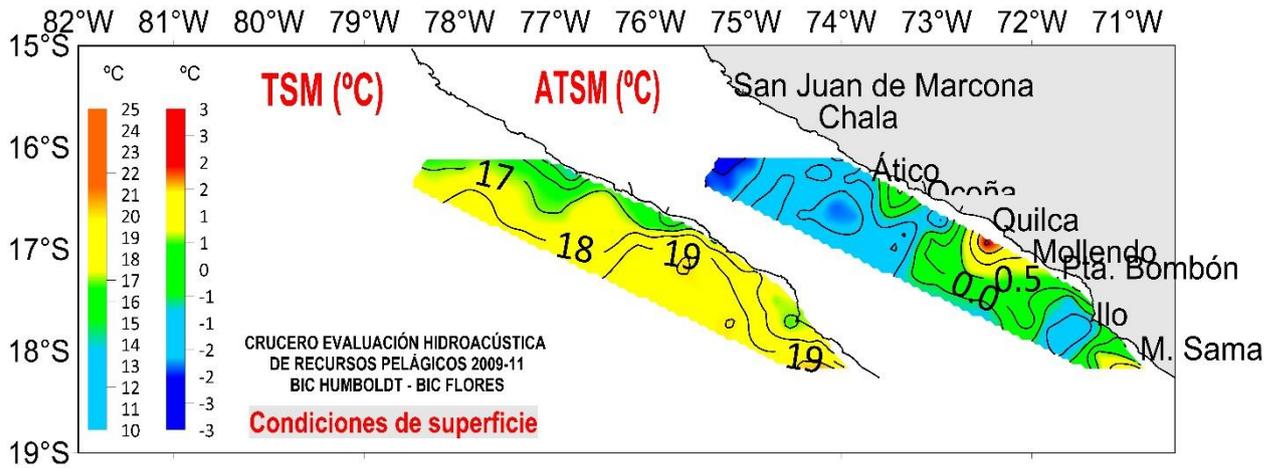


Figura 30. Distribución espacial de TSM y ATSM en °C, registrados durante el mes de noviembre del 2020 en el Crucero Pelágico 20.09-11, a bordo del BIC Humboldt.

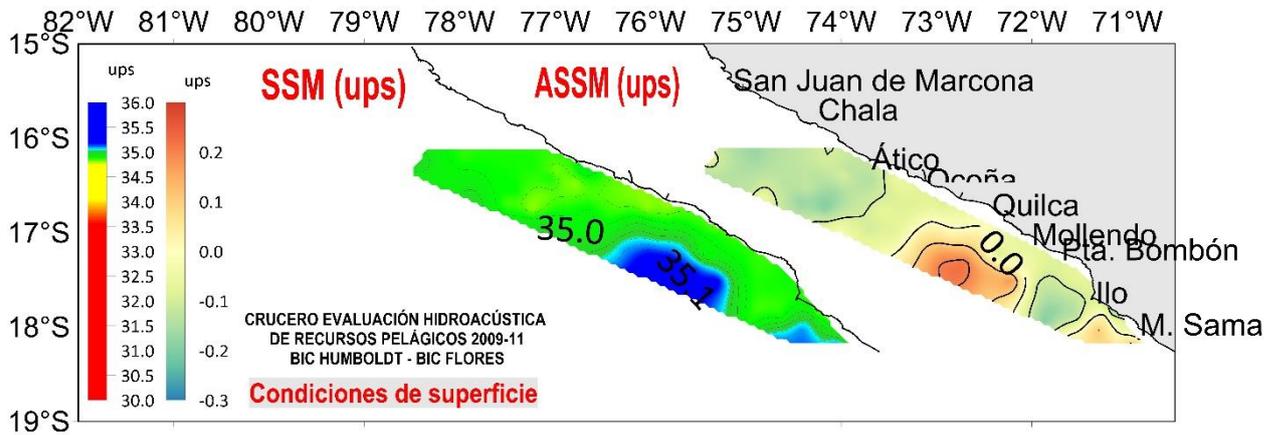


Figura 31. Distribución espacial de SSM y ASSM en ups, registrados durante el mes de noviembre del 2020 en el Crucero Pelágico 20.09-11, a bordo del BIC Humboldt.

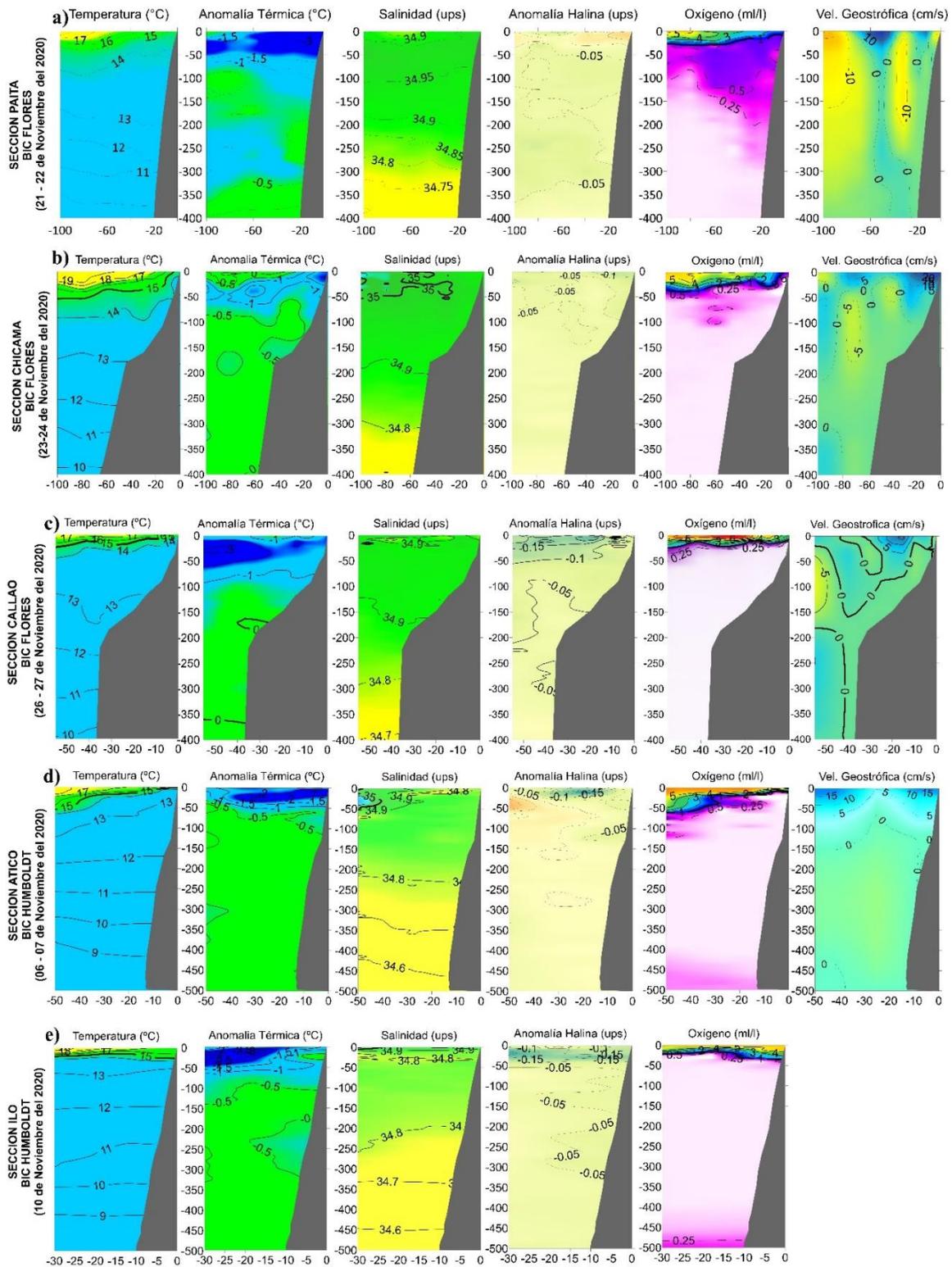


Figura 32. Secciones verticales de Temperatura, Anomalías térmicas, Salinidad, Anomalías halinas, Oxígeno disuelto y velocidad geostrofica, frente a: a) Paita, b) Chicama, c) Callao, d) Atico, e) Ilo registrados durante el mes de noviembre del 2020 en el Crucero Pelágico 20.09-11 y PPR, a bordo del BIC Luis Flores Portugal y BIC Humboldt.

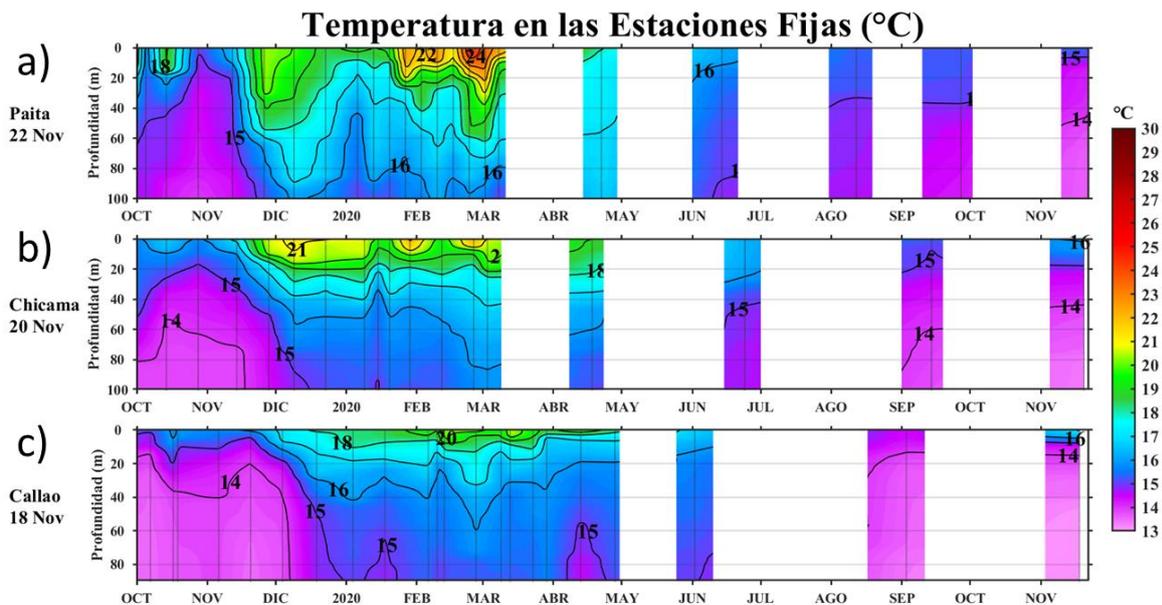


Figura 33. Evolución de la temperatura del agua de mar (°C) para las estaciones fijas de: a) Paita, b) Chicama y c) Callao de octubre 2019 a noviembre de 2020. Los puntos en la columna de agua indican los días en que se realizaron los monitoreos. Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

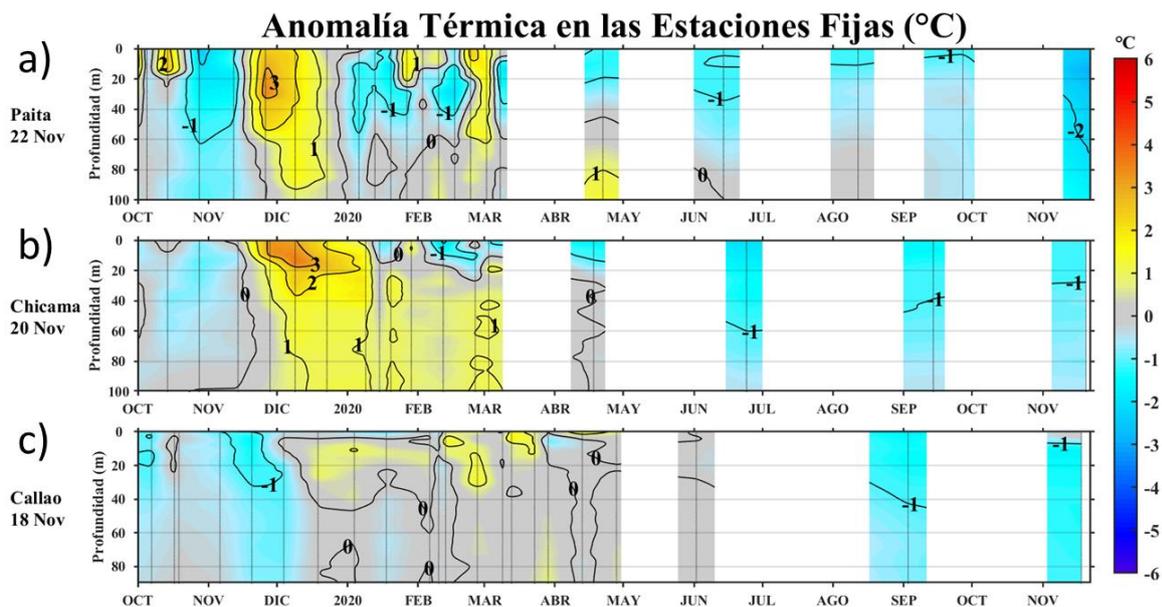


Figura 34. Evolución de las anomalías de la temperatura del agua de mar (°C) para las estaciones fijas de: a) Paita, b) Chicama y c) Callao de octubre 2019 a noviembre de 2020. Las anomalías de la temperatura del agua (°C) se calcularon en base al promedio climatológico de 1993-2010 de acuerdo a Anculle, *et al* (2015). Los puntos en la columna de agua indican los días en que se realizaron los monitoreos. Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

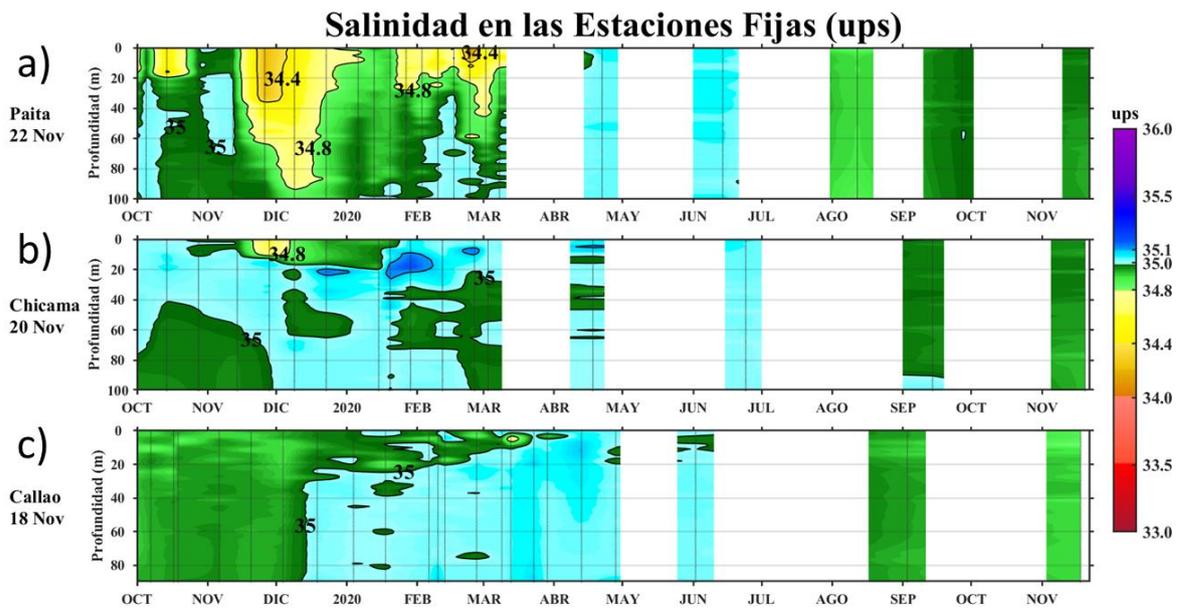


Figura 35. Evolución de la salinidad del agua de mar (ups) para las estaciones fijas de: a) Paita, b) Chicama y c) Callao de agosto 2019 a septiembre de 2020. Los puntos en la columna de agua indican los días en que se realizaron los monitoreos. Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

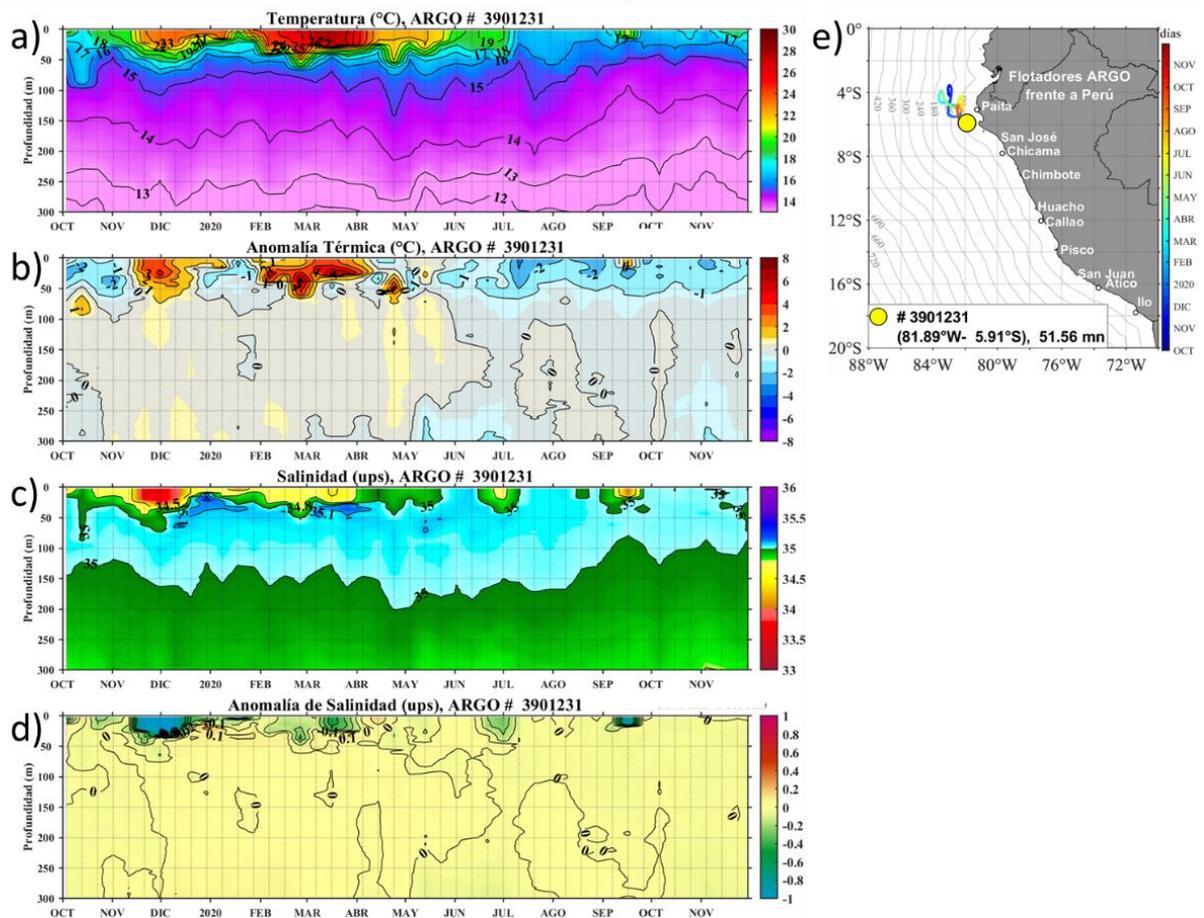


Figura 36. Evolución de la a) temperatura (°C), b) anomalía de la temperatura (°C), c) salinidad (ups) y d) anomalía de salinidad (ups) del agua de mar de la boya ARGO frente a Talara, entre octubre 2019 y noviembre de 2020, y e) ubicación de las últimas posiciones entre octubre 2019 y noviembre de 2020 donde brindó información el flotador ARGO. La anomalía de la temperatura (°C) se calculó en base al promedio climatológico de 1981-2010. Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

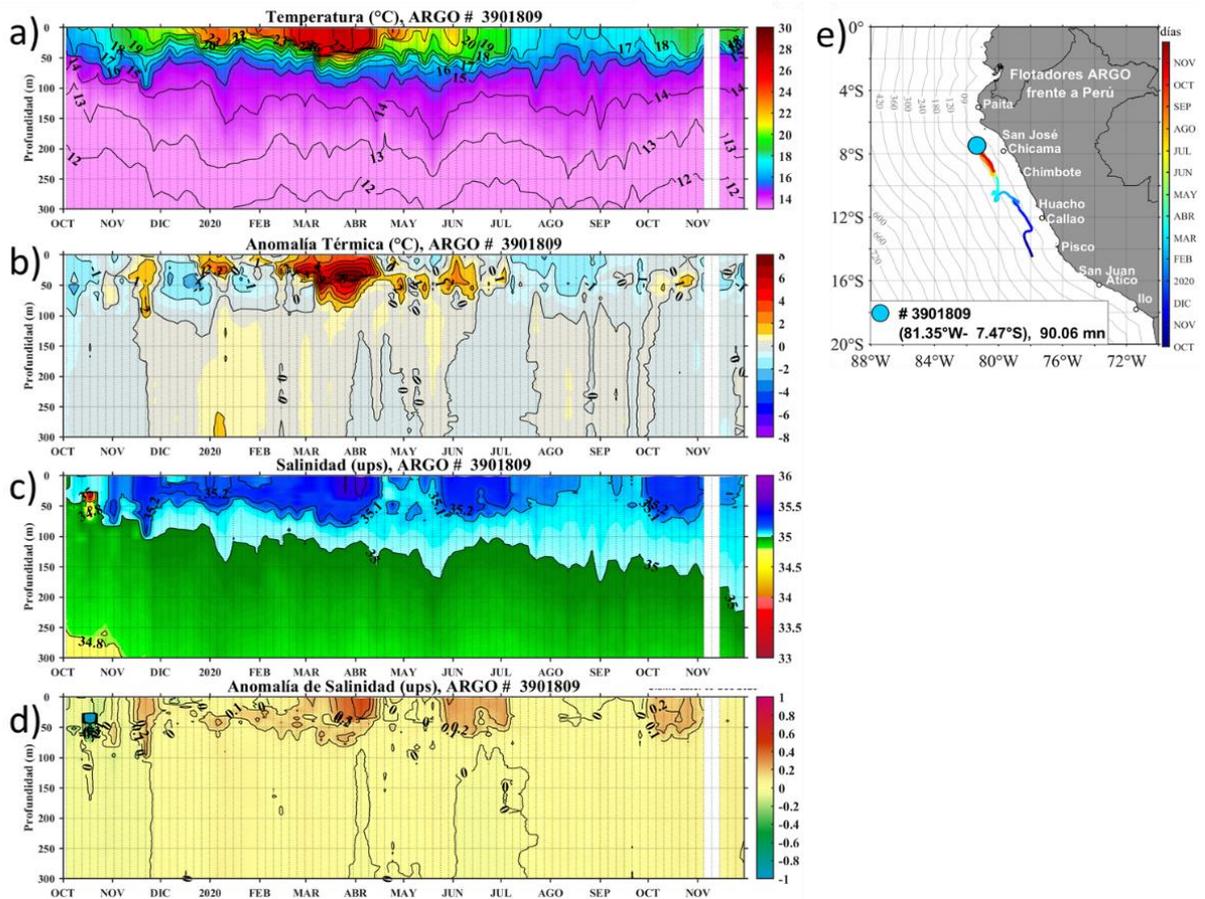


Figura 37. Evolución de la a) temperatura (°C), b) anomalía de la temperatura (°C), c) salinidad (ups) y d) anomalía de salinidad (ups) del agua de mar de la boya ARGO frente a Chimbote, entre octubre 2019 y noviembre de 2020, y e) ubicación de las últimas posiciones para octubre 2019 a noviembre de 2020 donde brindó información el flotador ARGO. La anomalía de la temperatura (°C) se calculó en base al promedio climatológico de 1981-2010. Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

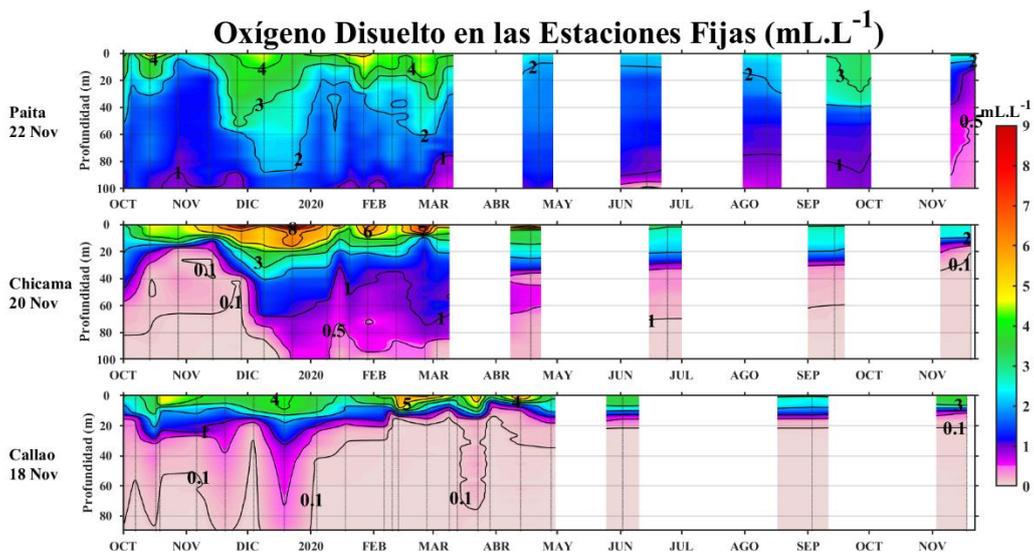
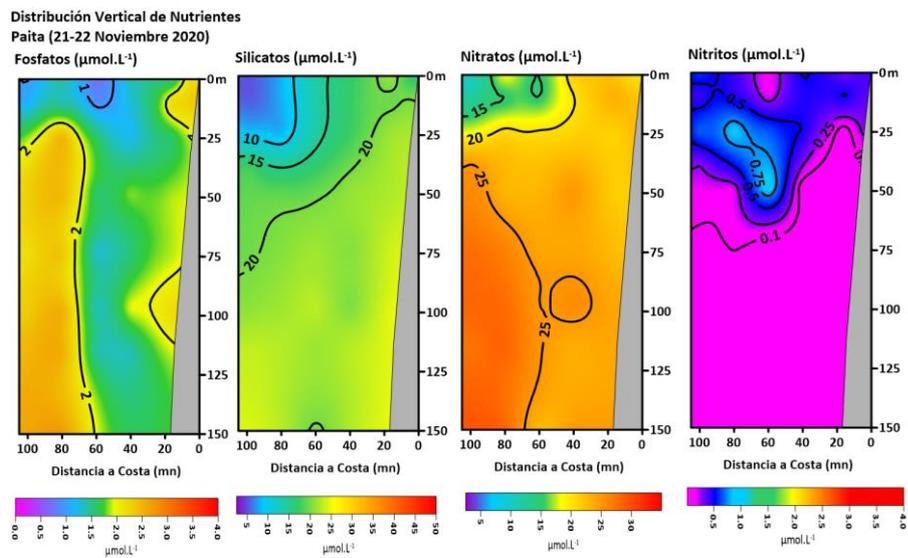


Figura 38. Evolución del oxígeno disuelto en agua de mar (mL L⁻¹) para las Estaciones Fijas de: a) Paíta, b) Chicama y c) Callao de octubre 2019 a noviembre 2020. Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

a)



b)

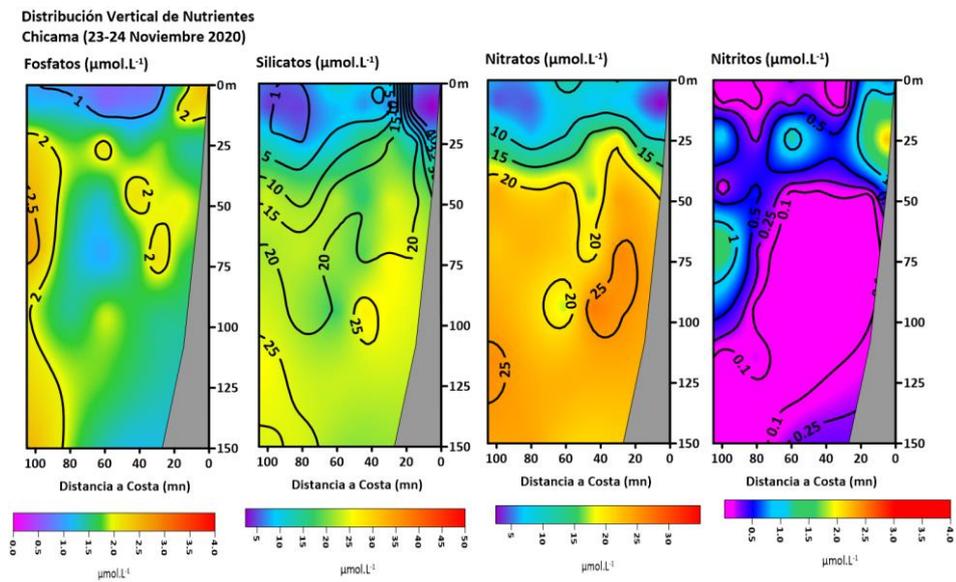


Figura 39. Distribución vertical (de izquierda a derecha) de fosfatos, silicatos, nitratos y nitritos (en $\mu\text{mol.L}^{-1}$) frente a Paita y Chicama durante 21-22 y 23-24 de noviembre 2020, respectivamente. Fuente. IMARPE.

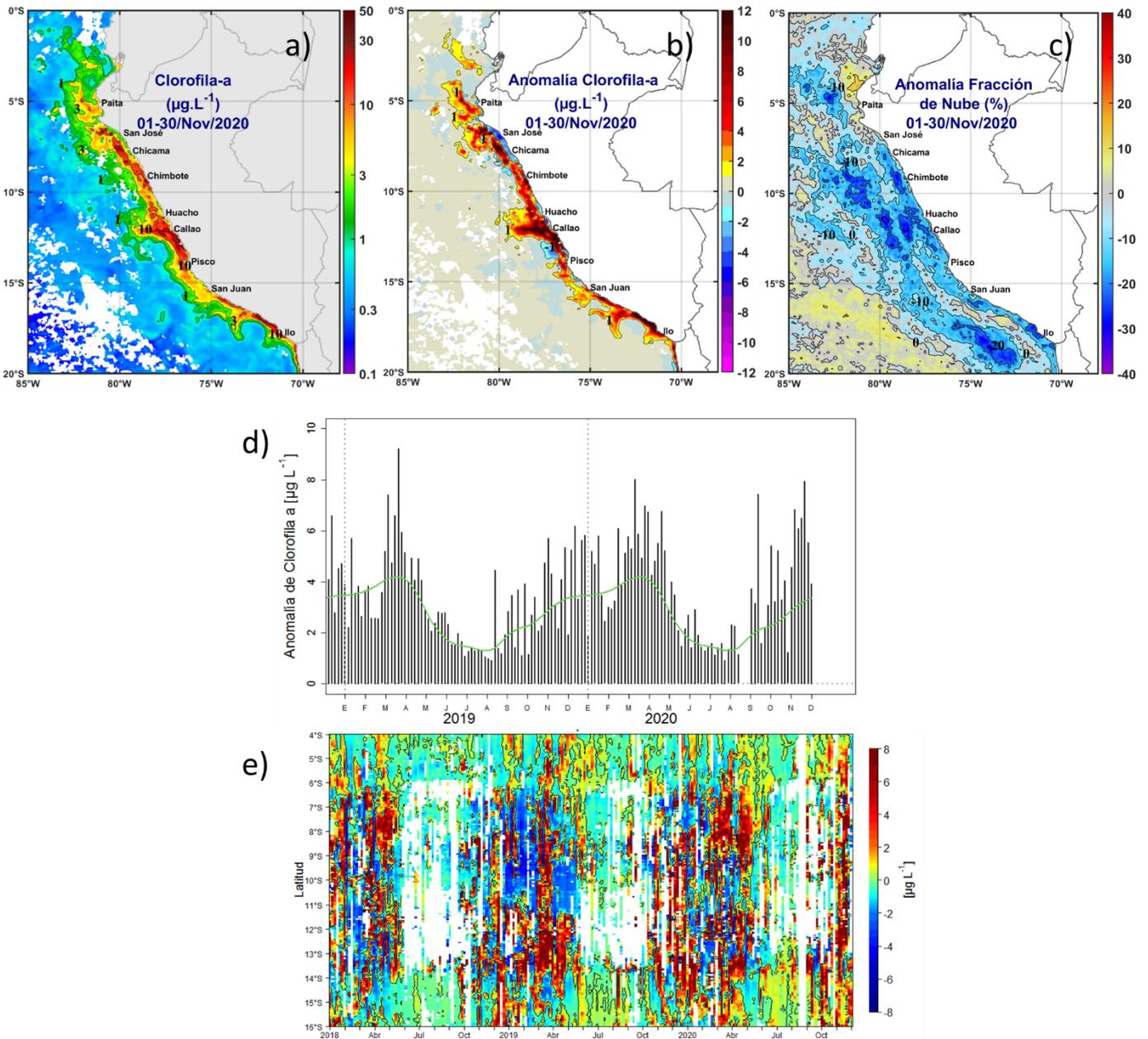


Figura 40. Mapa promedio de la concentración de clorofila-a satelital (a, en $\mu\text{g L}^{-1}$), y su anomalía (b, en $\mu\text{g L}^{-1}$), y las anomalías de la fracción de nubes (c, en %) proveniente de MODIS-AQUA durante noviembre 2020. En (d), se muestra la serie de tiempo de las concentraciones de clorofila-a satelital (barra negra) y su climatología (línea verde); y en (e) el Hovmöller latitud vs tiempo de las anomalías de clorofila-a, proveniente de SeaWiFS-MODIS ($\mu\text{g L}^{-1}$) entre 4°S-16°S y dentro de los 100 km de la costa. Fuente: IMARPE.

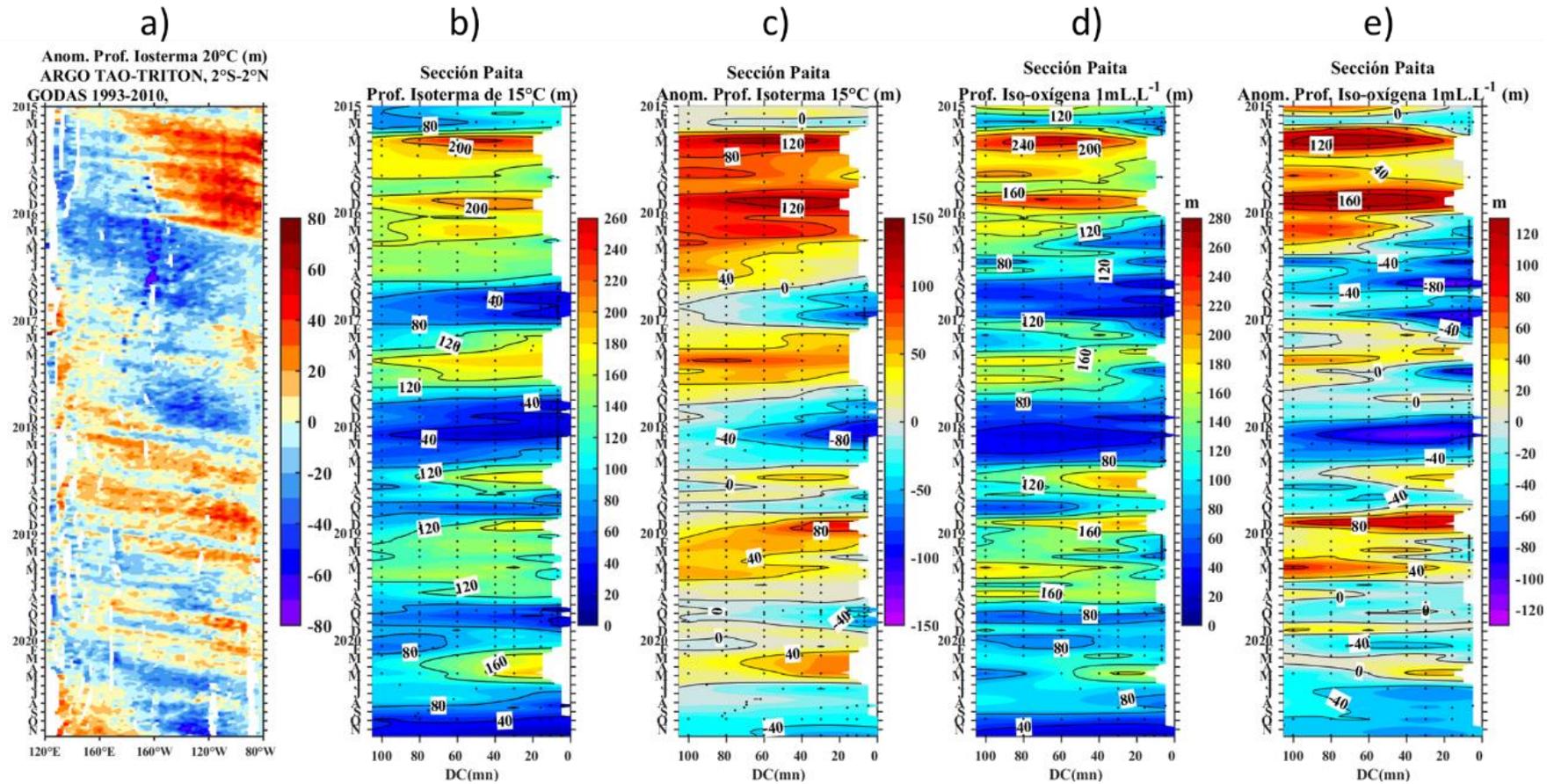


Figura 41. Diagrama Hovmoller de a) profundidad de la isoterma de 20 °C en el Pacifico ecuatorial (120°E – 80°W y 2°N – 2°S) con las boyas ARGO y TAO/TRITON, b) profundidad de la isoterma de 15 °C, c) anomalía de la profundidad de la isoterma de 15 °C, d) profundidad de la iso-oxígena de 1 mL L⁻¹, e) anomalía de la profundidad de la iso-oxígena de 1 mL L⁻¹ frente a Paita (0-100 m.n.). Climatología de 1981 a 2010.

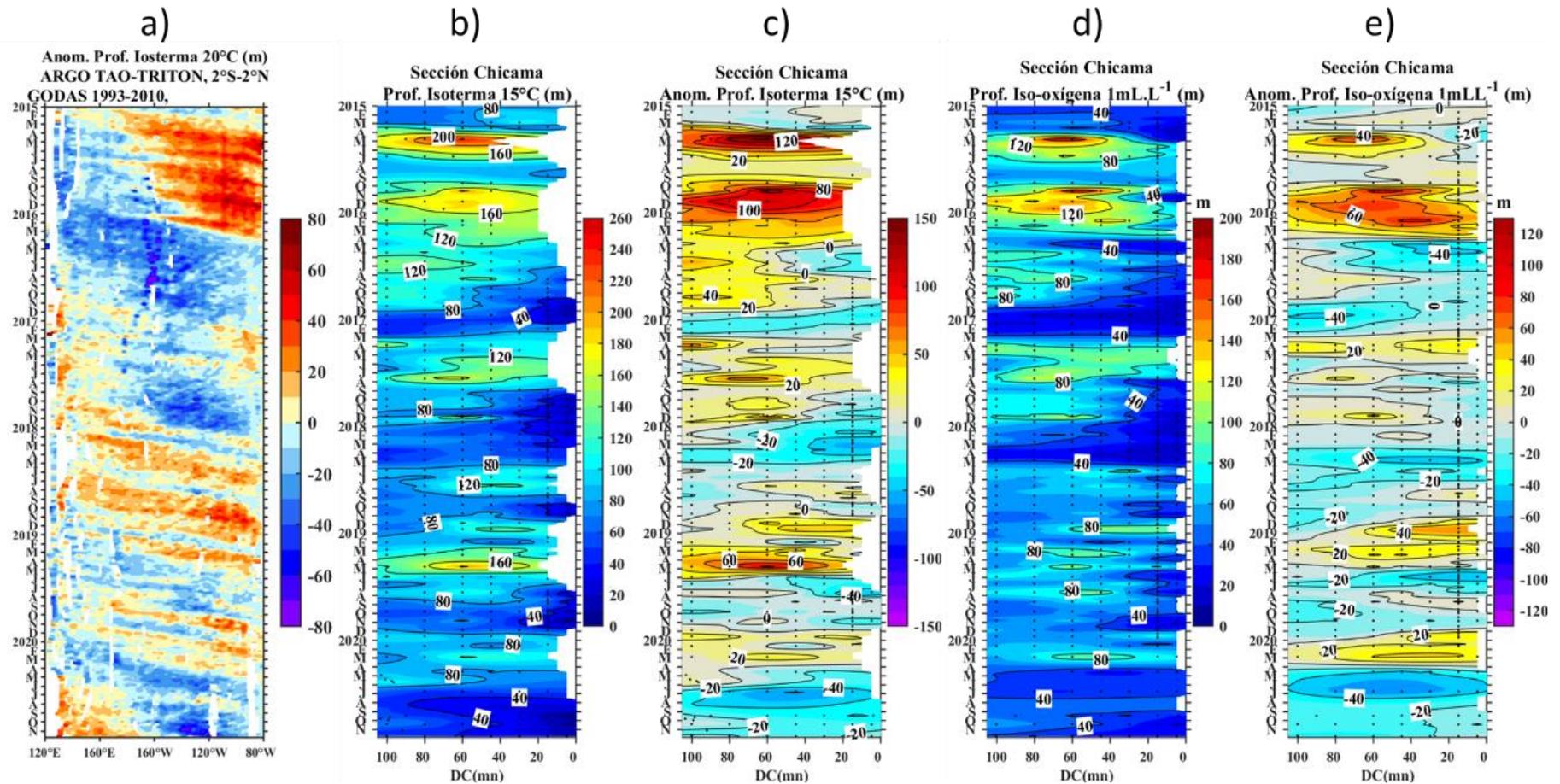


Figura 42. Diagrama Hovmoller de a) profundidad de la isoterma de 20 °C en el Pacifico ecuatorial (120°E – 80°W y 2°N – 2°S) con las boyas ARGON y TAO/TRITON, b) profundidad de la isoterma de 15 °C, c) anomalía de la profundidad de la isoterma de 15 °C, d) profundidad de la iso-oxígena de 1 mL L⁻¹, e) anomalía de la profundidad de la iso-oxígena de 1 mL L⁻¹ frente a Chicama (0-100 m.n.). Climatología de 1981 a 2010.

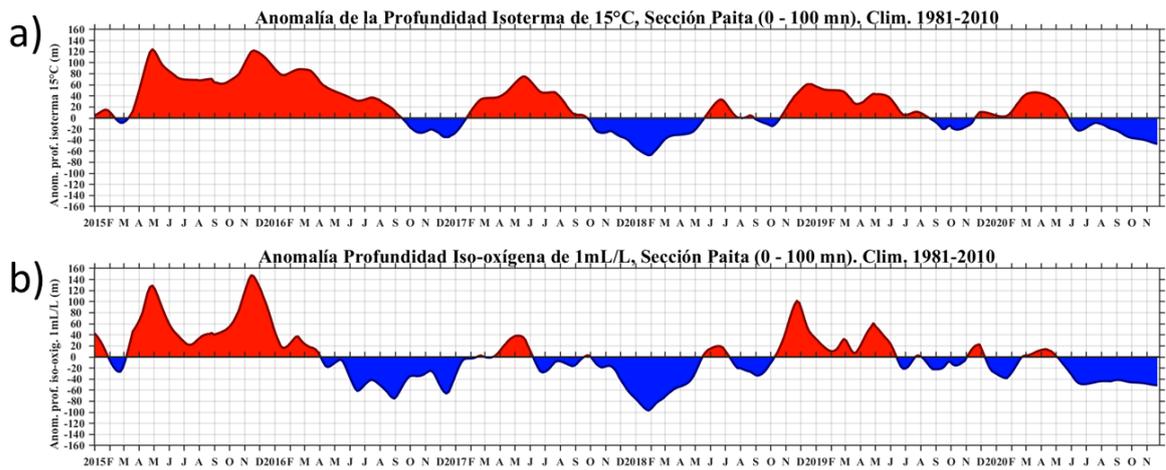


Figura 43. Serie de tiempo de promedio de 0 a 100 m.n. de la a) anomalía de la profundidad de la isoterma de 15 °C, y b) iso-oxígena de 1 mL L⁻¹ frente a Paita. Climatología de 1981 a 2010.

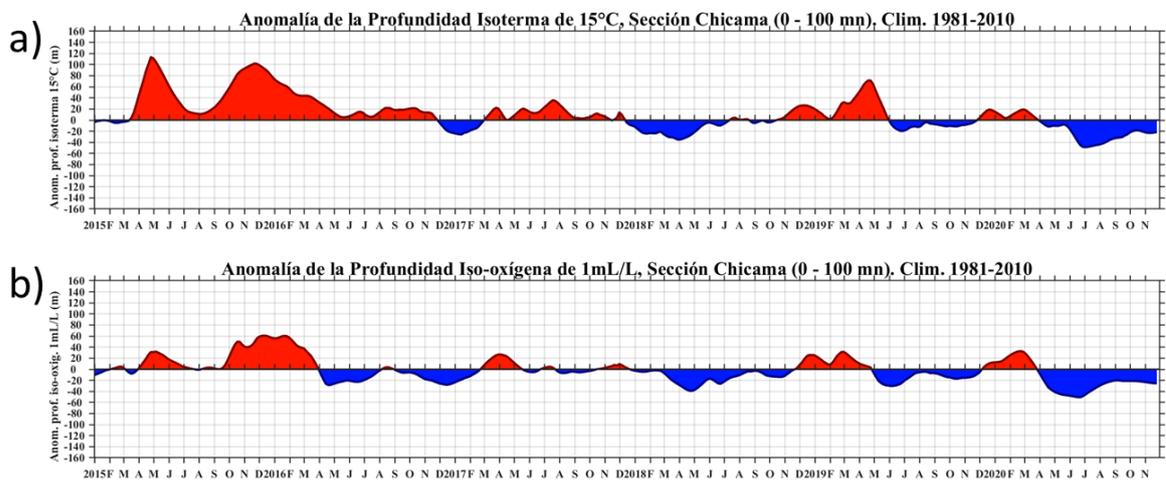


Figura 44. Serie de tiempo de promedio de 0 a 100 m.n. de la a) anomalía de la profundidad de la isoterma de 15 °C, y b) iso-oxígena de 1 mL L⁻¹ frente a Chicama. Climatología de 1981 a 2010.

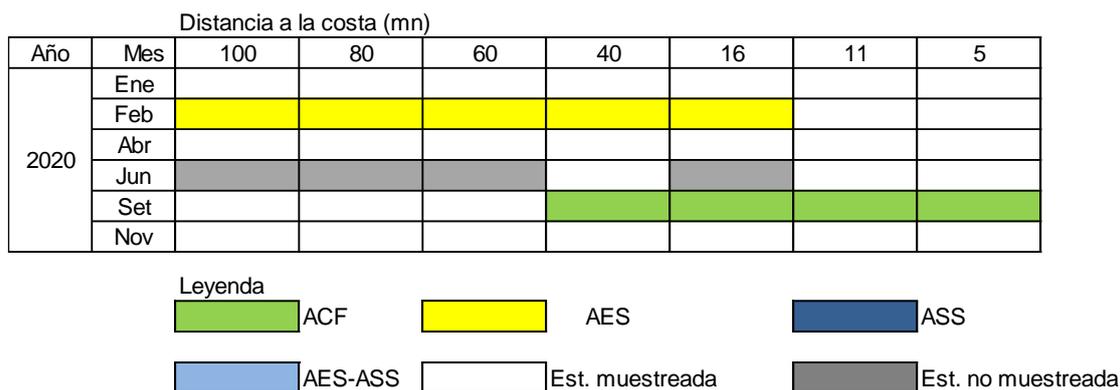


Figura 45. Distribución de indicadores biológicos de fitoplancton frente a Paita actualizado a noviembre 2020.

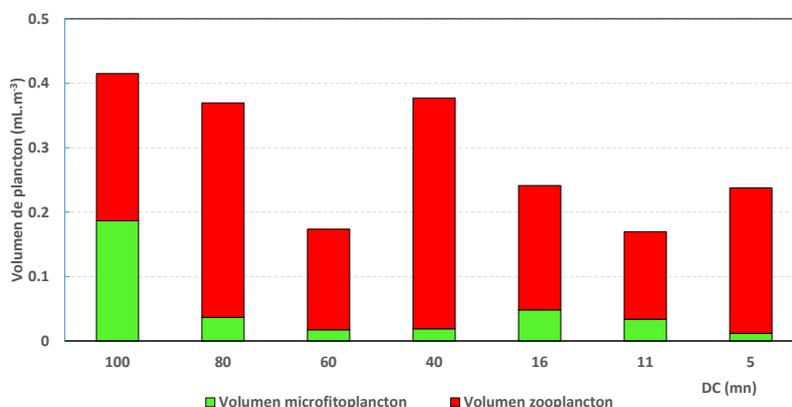


Figura 46. Variación del volumen de plancton en la sección Paita durante noviembre 2020.

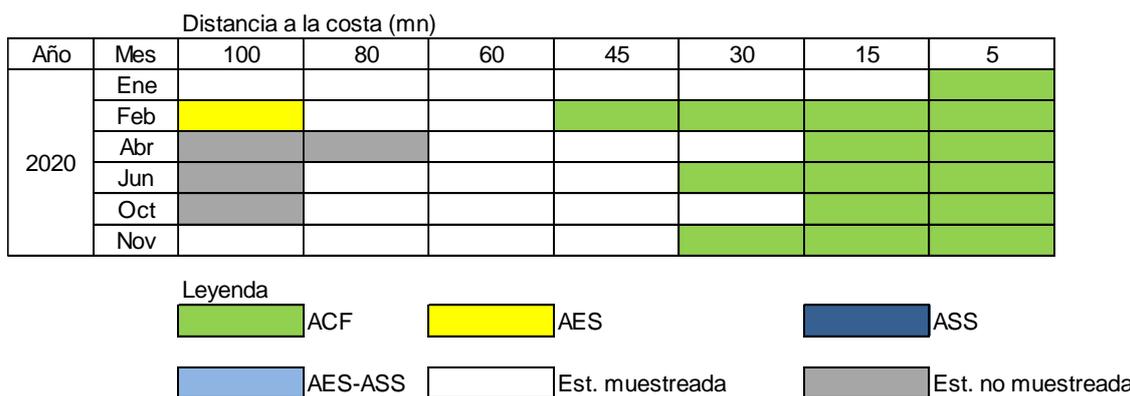


Figura 47. Distribución de indicadores biológicos de fitoplancton frente a Chicama actualizado a noviembre 2020.

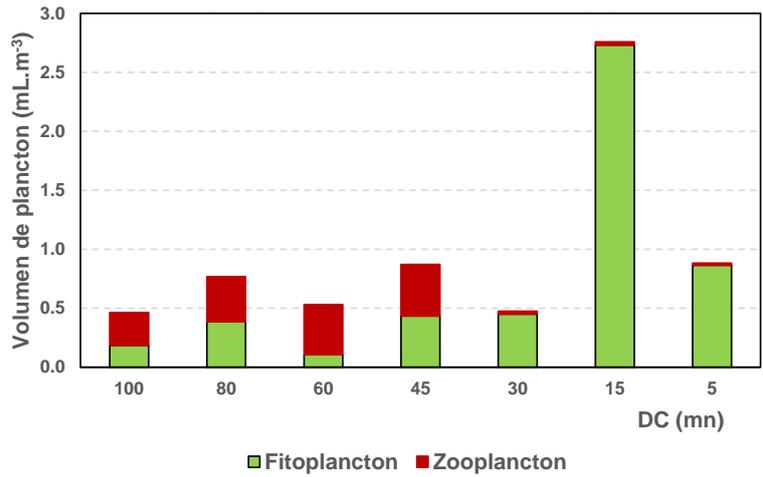


Figura 48. Variación del volumen de plancton en la sección Chicama durante noviembre 2020.

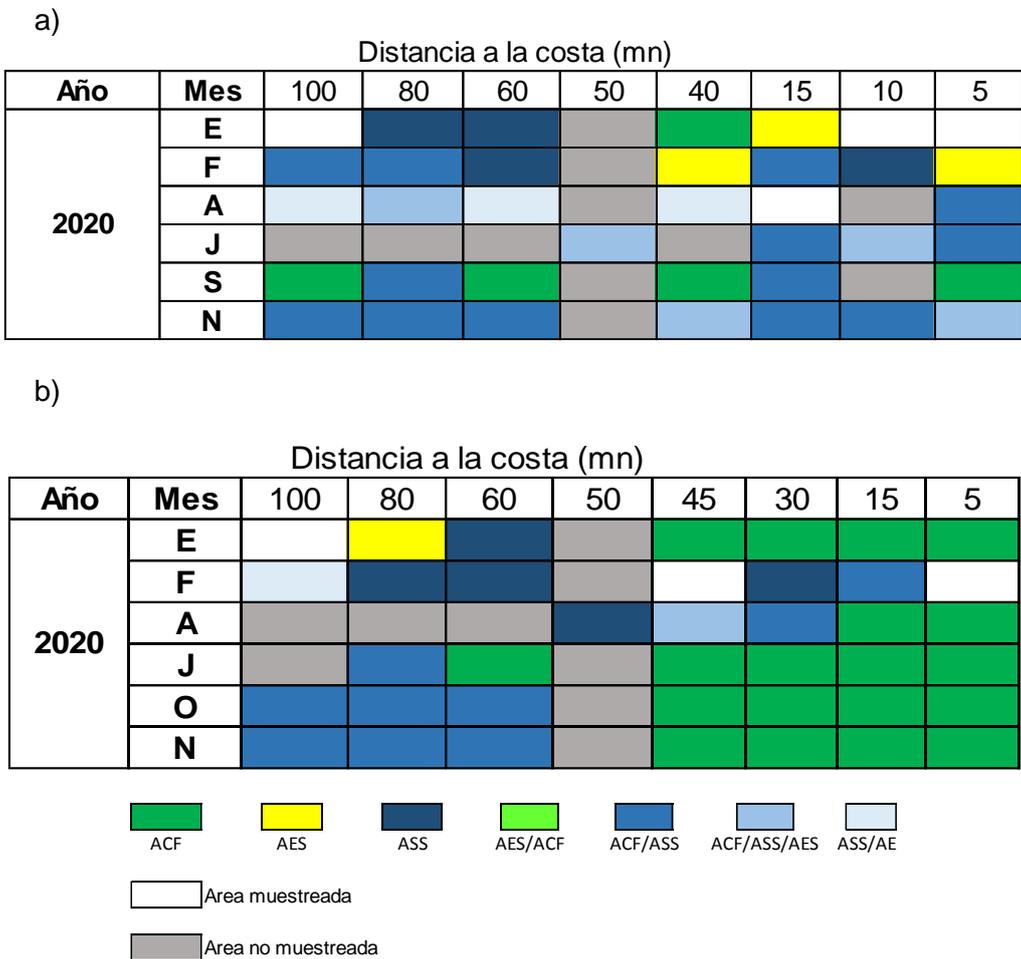


Figura 49. Indicadores biológicos de zooplancton e ictioplancton frente a (a) Paita y (b) Chicama actualizado a noviembre 2020.

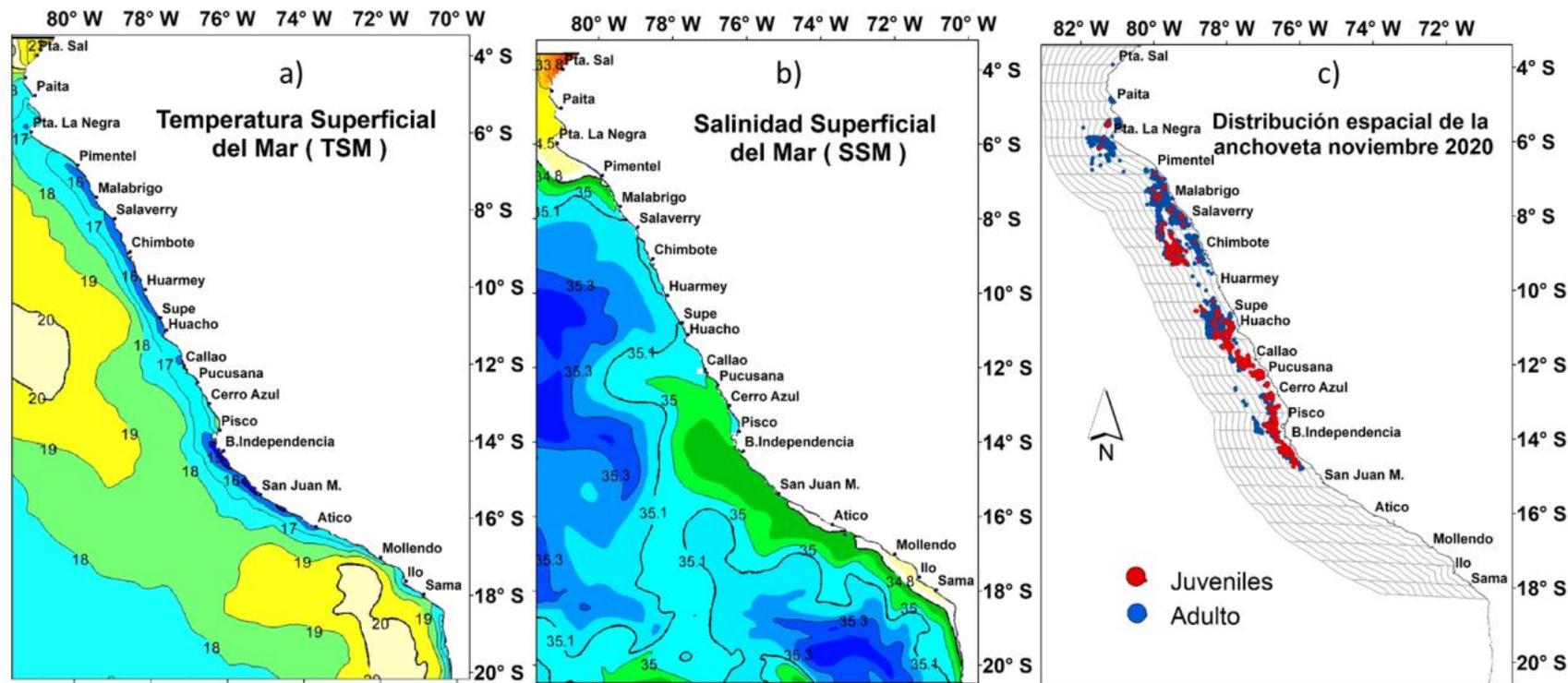


Figura 50. a) TSM (°C), b) SSM (ups) y c) distribución de la anchoveta durante noviembre 2020 en la región norte – centro.

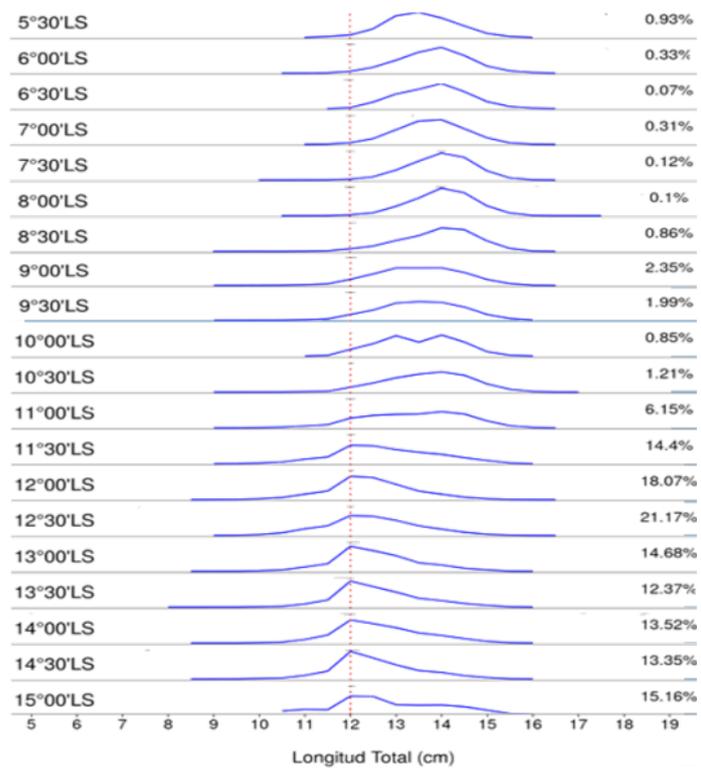
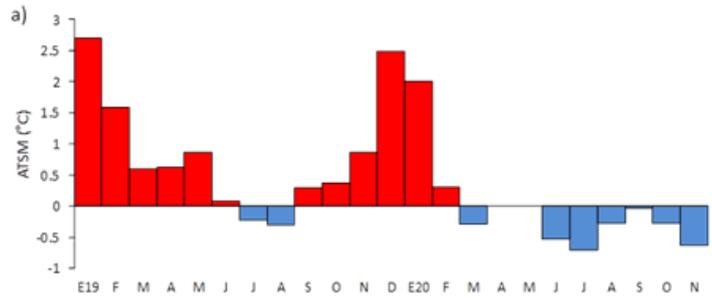
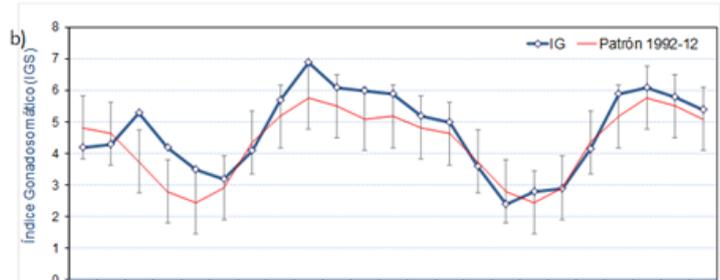


Figura 51. Estructura de tallas de anchoveta a lo largo de la costa durante noviembre 2020.

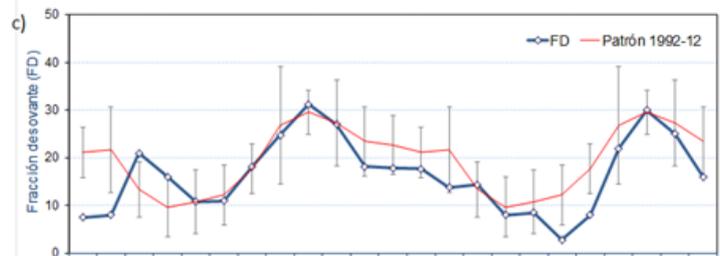
a) ANOMALÍA de la TSM
Laboratorio Costero Chicama



b) ÍNDICE GONADOSOMÁTICO (IGS)
Indicador de Actividad Reproductiva



c) FRACCIÓN DESOVANTE (FD)
Indicador del proceso de desove



d) CONTENIDO GRASO (CG)
Indicador de la reserva de energía

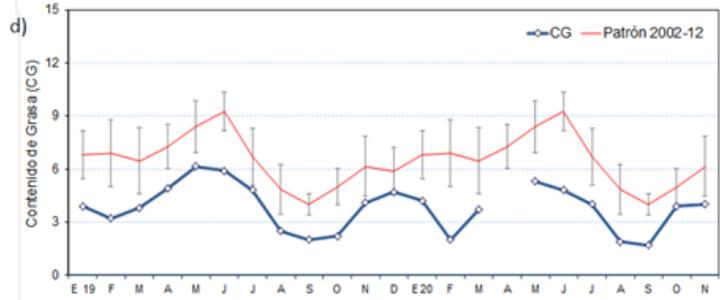


Figura 52. a) ATSM (°C) de Chicama, e indicadores reproductivos: b) Índice Gonadosomático, c) Fracción desovante e indicadores somáticos d) Contenido graso de anchoveta de la región norte centro durante el periodo enero 2019 y noviembre 2020.

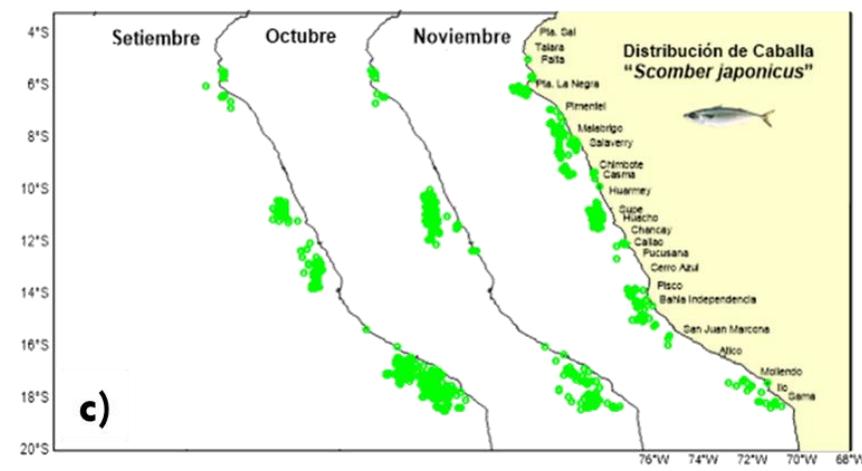
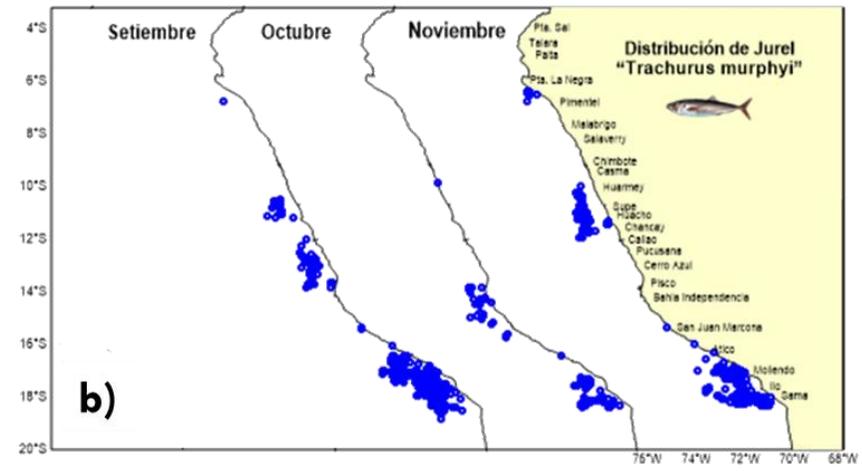
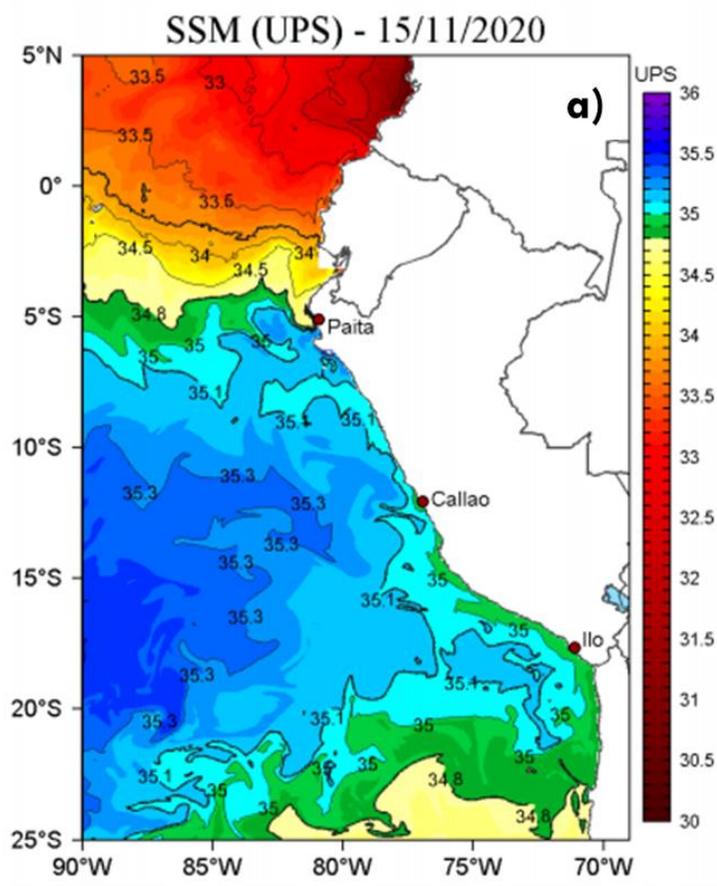
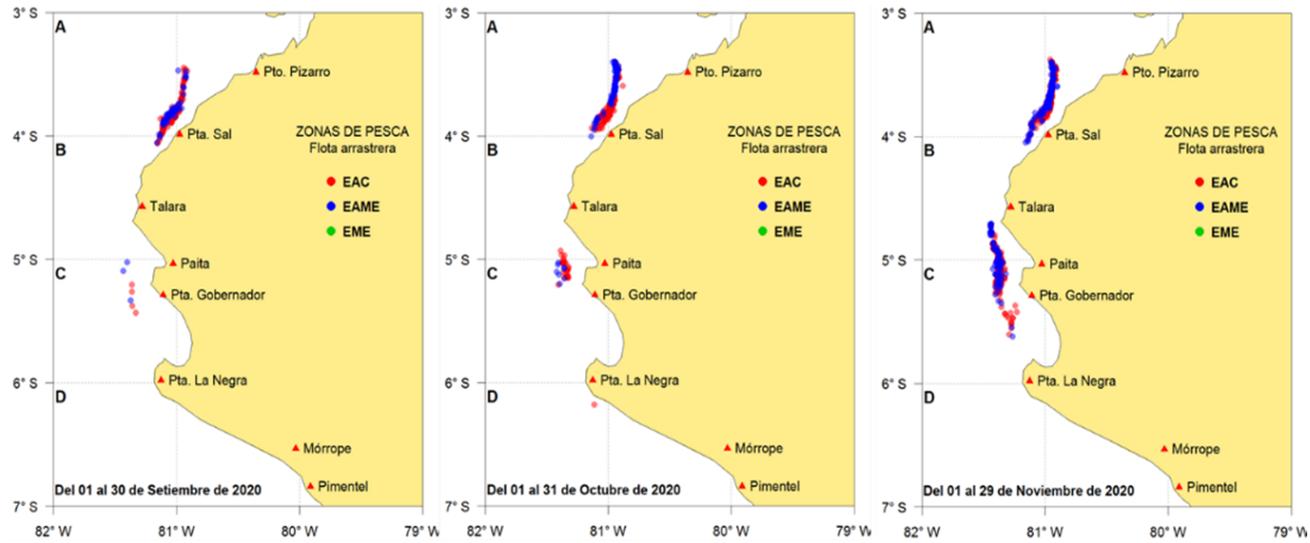


Figura 53. a) SSM y distribución del b) jurel y c) caballa durante setiembre – noviembre 2020.

a)



b)

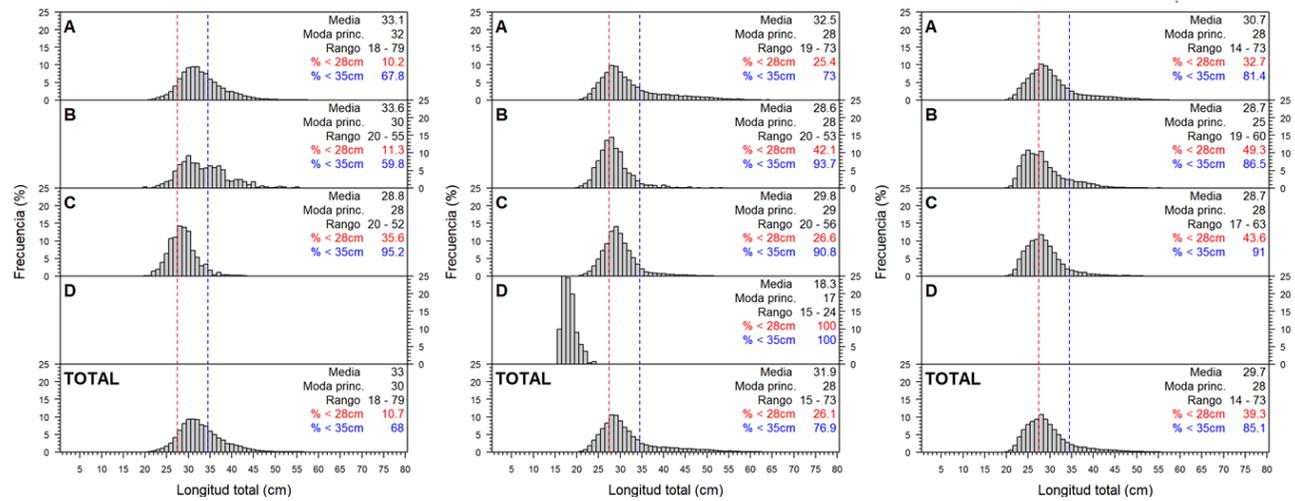


Figura 54. a) Zonas de pesca y b) distribución de tallas por subárea (latitud) entre los meses de setiembre a noviembre de la flota industrial de arrastre de merluza.

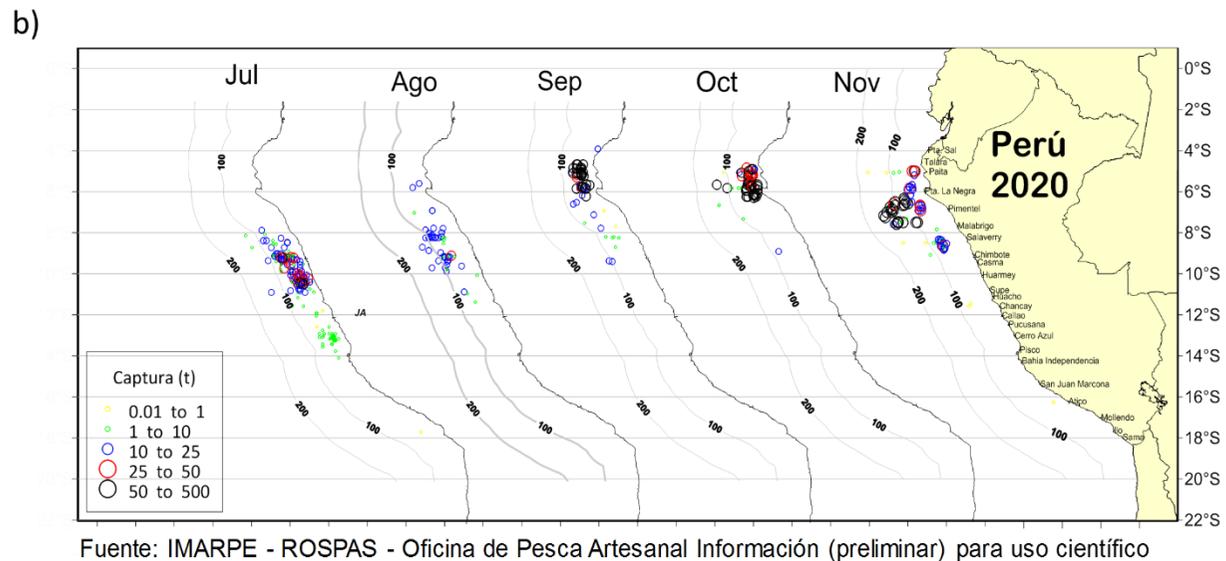
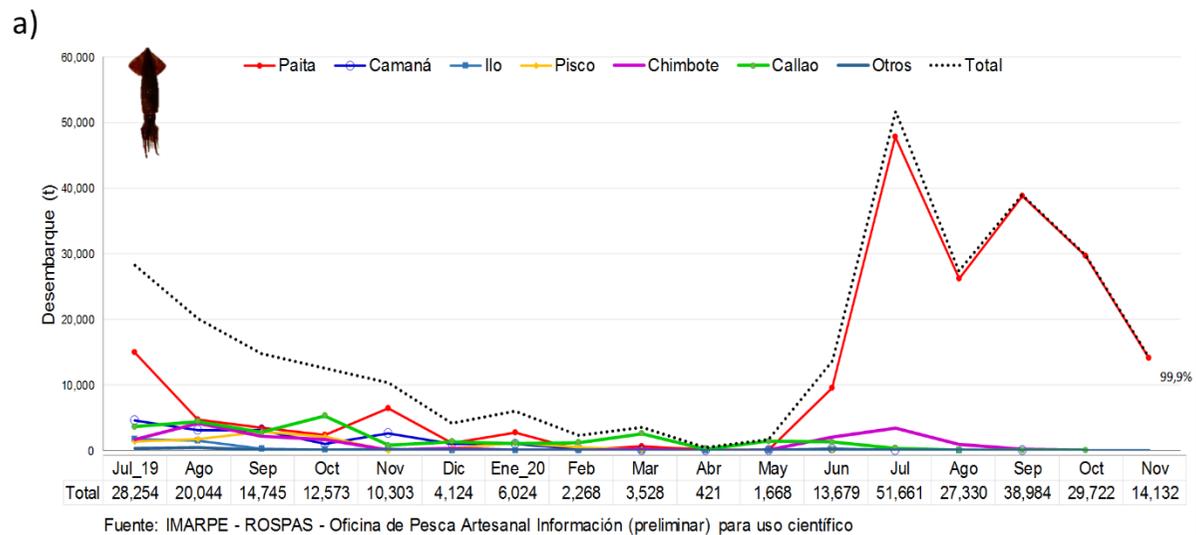
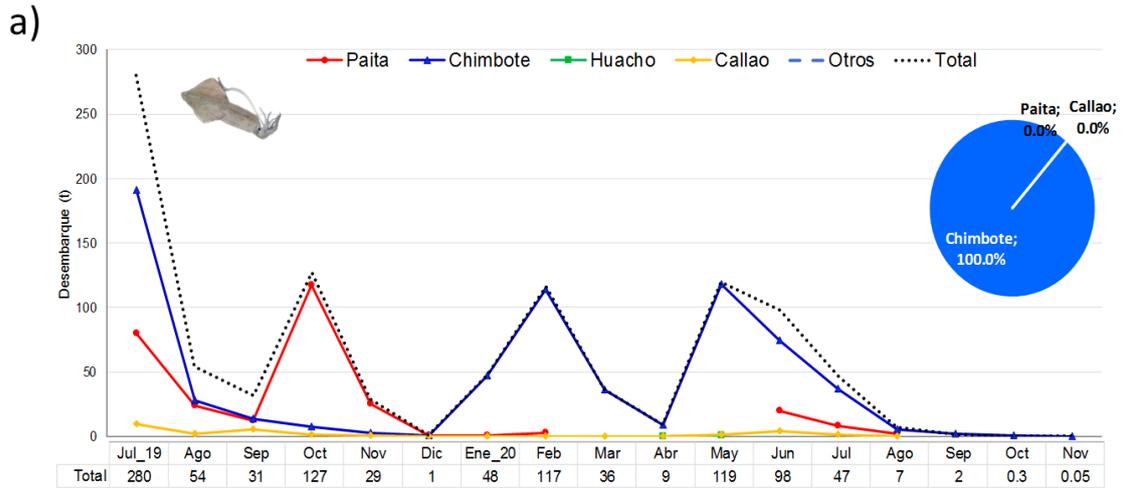
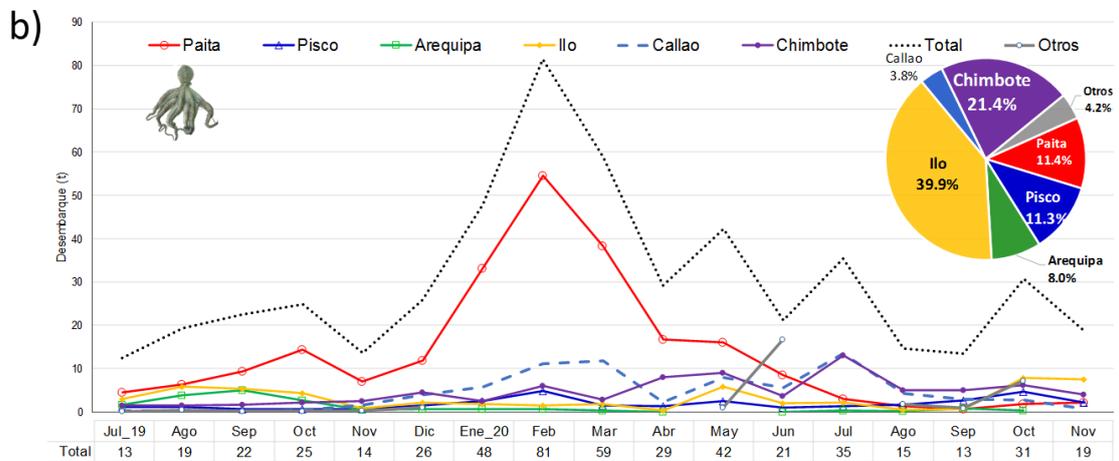


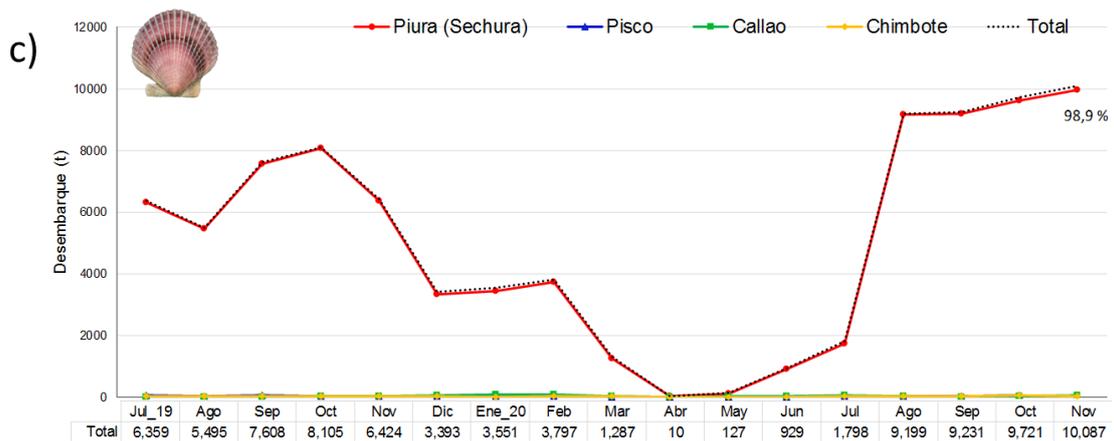
Figura 55. a) Desembarque (t) entre julio 2019 a octubre 2020 y (b) la distribución espacial de la flota artesanal de “Calamar gigante” (*Dosidicus gigas*) de julio a noviembre 2020.



Fuente: IMARPE - ROSPAS - Oficina de Pesca Artesanal Información (preliminar) para uso científico



Fuente: IMARPE - ROSPAS - Oficina de Pesca Artesanal Información (preliminar) para uso científico



Fuente: IMARPE - ROSPAS - Oficina de Pesca Artesanal Información (preliminar) para uso científico

Figura 56. Desembarque (t) de a) Calamar común (*Doryteuthis gahi*), b) pulpo (*Octopus mimus*), y c) Concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) durante julio 2019 a noviembre 2020.

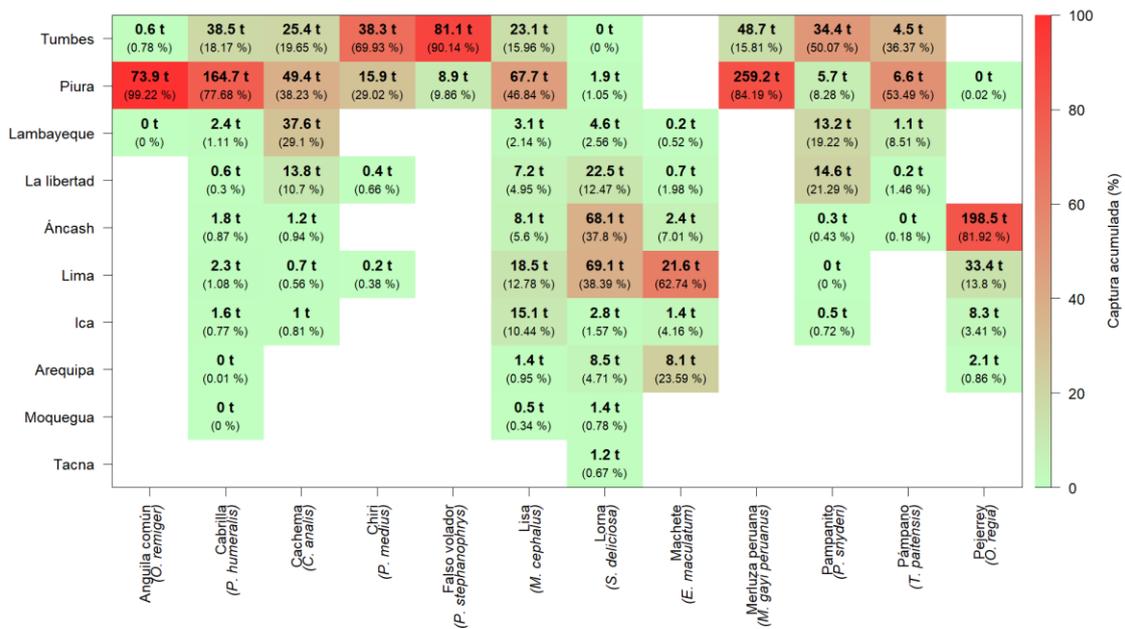


Figura 57. Desembarque (t) mensual de los recursos hidrobiológicos registrados por la pesca artesanal en el litoral peruano durante noviembre 2020.

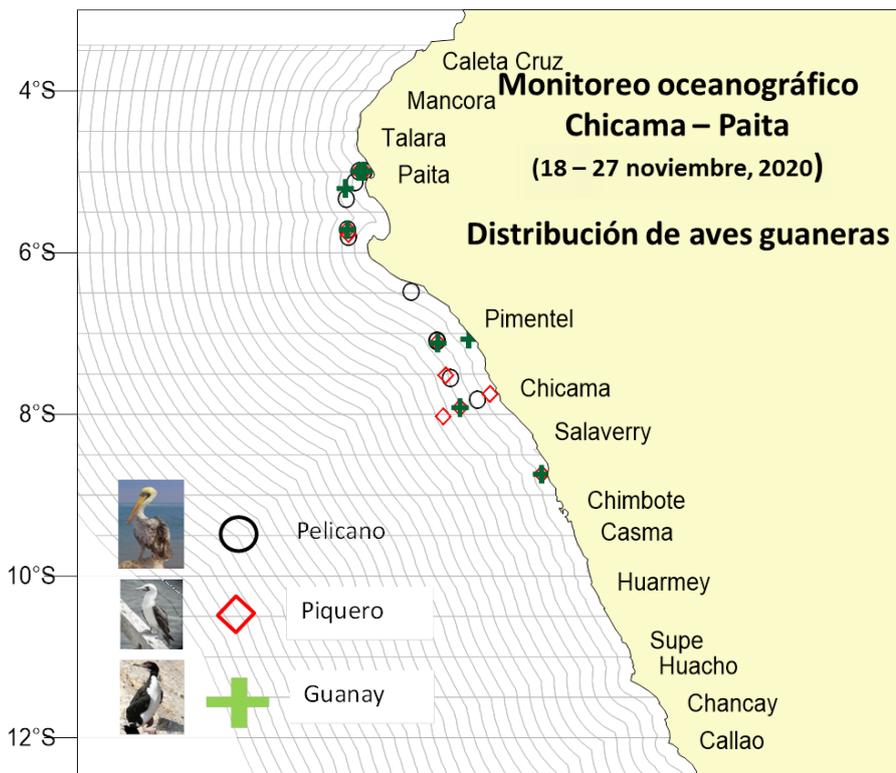
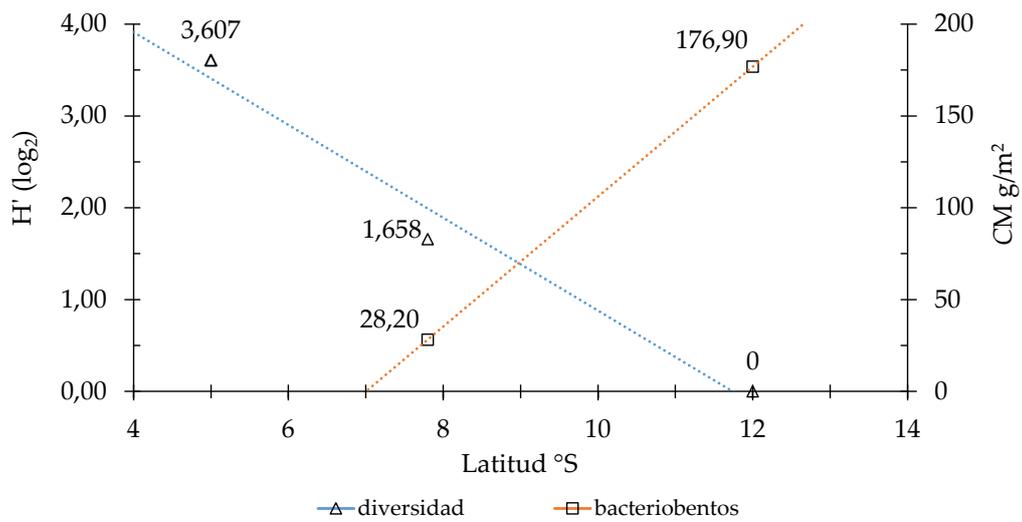


Figura 58. Avistamiento de aves guaneras durante noviembre del 2020.

a)



b)

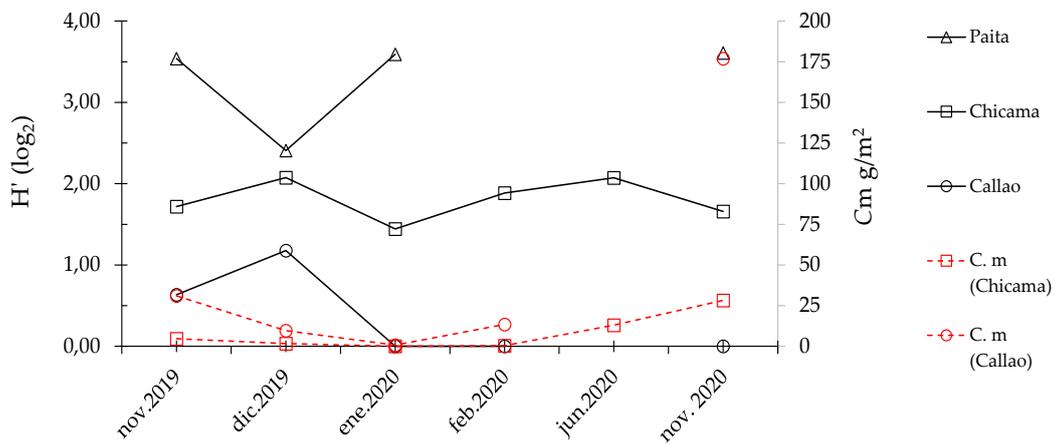


Figura 59. (a) Variación del índice de diversidad de Shannon y de la biomasa de *Candidatus Marithioploca* frente a las localidades de estudio, noviembre 2020. (b) Variabilidad temporal del índice de diversidad de Shannon y de la biomasa de *Candidatus Marithioploca* frente a las localidades de estudio, entre noviembre 2019 y noviembre 2020.

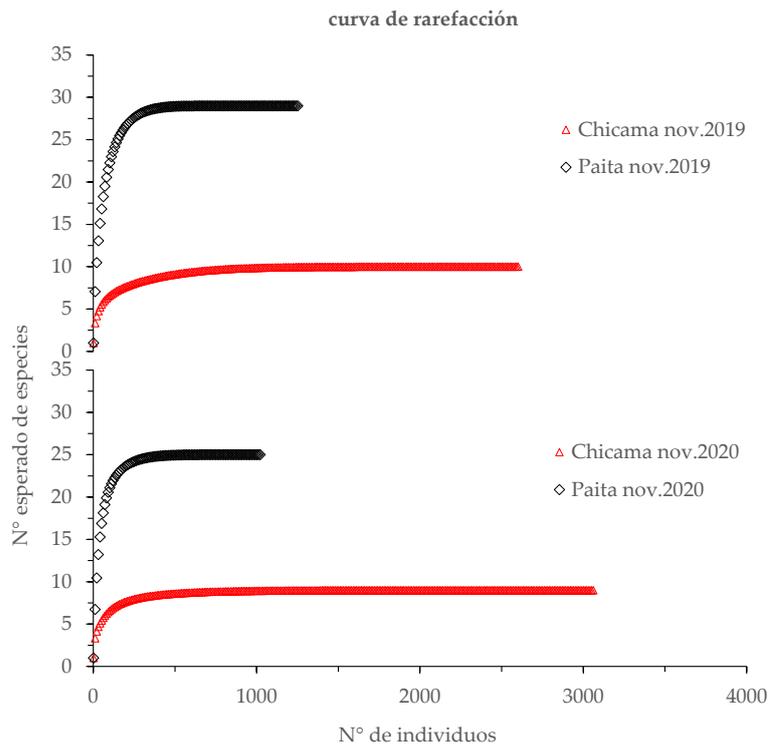


Figura 60. Comparación de las curvas de rarefacción frente a Chicama (rojo) y Paita (negro) en el mes de noviembre 2019 (arriba) y 2020 (abajo).

a)



b)



c)



Figura 61. (a) Varazón de *Pleuroncodes monodon* “múnida” registrado en Sechura el 21 de noviembre del 2020. (b) Varazón de anchoveta registrado en Ancash durante el 23 de noviembre 2020. (c) Hallazgos en la necropsia de las aves marinas (de izquierda a derecha): líquido y espuma en tráquea en guanay, contenido estomacal (con anchoveta) no digerido y semi digerido, y Pingüino de Humboldt, sin contenido estomacal.

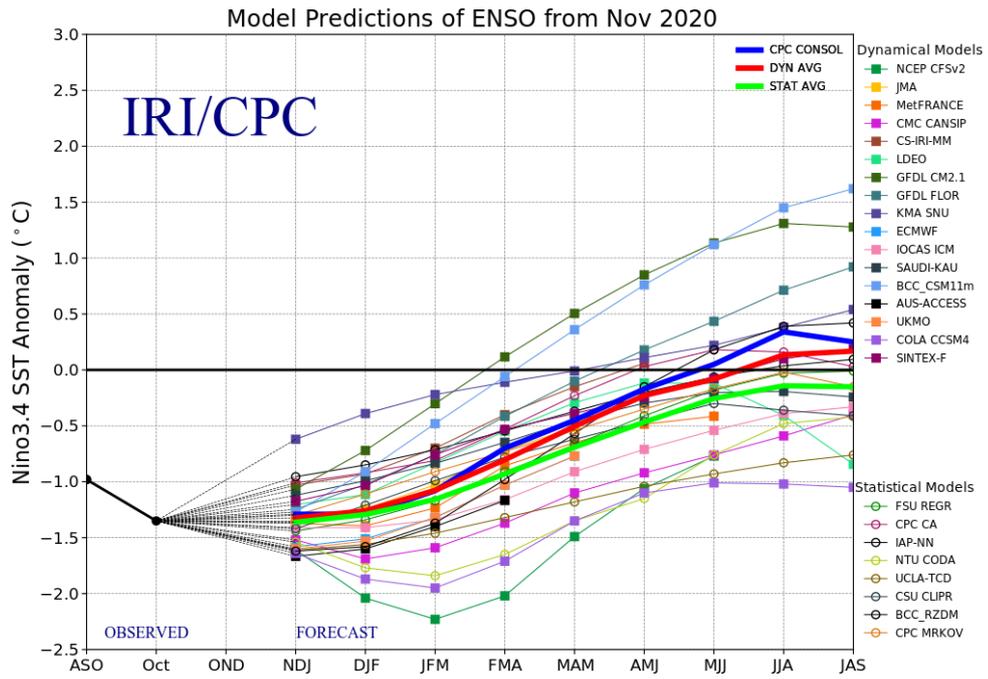


Figura 62. Pronóstico del índice Niño 3.4 mediante modelos climáticos estadístico y dinámico. Fuente: IRI/CPC, noviembre 2020.

ECMWF Seasonal Forecast
 Mean forecast SST anomaly
 Forecast start is 01/12/20, climate period is 1993-2016
 Ensemble size = 51, climate size = 600

EFM 2021

System 5
 JFM 2021

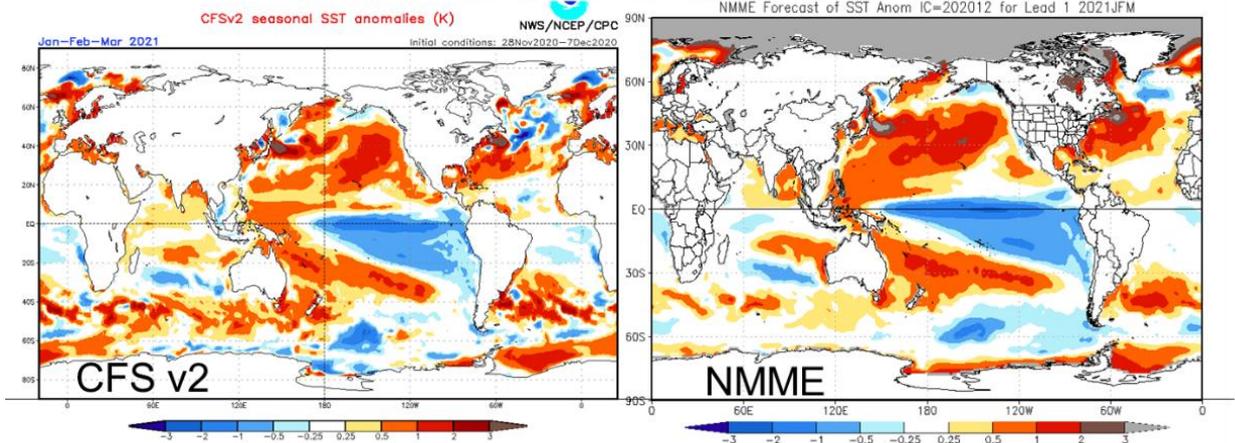
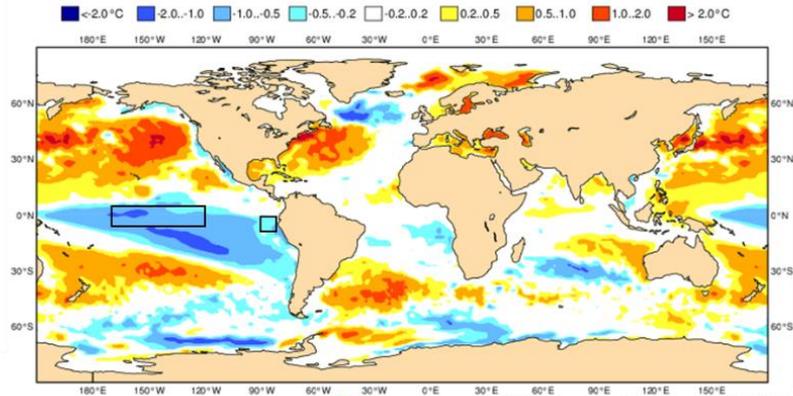


Figura 63. Pronóstico de la TSM para el trimestre enero-marzo 2021 de los modelos ECMWF, CFSv2 y NMME (condiciones iniciales: inicios de diciembre 2020). Los recuadros indican la región El Niño 3.4 y 1+2. Fuente: ECMWF, NWS/NCEP/CPC y NOAA/CPC.

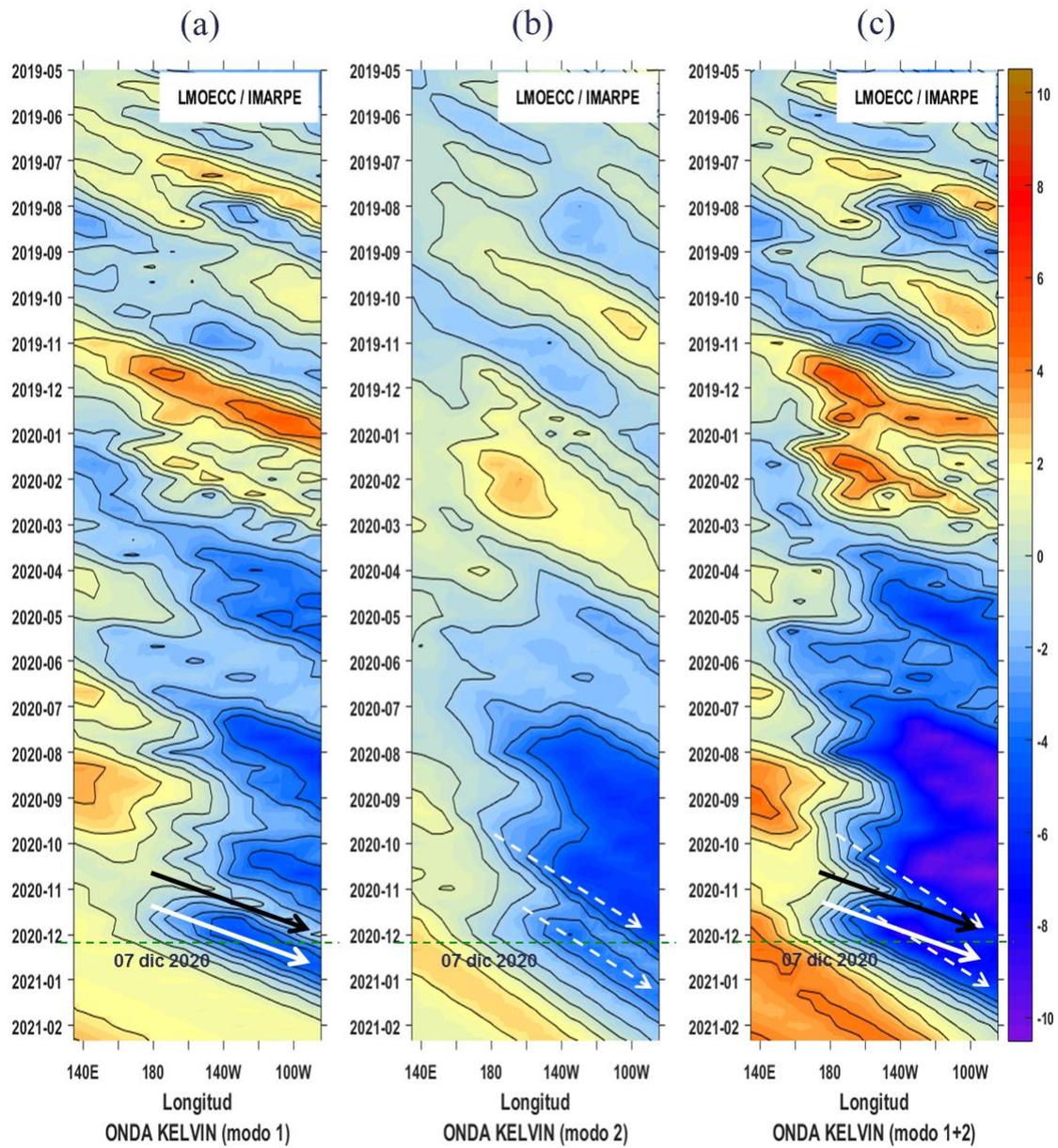


Figura 64. Diagrama Hovmöller longitud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacífico ecuatorial (0°N): (a) Modo 1, (b) Modo 2, (c) Modos 1+2. La línea discontinua horizontal, en verde, indica el inicio del pronóstico sin el forzante de vientos. Fuente: IMARPE, forzado con vientos de NCEP.

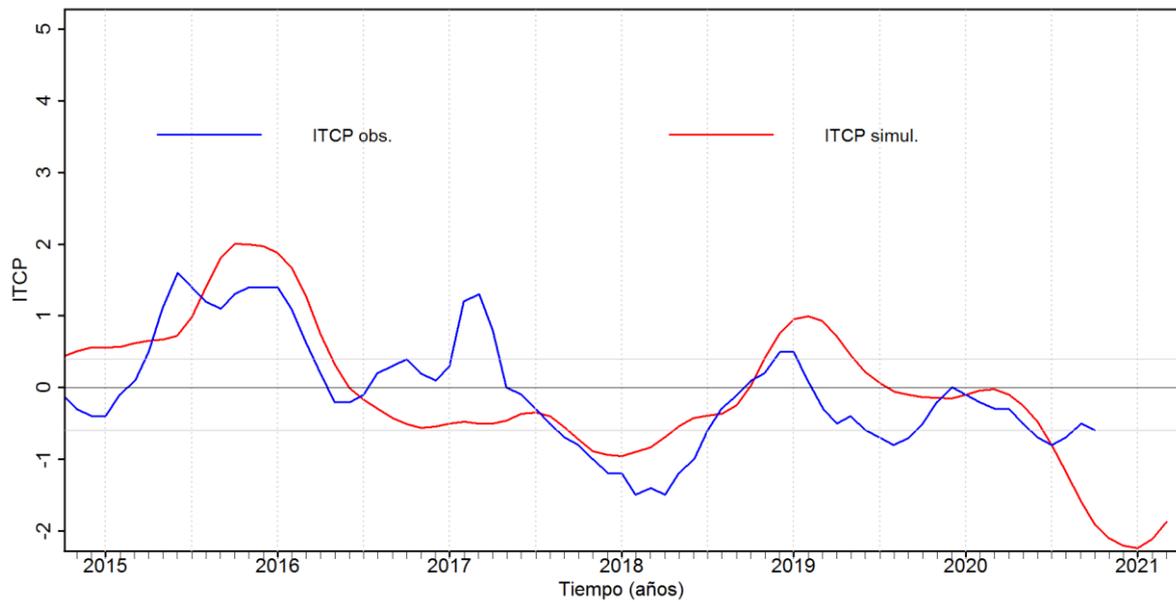


Figura 65. Pronóstico del ITCP mediante un modelo acoplado océano-atmósfera de complejidad intermedia, con datos actualizados hasta el mes de noviembre 2020. Fuente: IMARPE.

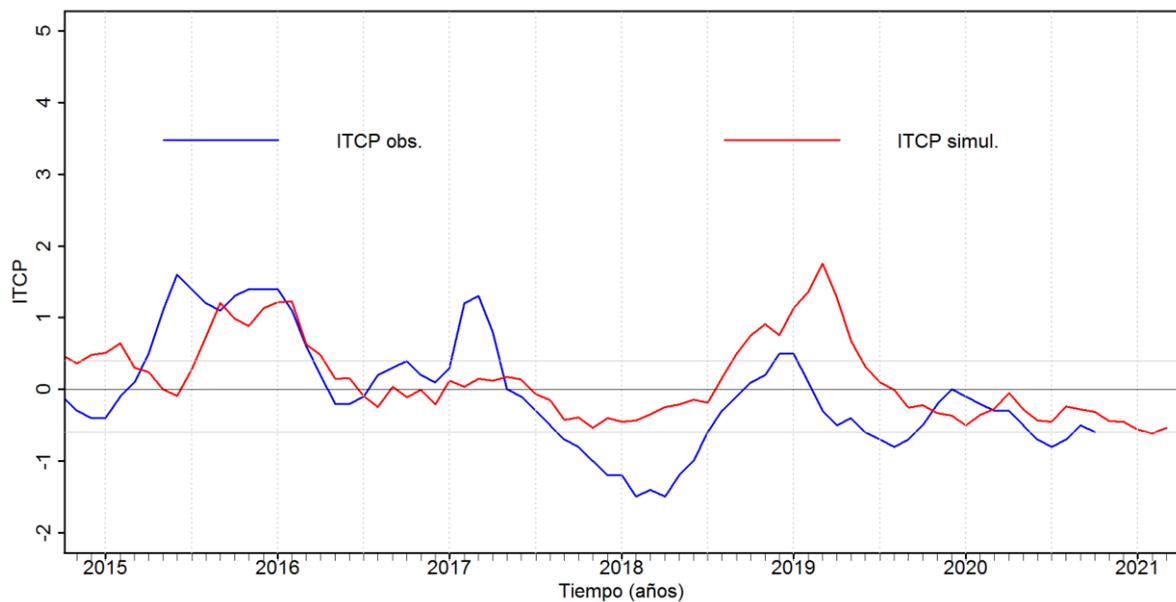


Figura 66. Pronóstico del ITCP mediante un modelo estadístico, con datos actualizados hasta el mes de noviembre 2020. Fuente: IMARPE.