

**COMISIÓN MULTISECTORIAL ENCARGADA DEL
ESTUDIO NACIONAL DEL FENÓMENO “EL NIÑO”**



INFORME TÉCNICO ENFEN

Año 6 N° 07

Julio de 2020

Programa Presupuestal por Resultados N° 068:

“Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres”

Producto: Estudios Para la estimación del Riesgo de Desastres

Modelo Operacional: Generación de información y monitoreo del fenómeno El Niño

Autor: Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno “El Niño” (ENFEN)

Conformación de la Comisión Multisectorial

Presidente:

Vice-Alm. (r) Javier Alfonso Gaviola Tejada

Presidente del Consejo Directivo, Instituto del Mar del Perú (IMARPE)

Vice-Presidente:

Calm. Jorge Manuel Paz Acosta

Director de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú (DIHIDRONAV)

Dr. Hernando Jhonny Tavera Huarache

Presidente Ejecutivo, Instituto Geofísico del Perú (IGP)

Dr. Ken Takahashi Guevara

Presidente Ejecutivo, Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Ing. Amarildo Fernández Estela

Jefe, Autoridad Nacional del Agua (ANA)

Dr. Luis Alberto Carranza Micalay

Jefe, Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI)

Ing. Juvenal Medina Rengifo

Jefe del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres – CENEPRED

Grupo de Trabajo Científico-Técnico

Coordinador Científico-Técnico: Dimitri Gutiérrez.

IMARPE: Dimitri Gutiérrez, Marilú Bouchon, Luis Vásquez, Carlos Quispe, Tony Anculle, Dante Espinoza y Cecilia Peña.

DIHIDRONAV: Rina Gabriel, Roberto Chauca, Fernando Allasi y Renzo Adrianzen.

SENAMHI: Grinia Ávalos, Nelson Quispe, Glicerio Canchari, Andrés Rodríguez y Yury Escajadillo.

IGP: Kobi Mosquera, Yamina Silva y Jorge Reupo

ANA: Benjamín Molina y Jairo Chunga.

INDECI: Jakie Rojas.

CENEPRED: Ena Jaimes.

Año: 6

Redacción del informe: Grupo de Trabajo Científico Técnico de la Comisión Multisectorial del ENFEN

Edición y Producción: Luis Pizarro (Secretaría Técnica ENFEN)

Diseño de carátula: IMARPE

El contenido de este documento puede ser reproducido mencionando la fuente ENFEN.

Este documento se puede citar como:

Comisión Multisectorial Encargada del Estudio Nacional del Fenómeno “El Niño” (ENFEN) 2020.

Informe Técnico ENFEN. Año 6, N° 07, julio de 2020, 50 p.

El Informe Técnico ENFEN de julio de 2020 y los informes previos están disponibles en la World Wide Web de las páginas electrónicas de las instituciones que conforman la Comisión Multisectorial. De tener inconveniente para acceder al informe, contacte a la Secretaría Técnica ENFEN a la dirección electrónica: st_enfen@imarpe.gob.pe.

Diagnóstico Climático y Previsión de El Niño-Oscilación del Sur en el Perú, julio 2020



Instituto Geofísico del Perú



PRESENTACIÓN

La gran diversidad y productividad de la zona continental como marítima del territorio peruano se altera eventualmente por eventos de la naturaleza que ocurren a diferentes escalas de tiempo y espacio. Entre ellos, el Fenómeno El Niño reviste singular importancia por sus impactos en el Perú como a nivel global.



Han transcurrido casi cuatro décadas desde que el Estado peruano estableciera el Comité Multisectorial encargado del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN). Durante este tiempo, el Comité ha monitoreado, vigilado, analizado y alertado sobre las anomalías del océano y la atmósfera con el fin de prevenir y mitigar los impactos de El Niño en el Perú. Estas acciones se realizan de forma sinérgica, coordinada. En mayo de 2017 se recompone el Comité y adquiere la denominación de Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño, conformada por el Instituto del Mar del Perú IMARPE (Presidente de la Comisión), el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), la Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN), el Instituto Geofísico del Perú (IGP), la Autoridad Nacional del Agua (ANA), el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) y el Centro Nacional de Estimación, Prevención y de Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED).

Las capacidades observacionales (meteorológica, oceanográfica, biológico-pesquera e hidrológica), de infraestructura, analíticas y de gestión se vienen fortaleciendo actualmente con la participación de algunas instituciones de la Comisión ENFEN en el Programa Presupuestal por Resultados N° 068 “Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres”, en el producto denominado “Estudios para la estimación del riesgo de desastres” y actividad “Generación de información y monitoreo del fenómeno El Niño”, emitiendo como resultado una versión resumida denominada “Comunicado Oficial” que se publica mensualmente, y en algunas oportunidades quincenalmente en períodos de contingencia, así como una versión extendida “Informe Técnico” de carácter mensual. Este último documento incorpora elementos de información, que tengo el honor de presentar, esperando que contribuya a mejorar el conocimiento y a adoptar decisiones y acciones oportunas hacia una eficiente y eficaz gestión del riesgo asociado a El Niño-Oscilación del Sur en nuestro país.

Cordialmente,



Vice-Alm. (r) Javier Alfonso Gaviola Tejada
Presidente de la Comisión Multisectorial para El
Estudio Nacional del Fenómeno El Niño

ÍNDICE

Resumen Ejecutivo.....	6
I. Introducción.....	7
II. Métodos.....	8
III. Condiciones observadas	10
Condiciones atmosféricas y oceánicas en el Pacífico ecuatorial.....	10
Condiciones atmosféricas a escala regional y en la costa peruana.....	10
Condiciones oceanográficas en el mar peruano.....	11
Impactos biológico-pesqueros.....	12
Impactos hidrológicos.....	12
Impactos agrometeorológicos.....	12
IV. Pronóstico.....	13
V. Conclusiones.....	13
VI. Referencias.....	14
VII. Tablas.....	16
VIII. Figuras.....	21
Anexos	
1. Variables utilizadas	
2. Información suplementaria	

Diagnóstico climático y previsión de El Niño-Oscilación del Sur en el Perú, julio de 2020

RESUMEN EJECUTIVO

En julio de 2020, las anomalías negativas de la temperatura superficial del mar (TSM), en promedio y respecto a junio, variaron de $-0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $-0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ en el Pacífico ecuatorial central, mientras que en la región Niño 1+2, que incluye la zona norte y centro del mar peruano, se intensificaron de $-0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $-1,2\text{ }^{\circ}\text{C}$. En niveles bajos de la tropósfera, sobre el Pacífico ecuatorial, los vientos del este se intensificaron desde los 120°W hacia los 160°W ; pero disminuyeron entre los 100°W y los 80°W . En niveles altos de la tropósfera y sobre el continente persistieron vientos anómalos del este, incidiendo sobre la región noreste del Perú. En el Pacífico ecuatorial central y oriental, se observó la propagación de una onda Kelvin cálida débil que profundizó ligeramente la termoclina y elevó los niveles del mar. De otro lado, la presencia de pulsos de viento del este, en la zona central y occidental, se habrían proyectado en un nuevo paquete de ondas Kelvin frías, cuyo núcleo se localiza al oeste de 150°W . A escala regional, el Anticiclón del Pacífico Sur (APS) se desplazó ligeramente hacia el este de su posición habitual, presentando una configuración zonal. Asimismo, el APS presentó episodios de intensificación próximos a la costa occidental sudamericana, así como periodos de debilitamiento como parte de su variabilidad, reflejándose ambos procesos en los vientos costeros frente a Perú. En el litoral, se mantuvieron o desarrollaron condiciones frías anómalas desde Talara hasta Callao, con anomalías diarias de la TSM de hasta $-1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ en la zona norte. Más allá del litoral, desde Paita hasta Pisco, continuaron detectándose anomalías negativas de TSM de hasta $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$, alcanzando una cobertura hasta las 200 m.n. en la zona norte y solo hasta las 40 m.n. frente a Pisco; en la zona sur persistieron las ligeras anomalías positivas. En la capa subsuperficial, se mantuvieron las anomalías térmicas negativas sobre los primeros 100 m de profundidad, tanto dentro de las 100 m.n., frente a Paita y a Chimbote, como a 300 m.n. de la costa, frente a Tumbes y a Paita, las que, en conjunto con las anomalías negativas térmicas en superficie, señalan la influencia del primer paquete de ondas Kelvin frías que arribó a la región entre mayo y junio. En relación con la productividad marina, la concentración de clorofila-a presentó, en promedio, una ligera disminución respecto al mes anterior de acuerdo con la estacionalidad, aunque, desde el sur de Pisco hasta Ilo, se detectaron anomalías positivas en la franja adyacente a la costa. En el aspecto biológico pesquero, la distribución espacial de la anchoveta estuvo asociada a la mayor cobertura de las aguas costeras frías y aguas de mezcla, registrándose la dominancia de cardúmenes adultos en la región norte-centro. Por otro lado, el jurel y la caballa se presentaron asociados a núcleos de aguas subtropicales superficiales cercanos a la costa y al sur de Punta Falsa, mientras que las especies indicadoras de aguas frías, como el calamar y la múnida, se registraron en la zona costera de Chicama y frente a la costa central, respectivamente. En el aspecto hidrológico, los ríos de la costa norte y central presentaron caudales variables en relación con el promedio histórico, mientras que los de la costa sur presentaron caudales ligeramente mayores a lo normal. En cuanto a los impactos agrometeorológicos, las condiciones climáticas continuaron promoviendo la floración del mango y el crecimiento vegetativo del arroz en la costa norte; asimismo, favorecieron el incremento de la calidad de la maduración de la aceituna y el inicio de la fase de diferenciación floral para el siguiente ciclo productivo del olivo en La Yarada (Tacna). Finalmente, las perspectivas para el Pacífico ecuatorial central señalan el desarrollo de condiciones frías débiles en los próximos meses de acuerdo con los modelos climáticos internacionales. Para la región Niño 1+2, se espera que el nuevo paquete de ondas Kelvin frías arribe a la costa entre setiembre y octubre, contribuyendo a mantener o intensificar las condiciones frías anómalas presentes, resultando en una mayor probabilidad de desarrollo de La Niña Costera de magnitud débil hasta finales de 2020. Respecto al período que va de diciembre de 2020 a marzo de 2021, para el Pacífico central se prevé una mayor probabilidad de condiciones neutras (57 %), seguida de condiciones de La Niña (33 %), mientras que para la región Niño 1+2, la mayor probabilidad corresponde a las condiciones neutras (64 %), seguida de condiciones de La Niña (19 %) y El Niño (17 %).

I. INTRODUCCIÓN

El Niño - Oscilación Sur (ENOS) en sus dos fases, El Niño y La Niña, tiene repercusiones más intensas en algunas zonas del mundo, como es el caso de Perú, en particular en su zona norte y centro. En la fase El Niño, y en el contexto del denominado El Niño Costero, las condiciones cálidas sobre el Pacífico oriental, particularmente frente a la costa norte de Perú durante el verano austral, propician lluvias intensas que generan impactos en los sectores socioeconómicos.

En este contexto, la Comisión Multisectorial Encargada del Estudio Nacional del Fenómeno “El Niño” (ENFEN) mantiene el monitoreo constante y las predicciones del desarrollo de ENOS, reportando periódicamente el análisis del monitoreo de parámetros océano-atmosféricos en el Pacífico ecuatorial y sudoriental, así como de la dinámica subsuperficial de parámetros oceanográficos, con mayor atención en la zona costera de Perú. Para los impactos en el ecosistema marino se analizan indicadores de la fertilidad y productividad del mar peruano, al igual que la respuesta de los principales recursos hidrobiológicos y la actividad pesquera. Asimismo, reporta los impactos hidrológicos, asociados a precipitaciones e incrementos súbitos del caudal de los principales ríos del territorio peruano. Finalmente, se formula la previsión futura de los principales indicadores asociados al ENOS, con énfasis en el fenómeno El Niño, a corto, mediano y largo plazo.

II. MÉTODOS

Variables

Las principales variables utilizadas en este informe están clasificadas en los siguientes tipos: atmosféricas, oceanográficas, hidrológicas y biológicas-pesqueras. En la Tabla A.1.1 se detallan las variables monitoreadas por el grupo de trabajo científico-técnico de la Comisión Multisectorial del ENFEN, indicando la fuente de la información (in situ, satelital, re-análisis, modelos), la institución responsable del procesamiento de los datos, así como precisiones u observaciones respecto a la metodología.

1.1. TSM de OSTIA

Para el océano global, el producto de la TSM de OSTIA (Operational Sea Surface Temperature and Sea Ice Analysis) proporciona mapas diarios con una resolución horizontal de $0,05^\circ \times 0,05^\circ$ ($1/20^\circ$), utilizando datos *in situ* y satelitales de radiómetros infrarrojos y de microondas. Las anomalías de la TSM se calculan en base a la climatología del producto Pathfinder a una resolución horizontal de $0,25^\circ \times 0,25^\circ$ ($1/4^\circ$).

Como parte del procedimiento de análisis, se realiza una estimación del sesgo en cada uno de los sensores de satélite contribuyentes. Esto se realiza calculando emparejamientos entre cada sensor de satélite y un conjunto de datos de referencia (actualmente compuesto por los datos *in situ* y un subconjunto de los datos de satélite MetOp AVHRR). Estas diferencias se introducen luego en un procedimiento de Interpolación óptima para producir campos de polarización cuadrículados en cada sensor. OSTIA utiliza datos satelitales proporcionados por el proyecto GHRSSST junto con observaciones in situ, para determinar la TSM. Para mayor información <http://ghrsst-pp.metoffice.gov.uk/ostia-website/index.html>.

En el presente informe se toma en cuenta la TSM del producto OSTIA a $1/20^\circ$, así como las anomalías de la TSM a $1/4^\circ$.

1.2. Índices

Índice Costero El Niño (ICEN): es calculado a partir de la media móvil de 3 meses de las anomalías de la temperatura superficial del mar en la región Niño 1+2 con respecto a la climatología de 1981-2010 usando, hasta enero de 2020, los datos de ERSST v3b *real-time*, y en la actualidad ERSST v5. Se categoriza las condiciones como frías o cálidas; en el caso de frías con magnitudes de débil, moderada y fuerte, y en el caso de cálidas con magnitudes débil, moderada, fuerte y extraordinaria (ENFEN, 2012; Takahashi, et al., 2014). El valor temporal del ICEN (ICEN-tmp) se calcula utilizando el promedio de los pronósticos de la ATSM de los modelos de North American Multi-Model Ensemble (NMME, Kirtman et al., 2014) de un mes y dos meses para el primer y segundo ICENtmp, respectivamente.

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, expresada 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.

1.3. Modelos y Pronósticos

Modelo Oceánico Lineal (LOM-IGP): El modelo se utiliza para representar la dinámica superior en el Pacífico ecuatorial y se trabaja con dos tipos de termoclina, constante o variable. Para el diagnóstico el modelo es forzado con esfuerzos de viento del *reanalysis* NCEP-CDAS (Kalnay et al. 1996) y vientos observados remotamente de WindSAT (Wentzet et al., 2013) obtenidos de <http://www.remss.com/missions/windsat/>. Para calcular la contribución de las ondas Kelvin y Rossby sobre el nivel del mar y las corrientes zonales se usa la metodología de Boulanger & Menkes (1995). Para el pronóstico el modelo continúa integrándose numéricamente en el tiempo usando dos artificios: 1) esfuerzo de viento igual a cero y 2) el promedio de los últimos treinta días de la anomalía del esfuerzo de viento. Ver más en Mosquera (2009), Mosquera et al. (2011) y Mosquera (2014).

Modelo Oceánico de Complejidad Intermedia: El modelo se utiliza para representar la propagación de la onda Kelvin ecuatorial (OKE) en 3 modos baroclínicos, forzado con vientos del *reanalysis* NCEP (Kalnay et al. 1996) y siguiendo la metodología de Illig et al. (2004) y Dewitte et al. (2002). El análisis de la OKE se realiza solamente con dos modos baroclínicos (modo 1, modo 2), los que se propagan a diferentes velocidades; y a la vez se considera la suma de ambos modos, resultado que proporciona mayor contribución en la anomalía del nivel del mar.

Modelos Climáticos de Agencias Internacionales: Los resultados de estos modelos numéricos se utilizan como insumo para el análisis de la perspectiva de mediano y largo plazo. En este caso particular se utiliza la información del conjunto de modelos denominado North American Multi-Model Ensemble (NMME, Kirtman et al., 2014).

Pronóstico Probabilístico de Juicio Experto: Para los pronósticos del período de lluvias (diciembre a marzo) se usa la información generada por las propias observaciones del ENFEN, así como la información basada en los Modelos Climáticos Globales (MCG), e información de diversos centros de investigación y agencias internacionales. Debido a las limitaciones comunes entre sí de estos modelos, se acude a la interpretación y el conocimiento experto de los científicos de la comisión multisectorial del ENFEN, quienes además de evaluar los resultados de los MCG aportan con sus modelos conceptuales y estudios retrospectivos que permiten inferir escenarios de pronóstico, los cuales son discutidos, consensuados y plasmados en probabilidades porcentuales de ocurrencia de las distintas categorías de El Niño y La Niña (ENFEN, 2015).

III. CONDICIONES OBSERVADAS EN JULIO DE 2020

Condiciones atmosféricas y oceánicas en el Pacífico ecuatorial

En el océano Pacífico ecuatorial y a inicios de julio, la magnitud de las anomalías negativas de la temperatura superficial del mar (TSM) disminuyó, principalmente en la región central, para luego aumentar en la segunda quincena del mes debido a la intensificación del viento del este. En promedio, la anomalía de la TSM en la región central (Niño 3.4), respecto a junio, varió de $-0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $-0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$; mientras que, en la región Niño 1+2, varió de $-0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $-1,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Figuras 1 y 2, Tabla 1).

El Índice Costero El Niño (ICEN) para el mes de junio y el ICEN temporal (ICEN-tmp) para julio, indicaron condiciones neutras y frías débiles, respectivamente. Por su parte, el Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en inglés; Trentberth, 1997) para el mes de junio (https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php) y el ONI temporal (ONI-tmp;) para julio, indicaron condiciones neutras. Hay que recordar que los valores del ICEN caracterizan las condiciones en la región centro y norte del mar peruano, mientras que los del ON, a la región del Pacífico central (Figura 3, Tabla 2).

En niveles bajos de la tropósfera, en el Pacífico ecuatorial, se observó una intensificación de vientos del este, desde los 120°W hacia los 160°W ; sin embargo, estos disminuyeron entre los 100°W hasta los 80°W . Por otro lado, en niveles altos de la tropósfera (200 hPa), alrededor de 120°W , predominaron anomalías de viento zonal del oeste (Figura 4); mientras que, sobre el continente, persistieron vientos anómalos del este, incidiendo sobre la región noreste del Perú (Figura 5).

En la franja ecuatorial, entre la región central y oriental, se observó la propagación de una onda Kelvin cálida débil que profundizó ligeramente la termoclina y elevó los niveles del mar. Asimismo, la presencia de pulsos de viento del este, en la zona central y occidental, se habrían proyectado en un nuevo paquete de ondas Kelvin frías según los datos de altimetría satelital, boyas ARGO y los resultados de los modelos numéricos (Figura 6). En la actualidad, el núcleo de estas ondas se localiza al oeste de 150°W (Figura 7). Al este de las islas Galápagos (02°S , 085°W) se presentaron anomalías negativas de temperatura del mar hasta los 100 m de profundidad, con una intensidad de hasta $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ a fines de julio, posiblemente debido al efecto del primer paquete de ondas Kevin frías que arribó a la región entre mayo y junio (Figura 8).

Condiciones atmosféricas a escala regional y en la costa peruana

El Anticiclón del Pacífico Sur (APS) durante el mes de julio se desplazó ligeramente hacia el este de su posición habitual, manteniendo un núcleo con valores cercanos a su promedio normal (1026 hPa) y una configuración zonal (Figura 9). Asimismo, el APS presentó episodios de intensificación próximos a la costa occidental sudamericana, así como periodos de debilitamiento como parte de su variabilidad. Frente a la región norte de Chile y sur de Perú, persistieron las anomalías negativas de presión de hasta -2 hPa , condición que favorece al incremento del gradiente isobárico y facilita el incremento de los vientos meridionales frente a la costa sur, repercutiendo en la variabilidad de vientos a lo largo de la costa sur, así como en el comportamiento del tiempo atmosférico (Figura 10).

Con respecto a las temperaturas extremas del aire (máximas y mínimas) a lo largo de la costa, en el mes de julio presentaron, en promedio, valores entre normales a ligeramente inferiores, a excepción de Pampa Blanca (Arequipa) que reportó anomalías de +1,3 °C (temperatura máxima) y algunas localidades de la costa norte como Bernal (Piura) y Jayanca (Lambayeque) que reportaron ligeras anomalías positivas de la temperatura máxima (Figura 11).

Condiciones oceanográficas en el mar peruano

En el litoral peruano, la anomalía del nivel del mar (ANM) se incrementó en Paita respecto a junio, mientras que las demás estaciones del norte y centro se mantuvieron en el mismo rango. En el litoral sur la ANM se presentó ligeramente negativa, asociada a los procesos de afloramiento costero (Figura 12 a). En la franja de 60 m.n. adyacentes a la costa, la ANM mostró una disminución en la primera semana de julio, principalmente frente a la zona central y sur, mientras que se incrementó frente a la zona norte, respecto a junio. En la segunda quincena de julio, se registró un incremento de la ANM, principalmente en la zona norte-centro (Figura 12 b).

En el litoral, se mantuvieron o desarrollaron condiciones frías anómalas desde Talara hasta Chimbote, con anomalías diarias de la TSM de hasta -1,5 °C en la zona norte, asociadas a la presencia de la onda Kelvin fría, cuya influencia se observa desde junio. En el litoral centro y sur, con excepción de Ilo, también se observó una tendencia descendente de las anomalías diarias (Figura 13).

Frente a la costa, desde Paita hasta Pisco, las anomalías de TSM presentaron valores negativos (entre -2,0 °C y -1,0 °C), con mayor cobertura e intensidad hacia el oeste (hasta los 90°W) en la zona norte y reduciéndose hasta las 40 m.n. frente a Pisco. En la zona sur, entre Atico e Ilo, predominaron ligeras anomalías positivas asociadas con el debilitamiento de los vientos costeros (Figura 14). Por otro lado, frente a la costa central, las aguas subtropicales superficiales (ASS), de alta salinidad, tendieron a replegarse fuera de la costa con respecto a junio, debido a una mayor proyección de las aguas costeras frías, mientras que frente a Paita se observó mezcla de ASS y Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) de baja salinidad (Figura 15).

En la capa sub-superficial, a 70 m.n. frente a Paita y a unas 105 m.n. frente a Chimbote, persistieron anomalías negativas en los primeros 100 m de profundidad, alcanzando valores de hasta -2 °C sobre los 60 m frente a Paita. A unas 300 m.n. de la costa y frente a Tumbes y a Paita, también se detectó la persistencia de las anomalías negativas de temperatura sobre los 100 m de profundidad en julio (Figuras 16 y 17), posiblemente asociadas al paso de las ondas Kelvin frías y a su reflexión como ondas Rossby frías con dirección al oeste.

La concentración de clorofila-a (indicador de la producción de fitoplancton), durante julio, en promedio, presentó una ligera disminución respecto al mes anterior. Predominaron concentraciones entre 1 $\mu\text{g L}^{-1}$ a lo largo de la costa y dentro de las 60 m.n., con núcleos de 3 $\mu\text{g L}^{-1}$ frente a Pisco y al norte de Ilo dentro de las 30 m.n. Entre Paita y Pisco persistieron condiciones de neutras a anomalías ligeramente negativas (-1 $\mu\text{g L}^{-1}$), mientras que del sur de Pisco hasta Ilo, se observaron anomalías positivas (+1 a +2 $\mu\text{g L}^{-1}$), posiblemente debido a la menor cobertura de nubes a lo habitual y a una mayor estratificación de la capa superficial, asociada a la mayor insolación y a la presencia de vientos costeros débiles a moderados, respectivamente (Figura 18).

Impactos biológico-pesqueros

La presencia de un escenario ambiental entre neutro y ligeramente frío permitió alcanzar, al 31 de julio, el 97,95 n% de la cuota (2'413,000 t) de la primera temporada de pesca de la anchoveta del stock centro-norte (Tabla 3). La distribución de la anchoveta estuvo asociada a la presencia de ACF y aguas de mezcla dentro de las 40 millas náuticas de costa. En promedio, en julio, al norte de Salaverry se registraron las mayores capturas, principalmente de ejemplares adultos (10 % de juveniles), mientras que de Callao al sur predominaron los ejemplares juveniles (~ 75 %) (Figura 19). Asimismo, la anchoveta mostró un comportamiento reproductivo dentro de lo esperado para la época. Por ello, se espera que los procesos de maduración gonadal y desove continúen incrementándose hasta alcanzar su periodo principal de desove (Figura 20).

El calamar y la múnida, especies indicadoras de aguas frías, se registraron en la zona costera de Chicama y frente a la costa central, respectivamente. La distribución mensual de la especie *Merluccius gayi peruvianus*, más conocida como “merluza”, mostró una concentración de sus agregaciones al norte de Punta Falsa (Figura 21).

Impactos hidrológicos

En el mes de julio, se destaca que los ríos de Chancay – Lambayeque, Zaña, Pisco y San Juan registraron caudales muy por encima de sus valores normales, mientras que los ríos de Ocoña y Tambo presentaron caudales ligeramente mayores a lo normal. En contraste, los ríos Chira, Santa, Pativilca y Chillón presentaron caudales menores a lo normal. En la mayoría de los ríos de la región del Altiplano, el comportamiento de los caudales fue dentro de lo normal, (Figura 22).

Con respecto al almacenamiento de agua en los principales embalses del país al 31 de julio del 2020, la represa Poechos y San Lorenzo se hallan actualmente al 99,40 % y 87,30% de sus capacidades útiles, respectivamente. Sin embargo, las represas de Tinajones se encontraban por debajo de 54 % y Gallito Ciego por debajo 38 %, mientras que los principales reservorios del centro y sur del país superan el 70 % de sus capacidades de almacenamiento (Figura 23 y Tabla 4).

Impactos agrometeorológicos

La predominancia de temperaturas nocturnas más frías de lo normal y las condiciones diurnas de ligeramente cálidas a normales, promovieron la floración del mango Edward, Kent y Criollo en la costa norte; así como el inicio de las fases vegetativas de los almácigos de arroz instalados. En la costa sur, en la localidad de La Yarada, las condiciones térmicas diurnas y nocturnas con valores de normales a inferiores con respecto a su climatología, propiciaron un incremento de la calidad de aceituna, así como el inicio de la fase de diferenciación floral para el siguiente ciclo productivo del olivo (Tabla 5).

IV. PRONÓSTICO

El pronóstico de los modelos climáticos de centros internacionales para el Pacífico ecuatorial central (región Niño 3.4), indica, en promedio, condiciones frías débiles entre los meses de setiembre y febrero de 2021, con una mayor intensidad de anomalía negativa para noviembre, dando lugar, según el índice ONI, a un evento La Niña en dicha región (Tabla 6). Para el Pacífico oriental, los modelos indican también, en promedio, anomalías negativas de la TSM hasta febrero de 2021, aunque en el rango de la condición neutral del ICEN (Tabla 7).

Por otro lado, basado en el análisis de los datos satelitales e in situ y del pronóstico de los modelos de ondas, se espera que el nuevo paquete de ondas Kelvin frías inicie su arribo a la costa peruana en el mes de setiembre y continúe hasta inicios del mes de octubre, contribuyendo a mantener o intensificar las condiciones frías anómalas (Figuras 24 y 25). Por lo tanto, según el criterio experto, se espera que las anomalías negativas de la TSM, observadas en la actualidad, se extiendan hasta fin de año. Además, se considera más probable que, a diferencia de lo que indican los resultados de los modelos numéricos de las agencias internacionales, estas anomalías estén dentro del rango correspondiente a las condiciones de La Niña Costera de magnitud débil.

En relación con el período de verano (diciembre 2020 a marzo 2021), la Comisión Multisectorial del ENFEN estima para el Pacífico central una mayor probabilidad de condiciones neutras (57 %), seguida de condiciones de La Niña (33 %) (Tabla 8), mientras que para la región Niño 1+2, la mayor probabilidad corresponde a las condiciones neutras (64 %), seguida de condiciones de La Niña (19 %) y El Niño (17 %) (Tabla 9).

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Por lo expuesto, la Comisión Multisectorial del ENFEN estima que es más probable que ocurra La Niña Costera a que no ocurra en lo que resta del año, por lo que modifica el estado del sistema de alerta a “Vigilancia de La Niña Costera”. Cabe resaltar que el desarrollo de un evento La Niña Costera mantendría la proyección oceánica de las aguas frías del afloramiento costero más allá de lo normal, así como una intensificación de los flujos con dirección al norte de la circulación marina. Asimismo, las temperaturas mínimas del aire mantendrían anomalías negativas en la región costera, por lo menos durante este invierno y la primavera.

VI. REFERENCIAS

A.O.A.C. 1990. Official Methods of analysis. 15 th Edition, USA.

Boullanger, J.-P., & C. Menkes, 1995: Propagation and reflection of long equatorial waves in the Pacific Ocean during the 1992–1993 El Niño, *J. Geophys. Res.*, 100(C12), 25,041–25,059.

Buitrón B., A. Perea, J. Mori, J. Sánchez, C. Roque. 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

Carrasco V. R. 2016. Relación entre las temperaturas y el rendimiento del olivo (*Olea europaea*) en la zona de Lanchas – Pisco. Tesis para obtener el título de Maestro. Maestría en Producción Agrícola en la Universidad Nacional Agraria La Molina. 75 pp.

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

Du Preez J. 2013. The use of temperature data in mango production (*Mangifera indica*). *Subtrop Quarterly Journal*, 2, 79-81.

ENFEN, 2012. Definición operacional de los eventos El Niño y La Niña y sus magnitudes en la costa del Perú. Nota Técnica ENFEN. 2 pp.

ENFEN, 2015. Pronóstico probabilístico de la magnitud de El Niño costero en el verano 2015-2016. Nota Técnica ENFEN. 7 pp.

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

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

Kirtman BP, Min D, Infanti JM, Kinter JL, Paolino DA, Zhang Q, van den Dool H, Saha S, Peña M, Becker E, Peng P, Tripp P, Huang J, DeWitt DG, Tippet MK, Barnston AG, Li S, Rosati A, Schubert SD, Rienecker M, Suarez M, Li ZE, Marshak J, Lim YK, Tribbia J, Pegion K, Merryfield WJ, Denis B, Wood EF, 2014: The North American Multimodel Ensemble: Phase-1 Seasonal-to-Interannual Prediction; Phase-2 toward Developing Intraseasonal Prediction. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 95, 585–601. doi: 10.1175/BAMS-D-12-00050.1

Mosquera, K., 2009: Variabilidad Intra-estacional de la Onda de Kelvin Ecuatorial en el Pacífico (2000-2007): Simulación Numérica y datos observados. Tesis para optar el grado de Magíster en Física - Mención Geofísica en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Mosquera, K., B. Dewitte y P. Lagos, 2011: Variabilidad Intra-estacional de la onda de Kelvin ecuatorial en el Pacífico (2000-2007): simulación numérica y datos observados. Magistri et Doctores, Revista de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Año 5, No9, julio-diciembre de 2010, 55 pp.

Mosquera, K., 2014: Ondas Kelvin oceánicas y un modelo oceánico simple para su diagnóstico y pronóstico, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, enero, 1, 1, 4-7.

Takahashi, K., K. Mosquera y J. Reupo, 2014: El Índice Costero El Niño (ICEN): historia y actualización, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, febrero, 1, 2, 8-9.

Trenberth, K. 1997. The Definition of El Niño. Bulletin of the American Meteorological Society, 78 (12): 2771 – 2777.

Tsutomu M., K. Omasa y T. Horie. 2001. The Difference in Sterility due to High Temperatures during the Flowering Period among Japonica-Rice Varieties, Plant Production Science, 4:2, 90-93, DOI: 10.1626/pps.4.90.

Vazzoler A E.1982. Manual y métodos para estudios biológicos de poblaciones de Peixes. Reproducción y Crecimiento. CNP/PN2, 108 pp.

Wentz, F.J., L.Ricciardulli, C.Gentemann, T. Meissner, K.A. Hilburn, J. Scott, 2013: Remote Sensing Systems Coriolis WindSat [indicate whether you used Daily, 3-Day, Weekly, or Monthly] Environmental Suite on 0.25 deg grid, Version 7.0.1, [indicate subset if used]. Remote Sensing Systems, Santa Rosa, CA. Available online at www.remss.com/missions/windsat.

Whiley, A. W., T. S. Rasmussen, J. B. Saranah y B. N. Wolstenholme 1989. Effect of temperature on growth, dry matter production and starch accumulation in ten mango (*Mangifera indica* L.) cultivars, Journal of Horticultural science, 64:6, 753-765, DOI: 10.1080/14620316.1989.11516018.

VI. TABLAS

Tabla 1. Valores promedio de la TSM (en azul) y sus anomalías (en rojo) en las regiones El Niño en el Pacífico durante los últimos 6 meses. Fuente: DIHIDRONAV.

TSM - ATSM Mensual 2020								
R. Niño	Niño 4		Niño 3.4		Niño 3		Niño 1+2	
Jul.	28,9	+0,1	26,9	-0,3	25,1	-0,5	20,5	-1,2
Jun.	29,1	+0,2	27,3	-0,4	25,8	-0,7	22,1	-0,7
May.	28,9	+0,2	27,6	-0,2	26,9	-0,2	24,4	+0,1
Abr.	29,3	+0,8	28,3	+0,6	28,0	+0,5	26,0	+0,4
Mar.	29,3	+1,1	27,8	+0,6	27,4	+0,2	27,1	+0,5
Feb.	29,2	+1,1	27,1	+0,4	26,6	+0,2	26,5	+0,3

Tabla 2. Valores del Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en inglés) y el Índice Costero El Niño (ICEN) de octubre de 2019 hasta junio de 2020, así como sus valores temporales para julio y agosto de 2020. Fuente IGP.

Valores del Índice Costero El Niño					ONI	
Mes	ICENOI	Categoría	ICEN v5	Categoría	ONI	Categoría
10/2019	-1.07	Fría Débil	-0.60	Neutro	0.30	Neutro
11/2019	-0.56	Neutro	-0.40	Neutro	0.46	Neutro
12/2019	-0.23	Neutro	-0.25	Neutro	0.56	C. Débil
01/2020	0.10	Neutro	-0.16	Neutro	0.53	C. Débil
02/2020	0.26	Neutro	-0.15	Neutro	0.51	C. Débil
03/2020	0.47	C. Débil	0.10	Neutro	0.50	C. Débil
04/2020	0.33	Neutro	0.19	Neutro	0.28	Neutro
05/2020	-0.20	Neutro	0.02	Neutro	-0.01	Neutro
06/2020	-0.84	Neutro	-0.51	Neutro	-0.23	Neutro
Mes	ICENtmp	Categoría	ICENtmp	Categoría	ONItmp	Categoría
07/2020	-1.16	Fría Débil	-0.93	Neutro	-0.27	Neutro
08/2020	-1.05	Fría Débil	-0.95	Neutro	-0.44	Neutro

Tabla 3. Desembarque (t) mensual de la anchoveta en la región norte – centro durante la Primera Temporada de Pesca 2020. Fuente: IMARPE.

Mes/Flota	Industrial	Ind. Madera	Total	%
Mayo	511 186	48 706	559 892	23.69
Junio	1 024 918	311 953	1 336 871	56.56
Julio	377 210	89 563	466 773	19.75
Total	1 913 314	450 222	2 363 536	100.00
%	80.94	19.06	100.0	
Alcance de la cuota: 97.95 %				

Tabla 4. Volumen de agua almacenado en los reservorios principales para el mes de mayo. Fuente ANA.

Zona	Nombre Embalse	Operador	Fecha Registro	Departamento de Influencia	Volumen (hm ³)		Porcentaje % Almacenado
					Útil/Total	Almacenado	
Costa - Norte	Poechos	PECHP	31-Jul	Piura	438,30	435,60	99,40
Costa - Norte	San Lorenzo (Embalse)	JUSL	31-Jul	Piura	195,60	170,80	87,30
Costa - Norte	Tinajones	PEOT	31-Jul	Lambayeque	331,50	176,70	53,30
Costa - Norte	Gallito Ciego	PEJEZA	31-Jul	La Libertad	366,60	137,30	37,50
Costa - Centro	Viconga	STATKRAFT PERU S.A.	30-Jul	Lima	30,00	16,60	55,30
Costa - Centro	Ccaracocha	PETACC	31-Jul	Ica	40,00	29,50	73,80
Costa - Centro	Choclococha	PETACC	31-Jul	Ica	131,10	125,80	96,00
Costa - Sur	Condorama	AUTODEMA	31-Jul	Arequipa	259,00	223,30	86,20
Costa - Sur	Pañe	AUTODEMA	31-Jul	Arequipa	99,60	74,30	74,60
Costa - Sur	Dique Los Españoles	AUTODEMA	31-Jul	Arequipa	9,10	5,90	64,80
Costa - Sur	Pillones	AUTODEMA	31-Jul	Arequipa	78,50	58,30	74,30
Costa - Sur	El Frayle	AUTODEMA	31-Jul	Arequipa	127,20	130,20	100,00
Costa - Sur	Aguada Blanca	AUTODEMA	31-Jul	Arequipa	30,40	25,20	82,90
Costa - Sur	Chalhuanca	EGASA	31-Jul	Arequipa	25,00	5,70	22,80
Costa - Sur	Bamputañe	EGASA	31-Jul	Arequipa	40,00	22,60	56,50
Costa - Sur	Pasto Grande	PERPG	31-Jul	Moquegua	200,00	172,50	86,30
Costa - Sur	Represa Paucarani	PET	31-Jul	Tacna	10,50	9,10	86,70
Costa - Sur	Represa Jarumas	PET	31-Jul	Tacna	12,50	13,10	100,00
Costa - Sur	Aricota	EGESUR	31-Jul	Tacna	280,00	216,50	77,30
Sierra - Centro	Lago Junín	STATKRAFT PERU S.A.	30-Jul	Junín	441,00	221,70	50,30
Sierra - Centro	Cuchoquesera	Proyecto Cachi	31-Jul	Ayacucho	80,00	58,70	73,40
Sierra - Sur	Lagunillas	PELTC	31-Jul	Puno	585,10	468,50	80,10
Sierra - Sur	Sibinacocha	EGEMSA	31-Jul	Cusco	110,00	103,60	94,20
Situación Nacional					3 921,00	2 901,50	74,00

Tabla 5. Monitoreo fenológico de los principales cultivos de mango, arroz y olivo durante el mes de julio del 2020. Fuente: SENAMHI.

CULTIVO	REGIÓN	ESTACIÓN	VARIEDAD	FECHA DE SIEMBRA	FASE FENOLÓGICA	ESTADO	OBSERVACIONES
MANGO	Tumbes	Cañaverl	Criollo		Floración	Bueno	
	Piura	Chulucanas	Edward		Floración	Bueno	
	Piura	Bigote	Criollo		Floración	Bueno	
	Lambayeque	Olmos	Edward		Floración	Bueno	
	Lambayeque	Tongorape	Kent		Brote Vegetativo	Bueno	
	Lambayeque	Jayanca	Kent		Brote Vegetativo	Bueno	
	Ancash	Buena Vista	Criollo		Floración	Bueno	
ARROZ	Piura	Bernal	IR-43	02703/2020	Maduración córnea	Bueno	Finalizó la cosecha: rendimiento 4700 kg/ha
	Piura	Partidor	Mallares	08/07/2020	Plántula	Bueno	Se realizó el abonamiento del almácigo
	Piura	Morropón	Mallares				Terreno en descanso
	Lambayeque	Oyotun	El Valor				
	Lambayeque	Puchaca	La Puntilla	22/07/2020	Emergencia	Bueno	
	Lambayeque	Lambayeque	IR-43				
OLIVO	Moquegua	Ilo	Sevillana				
	Tacna	La Yarada	Sevillana		Maduración final/Diferenciación floral	Bueno	Se realizó las últimas cosechas de aceituna negra; mientras que, en otros árboles se inició la diferenciación floral

Tabla 6. Pronóstico del ONI por los modelos de NMME (promedios trimestrales de los pronósticos de las anomalías de la TSM en la región Niño 3.4). Fuente: IGP.

Modelo	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDE	DEF	EFM
CFS2		-0.41	-0.65	-0.82	-0.96	-0.88	-0.65	-0.36
CanCM4i		-0.64	-0.99	-1.23	-1.32	-1.32	-1.24	-1.07
GEM_NEMO		-0.60	-0.86	-1.05	-1.16	-1.22	-1.14	-1.00
GFDL		-0.19	-0.15	-0.04	0.10	0.25	0.40	0.56
NASA		-0.82	-1.41	-1.87	-2.06	-2.00	-1.71	-1.34
GFDL_FLOR		-0.27	-0.30	-0.27	-0.17	-0.04	0.13	0.35
NCAR_CCSM4		-0.38	-0.56	-0.70	-0.85	-0.91	-0.86	-0.66
NMME		-0.48	-0.70	-0.85	-0.92	-0.87	-0.73	-0.50
ONItmp	-0.27							

Tabla 7. Pronóstico del ICEN por los modelos de NMME (promedios trimestrales de los pronósticos de las anomalías de la TSM en la región Niño 1+2). Fuente: IGP.

Modelo	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDE	DEF	EFM
CFS2		-1.03	-0.72	-0.37	-0.35	-0.42	-0.42	-0.31
CanCM4i		-0.96	-0.77	-0.61	-0.5	-0.39	-0.28	-0.15
GEM_NEMO		-1.09	-0.98	-0.86	-0.84	-0.8	-0.68	-0.47
GFDL		-0.71	-0.35	-0.15	-0.03	0.07	0.13	0.13
NASA		-1.17	-1.04	-0.9	-0.89	-0.99	-0.98	-0.8
GFDL_FLOR		-0.67	-0.33	-0.2	-0.13	0.04	0.16	0.25
NCAR_CCSM4		-1.04	-0.71	-0.34	-0.23	-0.32	-0.4	-0.37
NMME		-0.95	-0.7	-0.49	-0.42	-0.4	-0.35	-0.25
ICENtmp	-0.93							

Tabla 8. Probabilidades estimadas de las magnitudes de El Niño – La Niña en el Pacífico central en el verano diciembre 2020 – marzo 2021.

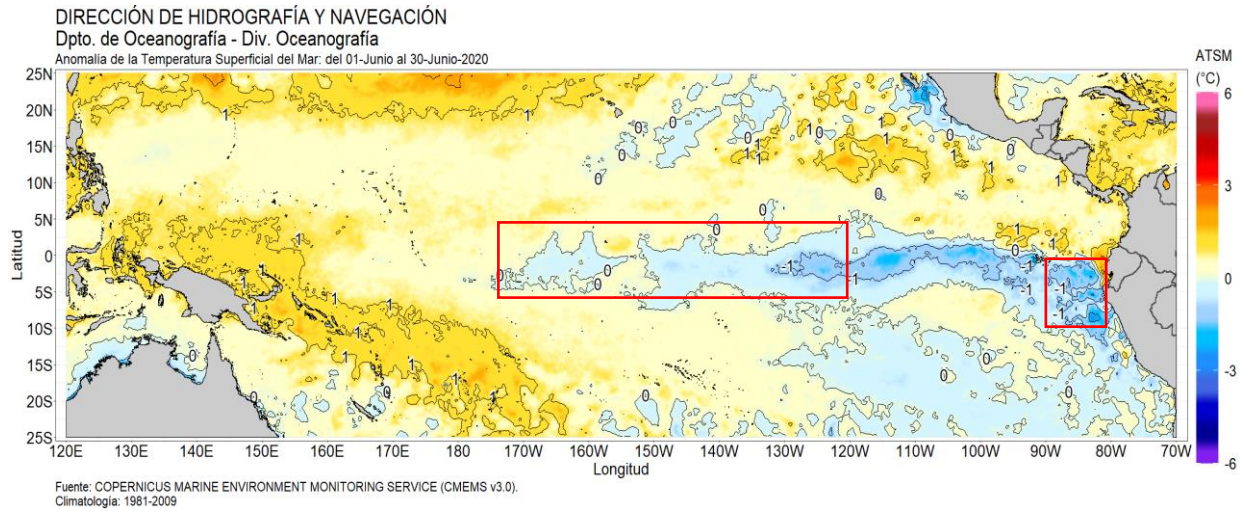
Magnitud del evento Diciembre 2020 – marzo 2021	Probabilidad de Ocurrencia
El Niño moderado	1 %
El Niño débil	9 %
Neutro	57 %
La Niña débil	29 %
La Niña moderada	4 %

Tabla 9. Probabilidades estimadas de las magnitudes de El Niño – La Niña en el Pacífico oriental en el verano diciembre 2020 – marzo 2021.

Magnitud del evento Diciembre 2020 – marzo 2021	Probabilidad de Ocurrencia
El Niño fuerte	0 %
El Niño moderado	2 %
El Niño débil	15 %
Neutro	64 %
La Niña débil	18 %
La Niña moderada	1 %

VII. FIGURAS

a) Junio 2020



b) Julio 2020

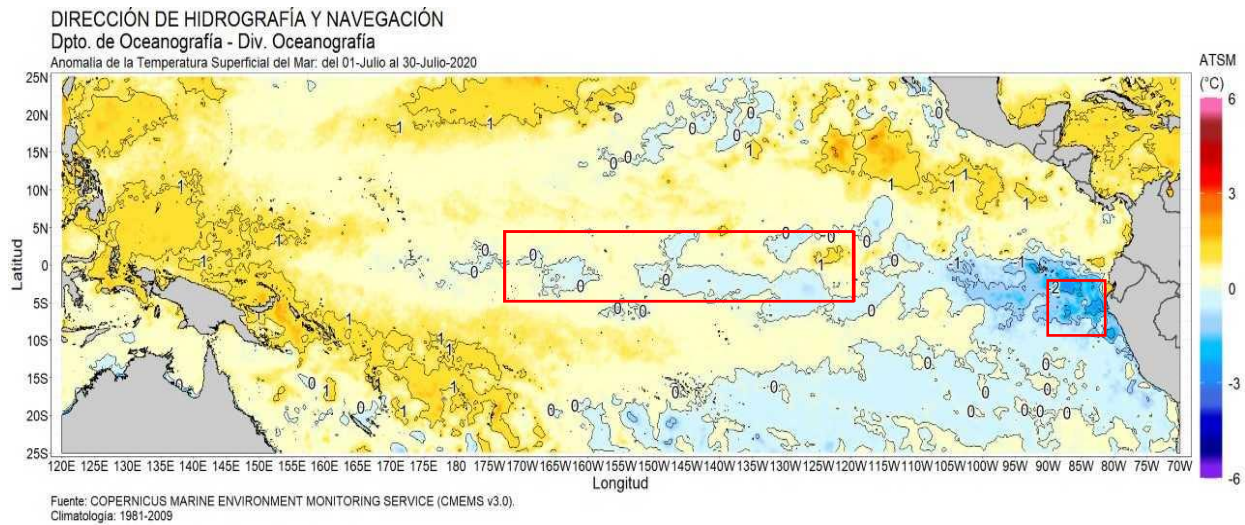


Figura 1. Promedio mensual de las anomalías de TSM en el Pacífico central durante junio (a) y julio 2020 (b). Las regiones El Niño 3.4 y El Niño 1+2 están delimitadas con los recuadros rojos. Fuente: CMEMS v.3.0, Procesamiento: DIHIDRONAV.

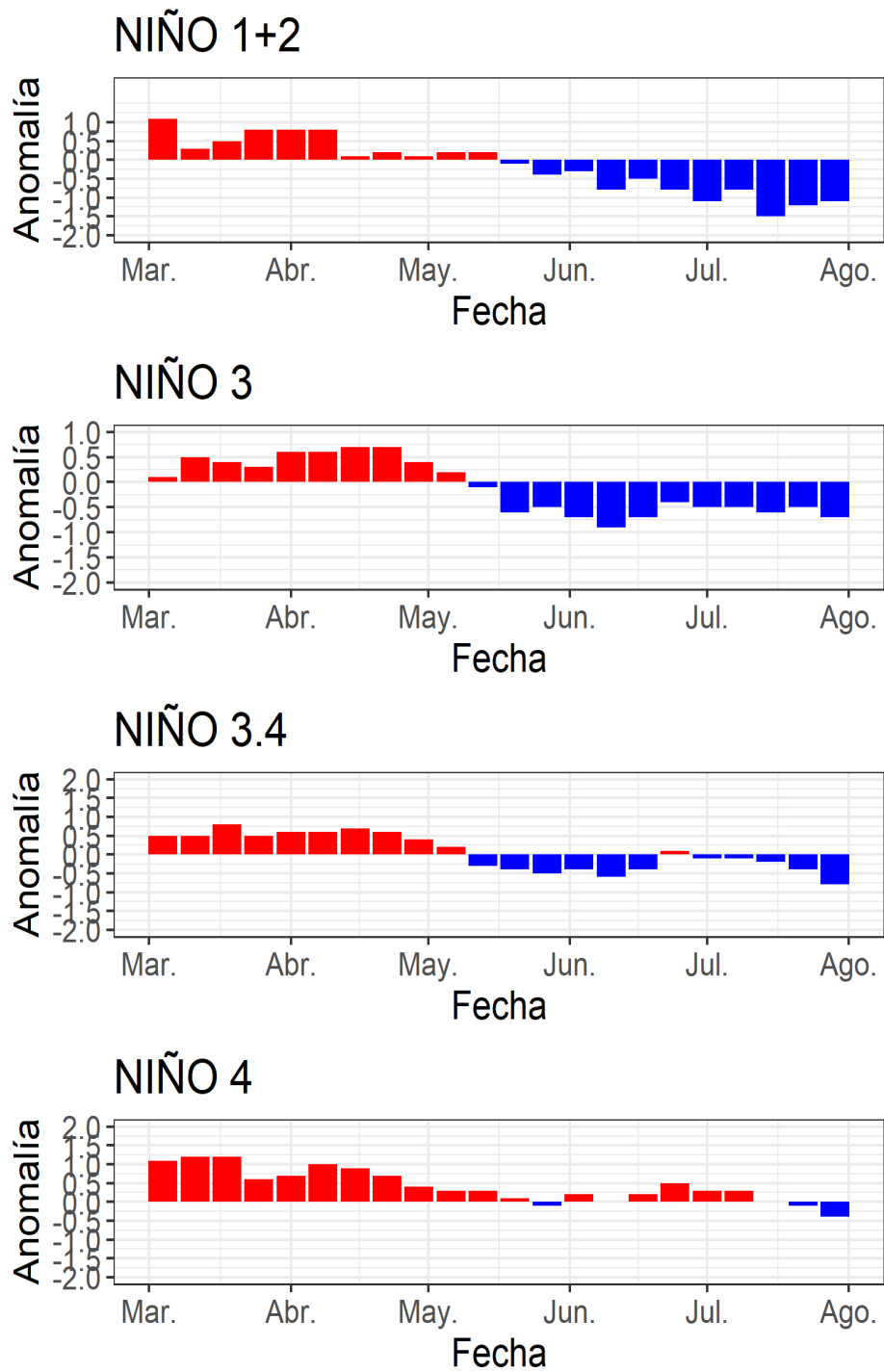


Figura 2. Series de tiempo de las anomalías semanales de la TSM (°C) en las regiones Niño, desde mediados de febrero hasta fines de julio del 2020. Fuente: AVHRR NCEP/NOAA; procesamiento: DIHIDRONAV.

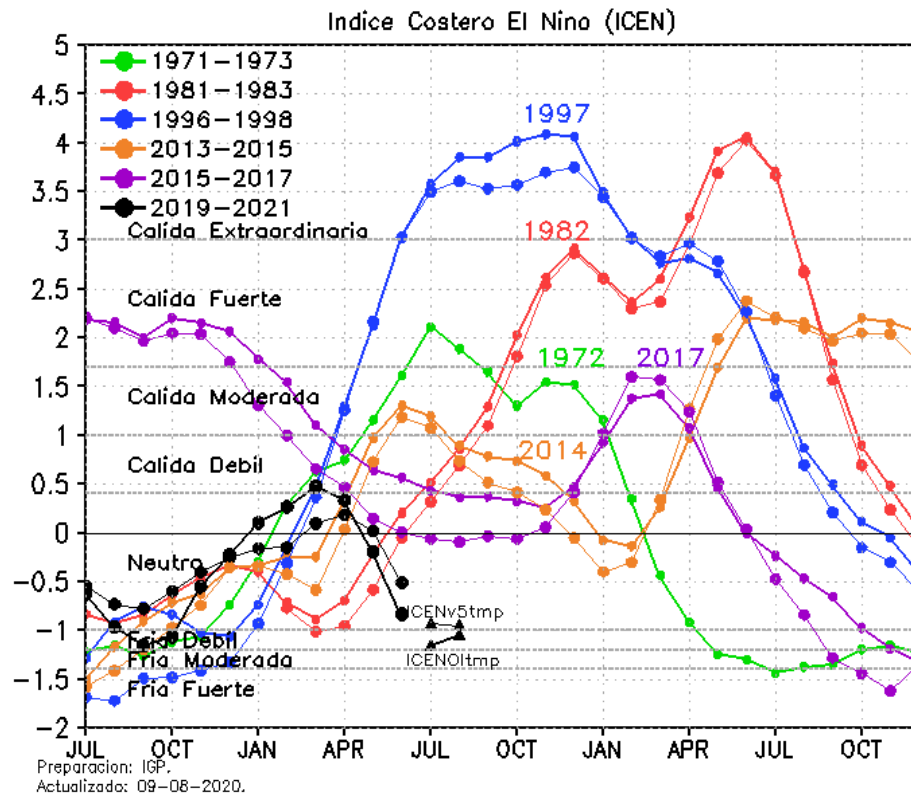
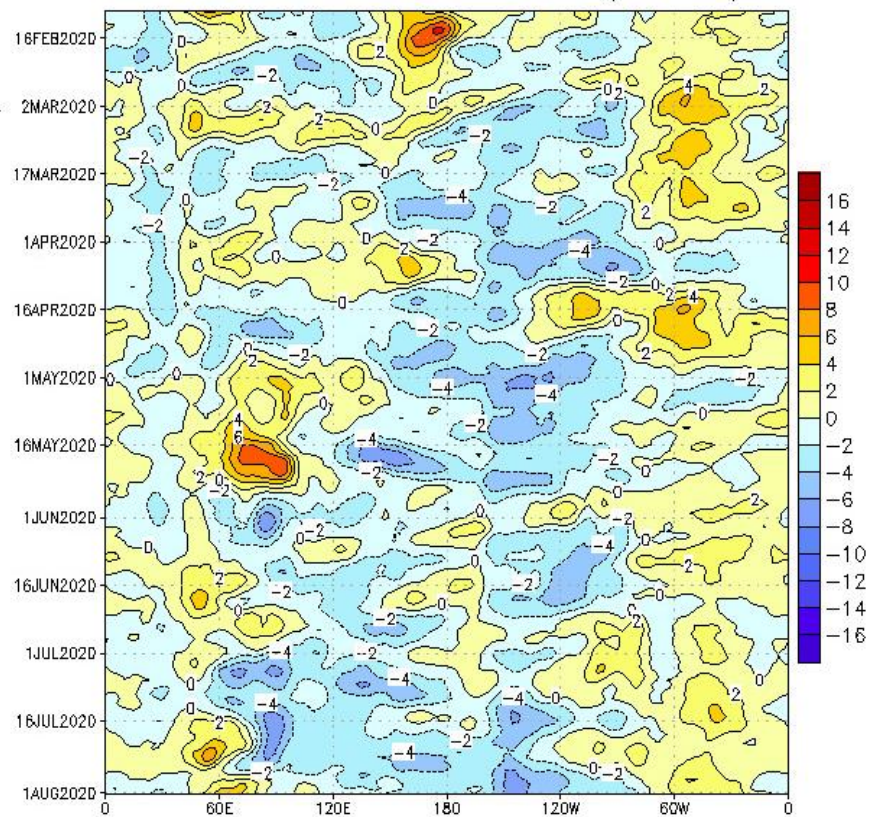


Figura 3. Variabilidad temporal del ICEN (líneas gruesas estimado con OISSTv2 y líneas delgadas con ERSSTv5) para los años 1971-1973 (verde), 1981-1983 (rojo), 1996-1998 (azul), 2013-2015 (anaranjado), 2015-2017 (morado), y 2020-2021 (negro). Fuente: IGP.

a)

850-hPa U Anoms. (5N-5S)



b)

200-hPa U Anoms. (5N-5S)

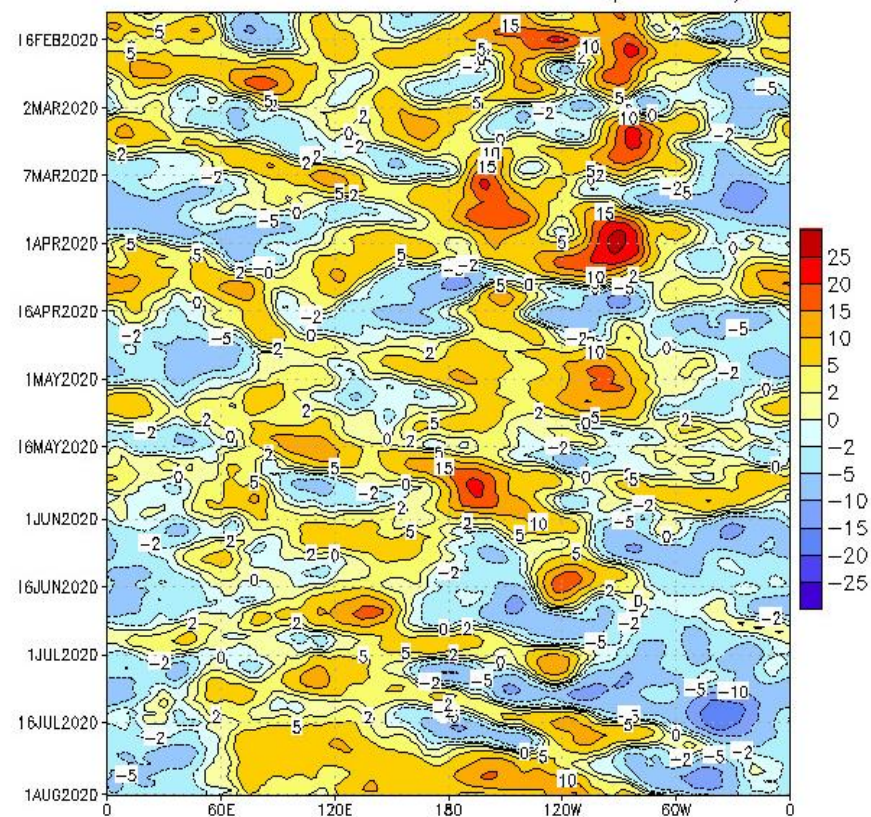


Figura 4. Anomalías de vientos zonales a 850 hPa (a) y 200 hPa (a) entre los 5°S y 5°N en la franja ecuatorial, aplicando una media móvil de 5 meses. Procesamiento: SENAMHI

JULIO 2020

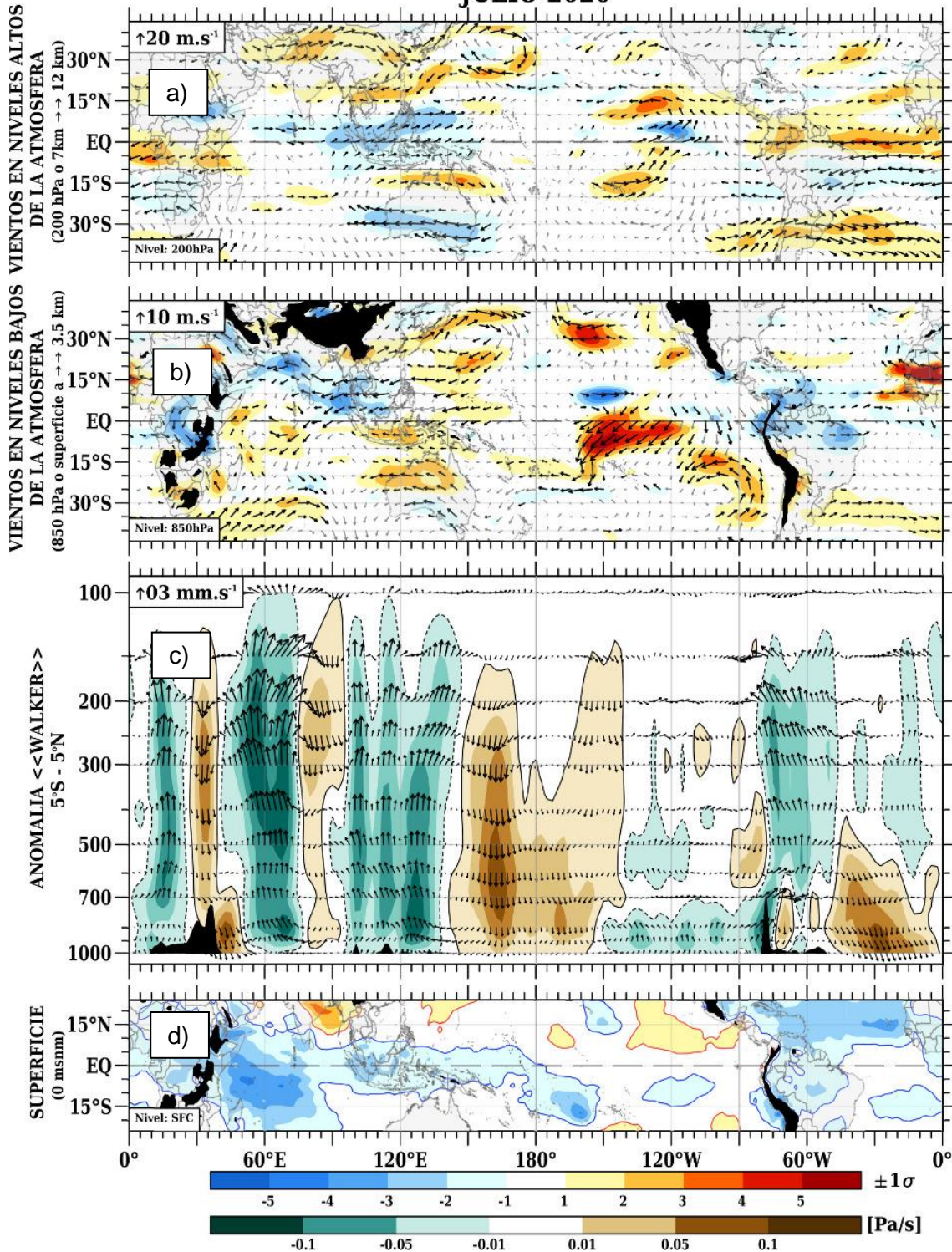


Figura 5. (a) Anomalías de los vientos (colores) y su dirección (flechas) en niveles altos (200 hPa) y (b) bajos (850 hPa) de la atmósfera para el mes de junio del 2020. (c) Patrón anómalo de la circulación atmosférica ecuatorial (Walker) para el mes de julio de 2020. (d) Anomalías de presión a nivel del mar; a), b) y d) expresado en valores de desviación estándar. Fuente: SPC/SENAMHI.

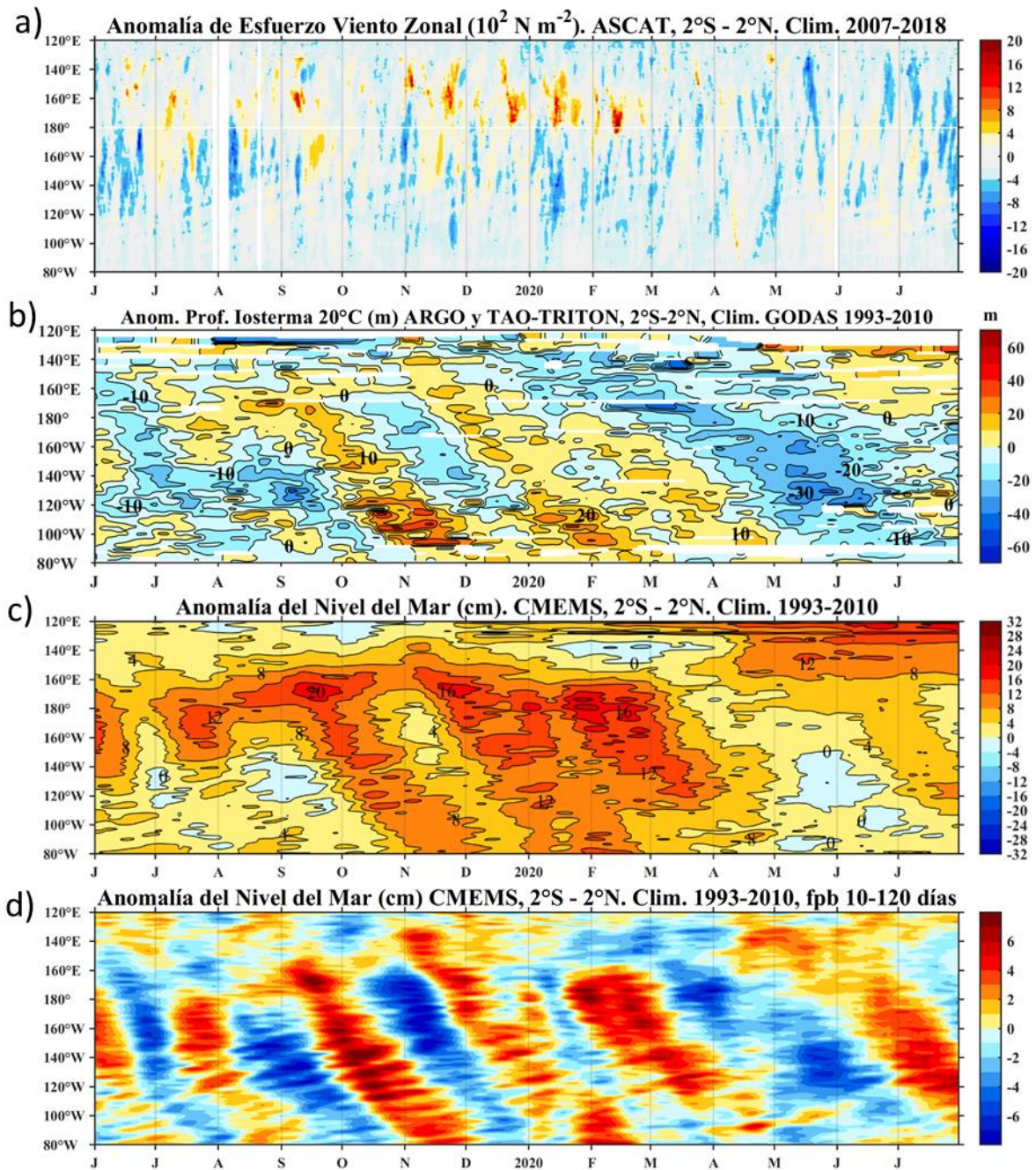


Figura 6. Diagrama Hovmöller de a) Anomalia del esfuerzo de viento zonal (10^2 Nm^{-2}), b) anomalia de la profundidad de la isoterma de 20 °C (m) suavizado de 11 días, fuente: ARGO y TAO-TRITON, climatología: 1993-2010, c) anomalia del nivel medio del mar diario (cm) y d) anomalia del nivel del mar diario (cm) con un filtro pasa banda de 10 - 120 días, fuente: CMEMS v3.0, climatología: 1993-2010; ambos en el Pacifico Ecuatorial (140°W-80°W y 2°N-2°S). Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

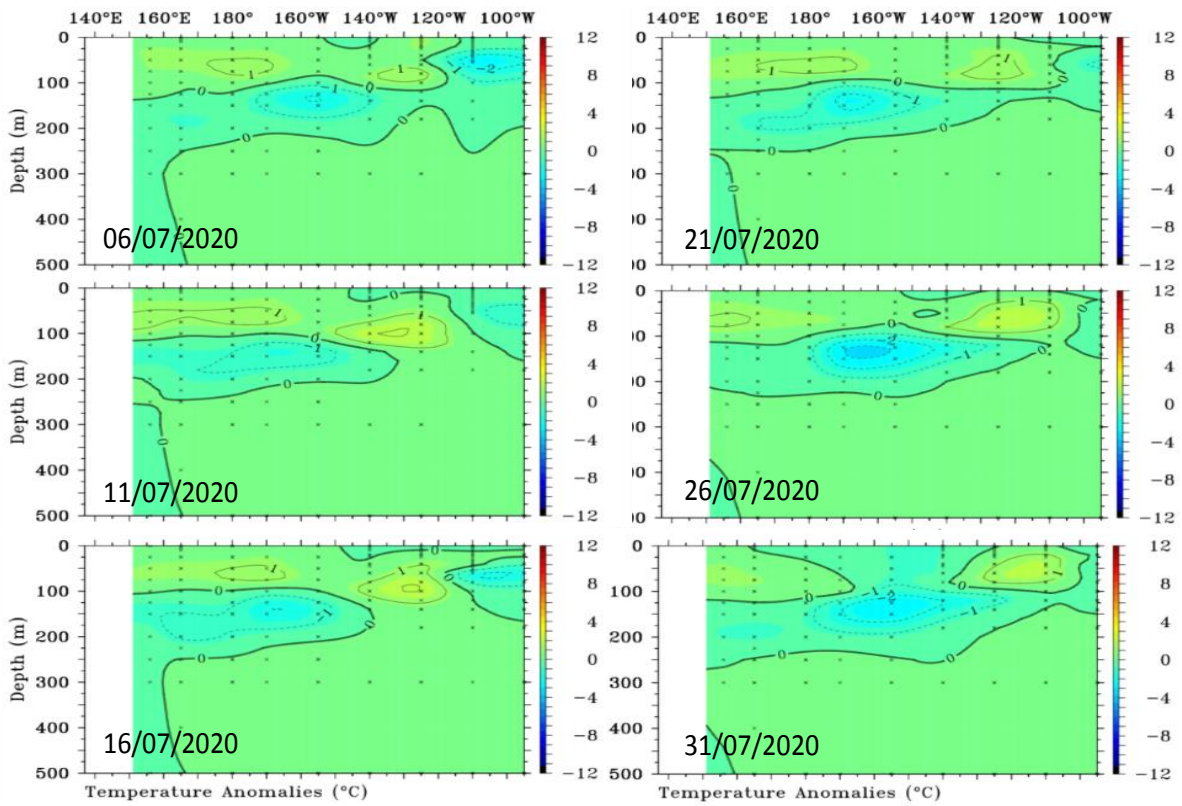


Figura 7. Anomalías de temperatura (°C) en la capa superior (0-500 m) del Pacífico Ecuatorial (2°S - 2°N), en promedios de cinco días durante julio de 2020 (las fechas indican el último día, los contornos están separados a 1°C). Periodo base 1981-2010. Fuente TAO/TRITON, Adaptado PMEL/NOAA.

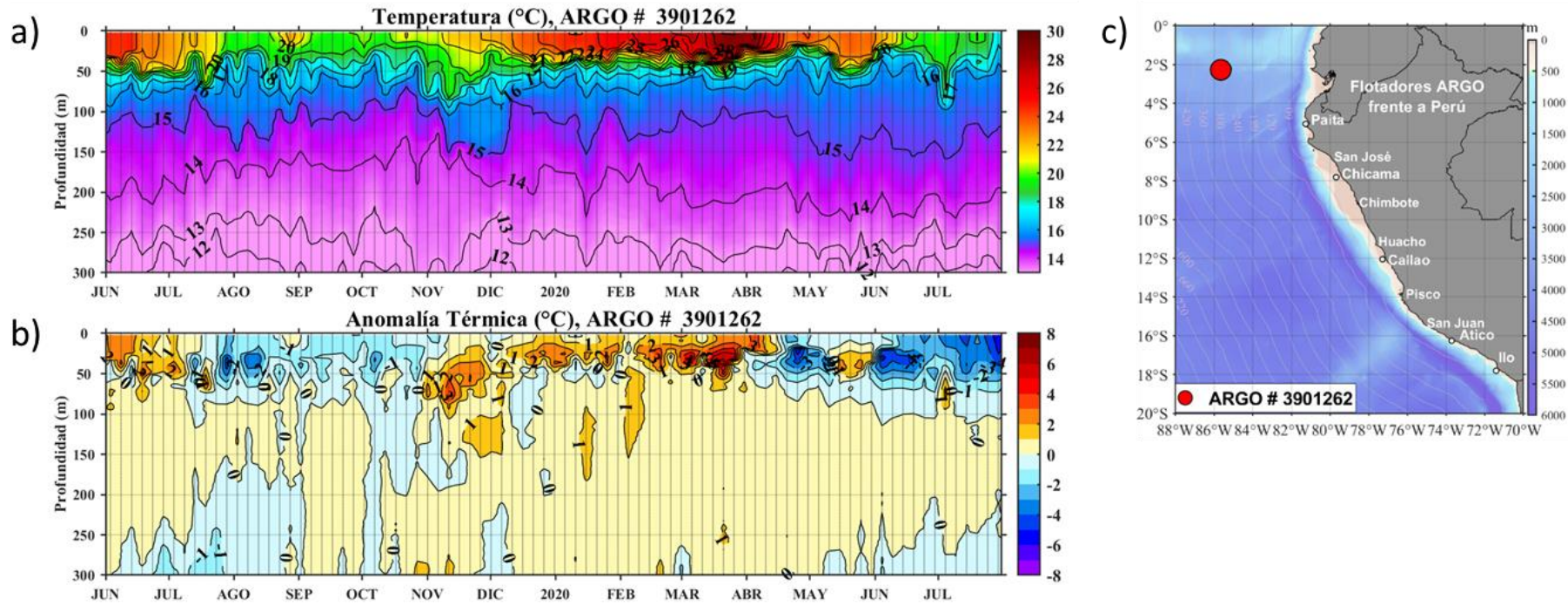


Figura 8. Evolución de la (a) temperatura (°C), y (b) anomalía de la temperatura (°C) del agua de mar del flotador ARGO frente al este de Galápagos (85,6°W – 2,3°S) (c), entre junio de 2019 y julio 2020. Las anomalías de la temperatura y salinidad del agua (°C) se calcularon en base al promedio climatológico de 1981-2010. Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

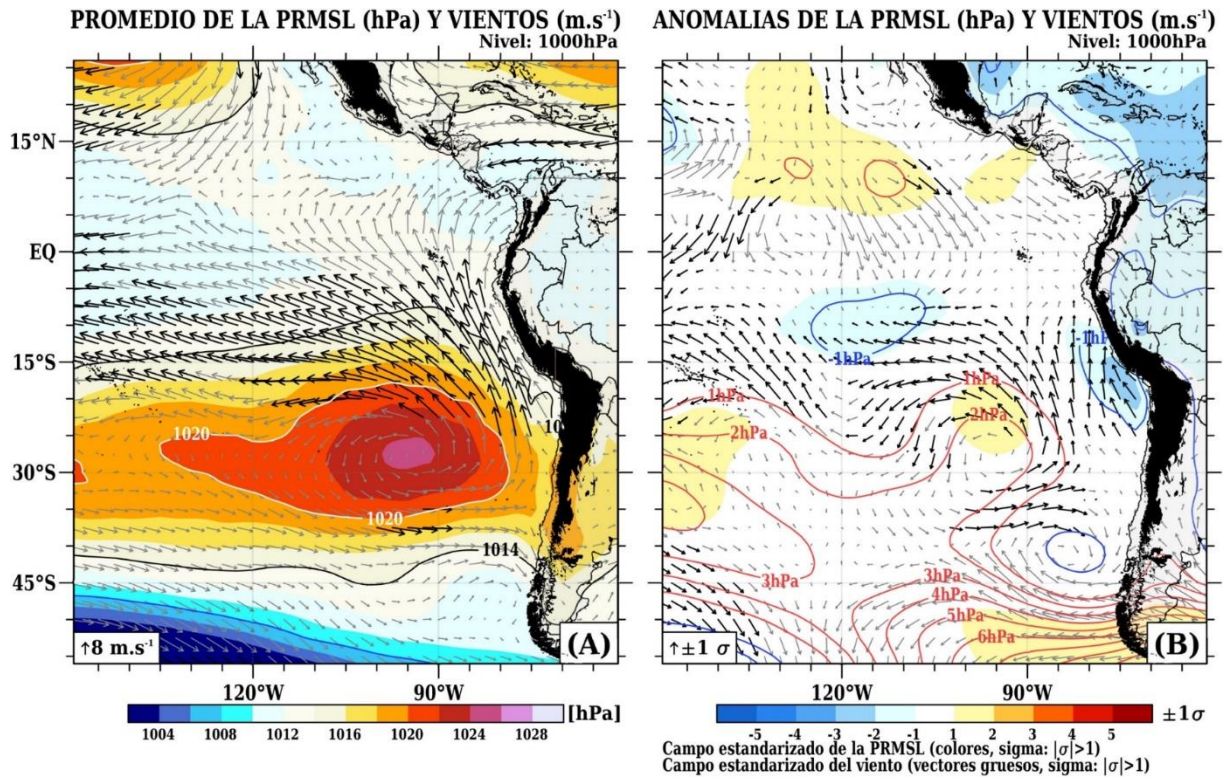
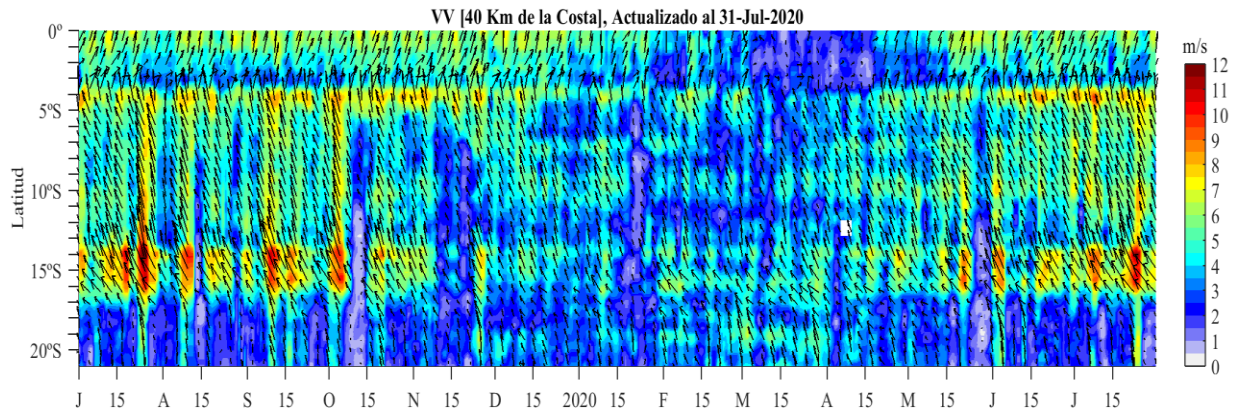


Figura 9. Promedio mensual (izquierda) y anomalías (derecha) de la presión reducida a nivel del mar (PRMSL, colores) y vientos (flechas) para julio 2020. Procesamiento: SENAMHI.

a)



b)

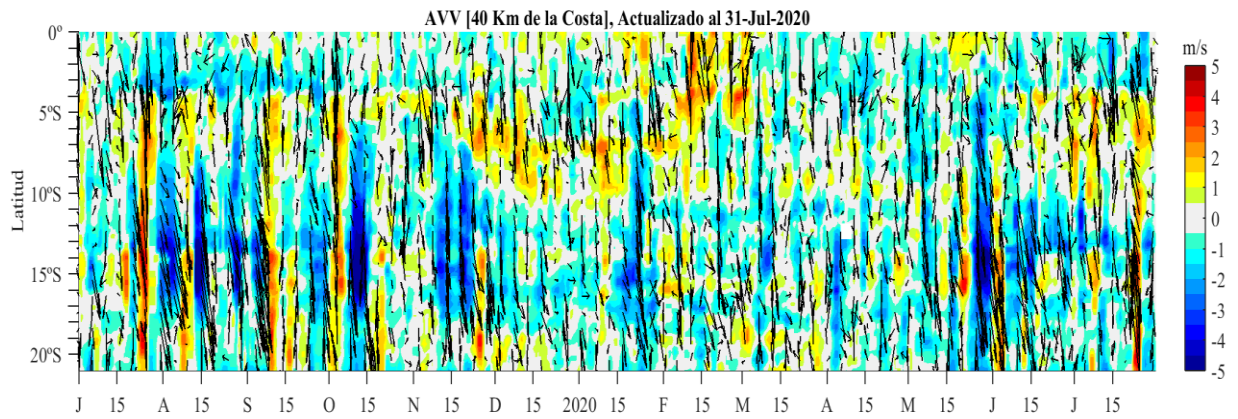


Figura 10. a) Velocidad del viento (m s^{-1}), y b) anomalía del viento (m s^{-1}), desde los 0° hasta 20°S en el periodo durante los últimos 12 meses. Los vectores representan la dirección del viento y anomalía de la dirección del viento, respectivamente. Actualizado al 08 de agosto. Datos: ASCAT. Procesamiento: IMARPE.

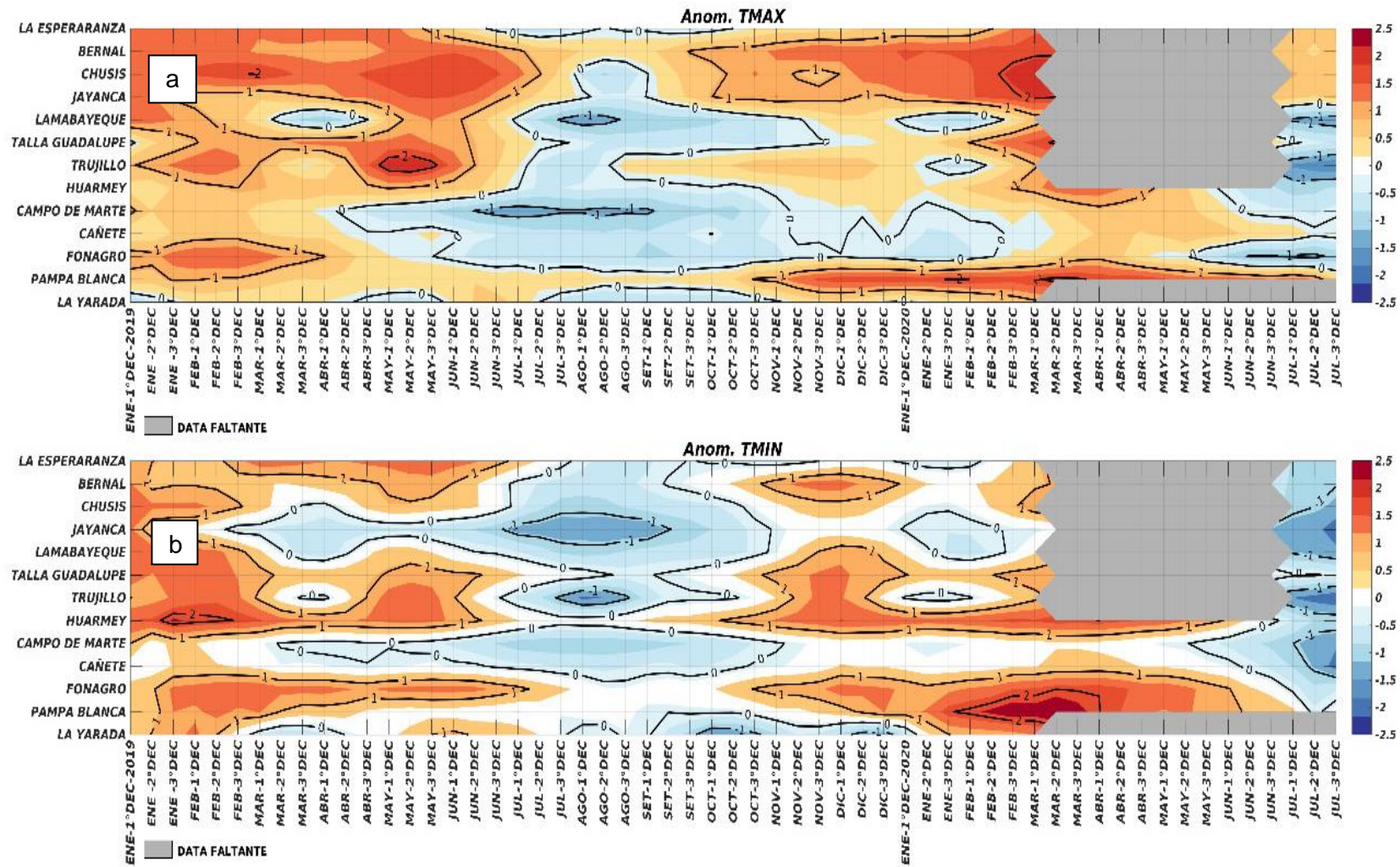


Figura 11. Temperaturas del aire máxima (a) y mínima (b) en las estaciones costeras de SENAMHI entre enero 2019 hasta julio 2020. Fuente: SENAMHI.

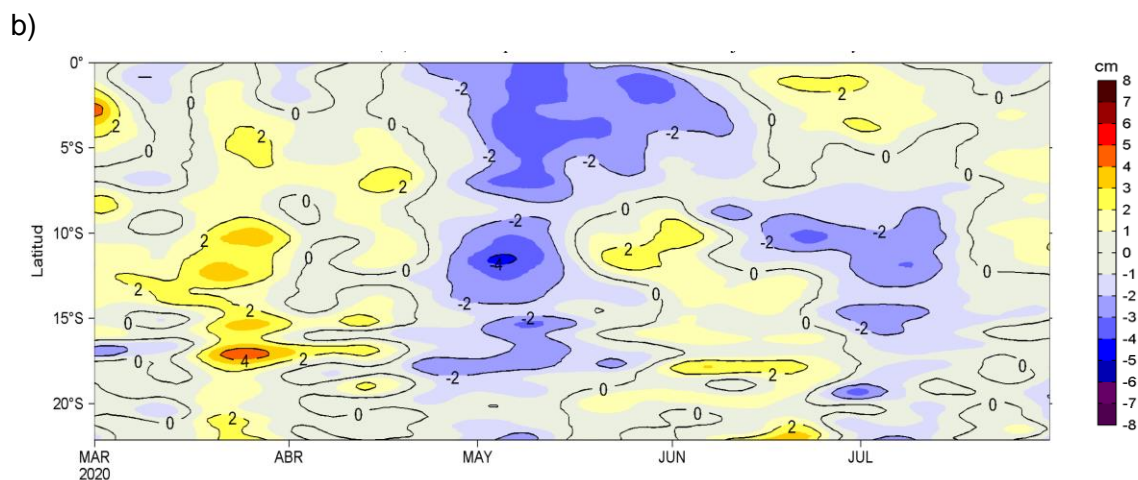
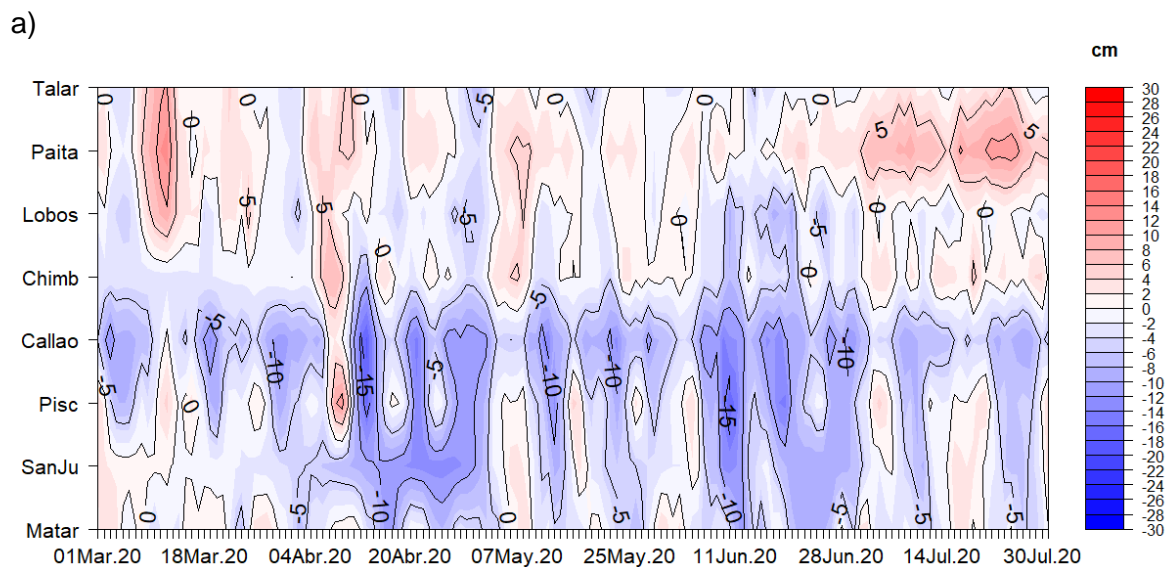


Figura 12. Anomalías diarias del nivel del mar (cm), actualizados al 31 de julio del 2020: a) Diagrama Hovmöller durante el último semestre en estaciones costeras de la DIHIDRONAV y b) Diagrama Hovmöller de las anomalías con un doble filtro pasa banda de 10 y 120 días, para una franja de 60 m.n. (~111 km) adyacente al litoral peruano. Fuente: CMEMS v3.0; Climatología: 1993-2012. Procesamiento: LHF/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

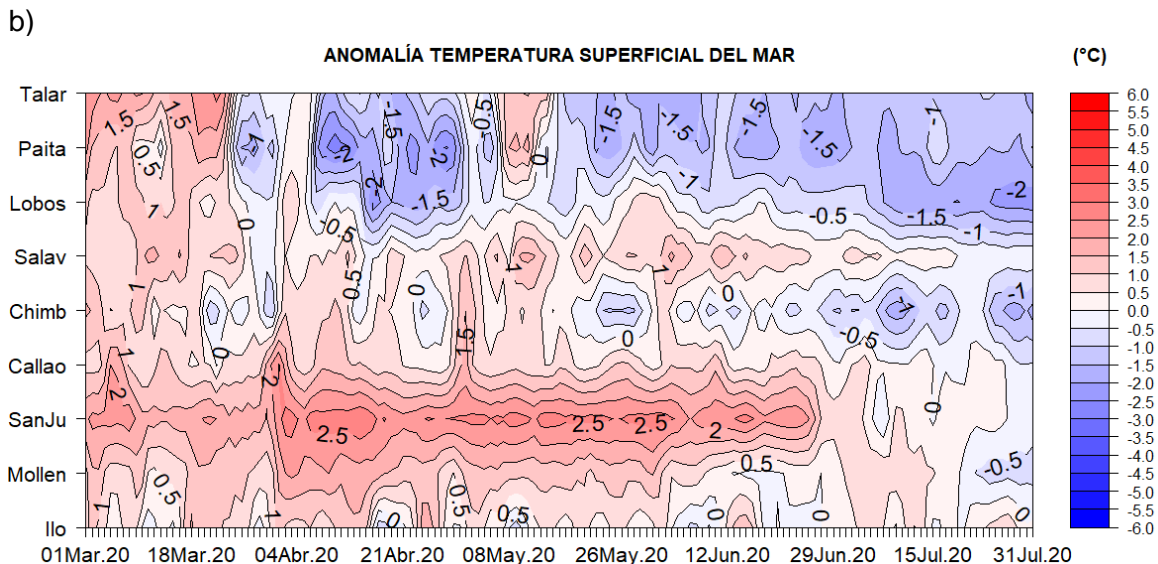
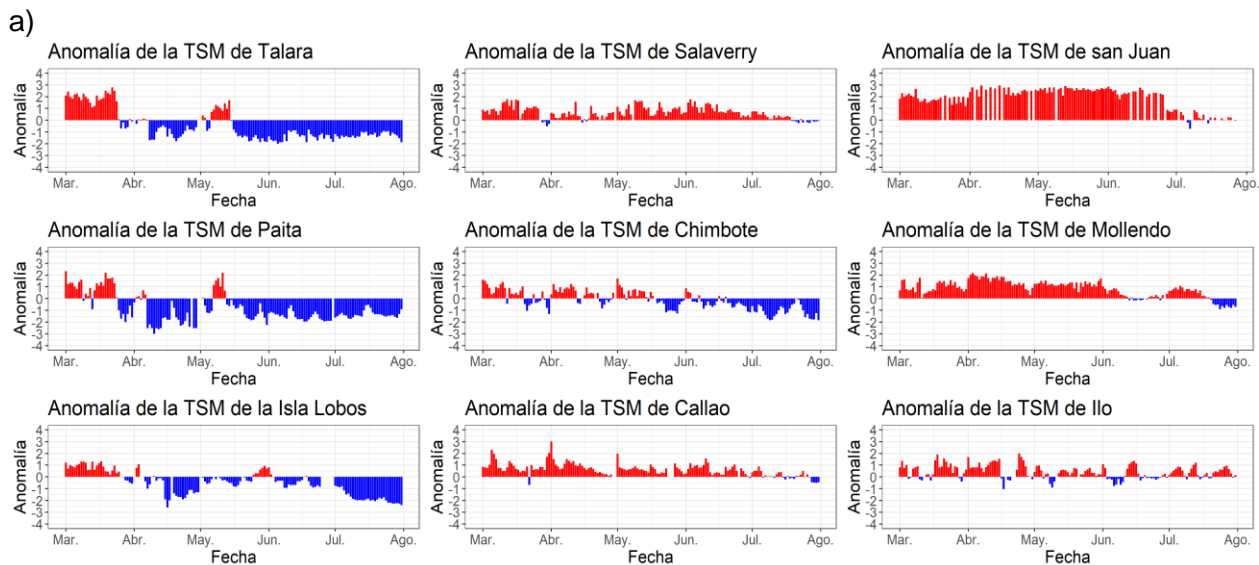


Figura 13. Anomalia de TSM diaria a lo largo de la costa peruana durante los últimos 3 meses, a) serie y b) Hovmöller. Actualizado al 31 de julio. Climatología: 1981-2010. Fuente: DIHIDRONAV,

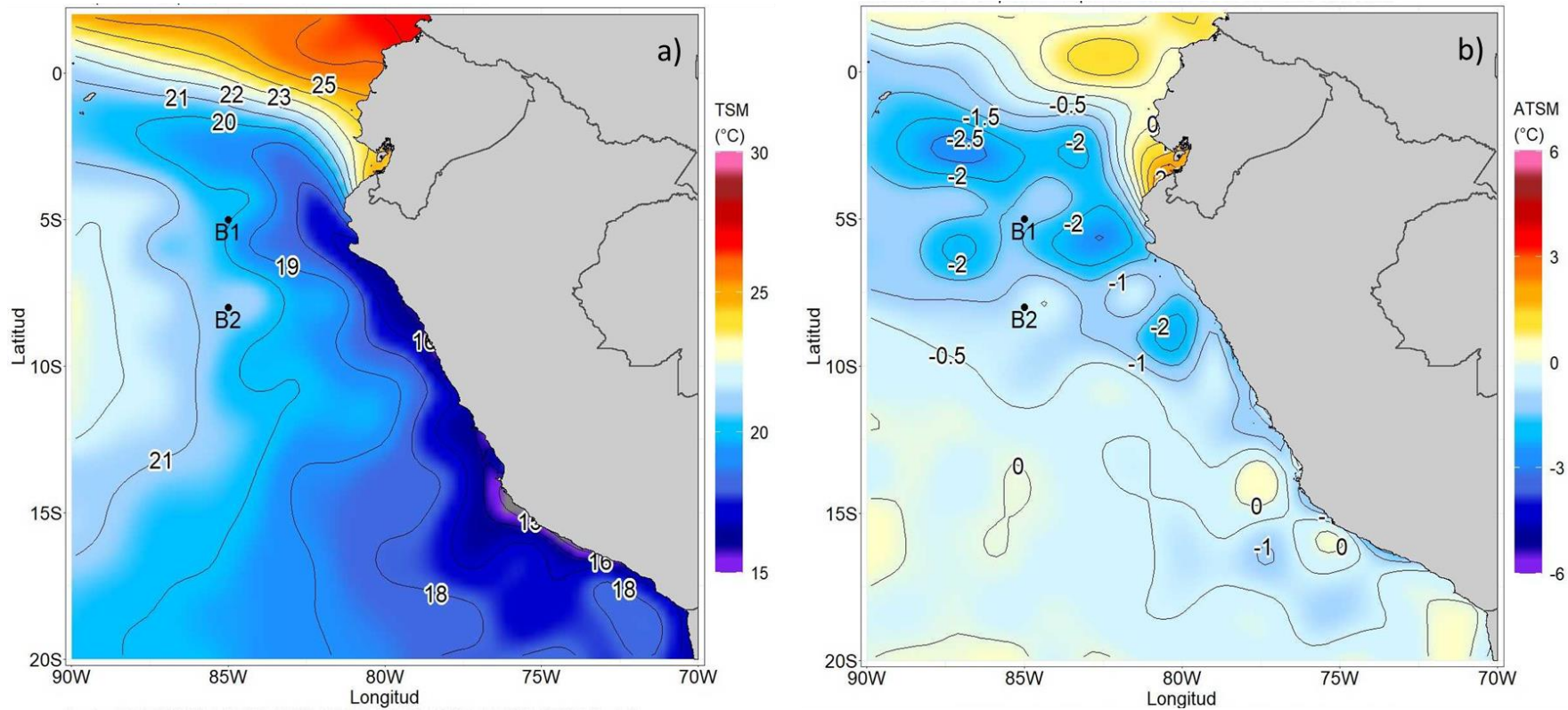


Figura 14. Mapa de temperatura (a) y anomalía superficial del mar (b) frente a la costa peruana, durante el mes de julio del 2020. Fuente: CMEMS v3.0. Procesamiento: DIHIDRONAV.

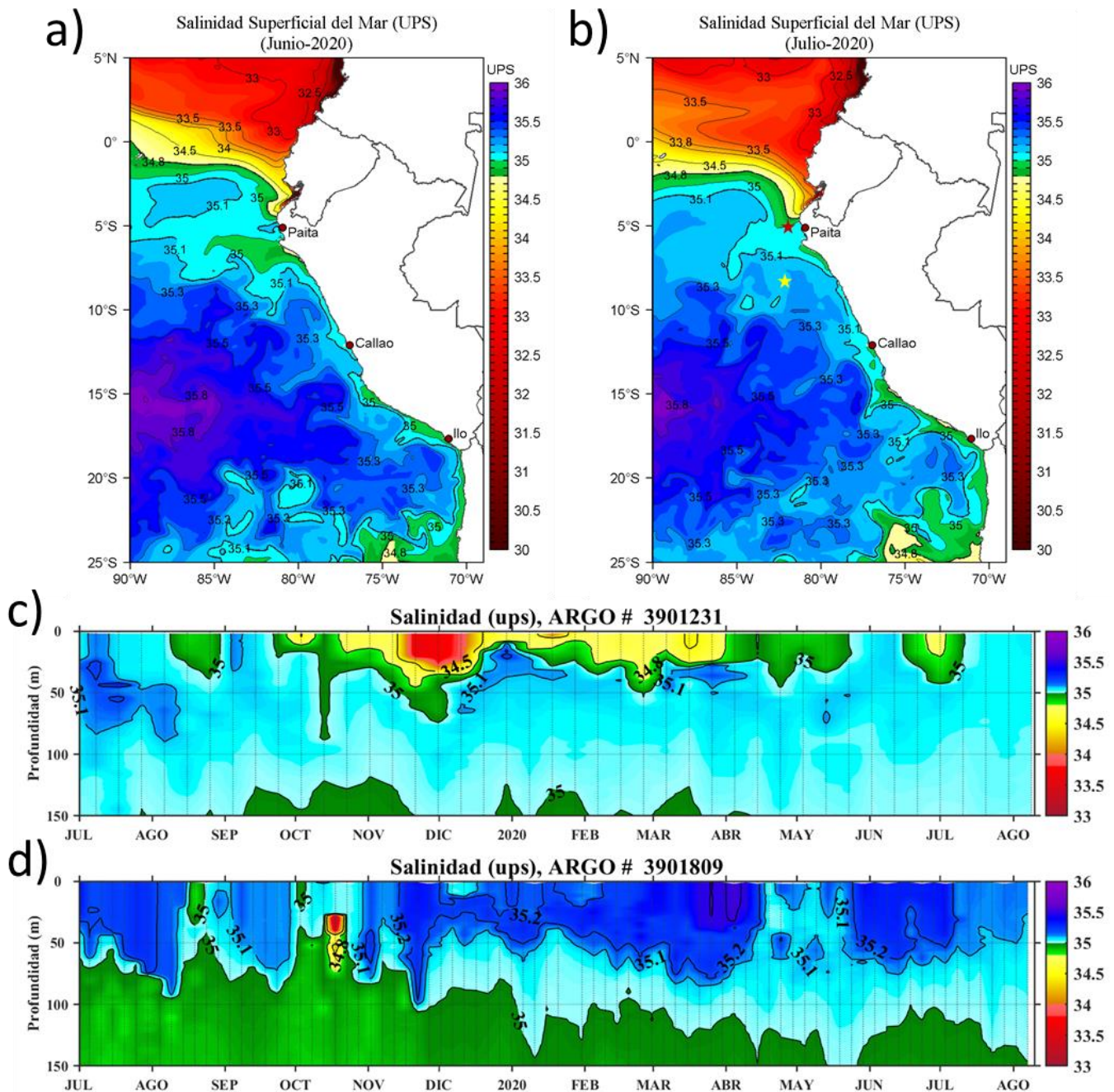


Figura 15. Distribución espacial promedio de la Salinidad Superficial del Mar (UPS), según el producto MERCATOR, para el mes de a) junio y b) julio de 2020 en el océano Pacífico tropical oriental; y evolución de la salinidad del agua de mar en dos flotadores ARGO frente a la costa peruana: c) flotador 3901231 frente a Paíta (estrella roja en la Figura b), y d) flotador 3901809 frente a Chicama (estrella amarilla en la Figura b), fuente: ARGO. Climatología: 1981-2010 (IMARPE).

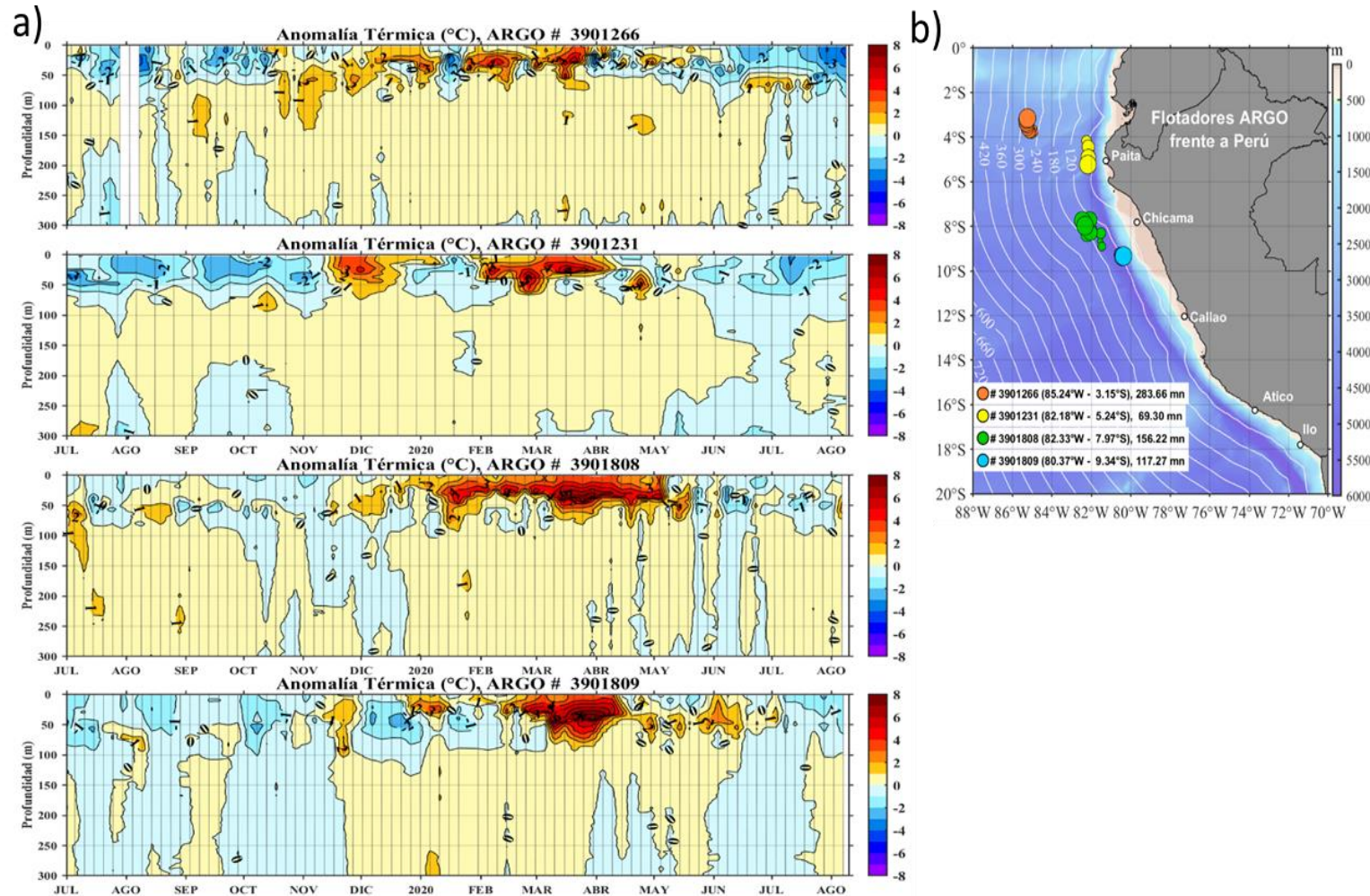
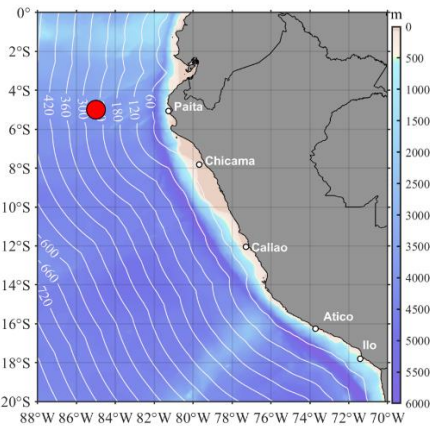
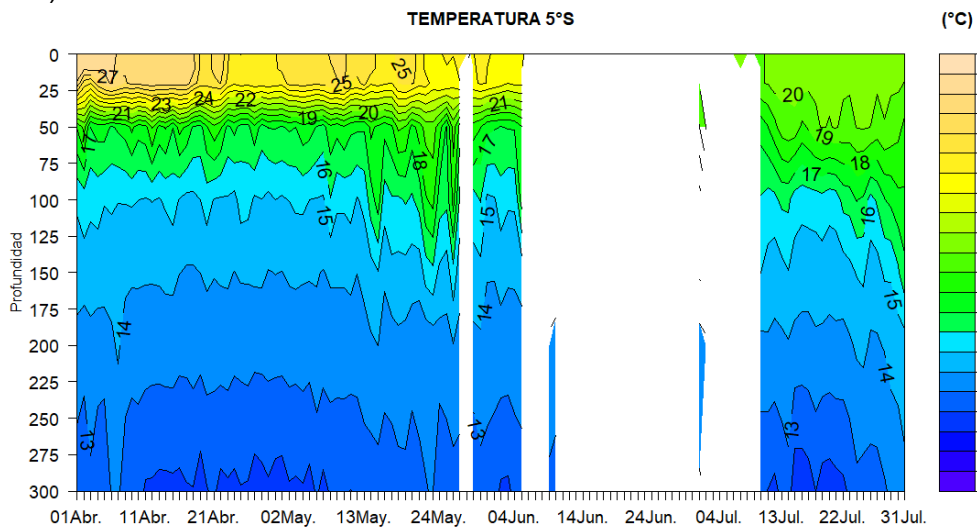


Figura 16. Evolución de la anomalía de la temperatura del agua de mar en la a) flotadores ARGO y b) ubicación de las últimas posiciones, coordenadas geográficas y distancia a la costa para julio y hasta la primera semana de agosto de los flotadores ARGO. Fuente: ARGO, climatología: 1981-2010 (IMARPE). Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

a)



b)



c)

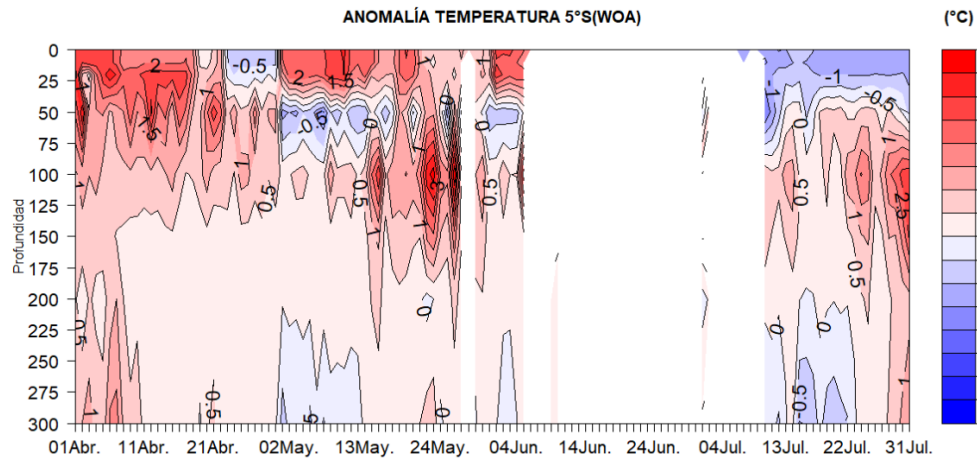


Figura 17. Ubicación de la boya de DIHIDRONAV (a), y diagramas de contornos de la (b) temperatura y (c) anomalía de la temperatura de la boya oceanográfica ubicada en 85°W – 05°S desde abril hasta julio 2020. Fuente: Climatología WOA-2018. Procesamiento: DIHIDRONAV.

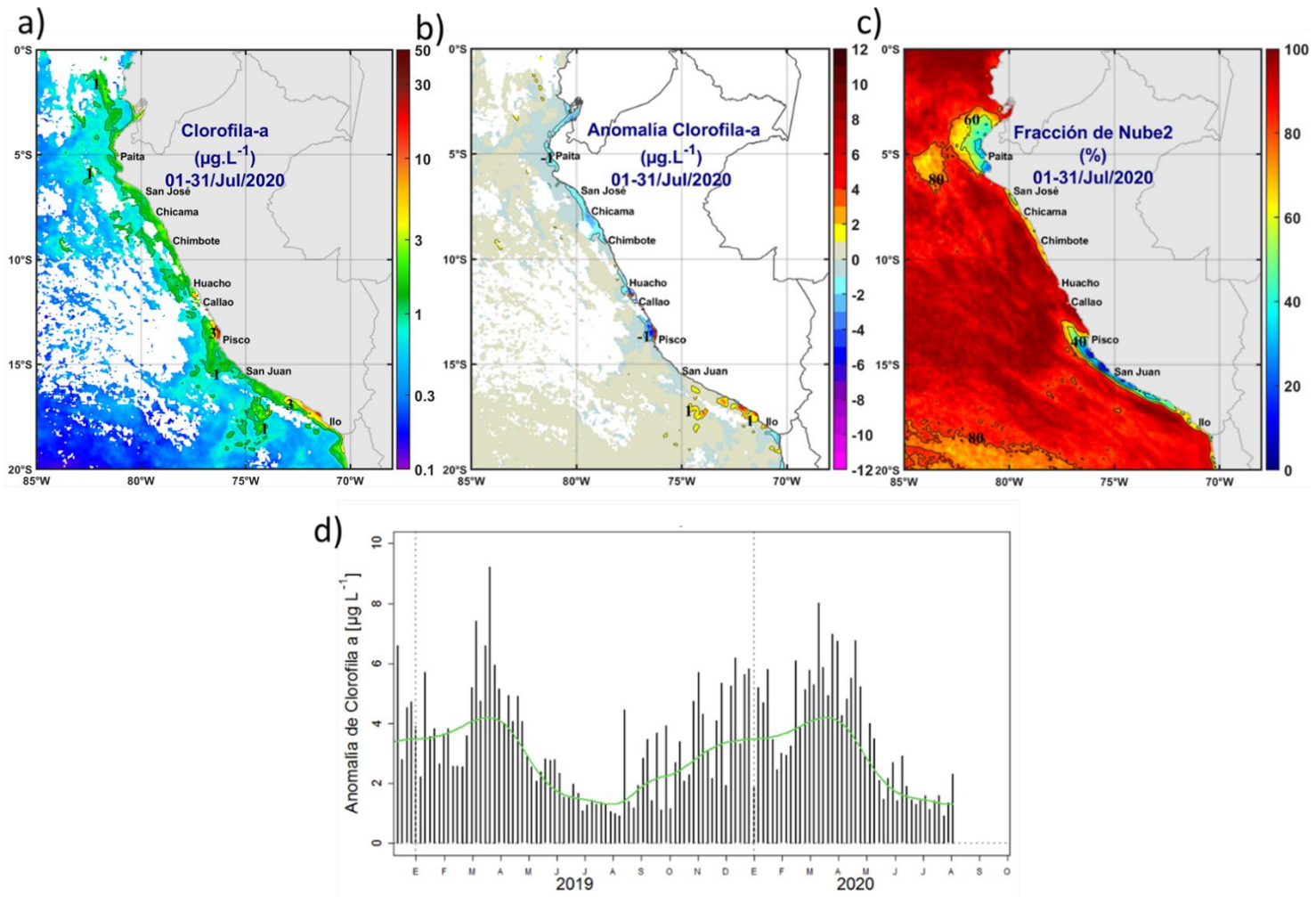


Figura 18. Mapa promedio de la concentración de clorofila-a satelital (a), y su anomalía (b), y la fracción de nubes (c) proveniente de MODIS-AQUA durante julio de 2020 ($\mu\text{g L}^{-1}$). En (d), se muestra la serie de tiempo de las concentraciones de clorofila-a satelital (línea negra) y su climatología (línea verde) 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.

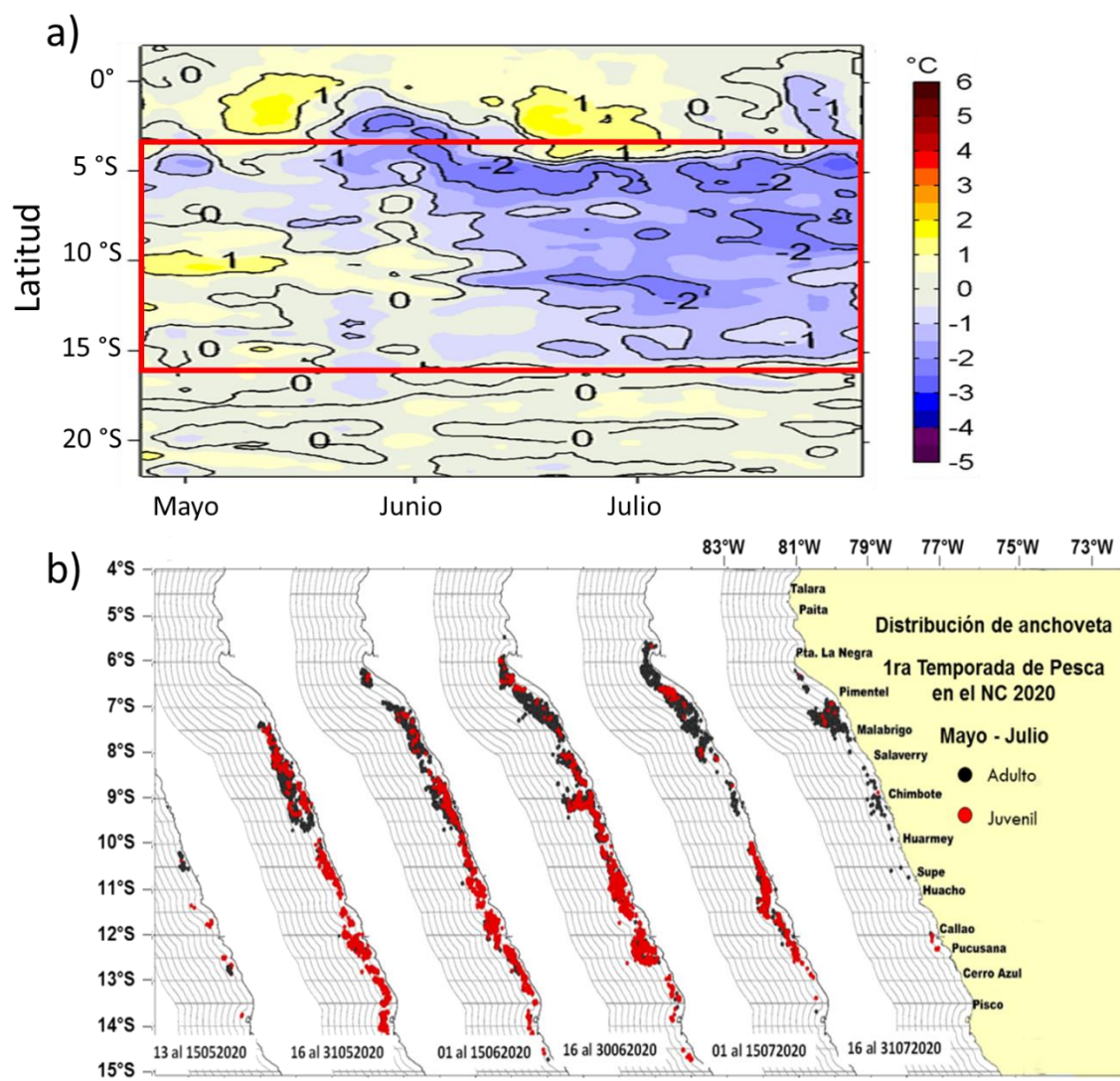


Figura 19. a) Anomalía de TSM de OSTIA-UKMO-L4-GLOB-v2.0, b) distribución quincenal de la anchoveta durante la primera temporada de pesca de la región norte – centro 2020. Fuente: IMARPE.

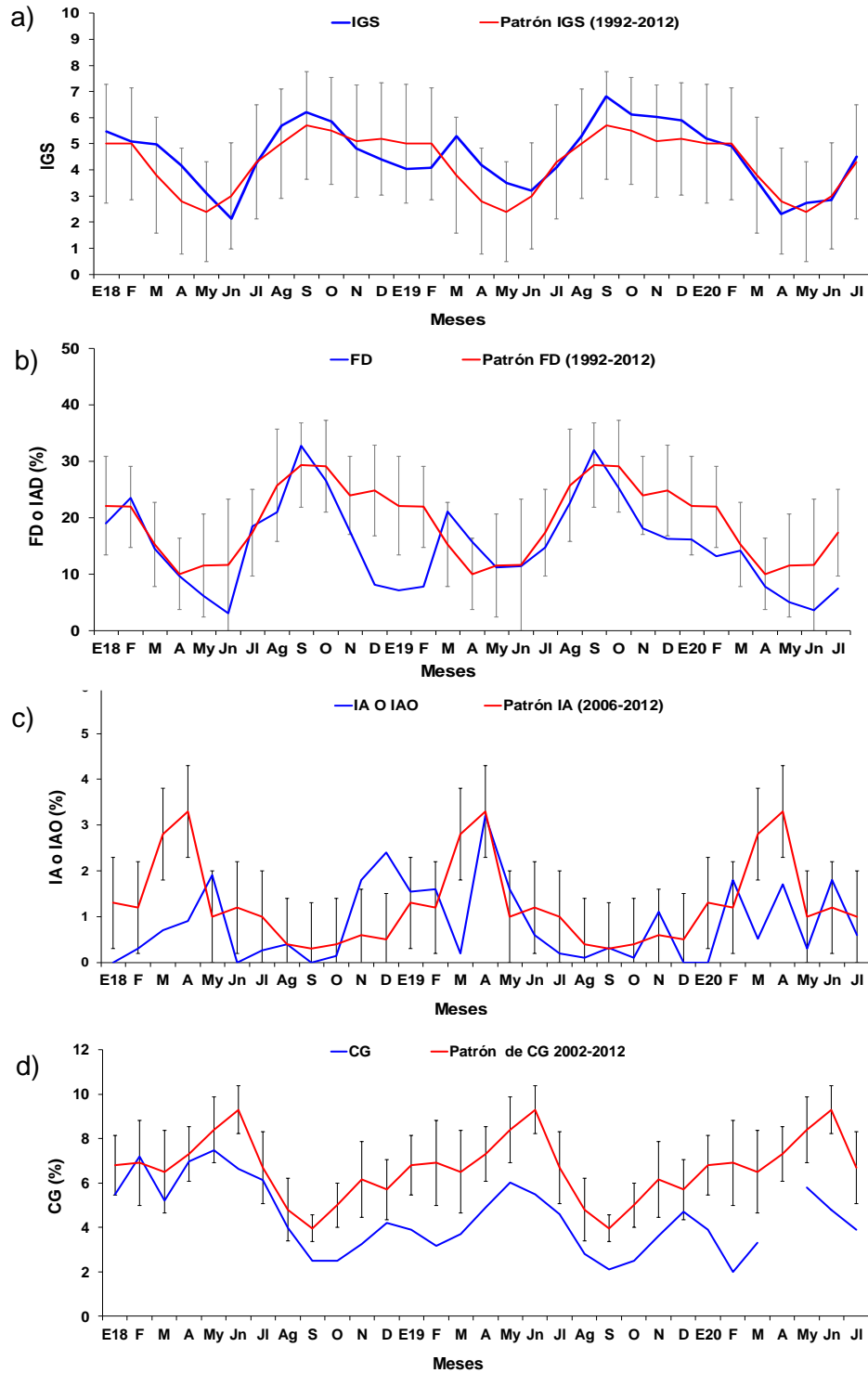


Figura 20. Indicadores reproductivos a) Índice Gonadosomático (IGS), b) Fracción Desovante (FD) y c) Índice de Atrésia, e indicador somático d) contenido graso del stock norte-centro del recurso anchoveta. Serie mensual: enero 2018 – julio 2020. Fuente: IMARPE.

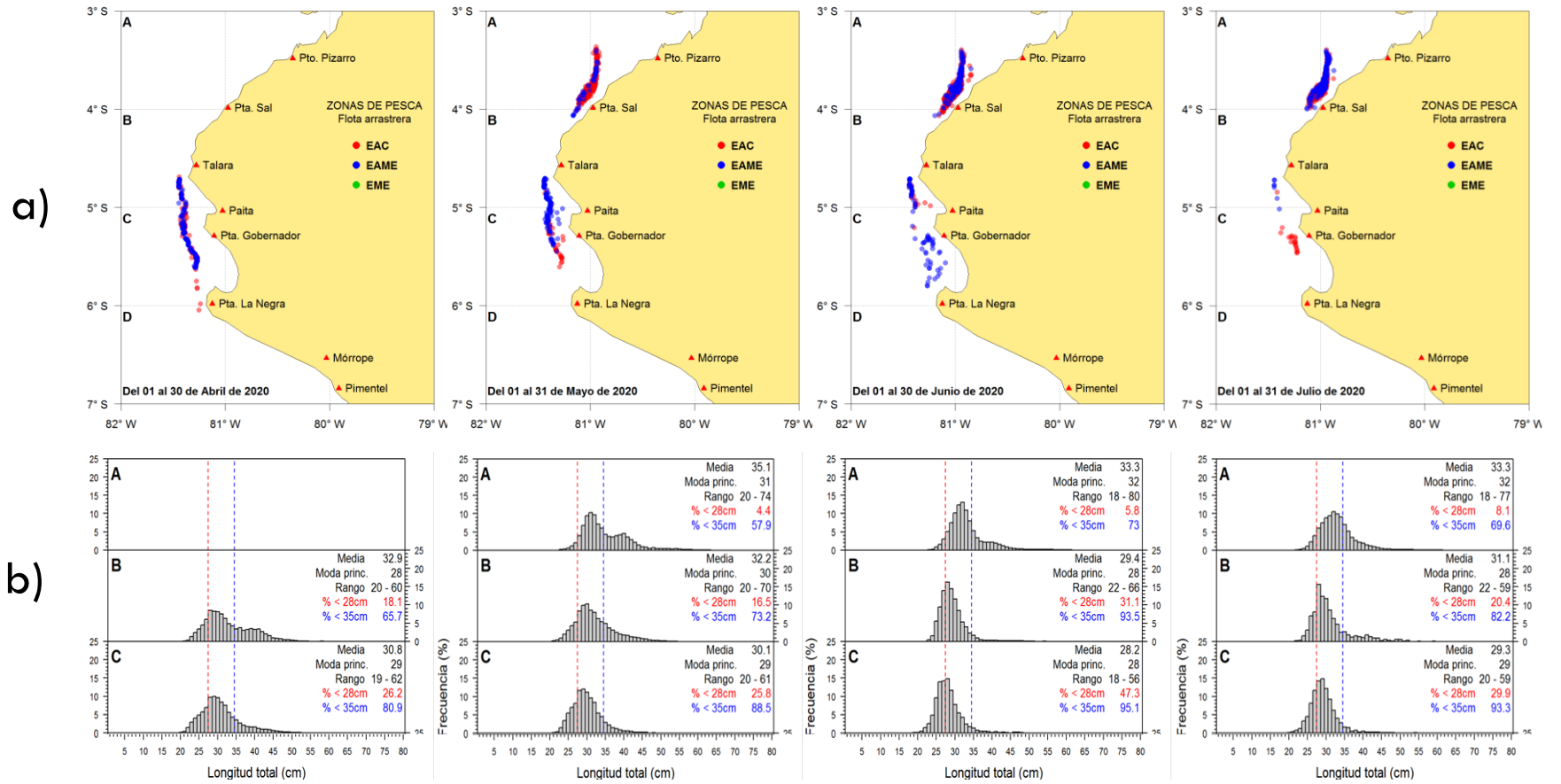


Figura 21. a) Distribución y b) estructura mensual de la merluza durante el periodo abril - julio 2020. Fuente: IMARPE.

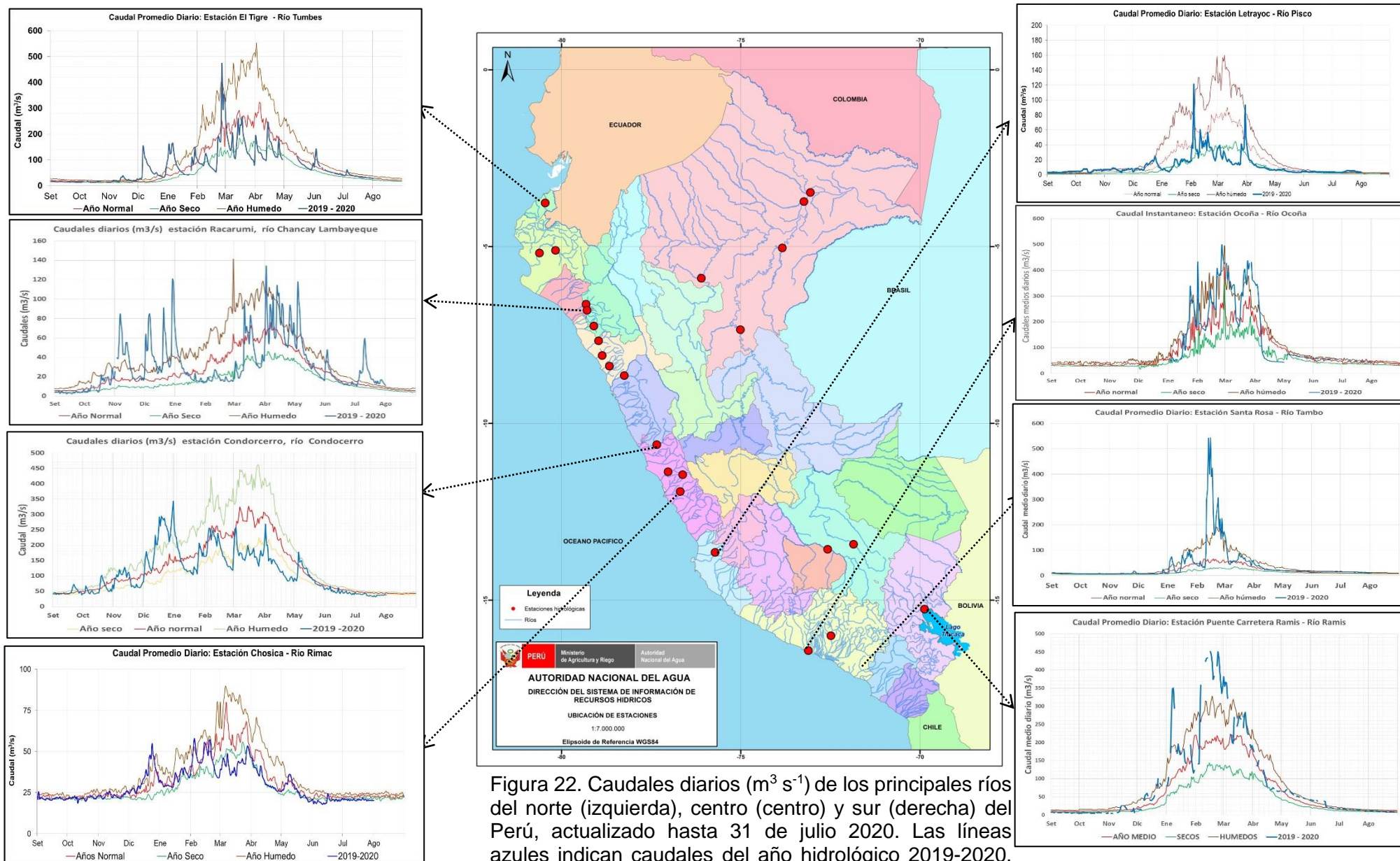


Figura 22. Caudales diarios ($m^3 s^{-1}$) de los principales ríos del norte (izquierda), centro (centro) y sur (derecha) del Perú, actualizado hasta 31 de julio 2020. Las líneas azules indican caudales del año hidrológico 2019-2020, rojas: caudales normales; Fuente: SENAMHI, Proyectos Especiales y Juntas de Usuarios. Procesamiento: ANA.

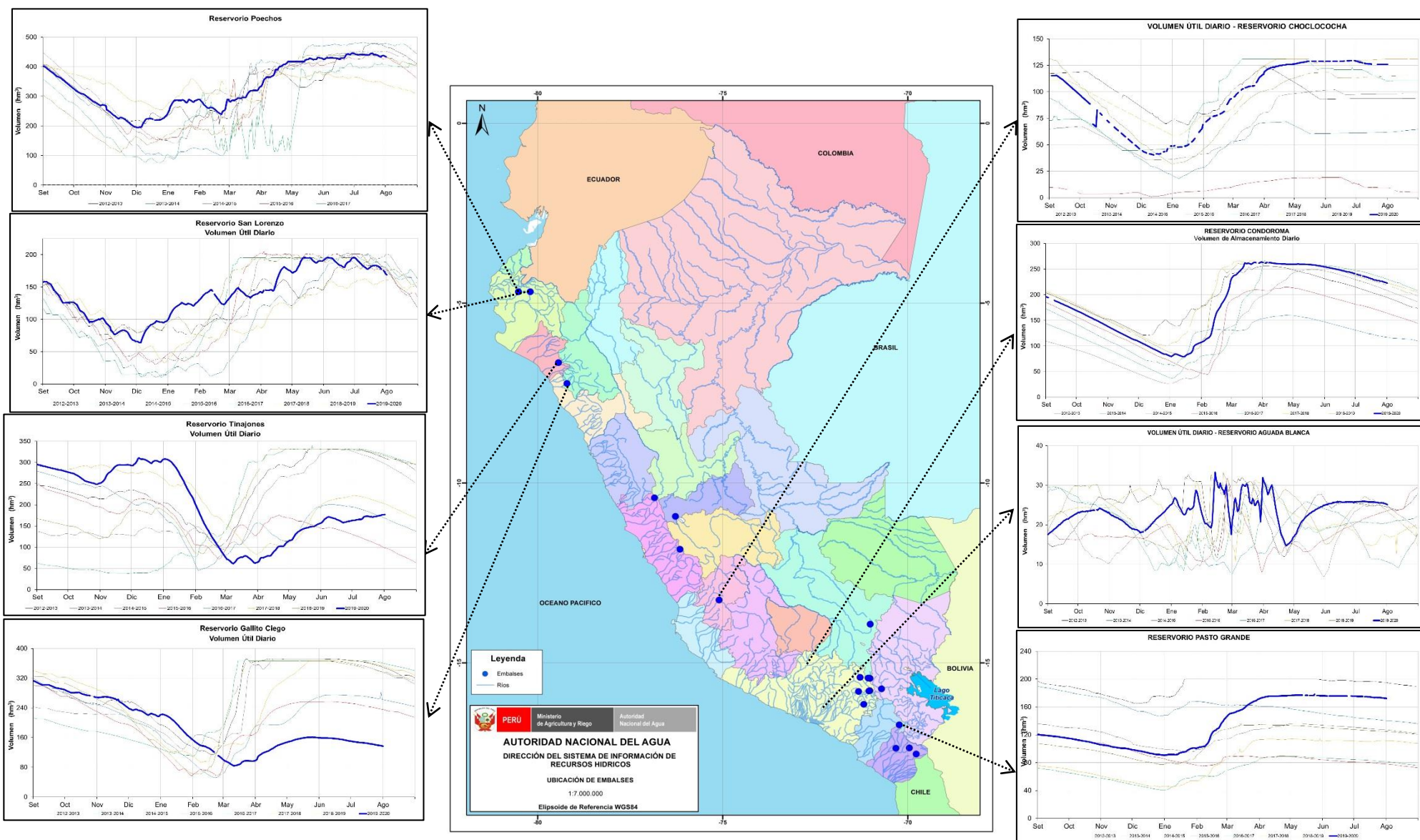


Figura 23. Volúmenes de almacenamiento (hm^3) de los principales Embalses del norte (izquierda), centro (derecha) y sur (derecha) del Perú, actualizado hasta 31 de julio 2020. Las líneas azules indican volúmenes de almacenamiento del año hidrológico 2019-2020, líneas rojas, amarillo, verdes y negro: corresponden a años hidrológicos 2018-2019, 2017-2018, 2016-2017, 2014-2015. Fuente: PE Chira-Piura, JU's San Lorenzo, Chancay Lambayeque, AUTODEMA, GORE PERPG, EGESUR. Procesamiento: ANA. 43

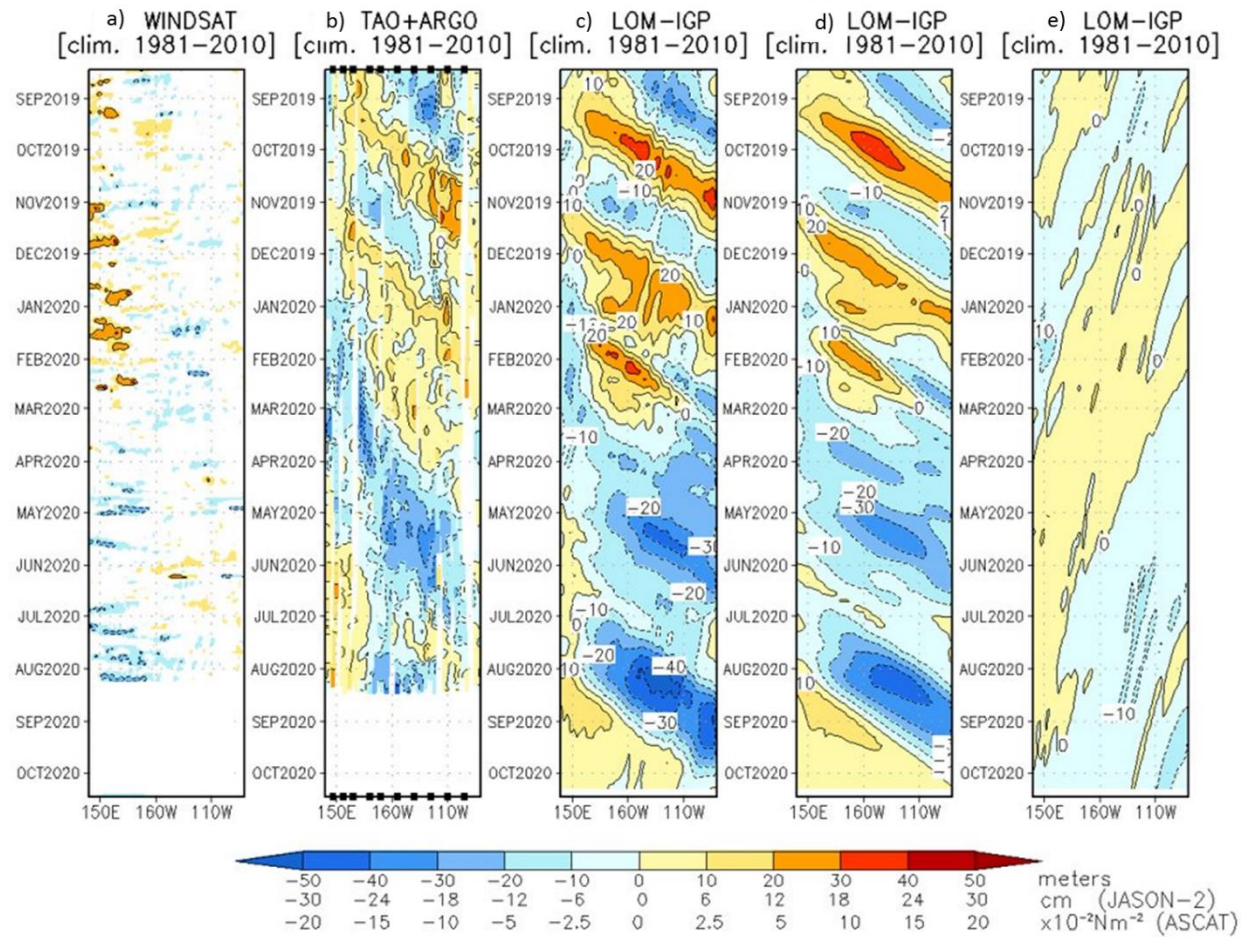


Figura 24. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos de WINDSAT (a), anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C con datos de TAO y los derivadores de Argo (b), diagrama de la onda de Kelvin y Rossby (c), diagrama de la onda de Kelvin (d) y finalmente diagrama de la onda de Rossby (e), calculado con el Modelo oceánico lineal (LOM-IGP), forzando por WINDSAT y tau=0 para el pronóstico. Procesamiento: IGP.

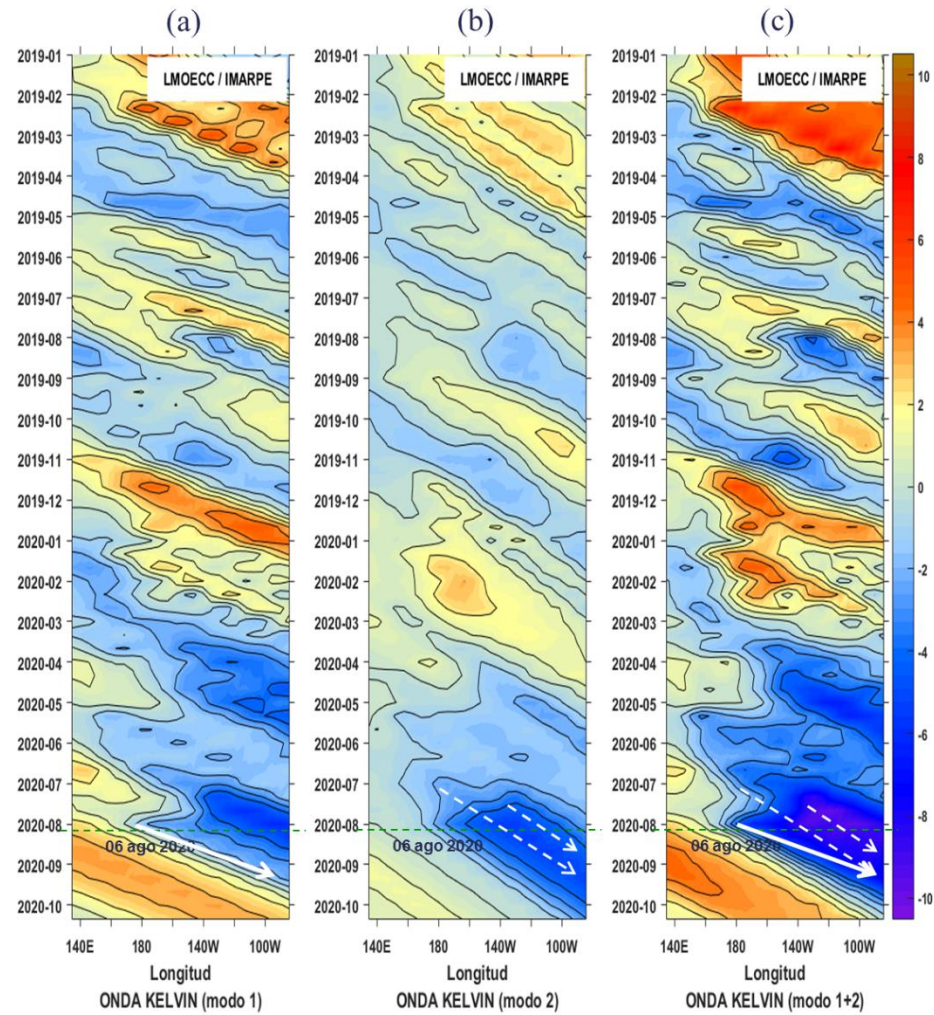


Figura 25. Diagrama Hovmöller de longitud-tiempo de las ondas Kelvin oceánicas en el Pacífico ecuatorial: (a) Modo 1, (b) Modo 2, (c) Modo 1+ Modo 2. El modelo fue forzado con información de NCEP. La línea discontinua horizontal de color verde indica el inicio del pronóstico sin el forzante de viento; fecha inicial del pronóstico; 6 de agosto. Fuente: IMARPE.

ANEXOS

1. VARIABLES UTILIZADAS

Tabla A.1.1. Principales variables y bases de datos utilizados en el presente informe.

VARIABLE	FUENTE																PROCESAMIENTO	OBSERVACIONES				
	Observaciones <i>in situ</i>								Satélite/Reanálisis						Modelos							
	Estaciones costeras	Secciones verticales	Estaciones fijas	Cruceros	Boyas TAO/TRITON	Programa Bitácoras de Pesca (PBP)	Seguimiento de Pesquerías	Monitoreo de islas, puntas, playas, estuarios, etc.	Alerta de fauna marina varada	Estaciones de observación fenológica/Cultivo	ESRL/NOAA	GPM	Reanálisis NCEP/NOAA	QuickScat + ASCAT	Producto OSTIA	Producto CMEMS			TRMM-3B42	SeaWiFS + MODIS	GFS	MERCATOR Ocean
VARIABLES ATMOSFÉRICAS																						
Radiación de Onda Larga										X											IGP	* http://www.met.igp.gob.pe/variabclim/yakifigs/olr170E_140W.gif http://www.met.igp.gob.pe/variabclim/yakifigs/olr170W_100W.gif
Presión Atmosférica												X									SENAMHI	
Vientos												X	X						X		IGP/IMARPE	
Temperatura del Aire	X		X																		SENAMHI	
Precipitación	X										X										SENAMHI	
Precipitación estimada																X					SENAMHI/IGP	
VARIABLES OCEANOGRÁFICAS																						
Temperatura del Mar	X	X	X	X	X							X			X						DIHIDRONAV/IMARPE	*Información de IMARPE (estaciones costeras, secciones verticales y Cruceros) disponible desde los 60s. Periodo climatológico: 1981-2010. *Anomalías de OSTIA, son calculadas en base a una climatología de 30 años, proveniente de datos de Pathfinder.

Nivel medio del Mar	X																X				DIHIDRONAV/IMARPE	*Disponible desde 1993 a la actualidad. Periodo climatológico: 1993-2012. Frecuencia diaria.		
Salinidad		X	X	X																	X	DIHIDRONAV/IMARPE	*Información de IMARPE (estaciones costeras, secciones verticales y Cruceros) disponible desde los 60s. Periodo climatológico: 1981-2010.	
Corrientes Marinas		X																				IMARPE	*Disponible desde los 60s. Frecuencia mensual.	
Oxígeno y Nutrientes		X	X	X																		IMARPE	*Cruceros disponibles desde los 60s, otras observaciones disponibles desde 2015. Periodo climatológico: 1981-2010.	
Clorofila																	X					IMARPE	* Promedio mensual y pentadal corresponden a MODIS y SeaWiFS+MODIS corregido, respectivamente. *Cobertura nubosa de MODIS.	
VARIABLES BIOLOGICO-PESQUERAS																								
Desembarques pesqueros								X														IMARPE	*Disponible desde 1959 con frecuencia diaria y mensual.	
Distribución espacial de recursos				X	X																	IMARPE	*El muestreo del PBP representa 1% de los viajes de pesca de la flota de cerco de anchoveta peruana.	
Biometría e indicadores				X	X																	IMARPE	*Información par anchoveta disponible desde 1959 con frecuencia variable (diaria, mensual, semestral).	
VARIABLES DE RECURSOS HIDRICOS Y AGROMETEOROLÓGICAS																								
Caudal de ríos			X																				ANA	
Reservorios y embalses			X																				ANA	
Desarrollo de cultivos									X														SENAMHI	

*Continuación de la Tabla A.1.1.

2. INFORMACIÓN SUPLEMENTARIA

Condiciones biológico-pesqueras

La permanencia de aguas de mezcla, entre las AES y las ACF, en la zona norte mantuvo la disponibilidad la *Scomber japonicus* “caballa” mientras que en la región sur la intromisión de las AES entre Atico e Ilo favoreció la presencia de caballa como de la especie *Trachurus murphyi* “jurel”, capturadas por embarcaciones artesanales hasta las 80 m.n. (Figura A.2.1).

En julio, la pesca artesanal registró la presencia de *Peprilus medius* “chiri” y *Selene peruviana* “espejo”, especies propias de condiciones cálidas, frente a Talara. Mientras que, especies indicadoras de condiciones frías como *Odontesthes regia regia* “pejerrey”, *Engraulis ringens* “anchoveta”, el cefalópodo *Octopus mimus* “pulpo”, así como los invertebrados *Dorytheuthis (Amerigo) gahi* “calamar” y *Pleurocondes monodon* “múnida” que también fueron registrados en la pesca industrial, fueron evidenciados principalmente al sur de Salaverry (Figura A.2.2).

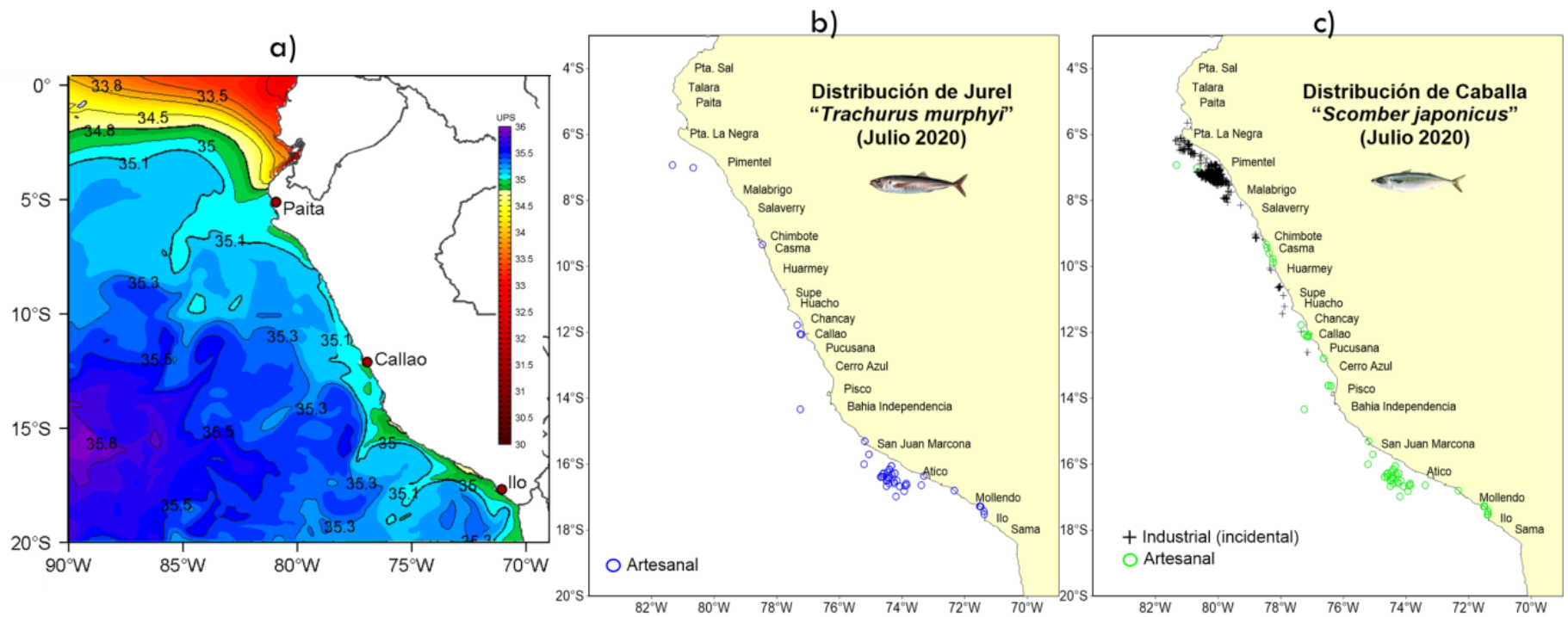


Figura A.2.1. a) SSM, y distribución de b) jurel y c) caballa durante julio 2020. Fuente: IMARPE.

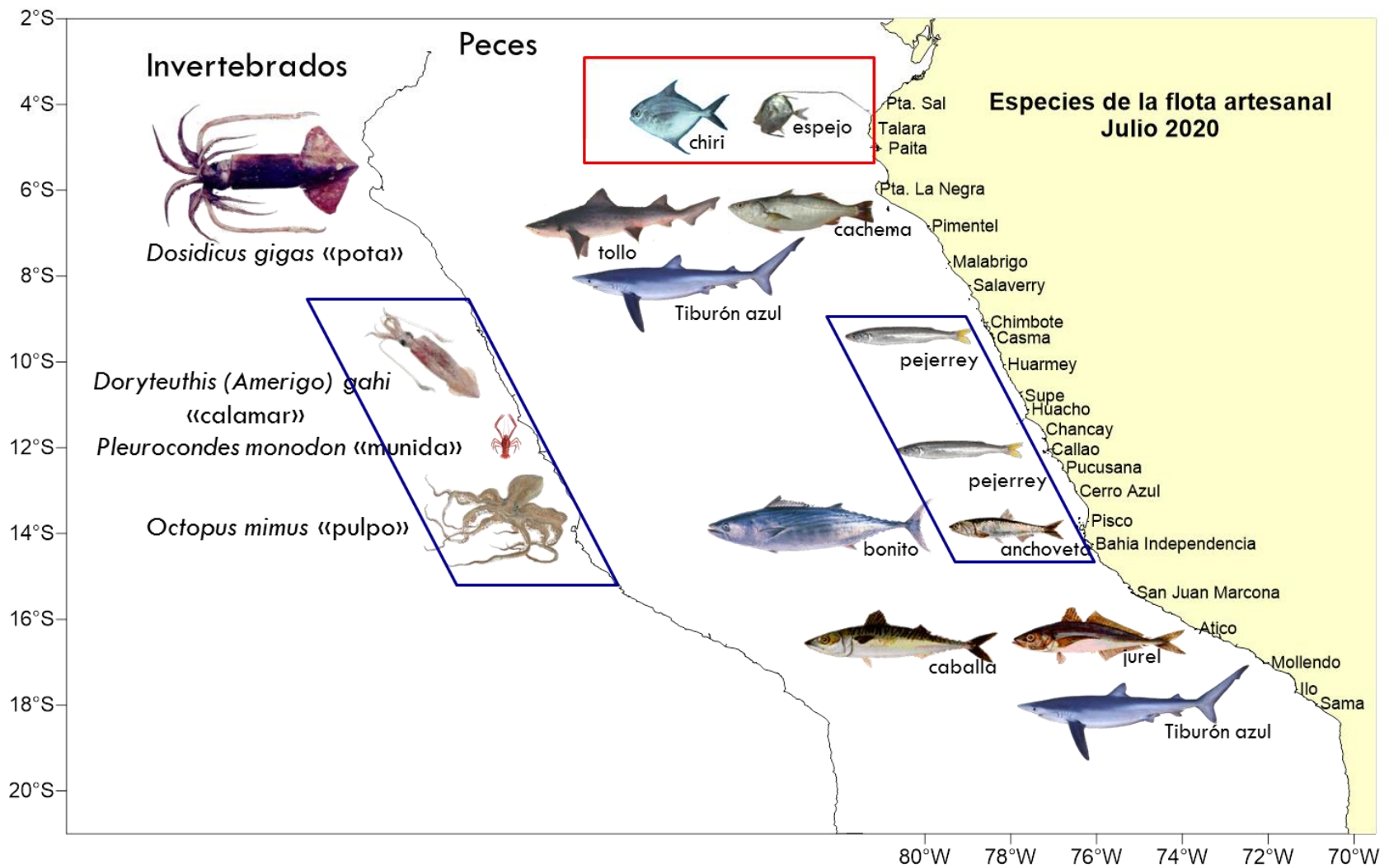


Figura A.2.2. Distribución de otras especies observadas en la pesca artesanal. Julio 2020.