

**COMISIÓN MULTISECTORIAL ENCARGADA DEL
ESTUDIO NACIONAL DEL FENÓMENO "EL NIÑO"**



INFORME TÉCNICO ENFEN

AÑO 10 N° 11

14 DE AGOSTO 2024

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:

Calm. (r) Jorge Manuel Paz Acosta
Presidente del Consejo Directivo, Instituto del Mar del Perú (IMARPE)

Vice-Presidente:

Ing. Gabriela Teófila Rosas Benancio
Presidenta Ejecutiva, Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Calm. Carlos Grover GUERRERO Malpartida
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)

General Brigada Juan Carlos Urcariegui Reyes
Jefe del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI)

Ing. Alonzo Zapata Cornejo
Jefe, Autoridad Nacional del Agua (ANA)

Cnel. (r) Julio Villafuerte Osambela
Jefe del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres – CENEPRED

Grupo de Trabajo Científico-Técnico

COORDINACIÓN: Dimitri Gutiérrez (IMARPE)

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

SENAMHI: Grinia Ávalos, Katherine Calixto, Yury Escajadillo, Nelson Quispe, Lourdes Menis, Glicerio Canchari

DIHIDRONAV: Rina Gabriel, Roberto Chauca, Daniel Paredes, Renzo Adrianzen, Biby Tenaud, Gerardo Ramírez

IGP: Kobi Mosquera y Jorge Reupo

ANA: Sigfredo Fonseca, Lucio Vergara y Manuel Collas

INDECI: Jackie Rojas

CENEPRED: Ena Jaimes y Neil Alata

Año:10

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

Edición y Producción: Luis Pizarro Pereyra (Secretaría Técnica del ENFEN)

El contenido de este documento puede ser reproducido mencionando la fuente. Este documento se puede citar como:

Comisión Multisectorial Encargada del Estudio Nacional del Fenómeno “El Niño” (ENFEN), 2024.

Informe Técnico ENFEN. Año 10, N° 11, 14 agosto de 2024, 81 p.

Los Informes Técnicos previos están disponibles en <http://enfen.imarpe.gob.pe> así como en las páginas web 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.

Fecha de Publicación: 14 de agosto de 2024



**Diagnóstico Climático y
Previsión de El
Niño-Oscilación del Sur
en el Perú al 14 de agosto
2024**

Índice

<u>I.</u>	<u>INTRODUCCIÓN</u>	6
<u>II.</u>	<u>MÉTODOS</u>	6
<u>2.1.</u>	<u>Variables</u>	6
	<u>Temperatura Superficial del Mar (TSM)</u>	7
<u>2.2.</u>	<u>Índices</u>	7
	<u>Índice Costero El Niño (ICEN)</u>	7
	<u>Índice Oceánico El Niño (ONI por sus siglas en inglés)</u>	8
	<u>Índices reproductivos de anchoveta</u>	8
<u>2.3.</u>	<u>Modelos y Pronósticos</u>	8
	<u>Modelo Oceánico Lineal (LOM-IGP)</u>	8
	<u>Modelo Oceánico de Complejidad Intermedia</u>	8
	<u>Modelo Oceánico Multimodal (MOMM)</u>	9
	<u>Modelos Climáticos de Agencias Internacionales</u>	9
	<u>Pronóstico Probabilístico de Juicio Experto</u>	9
<u>III.</u>	<u>CONDICIONES OBSERVADAS AL 14 DE AGOSTO DE 2024</u>	10
<u>3.1.</u>	<u>Condiciones océano atmosféricas en el Pacífico tropical</u>	10
<u>3.2.</u>	<u>Condiciones oceánicas y atmosféricas locales</u>	18
<u>3.3.</u>	<u>Productividad marina y condiciones biológico-pesqueras</u>	32
<u>3.4.</u>	<u>Condiciones hidrológicas</u>	42
<u>3.5.</u>	<u>Condiciones agrometeorológicas</u>	44
<u>IV.</u>	<u>PERSPECTIVAS</u>	50
<u>V.</u>	<u>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</u>	58
<u>VI.</u>	<u>TABLAS Y FIGURAS</u>	XX
<u>VI.</u>	<u>REFERENCIAS</u>	59
<u>VII.</u>	<u>ANEXO</u>	62

I. INTRODUCCIÓN

Existen registros que El Niño-Oscilación Sur (ENOS) en su fase cálida y fría, El Niño y La Niña respectivamente, tienen distintos efectos en el sistema tierra, con más repercusión e intensidad en determinadas zonas del mundo (tele conexiones). En el caso de Perú, en El Niño y también en el contexto de El Niño costero, las condiciones cálidas sobre el Pacífico oriental, particularmente frente a la costa norte de Perú durante el verano austral, generan lluvias intensas, causando impactos en los sectores socioeconómicos.

En tal contexto, la Comisión Multisectorial Encargada del Estudio Nacional del Fenómeno “El Niño” (ENFEN) mantiene el monitoreo constante y las predicciones del desarrollo de El Niño y La Niña en el Pacífico ecuatorial y sudoriental, haciendo énfasis frente a la costa de Perú. Asimismo, realiza el análisis del monitoreo de los impactos en el ecosistema marino, reportando los indicadores de fertilidad y productividad de algunos recursos hidrobiológicos del mar peruano, la respuesta de los principales recursos y de la actividad pesquera. Además, el ENFEN hace un seguimiento constante del impacto hidrológico, asociados a precipitaciones e incrementos súbitos del caudal de los principales ríos del territorio peruano. Finalmente, esta comisión formula la previsión de los principales indicadores asociados al ENOS, con énfasis en el fenómeno El Niño, a corto, mediano y largo plazo.

En este aspecto, el Informe Técnico ENFEN se elabora a partir del análisis colegiado del grupo técnico científico de la Comisión Multisectorial, considerando los informes mensuales de cada entidad integrante de esta comisión que participa en el monitoreo y pronóstico de las condiciones océano-atmosféricas, así como de sus manifestaciones e impactos en el mar peruano y en el territorio nacional.

II. MÉTODOS

Variables

Las principales variables utilizadas en este informe están clasificadas en: atmosféricas, oceanográficas, hidrológicas y biológicas-pesqueras. En el Anexo 1 se detallan las variables monitoreadas y presentadas en este informe, por el grupo de trabajo científico-técnico de la Comisión Multisectorial del ENFEN, indicando la fuente de la información (*in situ*, satelital, reanálisis, modelos), la institución responsable del procesamiento de los datos, así como precisiones u observaciones respecto a la metodología.

Temperatura Superficial del Mar (TSM)

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

Otra fuente relevante para el monitoreo de la TSM es el *Extended Reconstructed Sea Surface Temperature* (ERSST), es un conjunto de datos de la TSM derivado de *International Comprehensive Ocean–Atmosphere Dataset* (ICOADS) con información desde 1854 hasta la actualidad. La versión más reciente de ERSST, versión 5(v5), con una resolución horizontal de $2^\circ \times 2^\circ$, incorpora información la TSM proveniente de los flotadores Argo, la concentración de hielo Hadley Centre Ice-SST versión 2 (HadISST2) y los datos recientes desde ICOADS. Para más información: <https://psl.noaa.gov/data/gridded/data.noaa.ersst.v5.html>

En el presente informe se toma en cuenta la TSM del producto ERSSTv5, OSTIA a $1/20^\circ$, así como las anomalías de la TSM a $1/4^\circ$.

Índices

Índice Costero El Niño (ICEN)

Es calculado a partir de la media móvil de 3 meses de las anomalías de la TSM en la región Niño 1+2 con respecto a la climatología de 1981-2010 usando, hasta enero de 2020, los datos de Extended Reconstructed Sea Surface Temperature (ERSST) v3b *real-time* (Huang et al., 2017), 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.

Índice Oceánico El Niño (ONI por sus siglas en inglés)

El ONI es una medida de El Niño-Oscilación del Sur que es calculado a partir de la media móvil de 3 meses de las anomalías de temperatura superficial del mar (ERSST.v5) en la región del Niño 3.4 (5°N-5°S, 120°W-170°W), basado en períodos base centrados de 30 años actualizados cada 5 años.

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 (Helrich, 1990), el cual es expresado en porcentaje con información desde 2002.

Modelos y Pronósticos

Modelo Oceánico Lineal (LOM-IGP)

El modelo representa la dinámica superior en el Pacífico ecuatorial y se simula con dos tipos de termoclina, constante y variable. Para el diagnóstico, el modelo es forzado con esfuerzo de viento del re-análisis NCEP-CDAS (Kalnay et al., 1996) y vientos observados remotamente de ASCAT (Bentamy et al., 2008), estos últimos obtenidos de <ftp://ftp.ifremer.fr/ifremer/cersat/products/gridded/MWF/L3/ASCAT/Daily/>. 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) promedio de los últimos 30 días de la anomalía del esfuerzo de viento (Mosquera, 2009, 2014; Mosquera et al., 2010).

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 anomalías de vientos del *reanalysis* NCEP-CDAS (Kalnay et al., 1996) y siguiendo la metodología de Illig et al. (2004), Dewitte et al. (2002) y Quispe et al. (2017).

El análisis de la OKE se realiza con los modos baroclínicos modo 1 y modo 2, los que se propagan a diferentes velocidades; y a la vez se considera la suma de ambos modos, para una mayor contribución en la anomalía del nivel del mar.

Modelo Oceánico Multimodal (MOMM)

Este modelo, al igual que los anteriores, se utiliza para simular principalmente el desarrollo de las ondas Kelvin en el Pacífico ecuatorial y frente a la costa peruana. Para esto, siguiendo la metodología de Dewitte et al. (1999) se obtienen los coeficientes de proyección y velocidades características de cada modo baroclínico del *reanalysis* de SODA (Carton & Giese, 2008) y GODAS (Behringer & Xue, 2003). El MOMM es forzado con: 1) vientos del *reanalysis* atmosférico de NCEP-CDAS (Kalnay et al., 1996) y 2) vientos del *scatterometer* ASCAT (Bentamy et al., 2008). Para más detalles del modelo se puede ver Urbina & Mosquera Vásquez (2020).

Modelo de inteligencia artificial para el pronóstico de El Niño en el Pacífico oriental fuerte (IGP-UHM AI model v1.0)

El modelo IGP-UHM AI (Rivera et al., 2023) es una Red Neuronal Convolutiva (CNN, por sus siglas en inglés) cuya arquitectura tiene un diseño interno similar al de la CNN para la predicción del índice Niño 3.4 (Ham et al., 2019; Ham et al., 2021). La información de entrada está compuesta de 4 campos de anomalía (temperatura superficial del mar, nivel medio del mar, velocidad zonal y meridional a 10 metros de altura) por tres meses consecutivos que se sabe que son precursores de eventos de El Niño. Estas variables se transforman para tener varianzas unitarias, de modo que el núcleo de convolución pueda entrenarse ignorando las escalas de datos.

La salida del modelo consiste en la predicción del índice E y C con un horizonte temporal de 12 meses, así como el mes de entrada en términos de armónicos (seno, coseno), lo que obliga al modelo a aprender la estacionalidad. Por último, el modelo también emite una clasificación para determinar si las condiciones iniciales de entrada pueden contribuir a la ocurrencia de un evento de El Niño fuerte en el Pacífico oriental en enero del siguiente año.

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 (8 meses). 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

El cuadro de probabilidades es el resultado del análisis conjunto de 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 de estos modelos, se acude a la interpretación y el conocimiento experto de los científicos de esta comisión multisectorial, quienes además de evaluar los resultados de los MCG aportan con sus modelos conceptuales y estudios retrospectivos que permiten inferir escenarios de pronóstico, que son discutidos, consensuados y plasmados en probabilidades porcentuales de ocurrencia de distintas categorías de las condiciones oceanográficas (frías a cálidas) en las regiones Niño 3.4¹ y Niño 1+2², aplicando los mismos umbrales de anomalías de TSM usadas para definir las categorías El Niño y La Niña (ENFEN, 2012).

¹ Null J. El Niño and La Niña Years and Intensities. [(accedido el 2 junio 2021)]; Disponible en línea: <https://ggweather.com/enso/oni.htm>.

² Comité Multisectorial Encargado del Estudio del Fenómeno El Niño. (2012). Definición operacional de los eventos El Niño y La Niña y sus magnitudes en la costa del Perú

III. CONDICIONES OBSERVADAS AL 14 DE AGOSTO DE 2024

3.1. Condiciones océano atmosféricas en el Pacífico tropical

En el Pacífico ecuatorial las anomalías de la TSM continuaron disminuyendo, en particular en la región oriental, al este de los 135° W, predominando anomalías negativas durante la segunda quincena de julio y las primeras dos semanas de agosto, que se extendieron de la región oriental hacia la central. Cerca de la costa Sudamericana las anomalías negativas de la TSM se atenuaron, desarrollándose algunos núcleos positivos (Figura 1). Para julio, según los datos de ERSST v5, en la región Niño 3.4 la anomalía fue de +0,09 °C y en la región el Niño 1+2 fue de -0,75 °C (Tabla 1). Para la primera semana de agosto 2024, según los datos semanales de OISST, en la región Niño 3.4 la anomalía fue cero y en la región el Niño 1+2 fue de -0,2 °C (Tabla 2).

El ICEN de junio y el ICEN temporal (ICEN-tmp) de julio de 2024 indicaron condiciones neutras. De igual manera, los valores del ONI de junio y el temporal (ONI-tmp) de julio corresponden a condiciones neutras (Tabla 3).

Según la información de altimetría, a lo largo de la franja ecuatorial, se observan ondas Kelvin (OK) y Rossby, tanto frías como cálidas (Figura 2). En el extremo occidental, entre los 120°E y 170°W y entre julio y primeros doce días de agosto, se observó la señal de una OK cálida en la anomalía del nivel del mar y en la estructura térmica, resultado de la reflexión de una onda Rossby cálida, que viene propagándose hacia el este (Figuras 3). Asimismo, durante julio, se observó la propagación de OK cálidas a través de la región oriental (Figuras 2 y 4). Por otro lado, se observaron núcleos de anomalías negativas de esfuerzo de viento zonal ($> + 4 \times 10^{-2}$ N m⁻²) entre los 160°E y 110°W, las cuales generaron una onda Kelvin fría, localizada actualmente a 110°W. En las profundidades de la termoclina, las ondas Kelvin frías observadas hasta la fecha, han mantenido la termoclina menos profunda de lo habitual en la región oriental (Figura 2). La expansión del área de las anomalías de TSM negativas, en julio y lo que va de agosto, se asoció a las anomalías de esfuerzo de vientos del este y a las anomalías de corrientes geostróficas del este en la zona del Pacífico central y oriental (Figura 4).

Respecto a las condiciones atmosféricas, en lo que va de agosto de 2024, se observó un incremento en las anomalías de presión en el Pacífico Occidental y Oceanía, registrándose anomalías positivas de hasta +3 hPa, favoreciendo la subsidencia en la región. Además, se desarrollaron patrones convectivos en el Océano Índico (Figura 5 b). Este comportamiento se refleja en los valores positivos del IOD. Estos patrones difieren en ciertas características con el mes de julio, durante el cual no se observaron patrones convectivos en el Océano Índico y la subsidencia en Oceanía se presentó con una menor intensidad relacionados a anomalías de presión positivas, pero de menor magnitud (Figura 5 a).

Respecto a los vientos, en niveles bajos (850 hPa), en el Pacífico central se observa anomalías de vientos del Oeste entre 180° - 150° W y 10° N - 10° S, lo que probablemente haya influenciado en el ligero incremento de las anomalías de TSM del Pacífico Central en los primeros días de agosto. Además, en la Amazonía peruana se registraron anomalías de vientos del norte y noroeste que favorecieron anomalías de precipitación positivas principalmente para la selva norte. Por otro lado, en niveles altos (200 hPa) se presentaron anomalías de vientos del suroeste y oeste, entre 60° W - 90° W y 10° S - 30° S, hacia la vertiente oriental y occidental del centro y sur del Perú, favoreciendo cielos despejados, asociados a disminuciones en la temperatura mínima; ello se evidencia en las anomalías negativas de temperatura mínima que alcanzan hasta -3° C, principalmente en la sierra central y sur (Figura 5).

En promedio, en el transcurso de agosto, en la circulación a 1000 hPa, se han observado principalmente un contraste entre anomalías de vientos del este (120° E - 180° , aprox. de -2 a -3 m s $^{-1}$) y anomalías de vientos del oeste entre 180° - 120° W ($+1$ - $+3$ m s $^{-1}$). Según la línea de pronóstico hasta el 28 de agosto, se prevé que predominen las anomalías de vientos del este (Figura 6 a), lo que podría intensificar el enfriamiento de la TSM en el Pacífico Central. Si estas anomalías negativas de los vientos zonales (es decir, intensificación de los alisios) persisten y se manifiestan en el esfuerzo de viento sobre la superficie, podrían favorecer al desarrollo de La Niña en el Pacífico Central. En el nivel de 850 hPa, se registró un patrón similar en los primeros días de agosto, con mayor magnitud y área en las anomalías de vientos del este y oeste. Además, desde la línea de pronóstico también se espera un predominio de anomalías negativas de vientos zonales, principalmente entre 120° W - 120° E (Figura 6 b).

Respecto a la velocidad potencial, durante los primeros días de agosto, la fase divergente en altura (200 hPa) predominó entre 140° W y 60° W, mientras que, la fase convergente se mantuvo entre 180° y 120° E, en sinergia con los movimientos verticales descendentes de la celda de Walker, favoreciendo la subsidencia en el continente de Oceanía (Figuras 5 b y 6 c). Además, entre 60° E y 80° E, se desarrolló una fase divergente asociada a la convección observada sobre el océano Índico (Figuras 5 b y 6 c). Según la línea de pronóstico hasta el 28 de agosto, se espera que la fase convergente se desplace desde el Pacífico Central hacia los 120° W y 60° W, lo que podría favorecer la subsidencia en la zona norte del Perú, propiciando cielos despejados y afectando las temperaturas. Por otro lado, se anticipa que la fase divergente se propague desde los 60° E hasta los 180° , favoreciendo la convección en el continente de Oceanía (Figura 6 c).

Con respecto a la variabilidad del APS en la escala estacional, para el trimestre MJJ 2024, el núcleo del APS se encontró con una intensidad entre el rango de normal a intenso ($+1,3$ hPa) y se ubicó desplazado al sur de su posición normal. Con respecto al trimestre AMJ, el APS mostró un incremento en su intensidad y un desplazamiento al este frente a Sudamérica. En julio, el núcleo del APS se ubicó en promedio en los 85° W y 35° S, desplazado al sureste de su posición habitual, alcanzando una intensidad de 1026,5 hPa y una anomalía de $+3,1$ hPa (Figura 7).

El APS, durante julio, presentó una configuración meridional, al sureste de su posición climática habitual, con anomalías que alcanzaron +6 hPa en su núcleo y +2 hPa en la periferia. Por otro lado, se observó la persistencia de la isóbara de 1014 hPa a lo largo de la costa; por lo que debido a la configuración del APS y al gradiente isobárico APS – Costa se presentaron episodios mayormente de incremento de vientos del sudeste (Figuras 8 a y 10). Durante los primeros días de agosto (1-12 de agosto), el APS mostró una configuración zonal y al noreste de su posición climática habitual. Se observó una intensidad en el núcleo del APS dentro de sus valores climáticos, alcanzando una presión de 1022 hPa (Figura 8 b). Entre julio hasta el 4 de agosto se observó un debilitamiento de los vientos del sudeste, para luego del 5 al 9 de agosto incrementarse significativamente hasta su normalización del 10 al 14 de agosto (Figuras 9, 10 y 12). Este patrón oscilante favoreció una predominancia de anomalías de temperatura mínima en el aire dentro de sus valores climáticos en la zona costera (ver Figura 11).

Según el pronóstico del GFS, entre el 16 al 22 de agosto, el APS se posicionará al sureste de su ubicación climática alrededor de los 30°S - 50°S y próximo a 90°W, con una intensidad mayor a 1030 hPa en su núcleo y una configuración meridional formando una dorsal muy potente en superficie y favoreciendo una intensificación significativa de los vientos del sudeste y favoreciendo cielos cubiertos de tipo estratos. Entre el 23 al 29 de agosto, el APS persistiría en la posición entre 30°S - 50°S y próximo a 90°W, con una menor intensidad en el núcleo con 1026 hPa. Ello propiciaría la disminución de la intensidad de los vientos del sudeste (Figuras 9 y 10).

3.2. Condiciones oceánicas y atmosféricas locales

En la franja de 110 km adyacente a la costa, se registraron estos períodos de intensificación (06 -15 y 21 – 25 de julio, así como 06 – 10 de agosto) y debilitamiento de la VV (01 – 05 julio y del 26 de julio al 05 de agosto), ocurriendo principalmente desde Sechura hasta San Juan de Marcona. Al sur de San Juan de Marcona predominaron vientos moderados durante todo el período analizado (Figura 13).

El afloramiento costero se mantuvo activo desde Sechura hasta San Juan de Marcona ($< 200 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} \text{ 100 m}$), registrándose un notable incremento del índice de afloramiento costero en los episodios de viento costero más intenso. El índice del bombeo de Ekman exhibió la predominancia de anomalías positivas, seguidas de valores en el rango neutral, asociadas a los períodos de intensificación y relajamiento del viento oceánico (Figura 14).

Durante los primeros días de agosto (1-10 de agosto), a lo largo del litoral, las temperaturas máximas diurnas presentaron condiciones similares a las del mes de julio, manteniendo una anomalía promedio de +0,4 °C. Por otro lado, las temperaturas mínimas nocturnas aumentaron en 0,3 °C, debido principalmente al ligero calentamiento de la TSM. Las temperaturas máximas promedio en la costa norte alcanzaron anomalías de +0,7 °C, en la costa central +0 °C y en la costa sur +0,7 °C. Estos valores se encuentran dentro de la variabilidad climática normal ($\pm 1,0$ °C).

Las condiciones más cálidas se presentaron en la costa norte, específicamente en las estaciones meteorológicas La Cruz (Tumbes), Bernal (Piura) y Jayanca (Lambayeque) con anomalías de +1,3 °C, +1,6 °C y +1,8 °C, respectivamente. En la costa sur, la estación meteorológica Punta Ático registró una anomalía de +2,0 °C. En cuanto a las temperaturas mínimas, la costa norte, central y sur presentaron en promedio anomalías de 0°C, -0,1 °C y -0,9 °C, respectivamente, valores que también se consideran dentro de la variabilidad climática normal ($\pm 1,0$ °C). Las anomalías promedio más altas en las temperaturas mínimas se registraron en la estación meteorológica de La Cruz (Tumbes, costa norte) con +1,1 °C. Asimismo, se observó que, en la costa sur, la estación de Fonagro Chincha (Ica) alcanzó una anomalía negativa de -1,6 °C (Figura 15)

La TSM en el mar peruano continuó disminuyendo frente a toda la costa, observándose a las isotermas superiores a 20 °C por fuera de las 200 mn, principalmente al sur de los 4°S, desde la última semana de julio. Desde la última semana de julio se viene desarrollando un núcleo positivo de anomalías de TSM, que alcanzó los +4 °C cerca de costa, al norte de 4° S. Durante las dos primeras semanas de agosto, se identificaron anomalías negativas de TSM cercanas a cero, dentro de las primeras 50 mn (Figura 16). Por otro lado, dentro de las primeras 100 mn frente a la costa norte, la TSM se incrementó de 18 °C a 21 °C, desde la segunda quincena de julio hasta la primera semana de agosto, lo que favoreció a la disminución de la cobertura espacial de las anomalías negativas de la TSM. En la segunda semana de agosto, las anomalías negativas aumentaron nuevamente (Figura 17 a). A otra escala, en el litoral predominaron condiciones frías, con anomalías negativas de la TSM de hasta -1 °C, excepto desde fines de julio, en que la anomalía de TSM aumentó hasta +3 °C sobre lo normal, entre Talara e isla Lobos de Afuera (Figura 17 b).

De acuerdo a información *in situ* del 06 al 23 de julio, en la franja de 60 mn al sur de Pimentel se presentaron valores de TSM entre 14,5 °C a 19,8 °C. Al norte de Supe se observaron núcleos de anomalías frías y de anomalías cálidas de magnitud de hasta ± 1 °C, mientras que al sur de Supe predominaron núcleos con anomalías de -1 °C (Figura 18).

Las anomalías del nivel de mar (ANM) en la franja de 60 mn adyacente a la costa, mostraron la propagación de valores de hasta +10 cm de norte a sur durante el mes de julio, asociados al arribo y paso de la onda Kelvin cálida. Frente a la costa norte, en la segunda quincena de julio se observó la disminución de la ANM a valores menores de + 4cm, mientras que en lo que va de agosto se detectaron núcleos de incremento (Figura 19). En el litoral, la ANM se mantuvo con anomalías positivas al norte de Chimbote, principalmente frente a la isla Lobos de Afuera entre julio y agosto, aunque mostró dos pulsos de intensificación, uno en la primera quincena de julio, y otro, en la primera semana de agosto sobrepasando los +10 cm. Hacia el sur de Callao, las anomalías disminuyeron, alcanzando valores negativos (Figura 20).

El índice LABCOS (Quispe & Vásquez, 2015), basado en la media móvil de tres meses de las anomalías mensuales de TSM registradas en estaciones litorales ubicadas desde Paita hasta Ilo, mostró un valor temporal de $-0,38\text{ }^{\circ}\text{C}$ para julio del 2024 dentro del rango de la condición neutra, mientras que, el índice ITCP (Quispe-Ccallauri et al., 2018), basado en las anomalías mensuales de TSM satelital para la banda de 40 km adyacente a la costa, presentó el valor temporal de $-0,7$ para julio, correspondiente a condiciones frías (Figura 21).

Respecto a la temperatura subsuperficial, durante el mes de julio y doce primeros días de agosto, entre Tumbes y Callao y dentro de las 200 mn frente a la costa se detectó el predominio de anomalías negativas sobre los 90 m de profundidad principalmente, con valores entre $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$; mientras que, entre los 100 y 500 m, las anomalías variaron entre $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $+0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Figuras 22a, 22b, 23 y 24). La profundidad de la termoclina a fines de julio tendió a una posición más somera respecto a junio, frente a Paita y especialmente frente a Chicama (Figura 25). Considerando los registros continuos de la columna de agua frente a la costa norte desde julio, predominaron anomalías de hasta $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ sobre los 50 m de profundidad, debilitándose a inicios de agosto (Figuras 23 y 26).

A corto plazo, para las próximos diez días, el pronóstico de TSM a 30 y 100 mn frente a la costa norte (Paita) indica el desarrollo de condiciones normales en los primeros 100 m de profundidad, presentando una elevación de las isotermas (Figura 27 a y b). Frente a la costa centro, a 30 mn de Chicama, 40 mn de Chimbote y 40 m de Callao, se espera la elevación de las isotermas de $17\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $16\text{ }^{\circ}\text{C}$, desarrollando un enfriamiento que incrementaría la anomalía negativa sobre los 150 m con núcleos de $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Figura 27 c, d y e). Asimismo, de acuerdo con el modelo MERCATOR, al 22 de agosto se espera un debilitamiento de la intensidad de las anomalías negativas de la TSM en la región Niño 1+2 (Figura 28). Asimismo, se espera la propagación de ANM negativas dentro de los 110 km frente a la costa peruana (Figura 29). La tasa de cambio de la anomalía de TSM con respecto al tiempo, presentaría primero una ligera tendencia positiva frente a toda la costa peruana, y después una tendencia negativa de la anomalía de la TSM dentro del período indicado (Figura 30).

En cuanto a la salinidad superficial del mar (SSM), según MERCATOR, las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) que se mantenían cerca de Paita durante finales de junio y la primera semana de julio se replegaron hacia el norte hasta la cuarta semana de julio; para luego, a inicios de agosto, extenderse frente al sector de Paita (Figura 31). Información *in situ* mostró la permanencia de AES frente a Tumbes entre julio y lo que va de agosto en la capa superior de 25 m. Asimismo, en la cuarta semana de julio, se observó la presencia de aguas de mezcla frente a Paita sobre los 50 m de profundidad (Figuras 22b, 24 y 32); frente a Chicama, se observó la presencia de aguas costeras frías (ACF) dentro de las 30 mn de la costa, mientras que por fuera de esta franja se detectaron a las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) (Figura 24).

Frente a Callao, la información *in situ* mostró la presencia de ACF dentro de las 20 mn en la tercera semana de julio sobre los 80 m de profundidad (Figura 24). Al sur de Pisco, según MERCATOR, se presentaron aguas de baja salinidad posiblemente asociadas a Aguas Intermedias del Pacífico Sur (AIPSE), con una mayor cobertura con respecto a los meses previos (Figura 31).

A corto plazo, el pronóstico de salinidad a 30 mn frente a la costa norte en el mar peruano (Paita) indica la predominancia de las ACF, y desarrollándose una capa de mezcla entre las ASS y ACF sobre los 80 m de profundidad durante las próximas semanas (Figura 33).

Respecto al oxígeno disuelto (OD), para fines de julio del 2024, en la sección Paita, se apreciaron concentraciones habituales de celdas recientes de afloramiento, con valores inferiores a $4,0 \text{ mL L}^{-1}$ registrados en la superficie del mar y dentro de las 50 mn de costa. Por otro lado, se registró la iso-oxígena de 1 mL L^{-1} por debajo de los 120 m de profundidad y la iso-oxígena de $2,0 \text{ mL L}^{-1}$ se ubicó desde los 45 m hasta los 130 m de profundidad. El límite superior de la Zona de Mínimo de Oxígeno (ZMO, $\text{OD} < 0,5 \text{ mL L}^{-1}$) se registró por debajo de los 190 m de profundidad. (Figura 24). En la sección Chicama a fines de julio 2024, se pudo apreciar dentro las 40 mn celdas de afloramiento reciente, con valores de OD inferiores a $4,0 \text{ mL L}^{-1}$ sobre la superficie del mar. Por otro lado, el límite superior de la ZMO se distribuyó desde los 20 m hasta los 150 m (Figura 24). Respecto a fines de junio, la anomalía de la profundidad de la iso-oxígena de 1 mL L^{-1} , asociada a la oxiclina, dentro de las 60 mn de la costa, continuó mostrando valores positivos en la sección Paita, mientras que en la sección Chicama, varió de valores negativos a valores en el rango neutro. En ambas secciones se detectó una superficialización de la oxiclina a 80 mn.

3.3. Productividad marina y condiciones biológico-pesqueras

La clorofila-a, indicador de la producción de fitoplancton, de acuerdo con la información satelital, presentó en promedio para julio y en lo que va de agosto, concentraciones de alrededor de $1 \mu\text{g L}^{-1}$ dentro de las 30 mn a lo largo de la costa, con núcleos de $3 \mu\text{g L}^{-1}$ frente Pisco y entre Atico e Ilo en una franja muy costera, dentro de las 15 mn (Figura 34). En promedio, estas concentraciones representaron una ligera disminución en relación a lo observado en junio (Figura 35). En cuanto a las anomalías, en el mismo período se detectaron anomalías negativas de $-1 \mu\text{g L}^{-1}$ frente a Paita, Pisco e Ilo, dentro de las 15 mn, mientras que en otras zonas predominaron valores en el rango neutro (Figura 34). La disminución de la clorofila-a, entre julio y lo que va de agosto, es propia de su estacionalidad, aunque todavía ligeramente por debajo de su patrón climatológico (Figura 35).

Durante la primera temporada de pesca del 2024 del stock norte-centro de la anchoveta (*Engraulis ringens*) (16 de abril al 18 de julio), se desembarcó un total de 2 430 499 t correspondientes al 98,2 % del Límite Máximo de Captura Total Permisible (LMCTP) de 2 750 000 t.

La captura del recurso se registró de Paita (5°30'S) a Bahía Independencia (14°S), hasta las 80 mn de costa. Se observó la sobre posición de cardúmenes juveniles y de adultos dentro de las 50 mn y por fuera de esta distancia se detectaron cardúmenes adultos, principalmente. Latitudinalmente, los cardúmenes de anchoveta con porcentaje de juveniles mayores al 25 % se registraron desde Huarmey (10°S) hacia el sur (Figura 36). En la región sur, para la segunda temporada de pesca de anchoveta 2024 (01 de julio al 12 de agosto), se desembarcó un total de 38 628 t, correspondientes al 15,4 % del LMCTP de 251 000 t. La flota dirigida a la pesca de la anchoveta se distribuyó desde Atico a Morro Sama dentro de las 20 mn. En este caso, se registró una importante presencia de ejemplares juveniles con 76,7 % en número y 64,2 % en peso (Figura 37).

En julio, los indicadores reproductivos de anchoveta del stock norte-centro, índice gonadosomático (IGS) y fracción desovante (FD), mostraron el aumento de sus valores, registrando el incremento de la actividad desovante. El contenido graso registró una disminución de sus valores, consistente con el gasto energético realizado en el incremento de la actividad desovante (Figura 38). Las especies transzonales, jurel (*Trachurus murphyi*), caballa (*Scomber japonicus*) y bonito (*Sarda chiliensis chiliensis*), se distribuyeron de 2 a 80 mn de la costa. La mayor disponibilidad de jurel y caballa se registró, latitudinalmente, en la región sur. El bonito se registró a lo largo de la costa peruana dentro de las 30 mn (Figura 39). Con el regreso de las condiciones neutras, el pez sierra (*Scomberomorus sierra*), indicador de aguas cálidas, retornó hacia el norte, con presencia de pequeños núcleos en zonas cerradas de la región centro (Figura 40).

Respecto a la merluza (*Merluccius gayi peruanus*), desde el 01 de julio al 12 de agosto, la actividad de la flota industrial arrastrera se desarrolló principalmente desde el extremo norte del litoral peruano hasta el norte de Punta La Negra. Los valores más altos de Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) se encontraron en dos zonas: i) el área comprendida entre el extremo norte del litoral peruano y los 4°S, y ii) el área comprendida entre los 4°30'S y los 6°S. En términos generales, los valores de CPUE presentan una tendencia positiva desde febrero hasta la fecha (Figuras 41 y 42). Se mantuvo la presencia del grupo de ejemplares de menor tamaño (< 28 cm de longitud total). Estos reclutas continúan mostrando un crecimiento en tamaño, desde que se observó su ingreso a la zona de pesca en el extremo norte del litoral peruano en setiembre de 2023 (Figura 43).

Para los recursos invertebrados, se observó que el calamar gigante (*Dosidicus gigas*) se distribuyó entre Punta La Negra y Atico, de 2 a 160 mn de la costa, registrando su mayor concentración en la zona norte (Punta La Negra y Pimentel) y centro (Casma a Huacho) (Figura 44).

3.4. Condiciones hidrológicas

Para el mes de julio y los primeros diez días del mes de agosto del 2024 los caudales de los ríos peruanos de la vertiente del Pacífico norte, desde el río Chira hasta el río Chicama, estuvieron ligeramente debajo de lo normal; cabe mencionar que estas anomalías ya se venían observando desde los últimos días del mes de febrero. En los ríos de la vertiente del Pacífico centro, los caudales se encuentran notoriamente sobre lo normal, mientras que los ríos de la vertiente del Pacífico sur presentan caudales dentro de lo normal. En los ríos de la vertiente del Amazonas, los caudales estuvieron entre normal y por debajo de lo normal, predominando en su gran mayoría condiciones ligeramente por debajo de lo normal. El río Amazonas en la estación Tanshiyacu, ya desde marzo viene registrando anomalías ligeramente por debajo de lo normal, agudizándose en el presente periodo de análisis, alcanzando una anomalía promedio en los últimos 10 días de -44,69 %. Los ríos de la vertiente del Titicaca presentan caudales ligeramente por debajo de lo normal, lo cual es un patrón para todo el año hidrológico 2023 – 2024 (Tabla 4). Por otro lado, el nivel del lago Titicaca continúa con una tendencia a disminuir, alcanzando valores menores a lo observado desde los años 80.

Los principales embalses del país, al 13 de agosto se encuentran al 74,8 % de la capacidad hidráulica nacional. Cabe mencionar que el volumen de los embalses ha empezado a disminuir en su gran mayoría, por la demanda hídrica en época seca lo cual es propio de la estación (Tabla 5).

3.5. Condiciones agrometeorológicas

En el departamento de Piura, las temperaturas diurnas de normales a ligeramente cálidas propiciaron el cuajado y fructificación del mango, principalmente de la variedad Edward, Haden, Kent y Criollo; mientras que, en Lambayeque, las temperaturas máximas de condiciones normales a ligeramente cálidas y mínimas, fueron propicias para el incremento de los niveles de floración del mango Kent. Para los sembríos de arroz de la costa norte (Campaña Chica 2024), las condiciones térmicas normales y las lluvias registradas por debajo de su promedio, vienen favoreciendo el desarrollo vegetativo de los arrozales. En la localidad de La Yarada (Tacna), las temperaturas entre normales a frías vienen promoviendo el desarrollo de la fase de diferenciación floral del olivo (Figura 45).

IV. PERSPECTIVAS

Según el pronóstico del C3S multi-system proporcionados por the Copernicus Climate Change Service, el campo de anomalías de presión en la franja ecuatorial mostraría un gradiente débil este-oeste, intensificándose ligeramente hacia fin de año. Cabe indicar que la intensificación anómala del gradiente este-oeste es una característica de La Niña, lo cual no se observa claramente en el pronóstico. Por otro lado, se espera que las máximas anomalías positivas de presión en el Pacífico subtropical oriental ocurran entre setiembre y octubre, posteriormente las anomalías positivas serán de menor magnitud y más alejadas del continente sudamericano (Figura 46).

Los pronósticos de los modelos climáticos del NMME (CFSv2, CanESM5, GEM5.2r–NEMO, NASA–GEOS2S, GFDL_SPEAR, COLA–RSMAS–CCSM4, COLA–RSMAS–CESM1), con condiciones iniciales de agosto de 2024, para el Pacífico central (Niño 3.4), indican que se esperaría una condición La Niña con categoría fría débil entre los meses de setiembre y febrero de 2025. Finalmente, entre los meses de marzo y junio 2025 la condición sería neutra (Tabla 6). Para el Pacífico oriental (región Niño 1+2), los modelos de NMME, indican en promedio, condiciones neutras entre los meses de setiembre y junio de 2025. Sin embargo, los índices indican anomalías negativas, con mayores magnitudes en los meses de diciembre 2024 y enero 2025 (Tabla 7).

El modelo de Inteligencia Artificial del IGP, con condiciones iniciales de julio indica que la probabilidad de que el índice E, relacionado a El Niño en la región oriental del Pacífico (Niño E), se mantendría con valores por debajo de lo normal y que recién alcanzaría sus valores normales a finales del verano 2025. Por lo pronto, no existe probabilidad de que el próximo año se desarrolle un evento Niño E fuerte. De la misma forma, el índice C, relacionado a El Niño en el Pacífico central (Niño C), muestra una tendencia negativa que alcanzaría su máximo valor en abril de 2025 (Figura 47).

Analizando la información de altimetría satelital (Figura 3 c) y de la profundidad de termoclina (Figura 3 b), se observan ondas Kelvin y Rossby, tanto frías como cálidas. Existe la señal de una OK cálida en el extremo occidental que viene desplazándose hacia el continente americano que, de mantener su naturaleza no dispersiva, arribaría a la costa americana entre setiembre y octubre (Figura 3). En profundidad, según lo observado a la fecha, se espera que la onda de Kelvin fría mantenga la termoclina menos profunda de lo normal en la zona oriental durante agosto. Según el último pulso de viento intenso del este que se desarrolló durante julio (Figura 2 a), se esperaría un conjunto de OK frías que deberían iniciar su arribo a la costa peruana a partir de agosto. Por otro lado, el pulso de viento del oeste que se desarrolló durante agosto (Figura 2 a) podría proyectarse en OK cálidas que podrían fortalecer las ondas Kelvin que se formaron por reflexión de ondas Rossby.

Los resultados de los modelos de ondas del IGP, forzados con el re-análisis de NCEP para el diagnóstico (hasta inicios de agosto) y luego con vientos igual a cero para el pronóstico, indican que aún estarían presentes ondas de Rossby cálidas en la zona occidental que se reflejarían como ondas de Kelvin cálidas. Por otro lado, las ondas de Kelvin frías se reflejarían como ondas de Rossby frías en el borde oriental (Figuras 48 y 49). A lo largo de la costa se espera el paso de ondas de Kelvin frías hasta setiembre y luego se esperan ondas de Kelvin cálidas débiles (Figura 50). Hay que tener en cuenta que estos modelos no simulan los procesos de dispersión modal relacionadas a la inclinación de la termoclina, por lo que en la realidad es posible que las ondas en cuestión pierdan un porcentaje de su energía antes de arribar a la costa americana.

La simulación del modelo de ondas aplicado por el IMARPE, forzada con anomalías del esfuerzo zonal de los vientos hasta el 09 de agosto 2024 y pronosticada con condiciones climatológicas de esfuerzo zonal de los vientos, indica que, entre agosto, setiembre e inicios de octubre 2024 se espera la llegada a las costas Sudamericanas de tres OK frías. En lo que resta de agosto, se espera la llegada de una OK fría (modo 1), mientras que, en setiembre, se espera la llegada de una OK fría (modo 2) que fue forzada por las anomalías de vientos del este en el Pacífico ecuatorial central entre junio e inicios de julio. Otra OK fría (modo 1) habría sido forzada en el Pacífico ecuatorial occidental y llegaría a Sudamérica entre setiembre y octubre. Posteriormente se espera la llegada de OK cálidas producto de la reflexión de ondas Rossby en el Pacífico occidental (Figura 51).

Conforme al juicio experto de la Comisión Multisectorial del ENFEN, basado en los datos observados, así como de los pronósticos de los modelos climáticos nacionales e internacionales que se tienen hasta la fecha y sus respectivas incertidumbres, para el Pacífico central, es más probable el desarrollo de condiciones de La Niña débil entre septiembre de 2024 y el verano 2024-2025. Asimismo, para el verano 2024-2025 es más probable la presencia de La Niña de magnitud débil (49 %) (Tabla 8 y Figura 52). Para la región Niño 1+2, son más probables las condiciones neutras hasta el mes de marzo 2025, con valores superiores al 51 % de probabilidad, seguida de condiciones frías débiles. Para el verano se espera una probabilidad de 60 % de condiciones neutras, seguida de condiciones frías débiles (26 %) (Tabla 9 y Figura 52).

El pronóstico estacional para agosto-octubre de 2024³ indica valores de temperaturas del aire de normal a inferiores a lo normal en la costa peruana. Asimismo, se mantienen las perspectivas de lluvias por debajo del promedio hasta la primavera 2024, principalmente, en la región andina central y sur.

³ <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02262SENA-49.pdf>

Según el pronóstico hidrológico⁴, entre agosto y octubre 2024, en la Región Hidrográfica del Pacífico se prevé que predominen caudales debajo de lo normal en la zona norte, y condiciones normales a debajo de lo normal en la zona centro y sur. Se precisa que durante los meses de estiaje de junio a septiembre se registran los caudales más bajos del año, y debido a la estacionalidad no se esperan lluvias intensas ni caudales que generen impactos. Por otro lado, en la Región Hidrográfica del Titicaca, se prevé caudales por debajo del promedio.

En cuanto a los recursos pesqueros, en las siguientes semanas, se espera que la anchoveta continúe intensificando su actividad reproductiva. La disponibilidad del recurso jurel persistirá principalmente en la región sur. En cuanto a la merluza, se espera que la disponibilidad del recurso para la flota artesanal e industrial se mantenga en niveles similares a los observados durante el periodo de junio a la primera quincena de agosto. Asimismo, se espera que el calamar gigante o pota mantendría su disponibilidad a la pesquería, especialmente frente a la costa norte-centro.

⁴ <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02694SENA-48.pdf>

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La Comisión Multisectorial del ENFEN mantiene el “Estado del sistema de alerta” de “No Activo”⁵, ya que, si bien se presentan actualmente anomalías negativas de la temperatura superficial del mar en la región Niño 1+2, estas continuarían dentro del rango neutral en los próximos meses.

Conforme al juicio experto del ENFEN, basado en los datos observados y los pronósticos de los modelos climáticos nacionales e internacionales, así como sus respectivas incertidumbres, en el Pacífico central (región Niño 3.4) es más probable el desarrollo de condiciones de La Niña débil entre septiembre de 2024 y febrero de 2025. Por otro lado, en la región Niño 1+2 es más probable el predominio de la condición neutra hasta fines del verano 2024-2025.

Se recomienda a los tomadores de decisiones y población en general tener en cuenta los escenarios de riesgo basados tanto en los pronósticos estacionales como en la posible presencia de La Niña débil en el Pacífico central en relación al inicio de la temporada lluviosa en la primavera de 2024. Esto con la finalidad que se adopten las acciones que correspondan para la preparación y reducción del riesgo de desastres.

La Comisión Multisectorial del ENFEN continuará informando sobre la evolución de las condiciones oceánicas-atmosféricas y actualizando las perspectivas. El ENFEN emitirá su próximo comunicado oficial el viernes 13 de setiembre de 2024.

⁵ No activo: De acuerdo al sistema de alerta, esta condición corresponde a condiciones neutras o cuando la Comisión ENFEN espera que El Niño o La Niña costeros están próximos a finalizar.

VI. TABLAS Y FIGURAS

6.1. Tablas

Tabla 1. Valores promedio de la TSM y sus anomalías en las regiones Niño en los últimos 6 meses. Fuente: ERSSTv5.

TSM-ATSM Mensual 2021-2022 (ERSSTv5)								
R. Niño	Niño 1+2		Niño 3		Niño 3.4		Niño 4	
Feb. 24	27.21	1.11	27.92	1.52	28.27	1.52	29.46	1.26
Mar.	26.74	0.25	28.03	0.83	28.41	1.13	29.31	0.99
Abr.	25.33	-0.21	28.08	0.50	28.60	0.78	29.55	0.92
May.	23.24	-1.17	27.06	-0.19	28.16	0.23	29.70	0.79
Jun.	22.17	-0.95	26.35	-0.27	27.91	0.18	29.67	0.70
Jul.	21.21	-0.75	25.70	-0.10	27.39	0.09	29.46	0.56

Tabla 2. Valores semanales (centradas en los miércoles de cada semana) de la TSM y sus anomalías en las regiones Niño. Fuente: OISST.v2.

TSM – ATSM Semanal 2022 (OISST.v2)								
R. Niño	Niño 1+2		Niño 3		Niño 3.4		Niño 4	
10-Jul-24	21.9	-0.2	25.8	-0.1	27.6	0.3	29.5	0.7
17-Jul-24	21.2	-0.5	25.7	-0.1	27.5	0.2	29.4	0.6
24-Jul-24	20.8	-0.7	25.4	-0.2	27.2	0.1	29.3	0.6
31-Jul-24	20.9	-0.4	25.2	-0.3	26.8	-0.2	29.0	0.3
07-Ago-24	20.9	-0.2	25.2	0.0	27.0	0.0	29.1	0.4

Tabla 3. Valores del ONI e ICEN desde julio de 2023 hasta junio de 2024 y sus valores temporales de julio 2024.

Valores del índice Costero El Niño			ONI	
Mes	ICEN	Categoría	ONI	Categoría
jul-23	2,94	Cálida Fuerte	1,06	Cálida Moderada
ago-23	2,91	Cálida Fuerte	1,32	Cálida Moderada
set-23	2,70	Cálida Fuerte	1,54	Cálida Fuerte
oct-23	2,27	Cálida Fuerte	1,78	Cálida Fuerte
nov-23	1,96	Cálida Fuerte	1,94	Cálida Fuerte
dic-23	1,61	Cálida Moderada	1,97	Cálida Fuerte
ene-24	1,29	Cálida Moderada	1.80	Cálida Fuerte
feb-24	0.98	Cálida Débil	1.50	Cálida Fuerte
mar-24	0.57	Cálida Débil	1.15	Cálida Moderada
abr-24	-0.11	Neutro	0.75	Cálida Débil
may-24	-0.61	Neutro	0.39	Neutro
Jun-24	-0.86	Neutro	0.17	Neutro
Mes	ICENtmp	Mes	ONItmp	Mes
jul-24	-0.68	Neutro	-0.01	Neutro

Fuente: IGP

Tabla 4. Caudales de los principales ríos del país al 13 de agosto del 2024

Zona	Ríos	Pentadarios (m3/s)						Prom (m3/s)	Anom (%)	Condición	Pentadarios (m3/s)				Prom (m3/s)	Anom (%)	Condición
		Julio 2024									Agosto - 2024						
Pacífico Norte	Tumbes Cabo Inga	52.80	48.14	46.15	40.75	37.26	35.40	43.42	11.53	Normal	33.97	32.08	33.03	23.19	Normal		
	Tumbes El Tigre	42.13	37.96	35.27	32.82	30.44	28.62	34.54	-10.29	Normal	27.10	26.25	26.68	-7.97	Normal		
	Chira (ardilla)	48.37	48.89	47.51	47.63	47.10	47.20	47.78	-0.07	Normal	46.92	48.14	47.53	44.75	Ligeramente por debajo de lo normal		
	Chira (Puente Suallana)	9.65	12.00	10.62	10.48	6.16	5.00	8.99	-47.21	Ligeramente por debajo de lo normal	5.00	5.00	5.00	-39.86	Ligeramente por debajo de lo normal		
	Piura	1.03	2.00	1.25	0.00	0.00	0.00	0.71	-81.98	Significativamente por debajo de lo normal	0.00	0.00	0.00	-100.00	Significativamente por debajo de lo normal		
	Quiroz	9.65	12.00	10.62	10.48	6.16	5.00	8.99	-36.89	Ligeramente por debajo de lo normal	5.00	5.00	5.00	-50.23	Significativamente por debajo de lo normal		
	Chancay Lambayeque	14.86	11.17	9.59	8.38	7.69	6.30	9.67	-13.86	Normal	5.73	5.95	5.84	-22.29	Ligeramente por debajo de lo normal		
	Zaña	4.68	3.99	3.81	3.13	2.82	2.27	3.45	-5.10	Normal	1.48	1.35	1.41	-37.06	Ligeramente por debajo de lo normal		
	Jequetepeque	5.03	3.66	3.04	2.28	1.67	1.32	2.83	-40.19	Ligeramente por debajo de lo normal	1.26	0.76	1.01	-64.70	Ligeramente por debajo de lo normal		
	Chicama (Salinar)	2.27	2.08	2.37	2.14	1.98	1.96	2.13	-56.31	Significativamente por debajo de lo normal	1.92	1.91	1.92	-35.23	Ligeramente por debajo de lo normal		
	Chicama (Tambo)	5.39	4.95	4.77	4.31	4.47	4.98	4.81	-9.60	Normal	5.02	4.66	4.84	12.89	Normal		
	Moche	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-100.00	Significativamente por debajo de lo normal	0.00	0.00	0.00	-100.00	Significativamente por debajo de lo normal		
	Santa	51.12	50.61	48.49	46.41	43.09	45.84	47.59	6.98	Normal	50.89	48.27	49.58	15.07	Ligeramente sobre lo normal		
Pacífico Centro	Pativilca	16.90	15.01	14.59	13.42	12.27	12.57	14.13	-6.01	Normal	12.54	12.47	12.51	-7.04	Normal		
	Huaura	8.89	9.70	6.02	5.56	7.80	7.83	7.63	14.30	Normal	6.88	7.52	7.20	12.10	Normal		
	Huaral	10.41	10.62	10.32	9.89	9.51	9.40	10.02	107.55	Significativamente sobre lo normal	9.22	9.08	9.15	119.19	Significativamente sobre lo normal		
	Chillon	1.57	1.51	1.46	1.36	1.47	2.19	1.59	11.81	Normal	2.26	2.27	2.27	64.78	Significativamente sobre lo normal		
	Rímac	20.88	20.61	20.87	20.84	20.82	20.70	20.79	35.17	Ligeramente sobre lo normal	20.75	20.82	20.78	42.04	Ligeramente sobre lo normal		
	Lurin	1.22	1.24	1.05	1.02	0.87	0.85	1.04	147.09	Significativamente sobre lo normal	0.86	0.81	0.84	164.48	Significativamente sobre lo normal		
	Mala	2.71	2.55	2.49	2.07	2.07	1.34	2.20	28.50	Ligeramente sobre lo normal	1.34	1.34	1.34	-10.48	Normal		
	Cañete	20.36	19.90	18.46	18.00	18.30	19.30	19.05	39.54	Ligeramente sobre lo normal	19.10	19.20	19.15	52.59	Significativamente sobre lo normal		
	San Juan	3.49	3.16	3.16	2.49	2.04	2.04	2.73	147.46	Significativamente sobre lo normal	2.04	1.80	1.92	142.08	Significativamente sobre lo normal		
	Pisco	4.49	3.88	4.21	3.99	4.05	4.66	4.22	59.70	Significativamente sobre lo normal	4.58	2.92	3.75	46.26	Ligeramente sobre lo normal		
Pacífico Sur	Ica	0.04	0.03	0.03	0.03	1.84	2.26	0.71	100.00	Significativamente sobre lo normal	2.30	2.08	2.19	100.00	Significativamente sobre lo normal		
	Acarí	1.70	1.55	1.26	1.18	1.05	1.04	1.30	-46.38	Ligeramente por debajo de lo normal	0.87	0.82	0.85	-58.45	Significativamente por debajo de lo normal		
	Yauca	1.74	1.42	1.13	1.04	1.02	1.07	1.24	26.97	Ligeramente sobre lo normal	0.80	0.64	0.72	58.89	Significativamente sobre lo normal		
	Ocoña	45.62	43.30	42.73	40.82	39.07	37.65	41.53	-2.87	Normal	36.54	35.92	36.23	-14.94	Normal		
	Camana	38.05	36.22	35.00	34.09	33.35	31.62	34.72	-4.66	Normal	29.90	28.92	29.41	-10.73	Normal		
	Chili	8.82	8.58	9.04	9.11	8.84	8.76	8.86	6.67	Normal	9.36	9.96	9.66	23.32	Ligeramente sobre lo normal		
	Tambo	10.95	10.95	11.57	11.42	10.43	10.27	10.93	9.47	Normal	9.73	8.75	9.24	-3.19	Normal		
	Huaracane	0.16	0.16	0.17	0.17	0.16	0.16	0.16	-13.12	Normal	0.17	0.17	0.17	3.28	Normal		
	Torata	0.98	0.92	0.84	0.93	0.97	1.00	0.94	-0.69	Normal	1.04	1.08	1.06	9.75	Normal		
	Tumilaca	0.70	0.69	0.69	0.69	0.68	0.68	0.69	10.99	Normal	0.68	0.68	0.68	15.73	Ligeramente sobre lo normal		
	Locumba	2.92	2.91	2.87	2.88	2.87	2.84	2.88	11.51	Normal	2.87	2.87	2.87	10.96	Normal		
	Sama	1.88	1.95	1.76	1.81	1.96	1.77	1.85	75.62	Significativamente sobre lo normal	1.49	1.71	1.60	81.83	Significativamente sobre lo normal		
	Caplina	0.74	0.71	0.78	0.78	0.69	0.60	0.72	30.05	Ligeramente sobre lo normal	0.56	0.86	0.71	44.45	Ligeramente sobre lo normal		
Marañón	Marañón (Coral Quemado)	227.40	191.99	162.92	150.74	131.25	122.89		-11.48	Normal	126.14	105.07	115.61	-33.32	Ligeramente por debajo de lo normal		
	Marañón (Cumba)	215.80	197.59	183.05	171.01	160.07	152.48	180.00	-2.12	Normal	148.71	144.90	146.81	-3.70	Normal		
	Crisnejas (Puente)	4.55	4.13	3.17	2.80	2.49	2.39	3.25	-52.85	Significativamente por debajo de lo normal	2.42	2.41	2.42	-48.38	Ligeramente por debajo de lo normal		
	Crisnejas (Jesus Tunel)	0.36	0.33	0.29	0.33	0.28	0.26	0.31	15.25	Ligeramente sobre lo normal	0.23	0.22	0.23	38.69	Ligeramente sobre lo normal		
Ríos Navegables Norte	Napo	7400.19	6977.72	8194.96	7968.12	7531.14	6380.53	7408.78	-20.89	Ligeramente por debajo de lo normal	4251.43	3449.10	3850.26	-50.20	Significativamente por debajo de lo normal		
	Marañón (San Regis)	16545.17	16060.08	14741.97	16469.57	14227.53	10995.93	14840.04	-11.05	Normal	8921.18	8096.22	8508.70	-33.16	Ligeramente por debajo de lo normal		
	Amazonas (Tanshiyacu)	22830.68	21072.88	20338.13	19804.82	19312.08	15316.31	19779.15	-19.93	Ligeramente por debajo de lo normal	11670.38	9733.40	10701.89	-44.69	Ligeramente por debajo de lo normal		

Zona	Rios	Pentadiarios (m3/s)						Prom (m3/s)	Anom (%)	Condición	Pentadiarios (m3/s)		Prom (m3/s)	Anom (%)	Condición
		Julio 2024									Agosto - 2024				
Huallaga	Tocache	610.49	477.21	526.77	443.56	371.34	358.93	464.72	-7.65	Normal	360.11	427.91	394.01	2.39	Normal
	Huallaga (Tingo María)	196.49	171.91	169.29	141.70	113.88	127.86	153.52	-0.66	Normal	116.29	112.82	114.55	-16.04	Ligeramente por debajo de lo normal
	Huallaga (Taruca)	22.37	19.98	19.04	18.08	17.52	16.88	18.98	-18.08	Ligeramente por debajo de lo normal	16.64	16.34	16.49	-14.91	Normal
Rios Navegables Centro	Ucayali (msnm)	140.19	139.95	139.93	139.28	138.57	138.59	139.42		Normal	138.82	138.84	138.83	-0.11	Normal
Mantaro	Mantaro (Pongor)	121.04	117.20	111.71	111.31	100.32	112.77	112.39	1.64	Normal	111.65	111.59	111.62	4.54	Normal
	Mantaro (La Mejorada)	98.86	99.80	101.43	98.35	89.23	101.86	98.25	-0.93	Normal	102.55	99.77	101.16	4.17	Normal
	Mantaro (Stuart)	31.66	30.90	32.60	30.25	25.26	31.66	30.39	-41.56	Ligeramente por debajo de lo normal	30.54	30.64	30.59	-43.40	Ligeramente por debajo de lo normal
	Mantaro (Chulec)	49.43	50.39	52.37	49.90	37.69	49.33	48.19	5.91	Normal	42.87	43.14	46.50	6.52	Normal
Apurimac	Antabamba	14.31	13.81	13.56	12.92	12.18	10.87	12.94	-55.70	Significativamente por debajo de lo normal	10.14	9.27	9.70	-63.97	Significativamente por debajo de lo normal
Urubamba	Urubamba (Km 105)	36.90	34.75	33.25	32.45	32.33	32.49	33.69	-9.44	Normal	34.00	34.27	34.14	0.12	Normal
	Pisac	27.43	26.77	25.64	24.23	23.42	23.75	25.21	-4.82	Normal	25.75	24.77	25.26	-6.50	Normal
Rios Navegables Sur	Madre de Dios	3192.12	2706.60	2593.29	1891.81	1551.65	1742.41	2279.65	-8.60	Normal	2293.35	2488.44	2390.90	49.04	Ligeramente sobre lo normal
Titicaca	Huancane	2.52	2.39	2.30	2.14	2.03	1.94	2.22	-35.46	Ligeramente por debajo de lo normal	1.83	1.63	1.73	-38.46	Ligeramente por debajo de lo normal
	Ramis	12.62	11.56	10.42	9.21	8.01	7.78	9.93	-16.61	Ligeramente por debajo de lo normal	7.25	7.08	7.16	-29.47	Ligeramente por debajo de lo normal
	llave	3.52	6.25	5.90	5.81	5.39	5.26	5.36	-30.15	Ligeramente por debajo de lo normal	5.00	4.63	4.82	-31.15	Ligeramente por debajo de lo normal
	Coata	1.81	1.65	2.23	1.82	1.64	1.66	1.80	-74.44	Significativamente por debajo de lo normal	1.69	1.27	1.48	-73.35	Significativamente por debajo de lo normal

Fuente: SENAMHI, Juntas de Usuarios y Proyectos Especiales
Elaborado: ANA

Tabla 5. Estado situacional de los reservorios al 13 de agosto del 2024.

Zona	Reservorio	Fecha Reporte	Departamento de Influencia	Capacidad Hidráulica (hm ³)		Capacidad Hidráulica Almacenada (%)
				Útil	Almacenada	
Costa - Norte	Poechos	13 - Ago	Piura	445.5	336.6	75.6
	San Lorenzo	13 - Ago	Piura	195.6	131.4	67.2
	Tinajones	13 - Ago	Lambayeque	331.6	150.3	45.3
	Gallito Ciego	13 - Ago	La Libertad	366.1	272.5	74.4
	SUB TOTAL			1338.7	890.8	66.5
Costa - Centro	Víconga	13 - Ago	Lima	30.0	23.6	78.7
	Sistema Rimac	31 - Jul.	Lima, Junín	282.4	240.5	85.2
	Choclococha	13 - Ago	Ica	131.1	113.4	86.5
	Ccaracocha	13 - Ago	Ica	40.0	32.0	80.0
	SUB TOTAL			483.5	409.5	84.7
Costa - Sur	Condorama	13 - Ago	Arequipa	259.0	210.2	81.2
	El Pañe	13 - Ago	Arequipa	99.6	76.4	76.7
	Dique Los Españoles	13 - Ago	Arequipa	9.1	1.5	16.5
	Pillones	13 - Ago	Arequipa	78.5	78.0	99.4
	El Frayle	13 - Ago	Arequipa	127.2	99.5	78.2
	Aguada Blanca	13 - Ago	Arequipa	30.4	12.0	39.4
	Chalhuanca	13 - Ago	Arequipa	25.0	25.6	100.0
	Bamputañe	13 - Ago	Arequipa	40.0	36.1	90.3
	Pasto Grande	13 - Ago	Moquegua	200.0	155.2	77.6
	Paucarani	13 - Ago	Tacna	10.5	9.1	86.7
	Laguna Aricota	13 - Ago	Tacna	280.0	209.1	74.7
	Jarumas	13 - Ago	Tacna	13.0	13.0	100.0
SUB TOTAL			1172.4	925.7	79.0	
Sierra - Centro	Cuchoquesera	13 - Ago	Ayacucho	80.0	57.0	71.3
	Lago Junin	13 - Ago	Junín	314.7	208.6	66.3
	SUB TOTAL			394.7	265.6	67.3
Sierra - Sur	Lagunillas	13 - Ago	Puno	585.1	476.5	81.4
	Sibinacocha	13 - Ago	Cusco	110.0	86.90	79.0
	SUB TOTAL			695.1	563.4	81.0
Situación Nacional	Situación Nacional		-	4,084.4	3,055.0	74.8

Fuente: Proyectos Especiales y operadores hidráulicos
Elaborado: ANA

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	ASO	SON	OND	NDE	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ
CFS2	-0.45	-0.84	-1.08	-1.22	-1.13	-0.89	-0.57	-0.27	-----	-----
CanESM5	-0.32	-0.48	-0.60	-0.63	-0.56	-0.49	-0.43	-0.40	-0.32	-0.20
GEM5_NEMO	-0.44	-0.66	-0.70	-0.64	-0.54	-0.45	-0.38	-0.32	-0.22	-0.14
NASA	-0.87	-1.22	-1.33	-1.37	-1.36	-1.25	-1.03	-----	-----	-----
GFDL_SPEARE	-0.24	-0.38	-0.53	-0.57	-0.46	-0.22	0.00	0.16	0.27	0.35
COLA-CCSM4	-0.64	-0.82	-0.94	-0.98	-0.92	-0.74	-0.45	-0.22	-0.10	-0.08
COLA_CESM	-0.56	-0.76	-0.88	-0.92	-0.88	-0.75	-0.57	-0.43	-0.34	-0.29
Promedio										
NMME	-0.50	-0.74	-0.87	-0.90	-0.84	-0.68	-0.49	-0.25	-0.14	-0.07

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	ASO	SON	OND	NDE	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ
CFS2	-0.34	-0.12	-0.15	-0.26	-0.30	-0.18	0.01	0.11	-----	-----
CanESM5	-0.13	-0.09	-0.12	-0.17	-0.22	-0.19	-0.15	-0.05	0.04	0.14
GEM5.2_NEMO	-0.21	-0.13	-0.16	-0.11	-0.03	0.05	0.10	0.03	-0.07	-0.15
NASA	-0.37	-0.34	-0.42	-0.55	-0.60	-0.53	-0.47	-----	-----	-----
GFDL_SPEARE	-0.11	-0.01	0.01	-0.01	0.03	0.17	0.35	0.52	0.61	0.69
COLA-CCSM4	-0.34	-0.18	-0.23	-0.34	-0.42	-0.38	-0.25	-0.09	0.06	0.16
COLA_CESM	-0.21	-0.06	-0.03	-0.10	-0.20	-0.23	-0.13	0.05	0.18	0.19
Promedio										
NMME	-0.24	-0.13	-0.16	-0.22	-0.25	-0.18	-0.08	0.10	0.16	0.21

Tabla 8. Probabilidades estimadas de las magnitudes de El Niño y La Niña costeros (región Niño 1+2, frente a la costa norte y centro del Perú) para el verano diciembre 2024-marzo 2025.

Magnitud del evento diciembre 2024-marzo 2025	Probabilidad de ocurrencia (%)
La Niña Fuerte	0
La Niña Moderada	1
La Niña Débil	26
Neutro	60
El Niño Débil	12
El Niño Moderado	1
El Niño Fuerte	0
El Niño Extraordinario	0

Tabla 9. Probabilidades estimadas de las magnitudes de El Niño y La Niña en el Pacífico central (región Niño 3.4) para el verano diciembre 2024-marzo 2025.

Magnitud del evento diciembre 2024-marzo 2025	Probabilidad de ocurrencia (%)
La Niña Fuerte	0
La Niña Moderada	7
La Niña Débil	49
Neutro	43
El Niño Débil	1
El Niño Moderado	0
El Niño Fuerte	0
El Niño Muy fuerte	0

6.2. Figuras

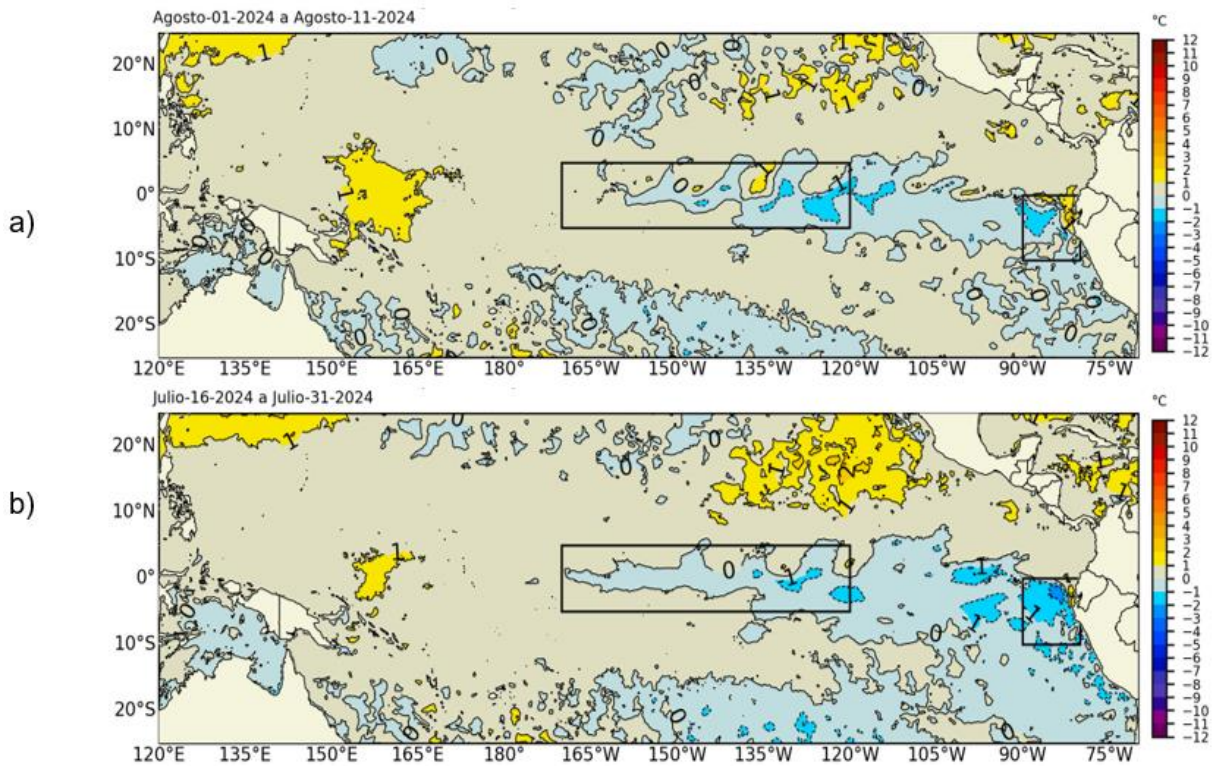


Figura 1. Anomalía de la TSM quincenal en el Pacífico Tropical a) 01 al 14 de agosto 2024, y b) 16 al 31 de julio 2024. Fuente: OSTIA. Procesamiento: DIHIDRONAV. Climatología: 1991-2020.

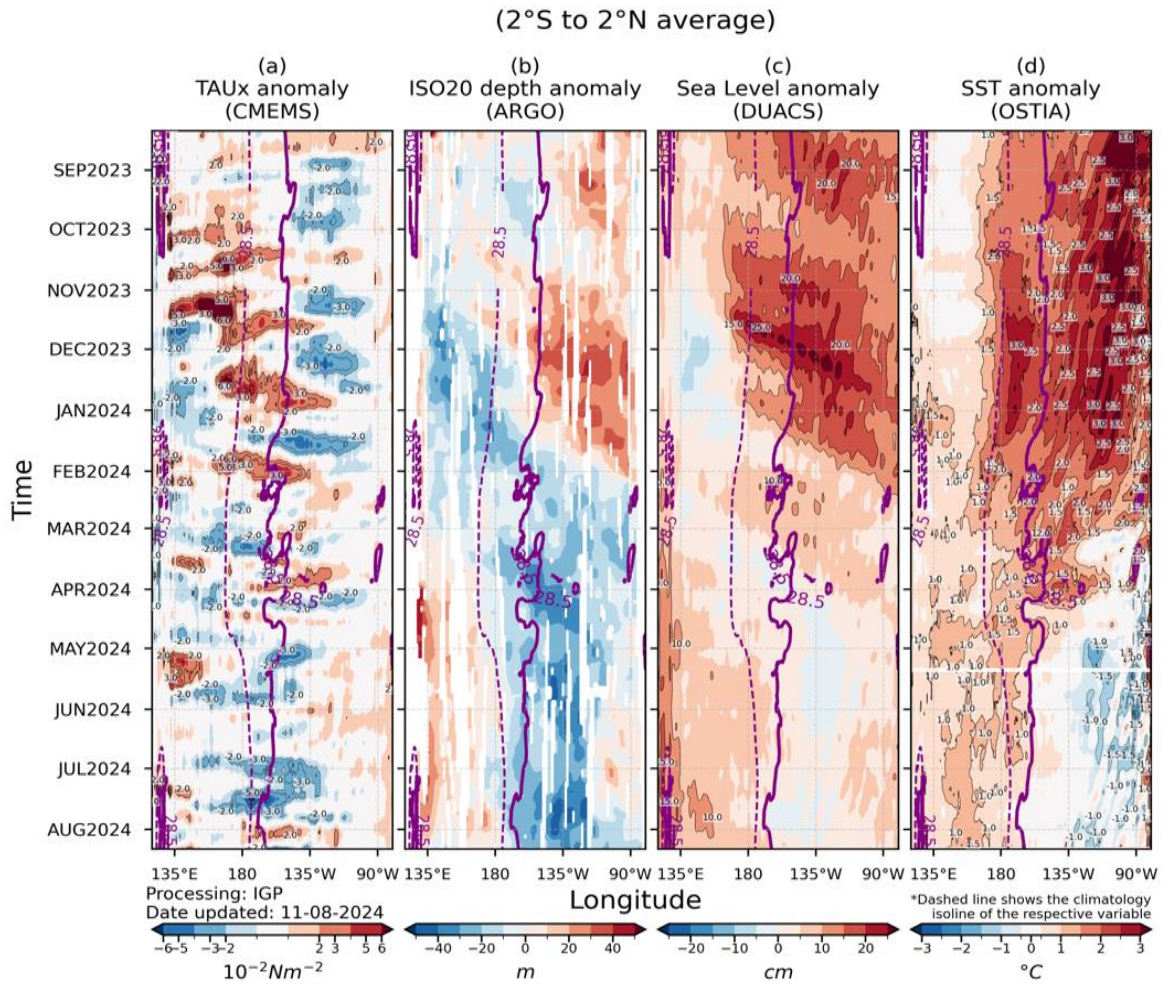


Figura 2. Diagrama Hovmöller: a) anomalía de esfuerzo de viento. Fuente: ASCAT, b) anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C Fuente: ARGO, c) anomalía del nivel del mar diario (cm) Fuente: DUACS, y d) anomalía de temperatura superficial del mar (°C) Fuente: OSTIA. Elaboración: IGP.

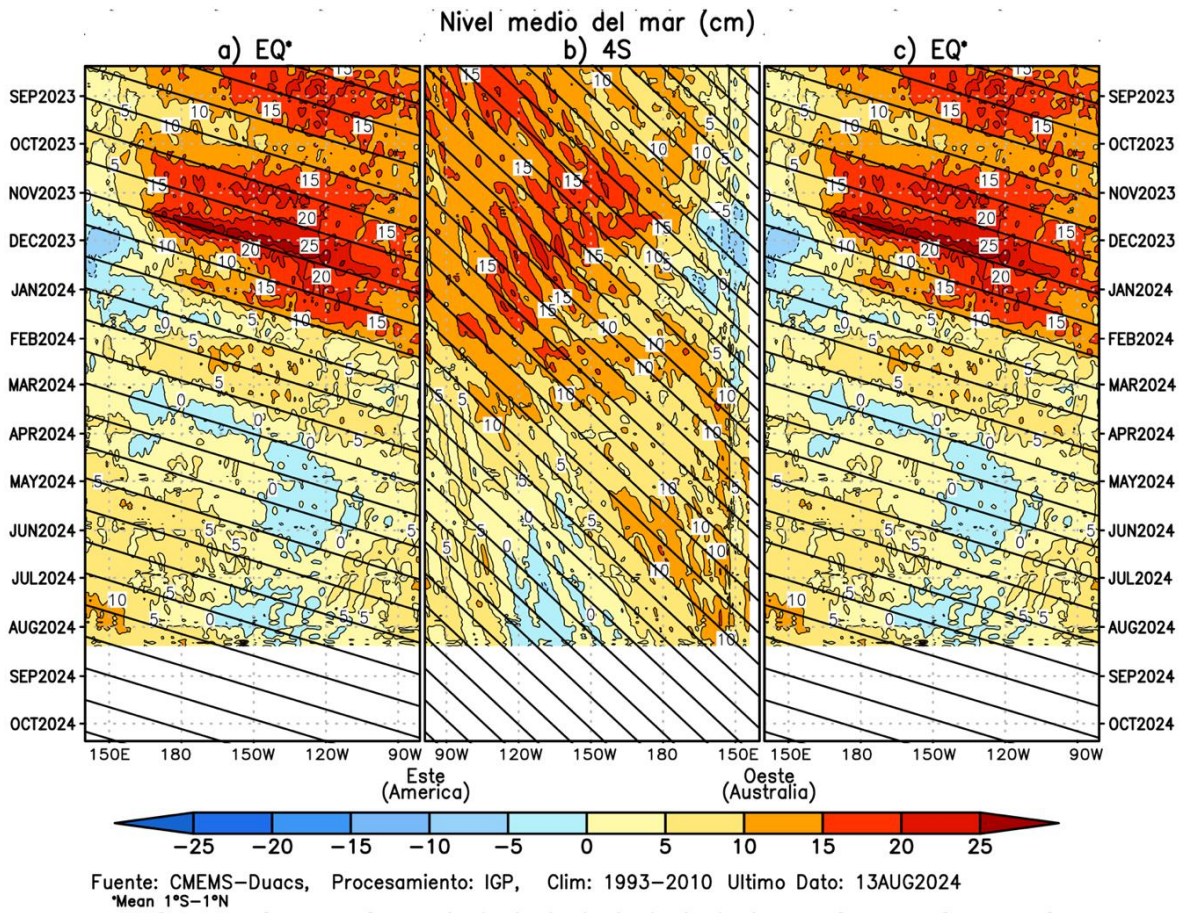


Figura 3. Diagrama Hovmöller de la anomalía del nivel del mar del producto CMEMS-Duacs a lo largo de la línea ecuatorial (a y c) y en 4°S (b). El panel del centro tiene el eje de la longitud invertido para apreciar mejor la secuencia de ondas Kelvin y Rossby producidas por reflexión en las fronteras este y oeste del Pacífico. Las líneas negras inclinadas en cada panel indican la trayectoria teórica de la onda Kelvin (a y c) y Rossby (b) del primer modo baroclínico. Elaboración: IGP.

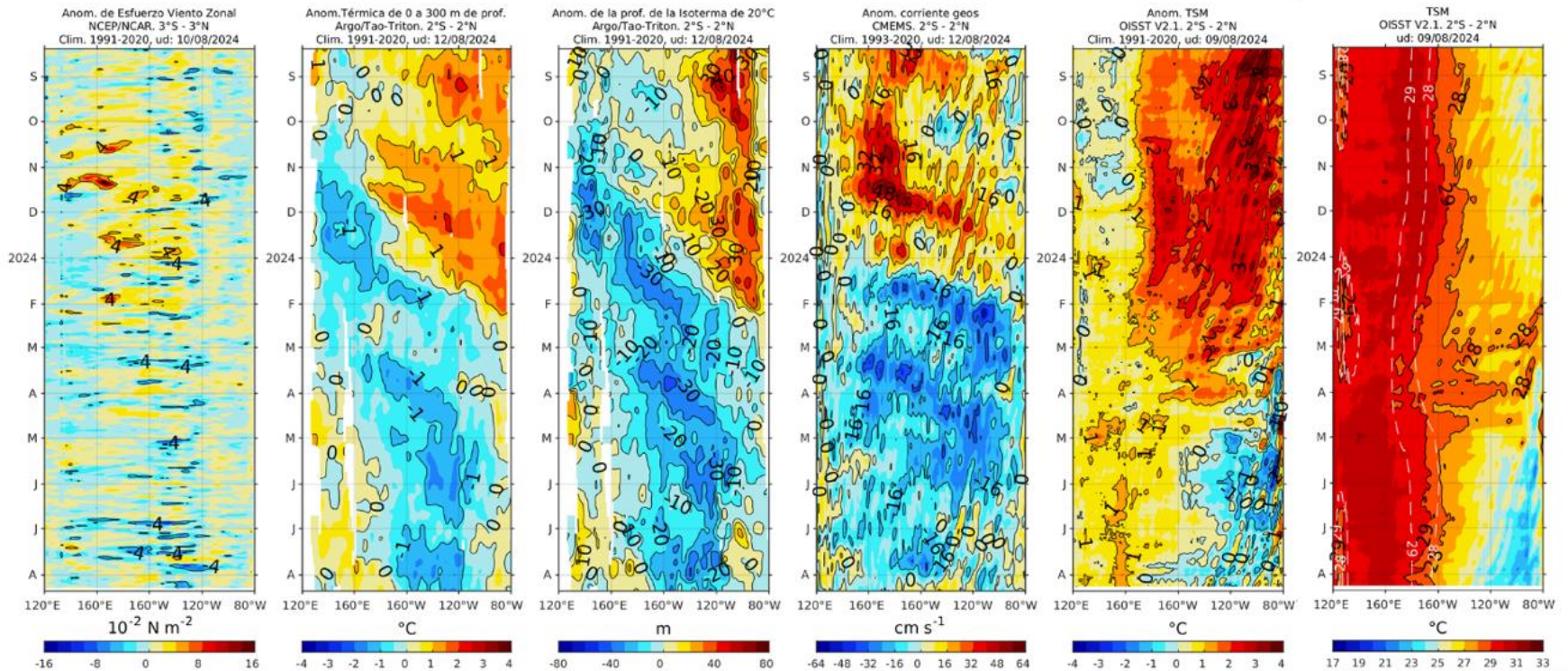


Figura 4. Diagrama Hovmöller de a) anomalía de esfuerzo de viento. Fuente: ECMWF-ASCAT; b) anomalía térmica sobre los 300 m de profundidad. Fuente: ARGO; c) anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C Fuente: ARGO; d) anomalía de corrientes geostroféicas (cm). Fuente: CMEMS; e) anomalía de temperatura superficial del mar (°C) Fuente: OISST V2.1; y f) Temperatura superficial del mar (°C), contornos negros y blancos son las isotermas de 28 °C y 29 °C observadas y climatológicas, respectivamente. Fuente: OISST V2.1. Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

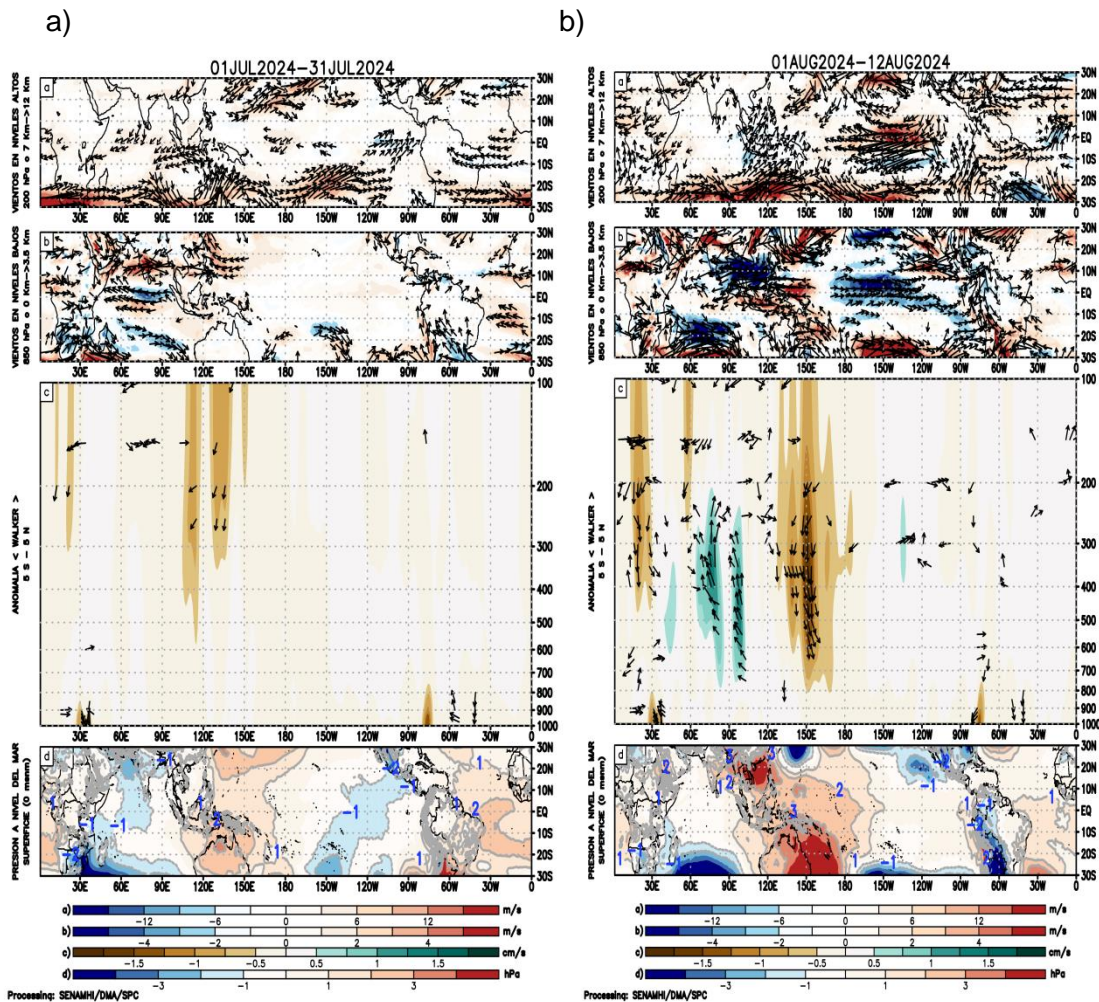


Figura 5. Análisis de la circulación atmosférica (Walker) en el mes de julio (izq.) y entre el 1-12 de agosto de 2024 (der.), (a) Anomalías de los vientos (colores) y su dirección (flechas) en niveles altos (200 hPa) y (b) bajos (850 hPa) de la atmósfera; c) Patrón anómalo de la circulación atmosférica ecuatorial (Walker), (d) Anomalías de presión a nivel del mar. Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI.

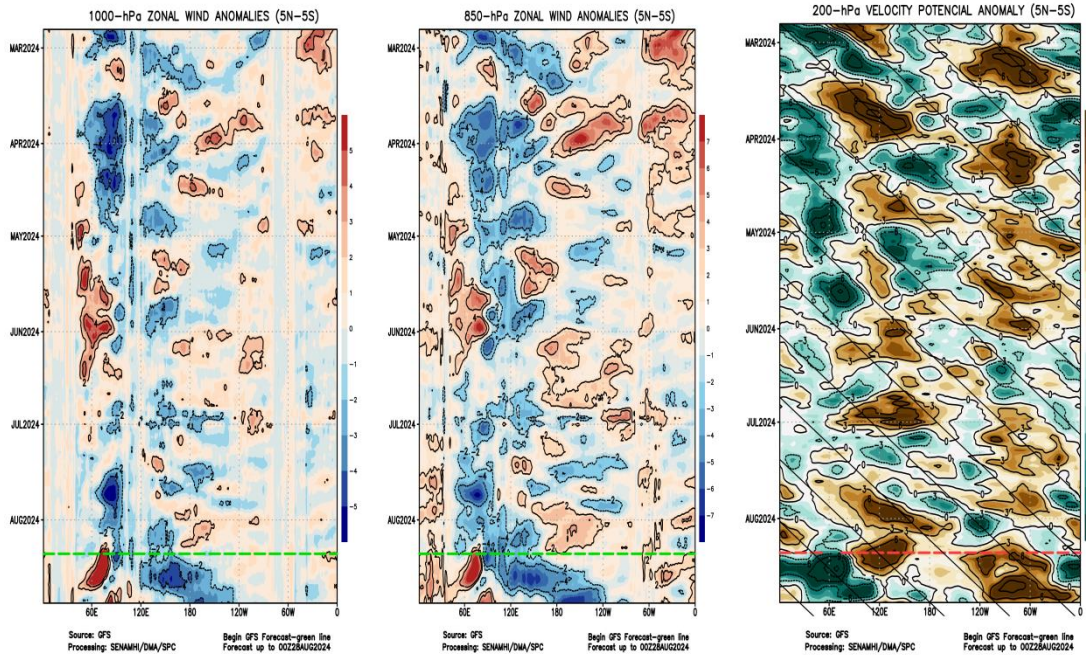
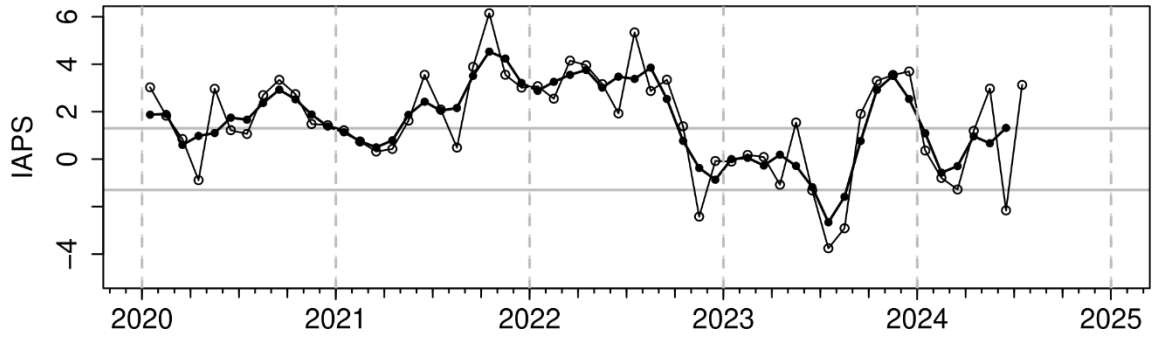
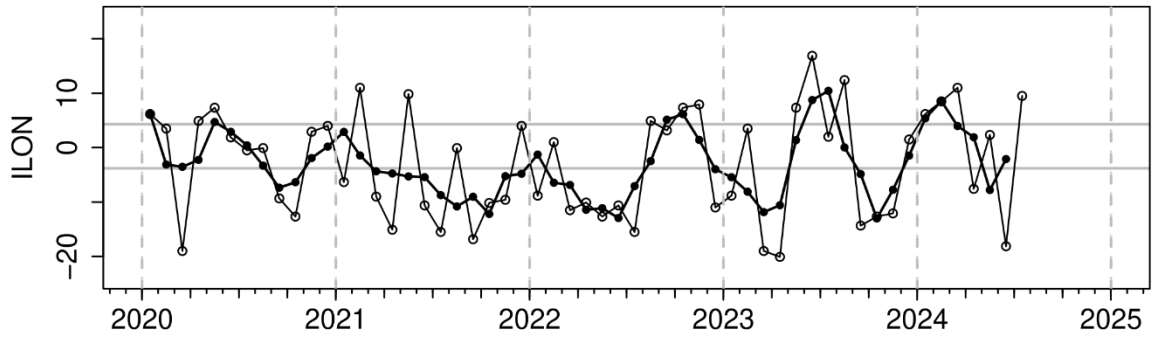


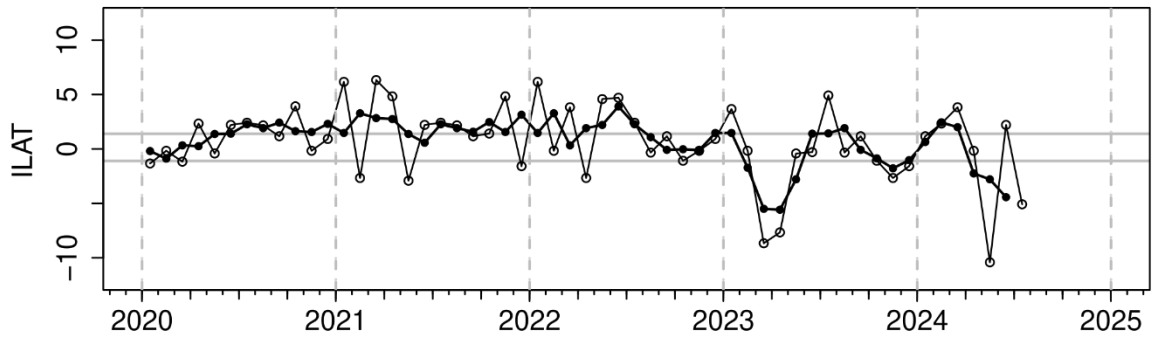
Figura 6. Anomalías promedio de viento zonal y velocidad potencial entre los 5°N y 5°S entre marzo a agosto del 2024 (a) viento zonal en 1000 hPa y (b) viento zonal en 850 hPa y (c) velocidad potencial en 200 hPa. Las líneas verdes (a y b) y roja (c) muestran el inicio del periodo de pronóstico. Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI.



(a)



(b)



(c)

Figura 7. Variación temporal de los índices del APS: a) índice de intensidad (IAPS) e índices de posición) longitudinal (ILON) y c) latitudinal (ILAT) hasta el trimestre MJJ 2024 (círculos negros). Los círculos blancos indican las anomalías mensuales en el periodo enero 2020 hasta julio 2024 (preliminar). Climatología 1991 – 2020.

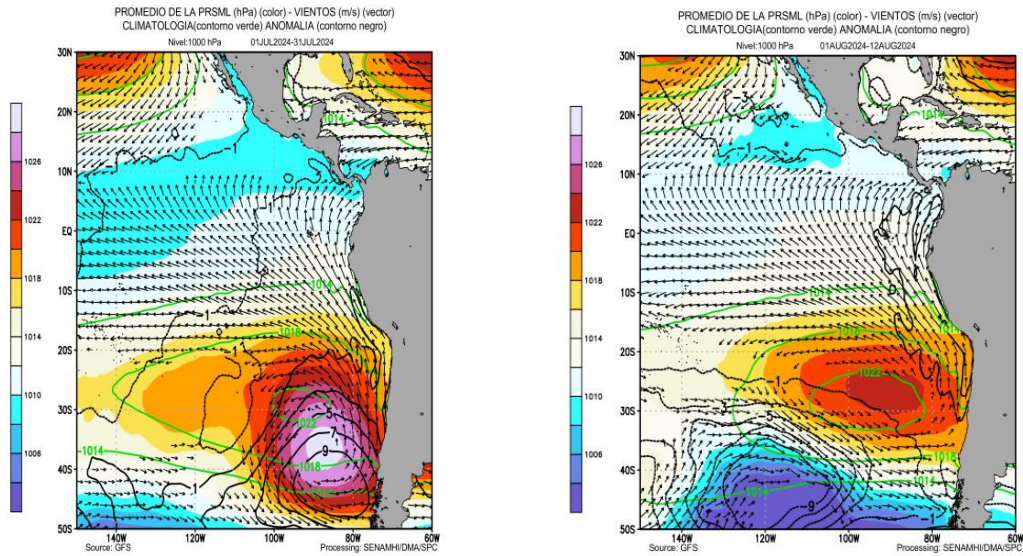


Figura 8. Promedio de la presión atmosférica a nivel del mar (matiz de colores) entre el 1 al 30 de julio (izq.) de 2024 y 01 al 12 de agosto (der.) de 2024, a) presión atmosférica climática (línea verde) y presión actual en matiz de colores b) Anomalía de viento en 850 hPa ($m s^{-1}$, vectores) y anomalía de presión (línea negra). Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI

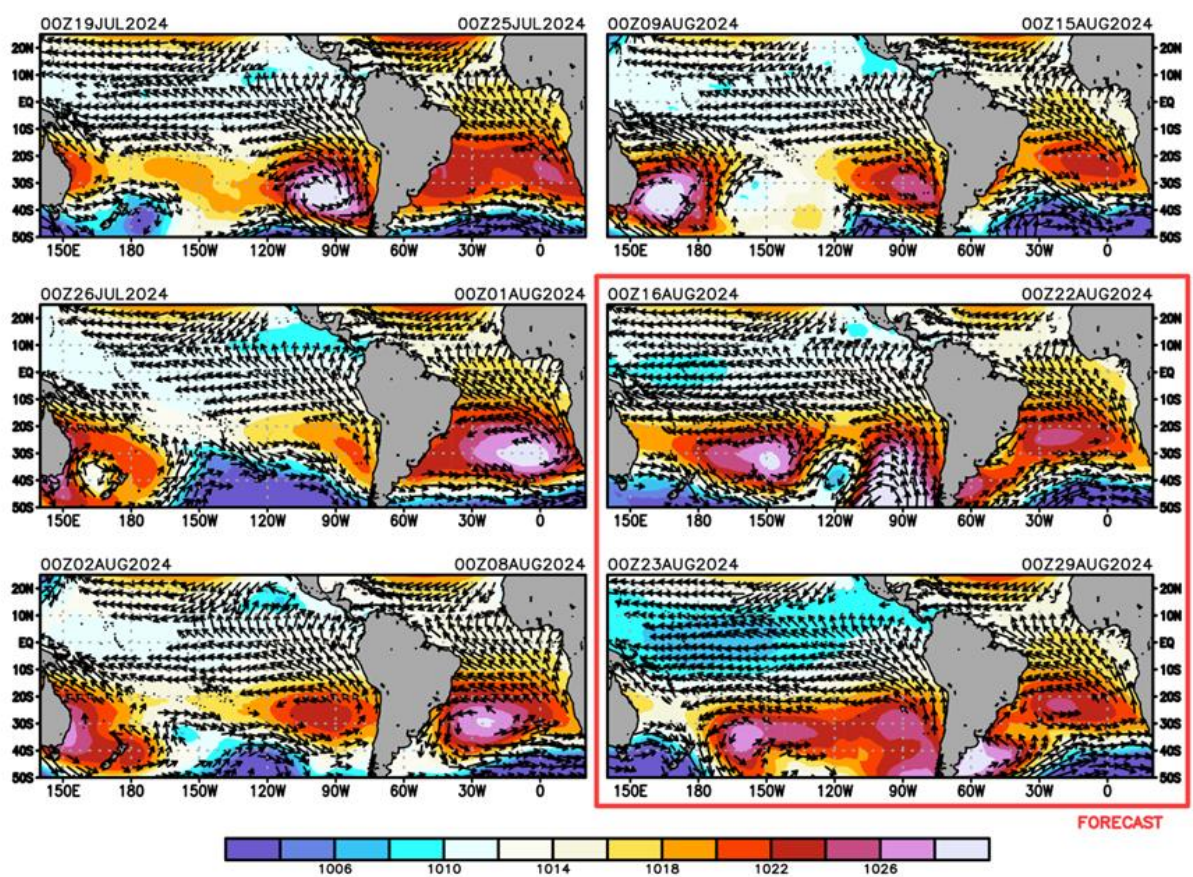


Figura 9. Promedio semanal de la presión atmosférica reducida a nivel del mar (colores) y vientos (flechas). Análisis: 19 de julio del 2024 al 15 de agosto de 2024. Pronóstico: del 12 al 25 de julio del 2024. Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI

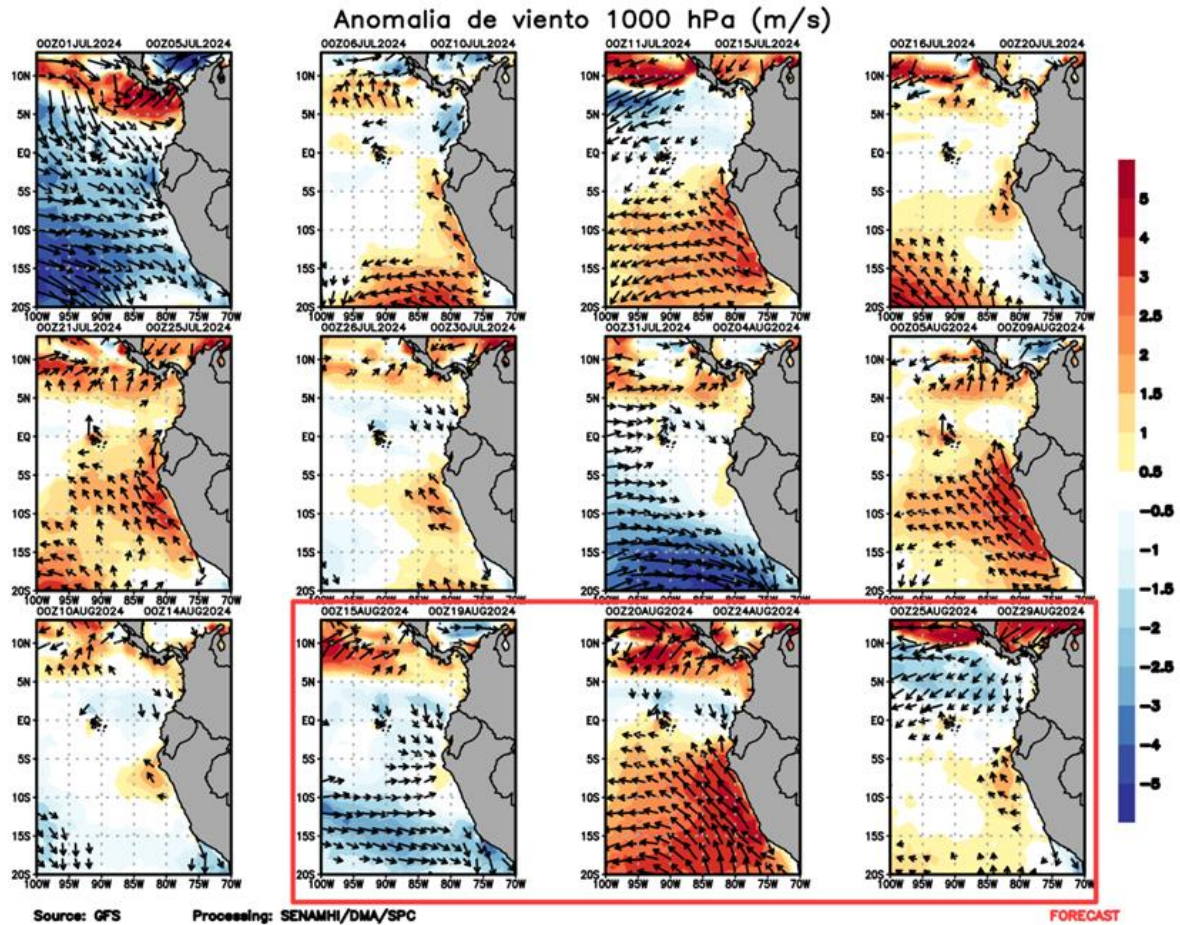


Figura 10. Anomalia pentadal del viento ($m s^{-1}$) a 10 m de altura frente a la costa noroccidental de Sudamérica y Centroamérica. Fuente: GFS. Análisis: 01 de julio al 14 de agosto de 2024. Pronóstico: del 15 al 29 de agosto del 2024. Procesamiento: SENAMHI.

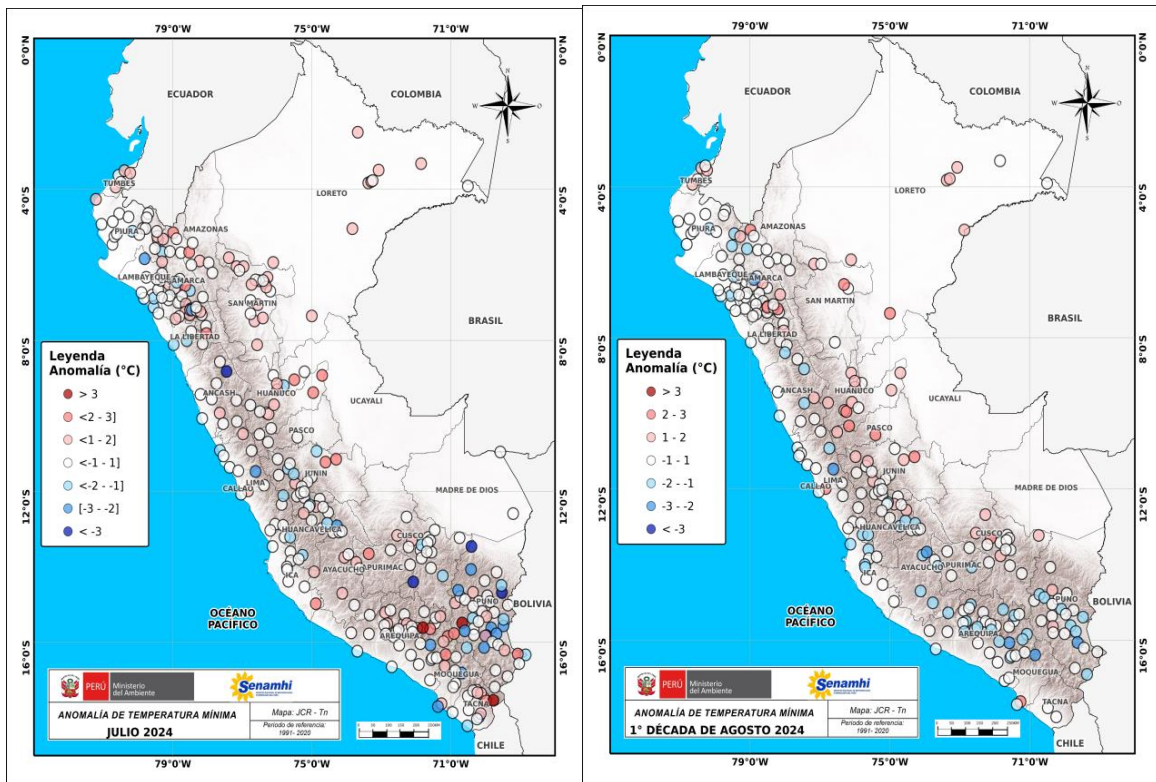


Figura 11. Anomalia mensual (izq.) y decadal (der.) de temperatura mínima para el mes de julio del 2024 y 1ra década de agosto a nivel nacional de la red de estaciones SENAMHI. Procesamiento: SENAMHI.

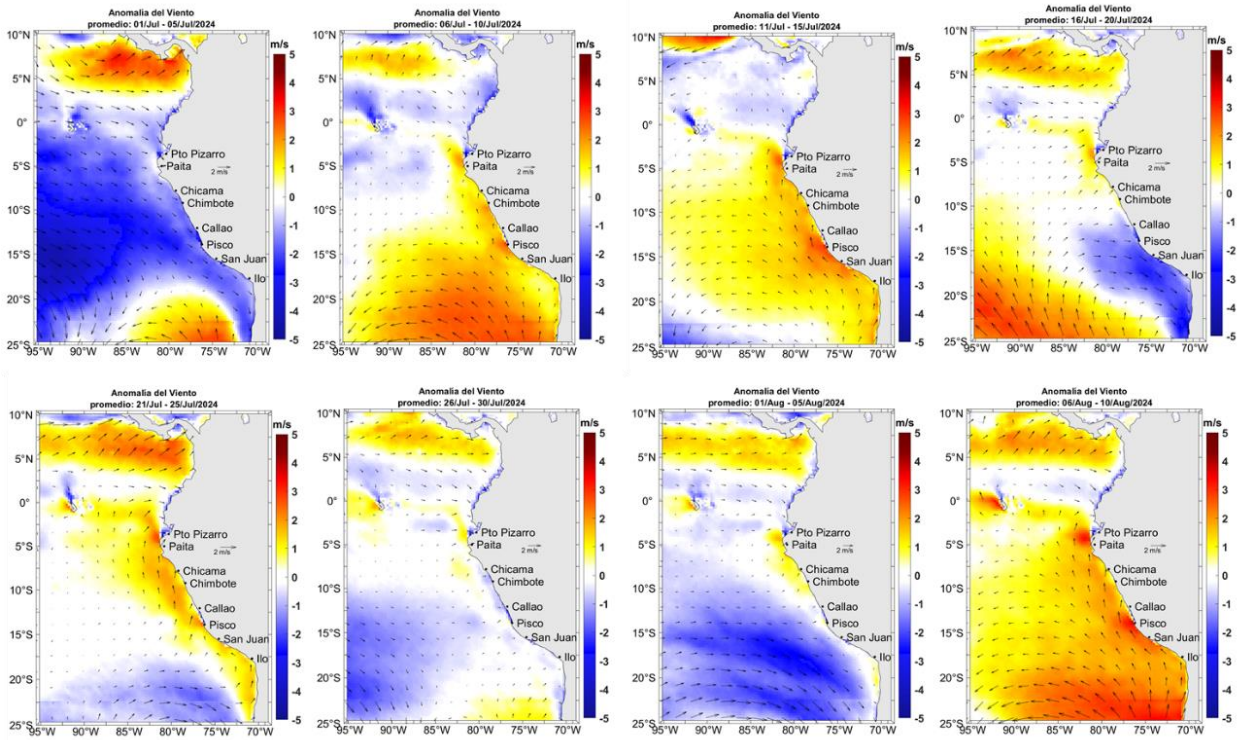


Figura 12. Mapas pentadales de la anomalía del viento superficial frente a la costa entre el Norte de Panamá y el norte de Chile (01 de julio al 10 de agosto 2024). Fuente: modelo GFS. Climatología 2000 – 2014. Procesamiento: Laboratorio Costero de Santa Rosa/Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE.

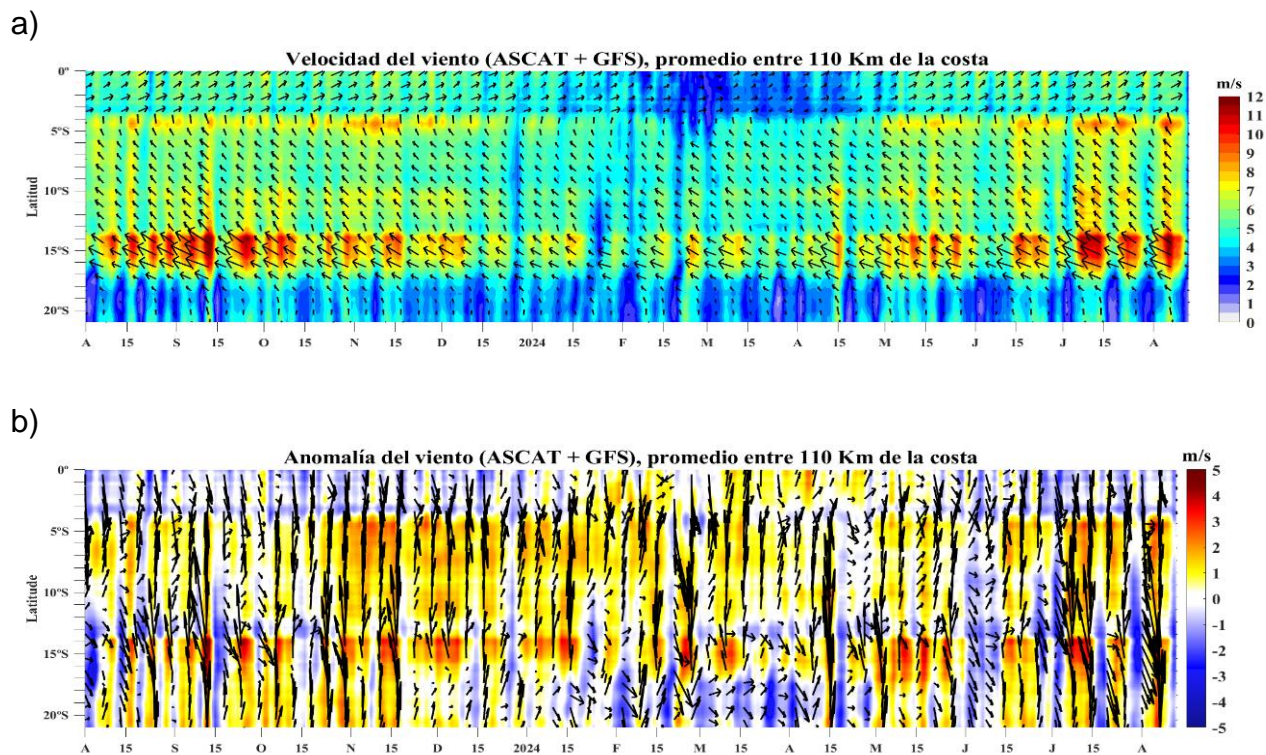


Figura 13. Viento Satelital (110 Km frente a la costa del Perú): a) Velocidad del viento (m s^{-1}), b) Anomalía de la velocidad del viento (m s^{-1}). Fuente: Satélite ASCAT + GFS (desde 21 de mayo), Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina y Laboratorio Costero de Santa Rosa, IMARPE. Climatología 2000 – 2014. Actualizado al 10 de agosto.

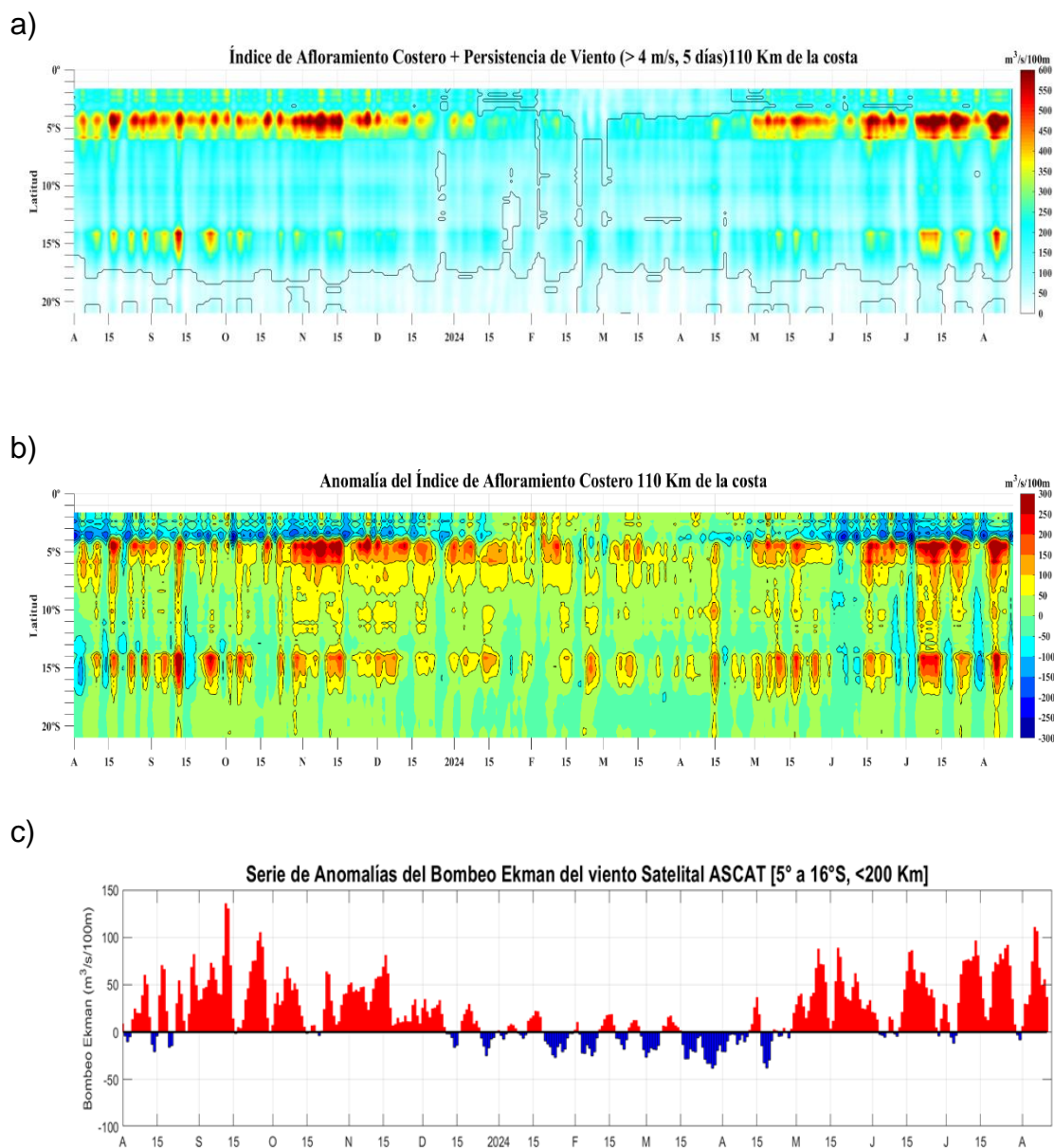


Figura 14. Índice de Afloramiento Costero (IAC), calculado a partir del viento satelital a 110 km frente a la costa del Perú: a) Índice de Afloramiento Costero - IAC ($\text{m}^3 \text{s}^{-1} 100 \text{ m}^{-1}$), b) Anomalía del IAC ($\text{m}^3 \text{s}^{-1} 100 \text{ m}^{-1}$) y c) Anomalías del Índice del Bombeo Ekman dentro de los 200km ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$). Fuente: Satélite ASCAT + GFS, Procesamiento: Laboratorio de Hidrofísica Marina y Laboratorio Costero de Santa Rosa, IMARPE. Climatología 2000 – 2014. Actualizado al 10 de agosto.

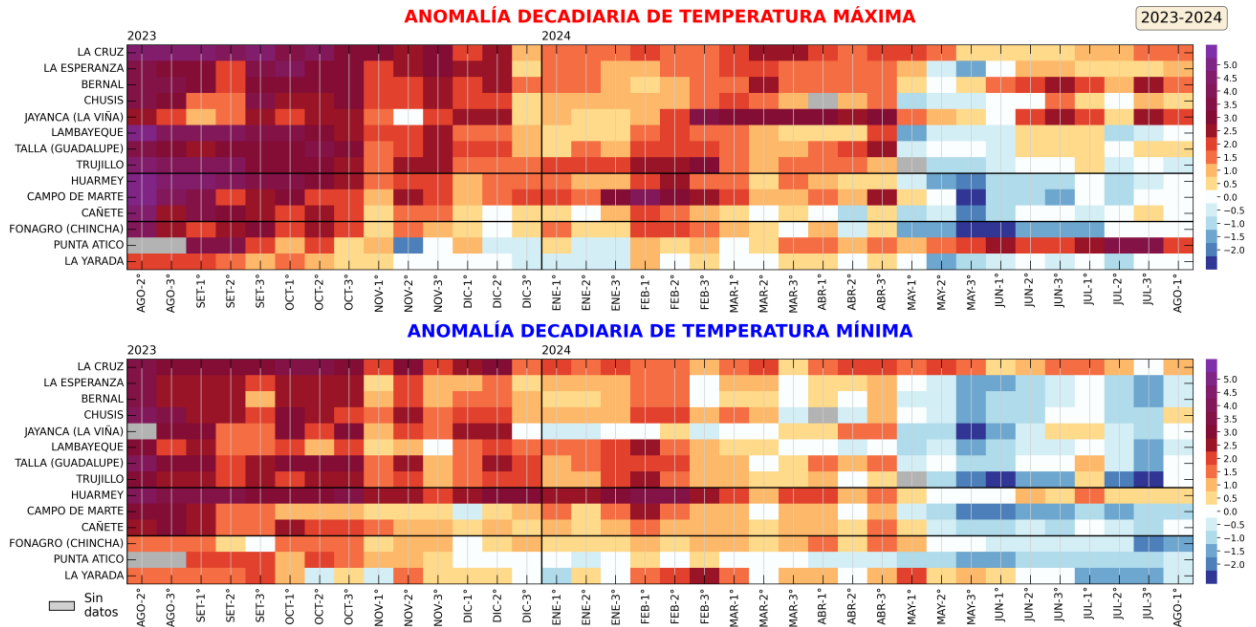


Figura 15. Anomalías decadales (°C) de las temperaturas extremas del aire a lo largo de la costa peruana. Climatología: 1991-2020. Fuente: SENAMHI.

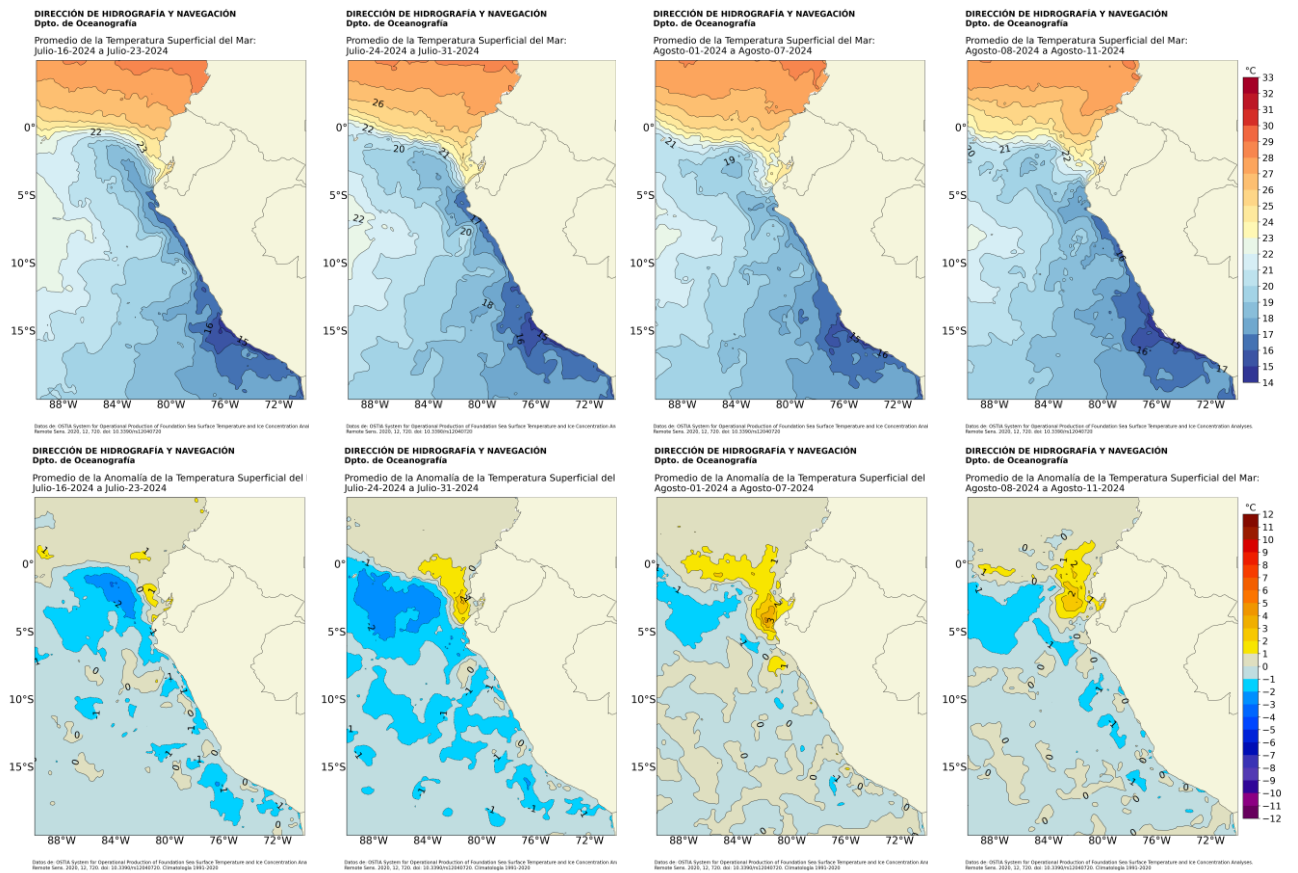


Figura 16. Distribución semanal a) temperatura superficial del mar (TSM) y b) anomalía de la TSM, del 16 de julio 2024 al 11 de agosto 2024. Fuente: OSTIA, Climatología: 1991-2020. Elaboración: DIHIDRONAV.

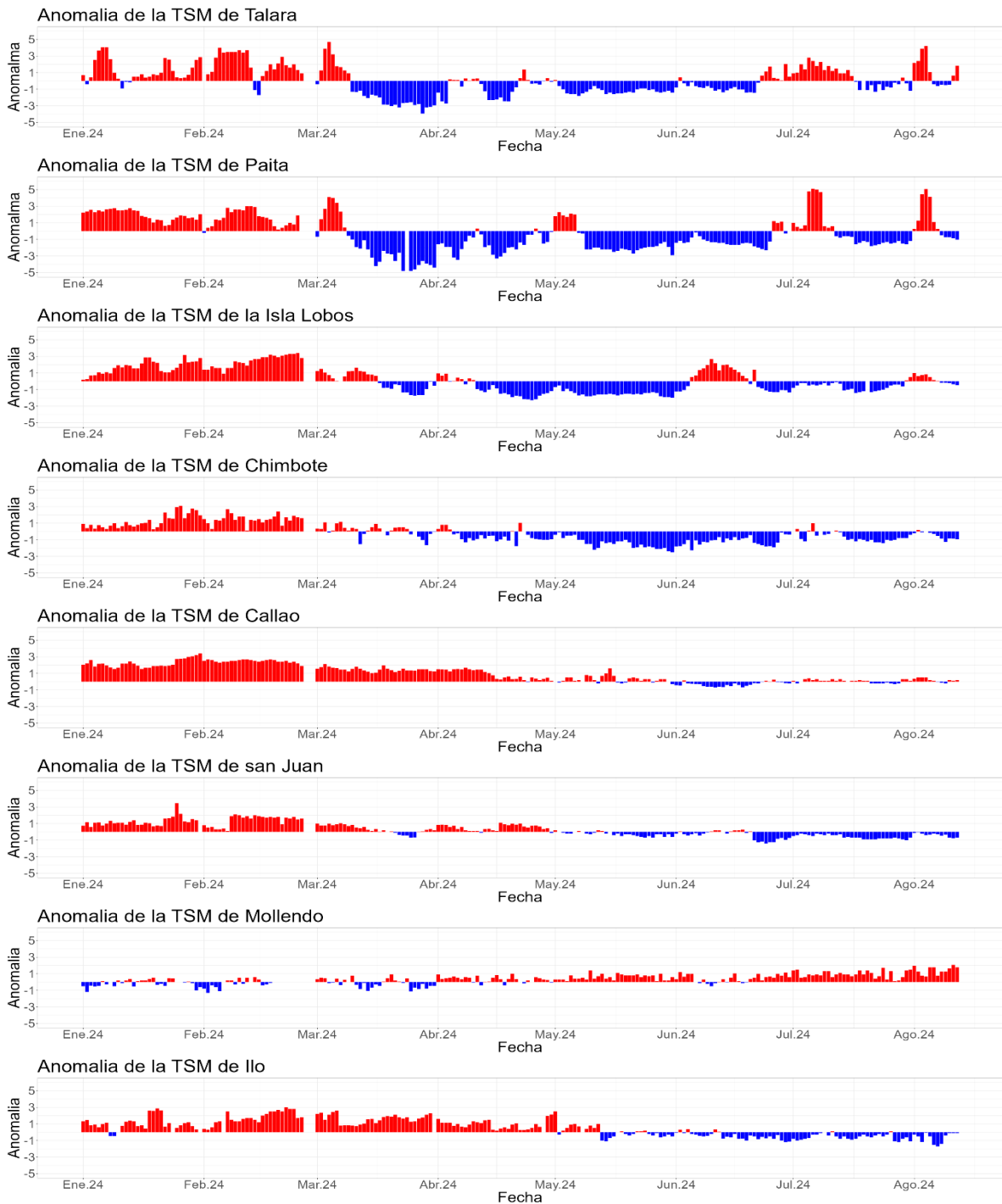


Figura 17. Temperatura superficial del mar diario en la región Niño 1+2 (línea negra), promedio entre la latitud de 3°S-6°S a 50 millas (línea azul) y 100 millas (línea verde) desde enero 2024 al 12 de agosto. Fuente: OSTIA, Climatología: 1991-2020. Elaboración: DIHIDRONAV (a). Anomalía de la TSM diaria a lo largo del litoral de Perú de enero al 08 de julio 2024. Climatología: 1991-2020. Fuente y procesamiento: DIHIDRONAV (b).

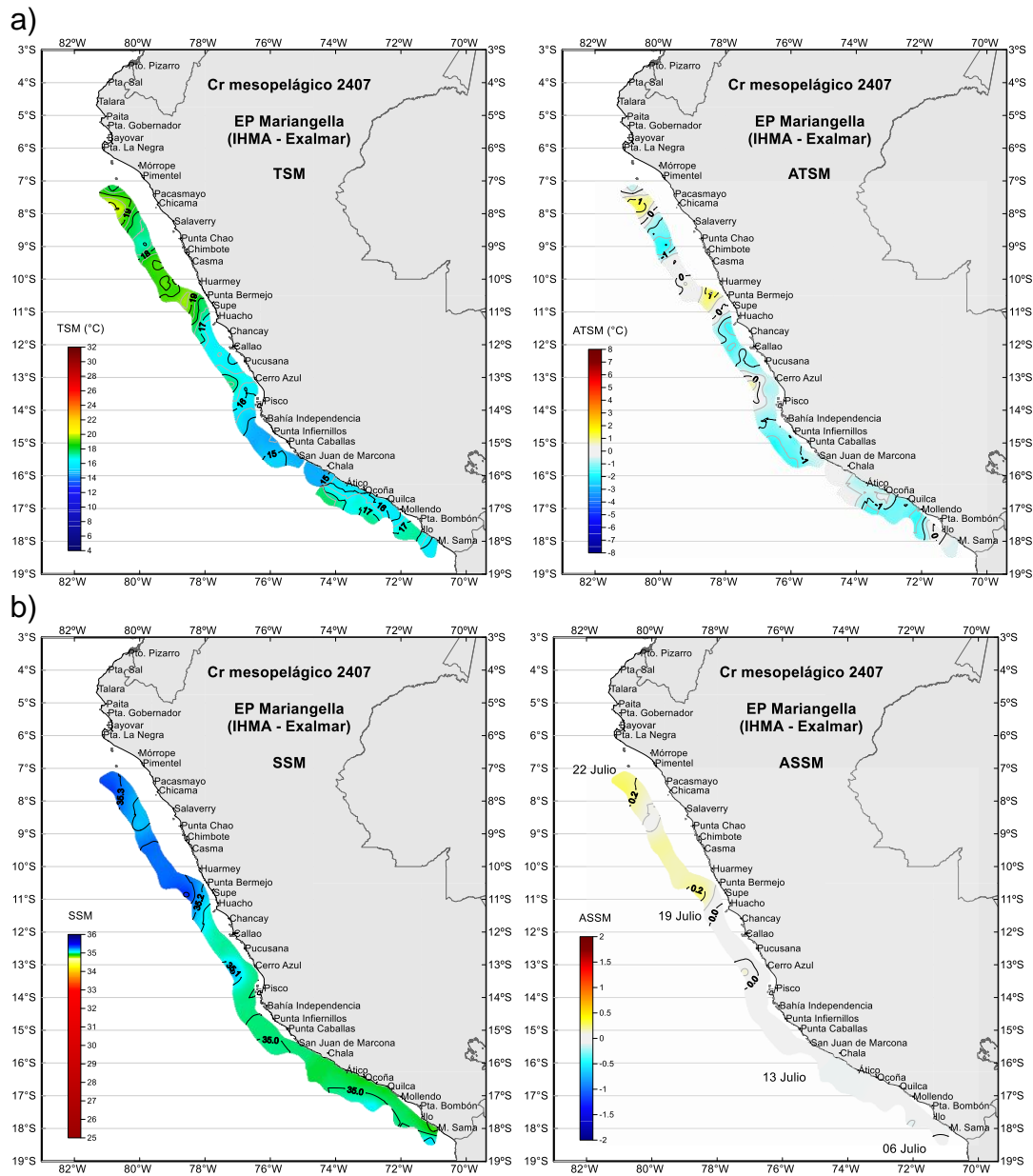


Figura 18. Distribución espacial de la a) Temperatura superficial del mar y sus anomalías, b) Salinidad superficial del mar y sus anomalías, registrados durante el crucero Cr.2407 – meso-pelágicos, a borde de la EP Mariangella (EXALMAR).

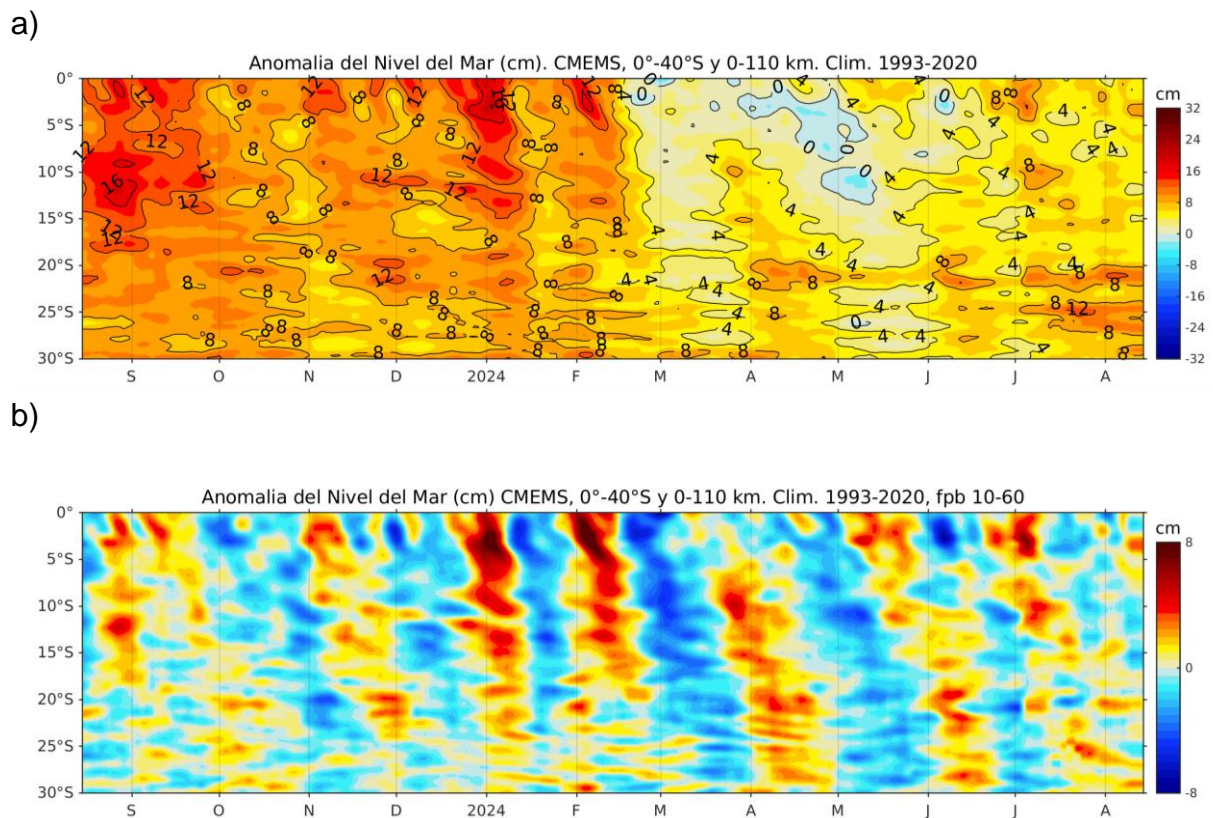


Figura 19. Evolución diaria de las a) Anomalías del nivel del mar (cm) y b) Anomalías del nivel del mar (cm) con un filtro pasa banda de 10-60 días, para una franja de 60 mn (~111 km) adyacente al litoral peruano para los últimos trece meses, al 12 de agosto del 2024. Fuente: CMEMS v3.0. Climatología: 1993-2012 para (a) y 1993-2010 para (b). Procesamiento: LHF/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

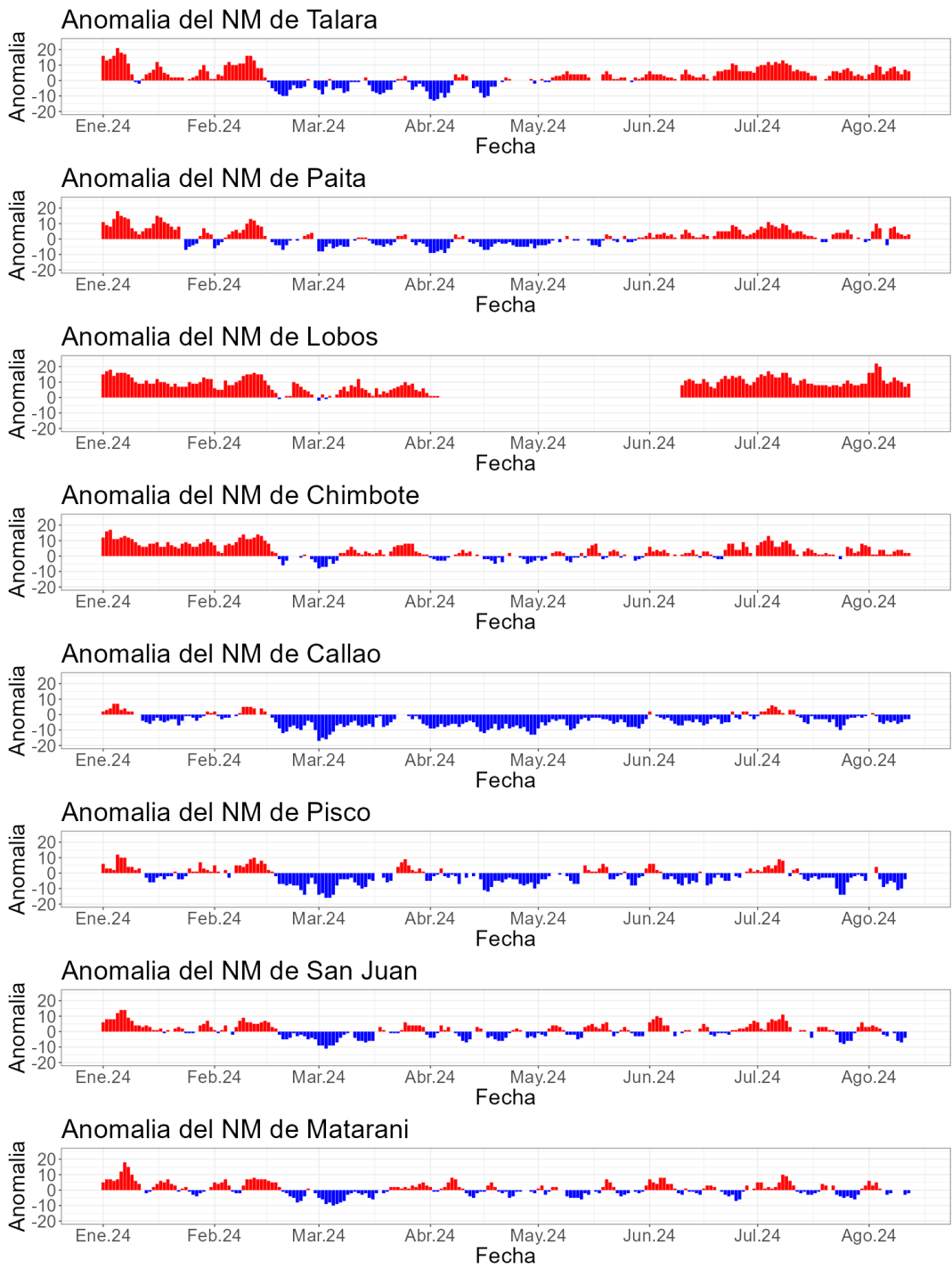
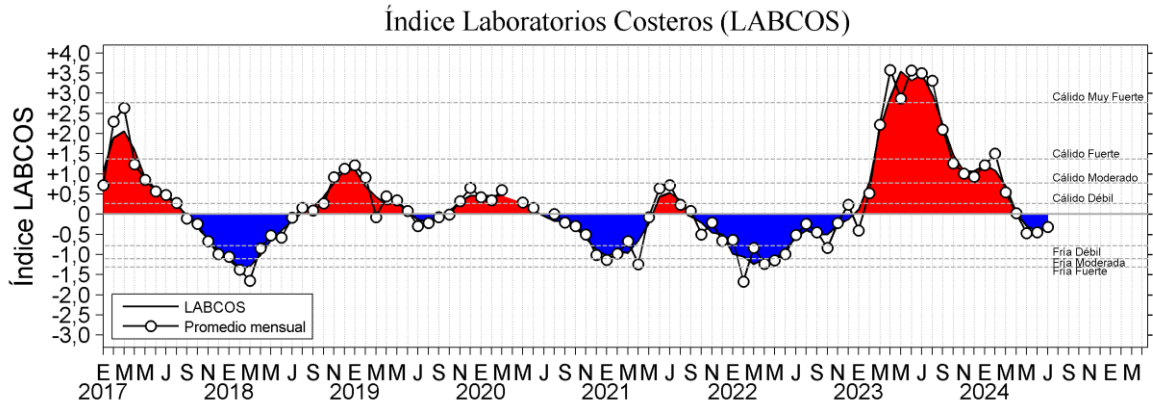


Figura 20. Anomalia del NM diario a lo largo del litoral de Perú de enero 2024 al 12 de agosto 2024. Fuente y procesamiento: DIHIDRONAV.

a)



b)

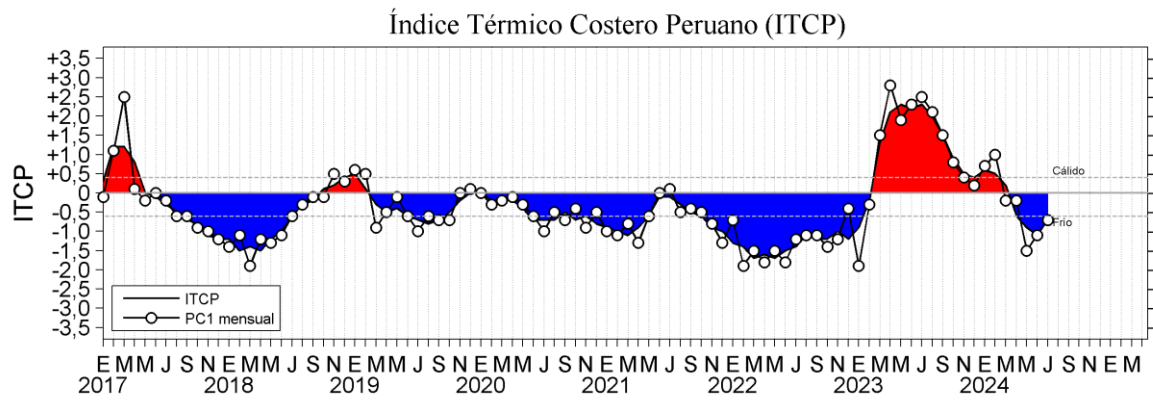


Figura 21. a) Índice Térmico Costero Peruano (ITCP; Quispe et al., 2016), y b) Índice LABCOS (Quispe y Vásquez, 2015) del año 2017 a julio 2024.

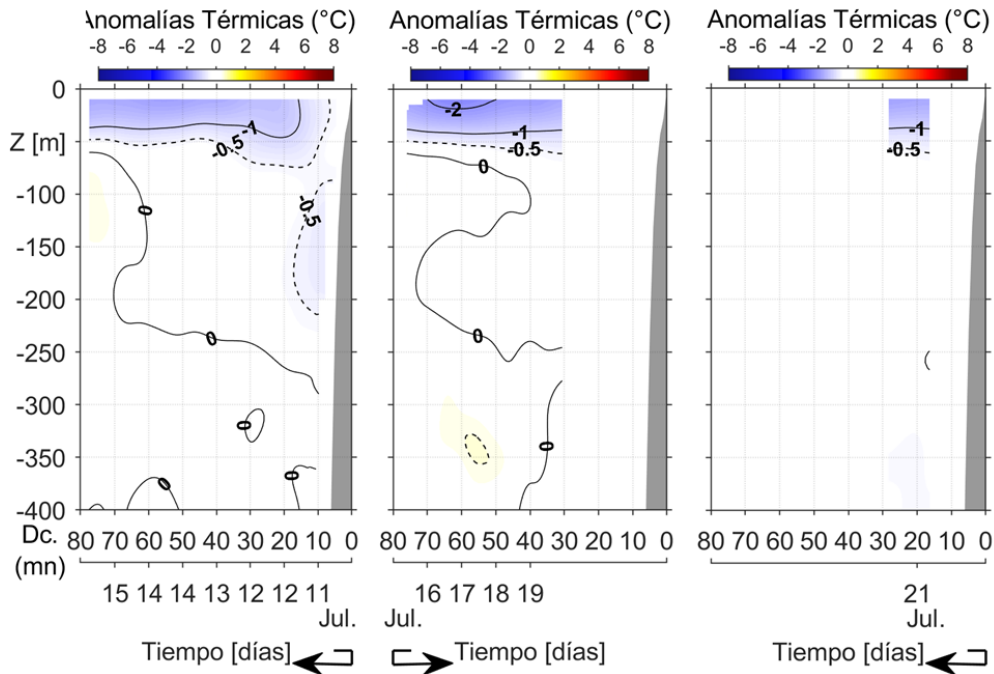


Figura 22a. Secciones verticales de anomalía térmica (°C) y salinidad en la columna de agua registradas por el glider Mochica en despliegues realizados frente a Negritos – Talara, registrados entre el 11 y 21 de julio. Climatología: 1991-2020. Fuente: IMARPE.

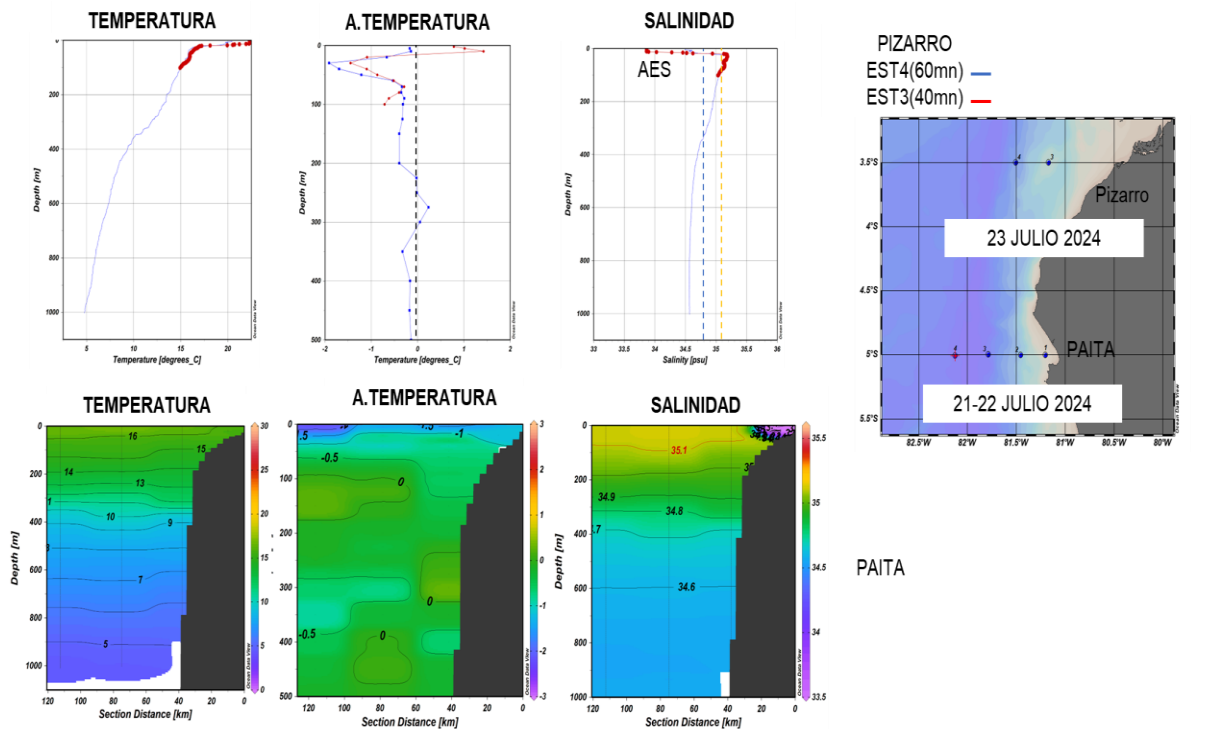


Figura 22b. Secciones verticales de temperatura, anomalía térmica y salinidad en la columna de agua registradas frente a Puerto Pizarro y Paita, registrados entre el 21 y 23 de julio. Fuente: DIHIDRONAV.

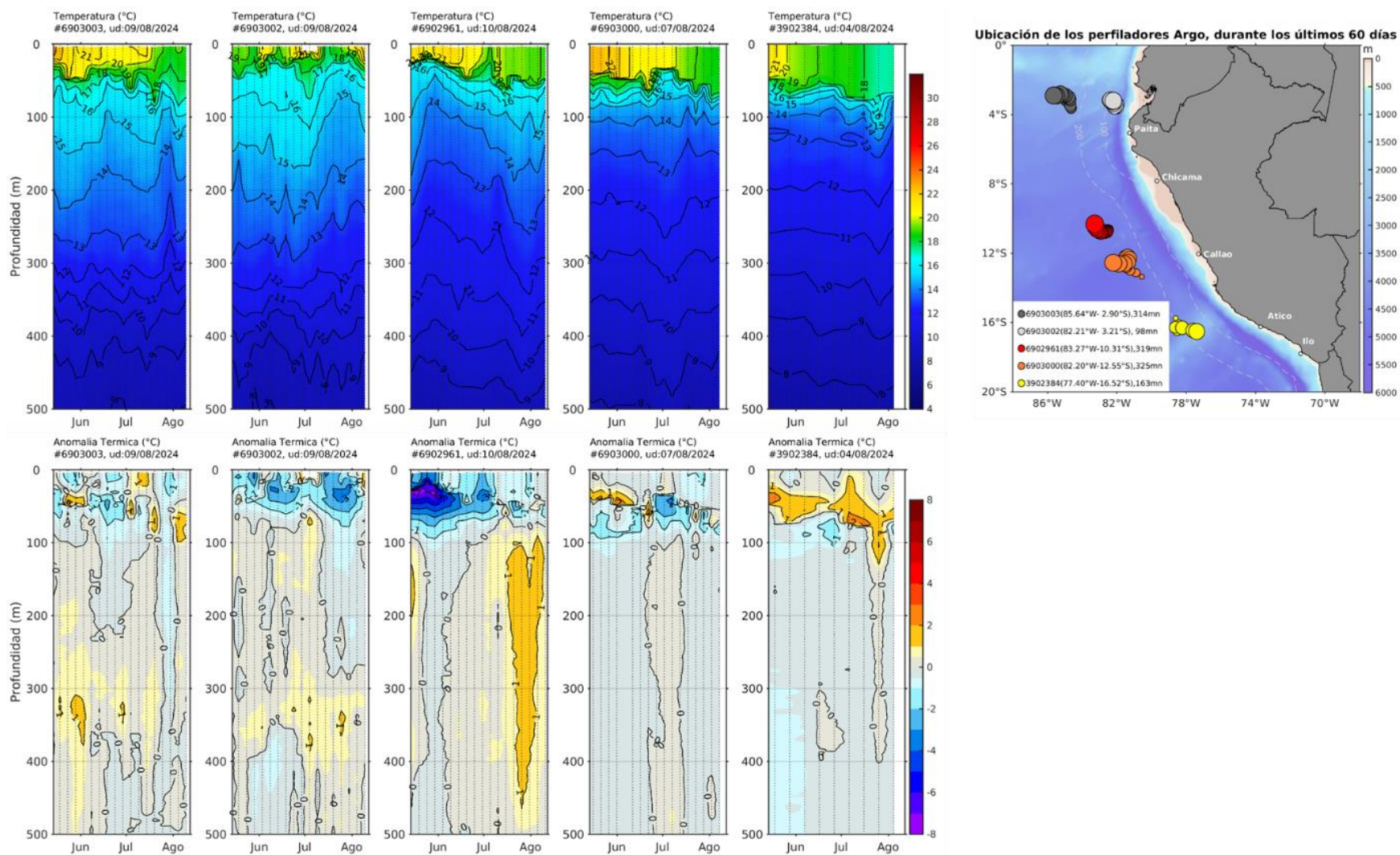
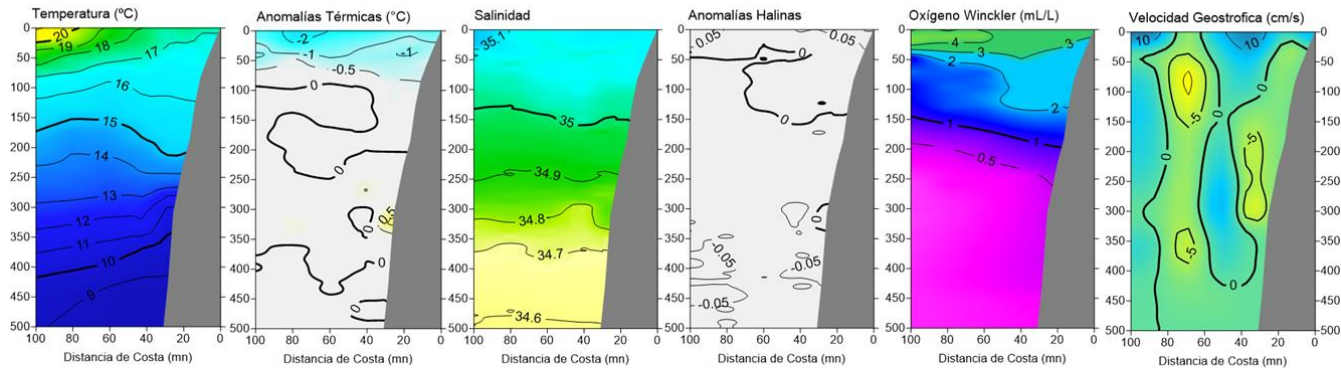
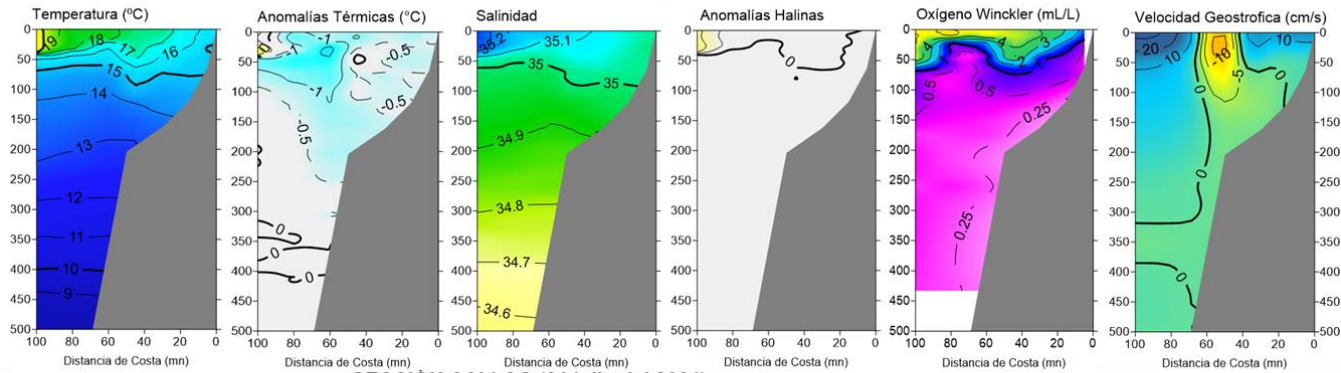


Figura 23. Evolución de la anomalía de la temperatura del agua de mar en flotadores Argo en la zona costera (dentro de las 200 mn) y ubicación de sus últimas posiciones (julio 2024). Climatología: 1991-2020 (Domínguez et al., 2023). Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

SECCIÓN PAITA (25-26 julio del 2024)



SECCIÓN CHICAMA (23-24 de julio del 2024)



SECCIÓN CALLAO (21 julio del 2024)

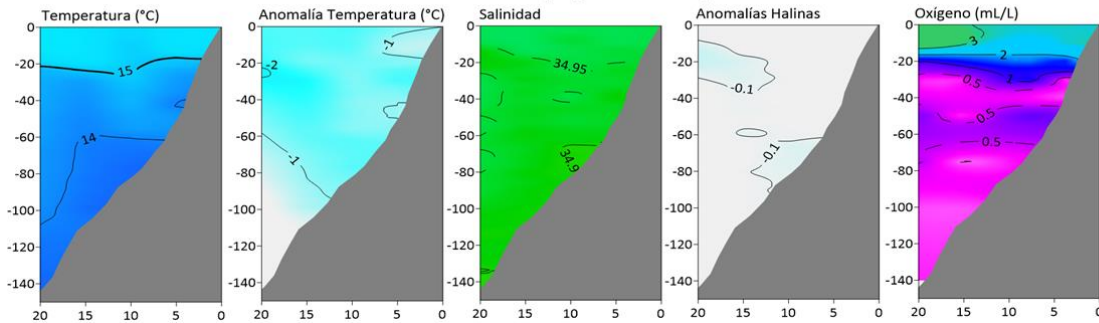


Figura 24. Secciones oceanográficas de temperatura, anomalía térmica, salinidad, anomalía halina, y oxígeno disuelto, realizadas frente a Paita y Chicama dentro de las 100 mn, y frente a Callao dentro de las 20 mn, entre el 21 y 26 de julio de 2024. Climatología: 1991-2020 (Domínguez et al., 2023).

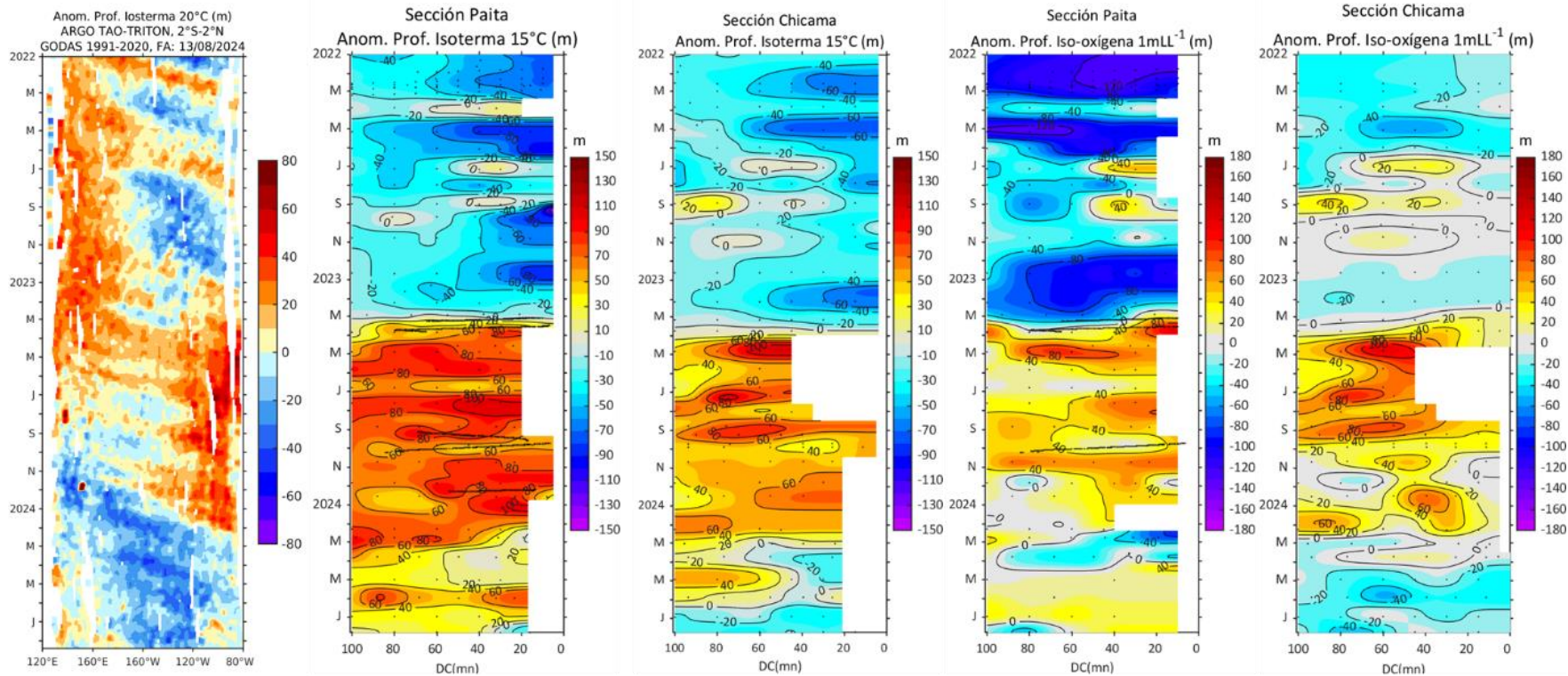


Figura 25. Anomalia de la profundidad de la isoterma de 20 en el Pacifico ecuatorial (ARGO/ TAO Triton) y anomalías de la profundidad de la isoterma de 15 °C y de la iso-oxígena de 1 mL L⁻¹, indicadores de la termoclina y de la oxiclina, respectivamente, frente a Paita y Chicama, estimadas en base a los monitoreo mensual realizados por el IMARPE. Procesamiento: AFIOQG/DGIOCC/IMARPE.

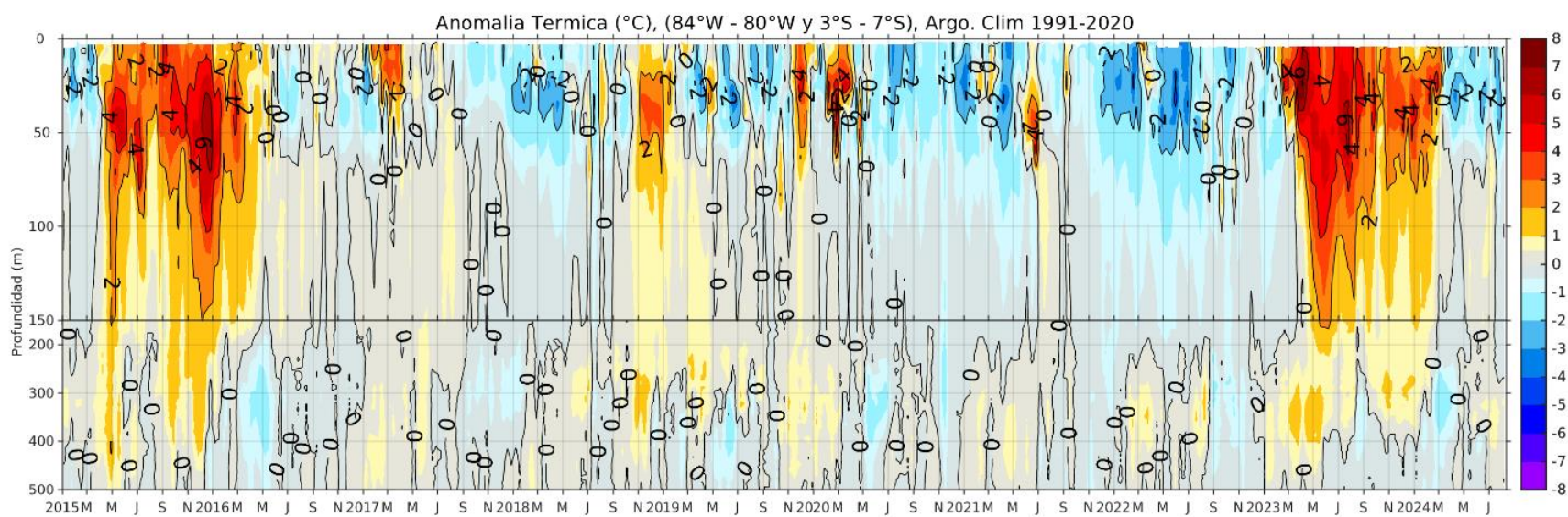
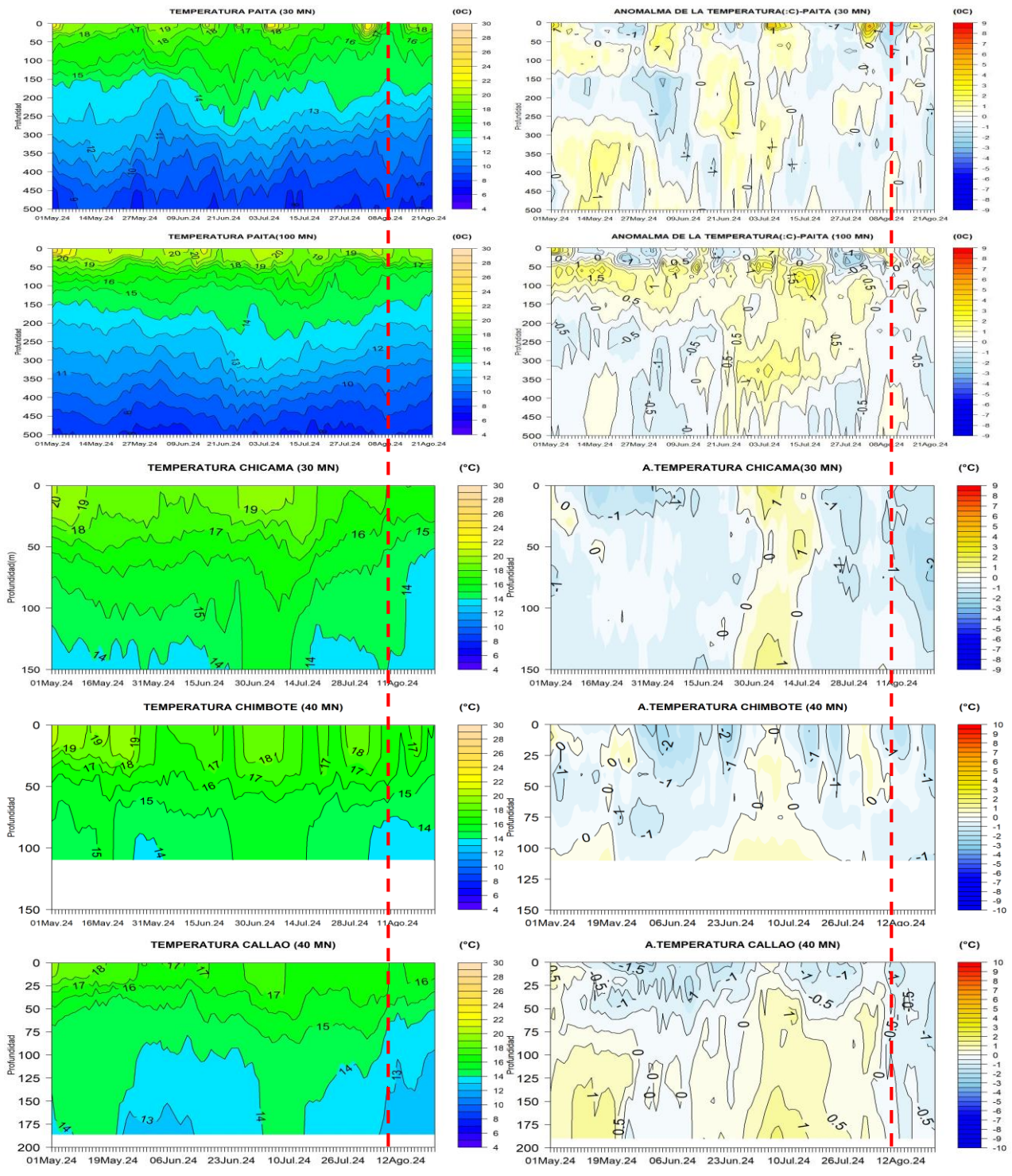


Figura 26. Variabilidad temporal de la anomalía térmica promedio en la misma caja; climatología: 1991- 2020 (Domínguez et al., 2023).
 Procesamiento: AFIOQG/DGIOCC/IMARPE.



Fuente: MERCATOR, procesamiento: DIHIDRONAV Último dato 2024-08

Fuente: MERCATOR, procesamiento: DIHIDRONAV Último dato 2024-08-22

Figura 27. Pronóstico de temperatura sub-superficial del mar y su anomalía hasta los 500 m de profundidad frente a) Paita (30 mn), b) Paita (100 mn), c) Chicama (30 mn), d) Chimbote (40 mn) y e) Callao (40 mn). Fuente: Mercator. Procesamiento: DIHIDRONAV.

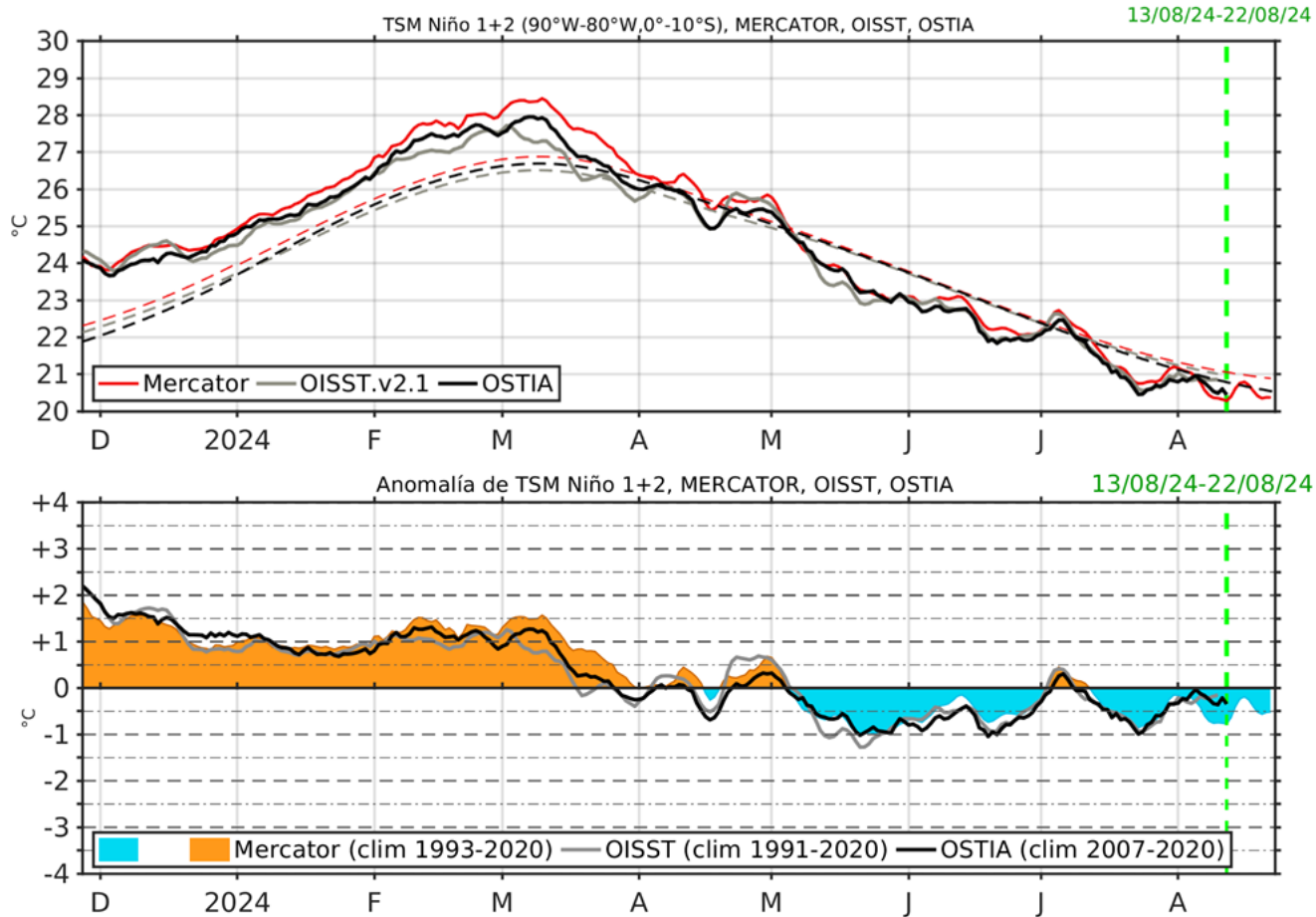


Figura 28. Temperatura superficial del mar (TSM), MERCATOR (rojo), OISST (gris), OSTIA (negro), (arriba); y Anomalía de TSM, Mercador (sombreado rojo y azul), OISST (gris), OSTIA (negro), (abajo), en la región Niño 1+2.

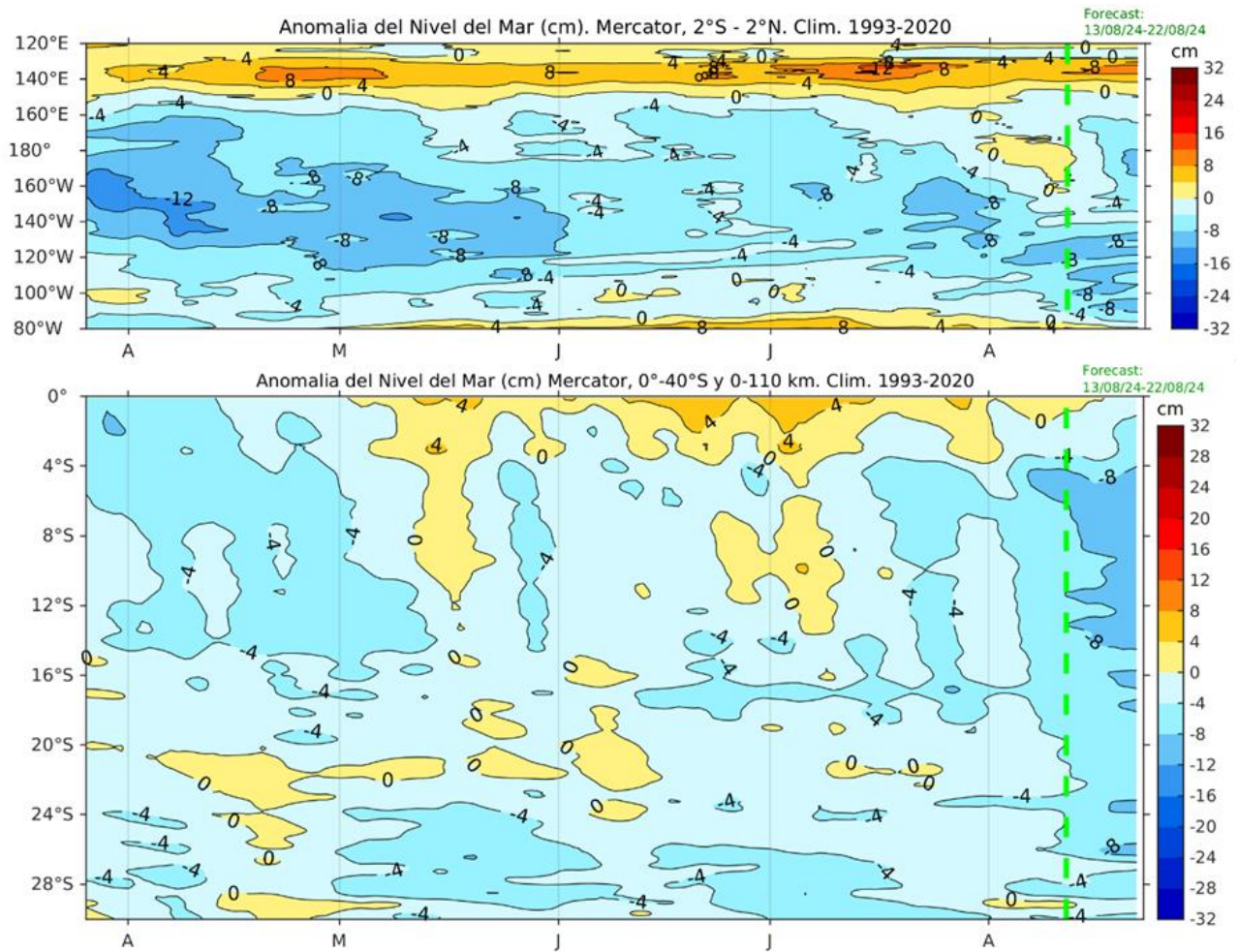


Figura 29. Anomalia de nivel del mar en el Pacifico ecuatorial, entre los 120°E - 80°W y 2°N - 2°S (arriba), y dentro de los 110 km frente a la costa entre los 0° - 40°S (abajo). Climatología de 1993-2020. Fuente: MERCATOR.

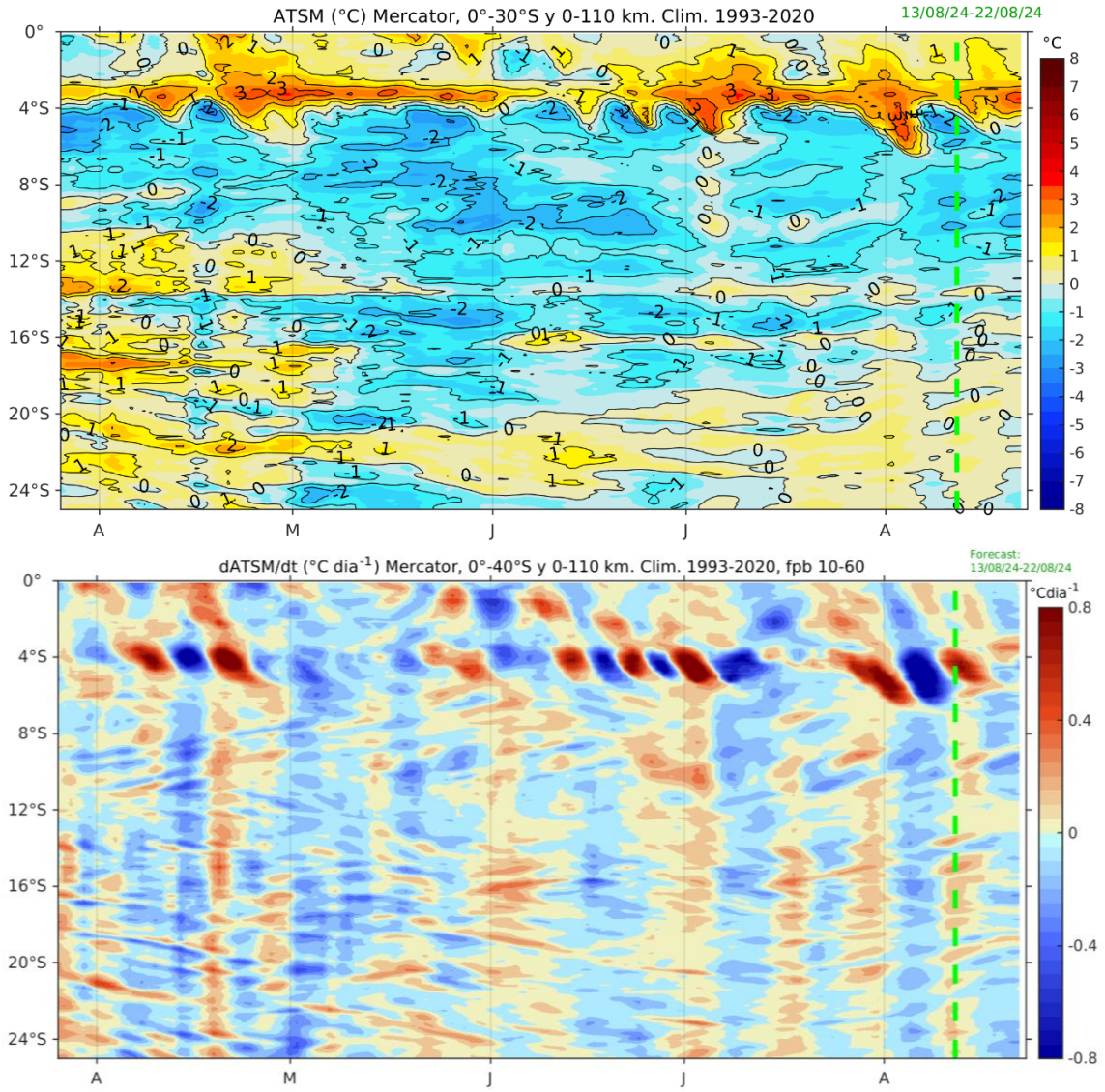


Figura 30. Anomalía de la profundidad de la termoclina (isoterma de 15 °C) dentro de los 80 mn frente a la costa (arriba) y tasa de cambio de anomalía de TSM respecto al tiempo dentro de los 60 km frente a la costa (abajo). Climatología de 1993-2020. Fuente: MERCATOR.

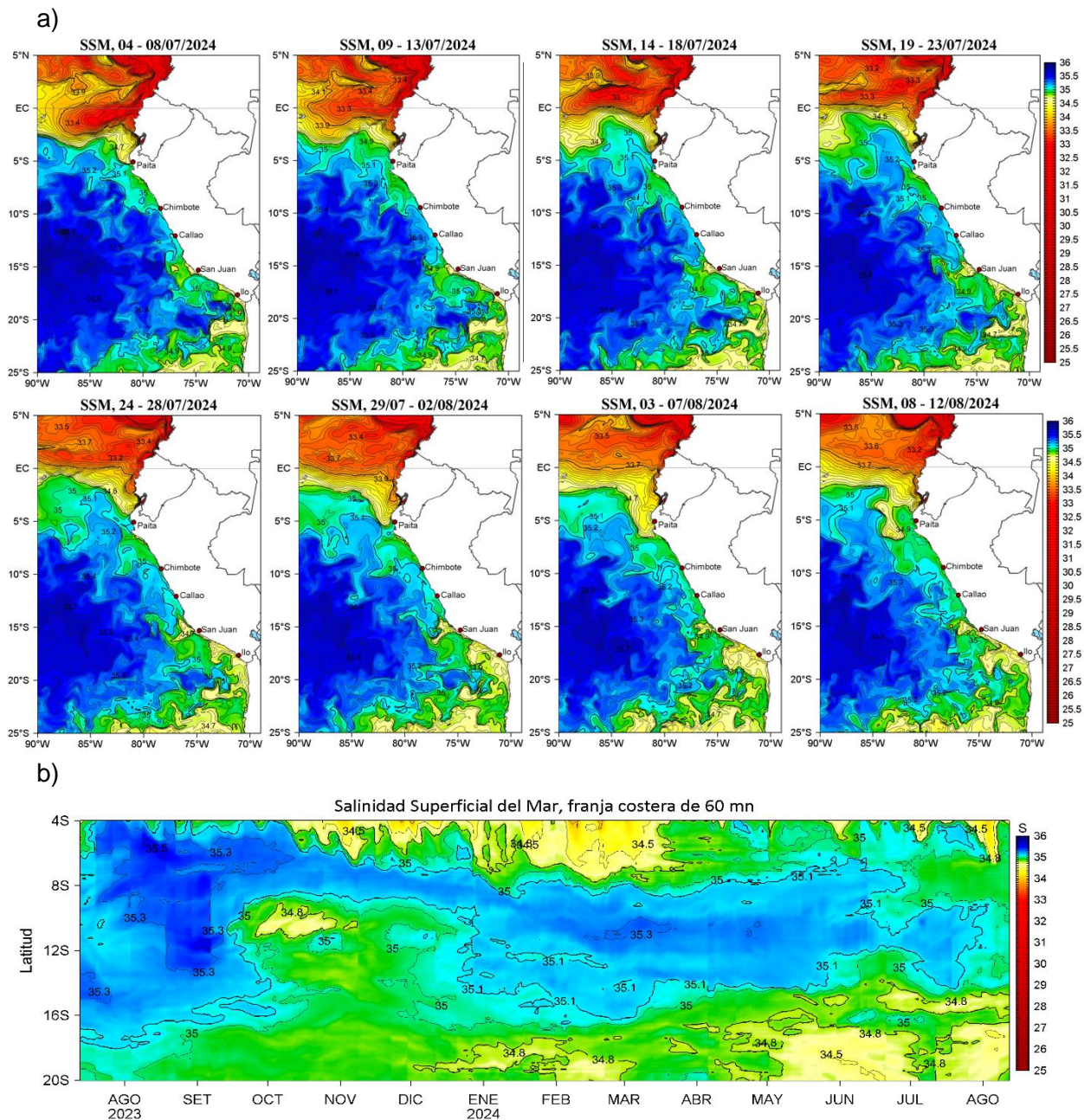


Figura 31. (a) Distribución pentadal de la salinidad superficial del mar (SSM) en el Pacífico Sudeste, durante el 04 de julio y 12 de agosto 2024. (b) Diagrama Hovmöller de la SSM en la franja de las 60 millas costeras, al 08 de julio 2024. Datos: GLOBAL_ANALYSIS_FORECAST_PHY_001_024 (Lellouche, J.-M. 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: LHF/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

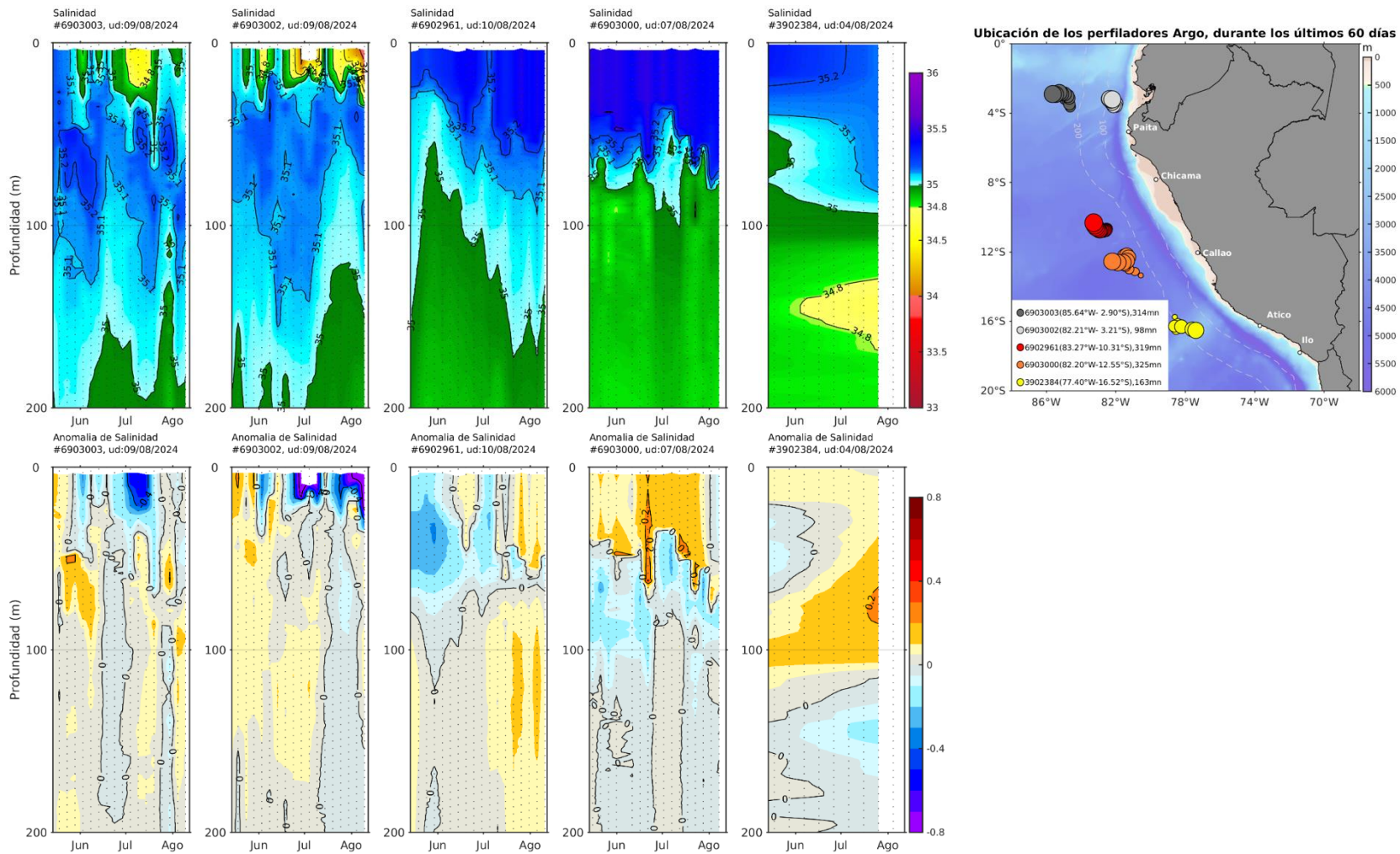


Figura 32. Evolución de la salinidad del agua de mar y sus anomalías en perfiladores ARGO en la zona costera (dentro de las 100 mn) y ubicación de las últimas posiciones y coordenadas geográficas donde brindaron información. Fuente: ARGO, climatología: 1991-2020 (Domínguez et al., 2023). Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

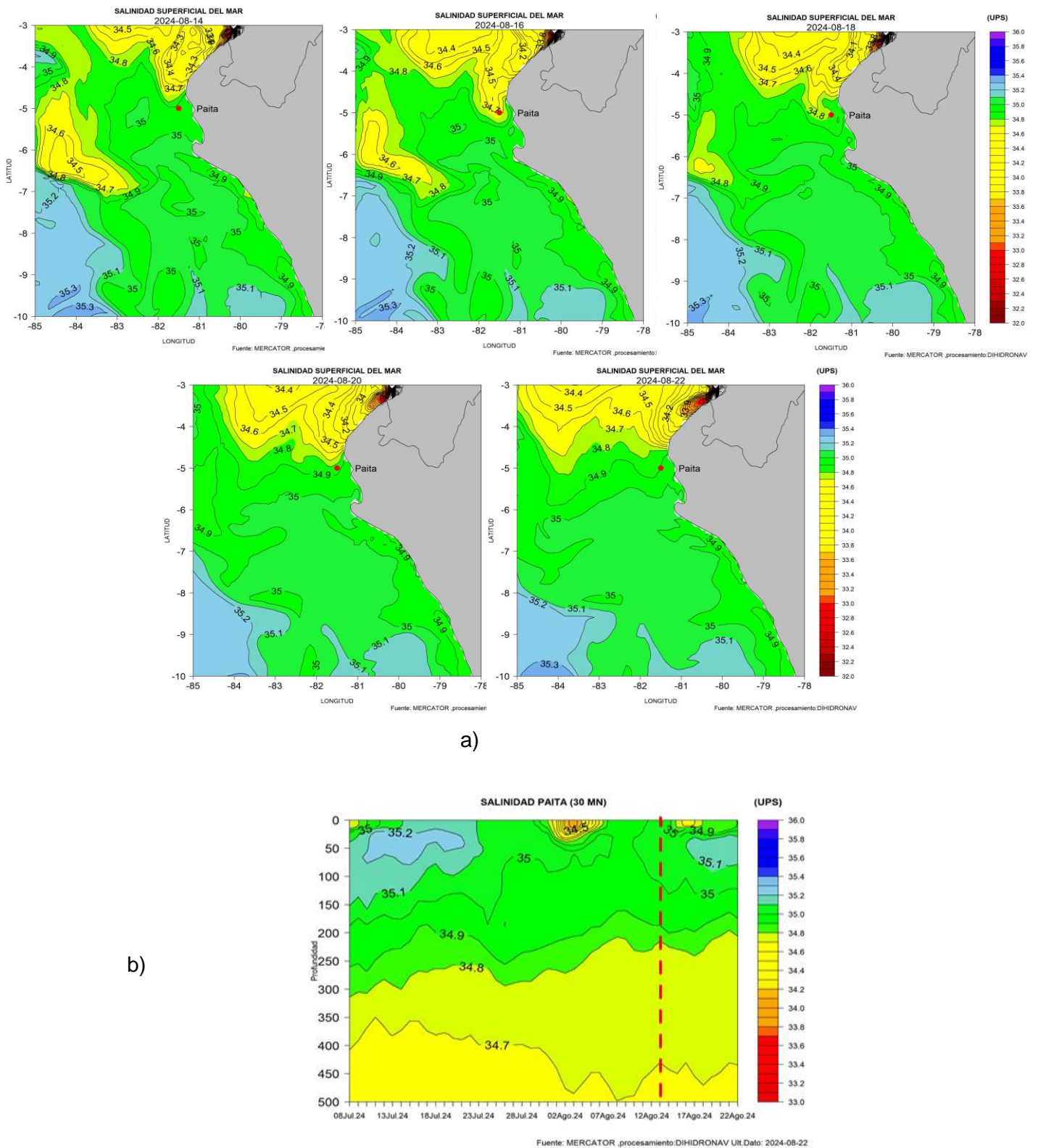


Figura 33. Pronóstico de salinidad del mar a) superficial frente a la costa norte y centro y b) sub-superficial hasta los 500 m de profundidad frente Paita (30 mn). Fuente: Mercator. Procesamiento: DIHIDRONAV.

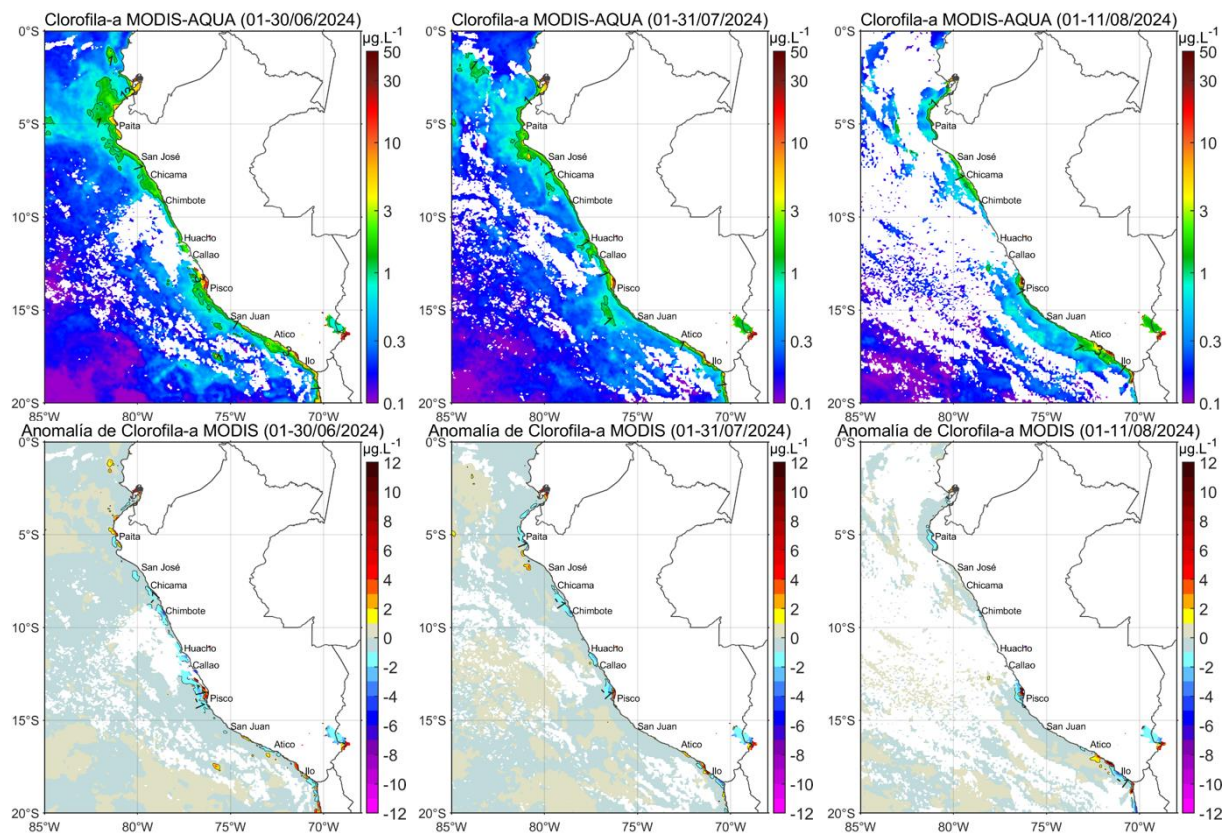


Figura 34. Distribución de la concentración de clorofila-a superficial satelital ($\mu\text{g L}^{-1}$, panel superior) y su anomalía ($\mu\text{g L}^{-1}$, panel inferior), durante mayo, junio y del 1 al 7 julio de 2024 (de izquierda a derecha), proveniente de MODIS-AQUA. Fuente: Fuente: Satélite MODIS. Procesamiento: LHQ/AFIOQG/DGIOCC/IMARPE.

Clorofila-a superficial 11/08/2024

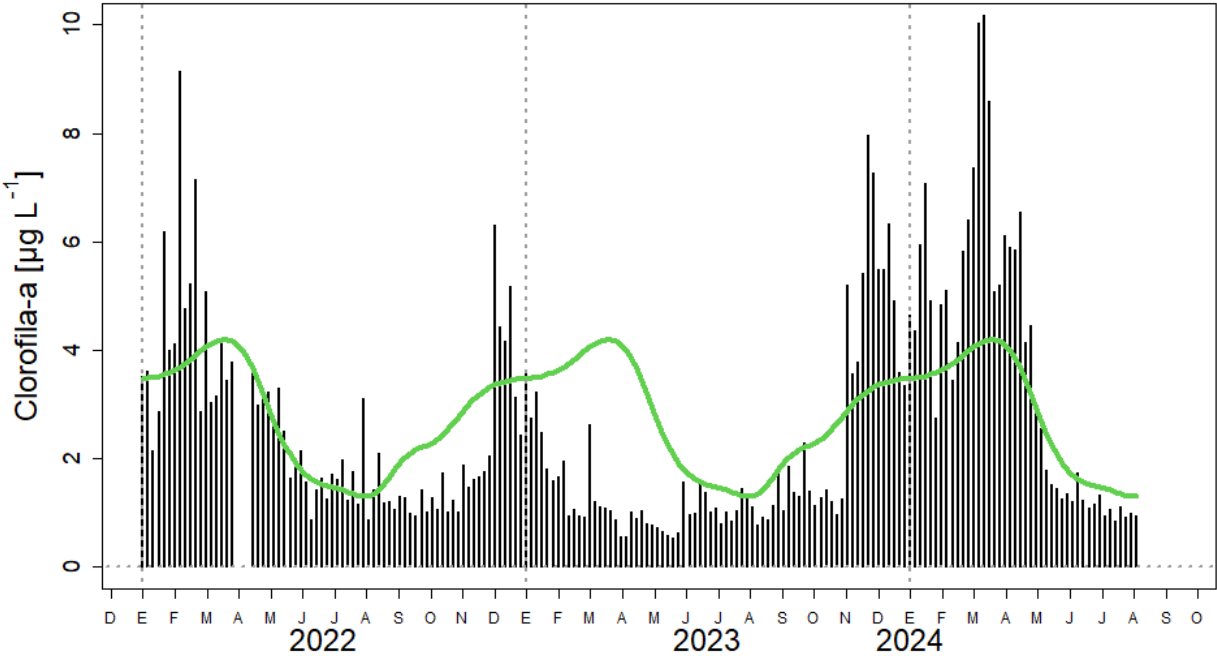


Figura 35. Serie de tiempo de las concentraciones de clorofila-a satelital (barra negra) y su climatología (línea verde) proveniente de SeaWIFS-MODIS ($\mu\text{g L}^{-1}$) entre 4°S - 16°S y dentro de los 100 km de la costa. Fuente: IMARPE.

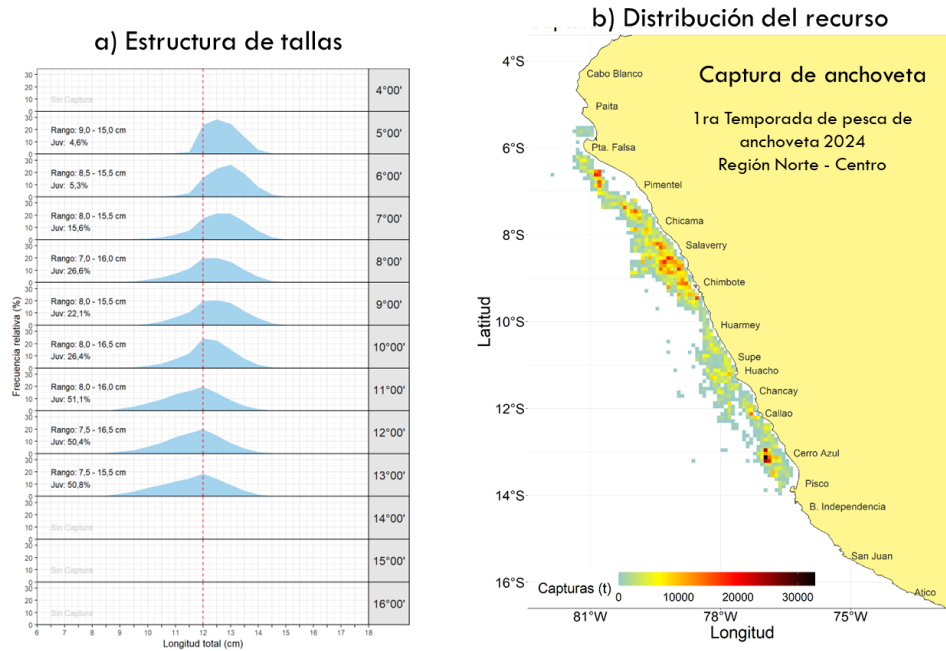


Figura 36. a) Estructura de tallas y b) distribución de la flota industrial de cerco de anchoveta durante la Primera Temporada de Pesca de anchoveta 2024 en la región norte - centro.

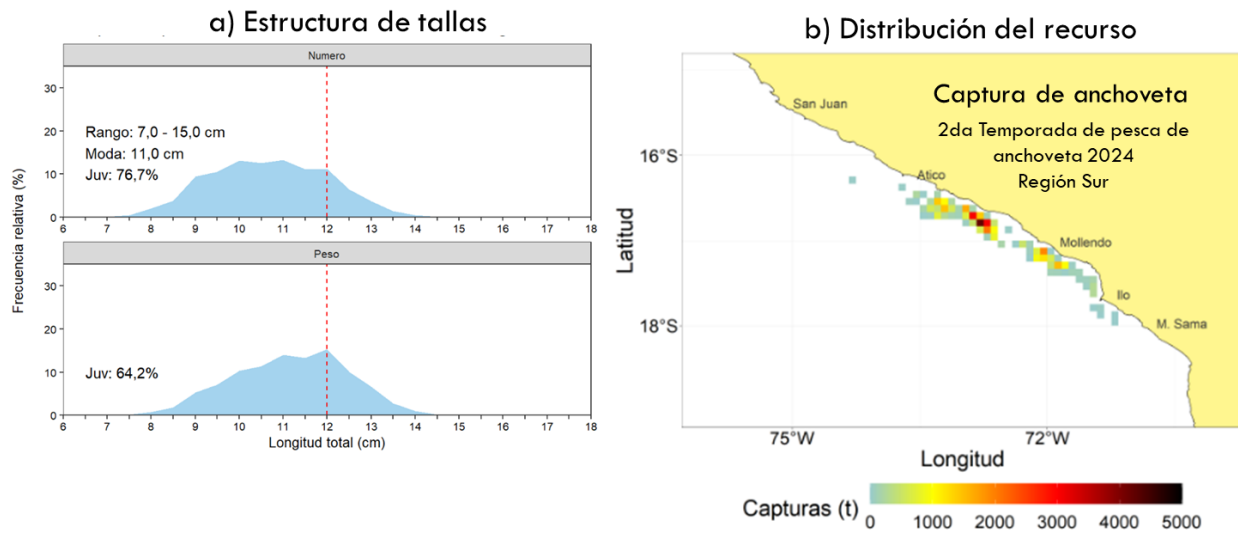
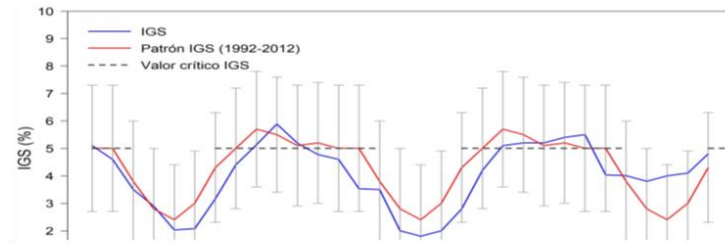
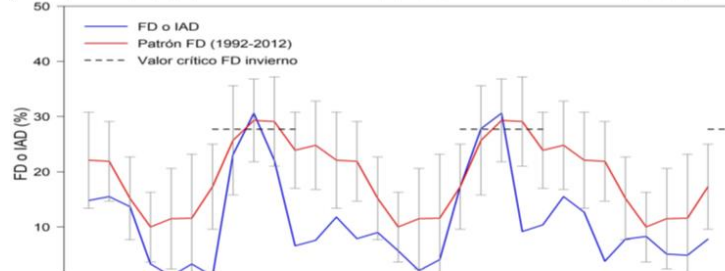


Figura 37. a) Estructura de tallas y b) distribución de la flota industrial de cerco de anchoveta durante la Segunda Temporada de Pesca de anchoveta 2024 en la región sur. Periodo 1 julio – 12 agosto 2024.

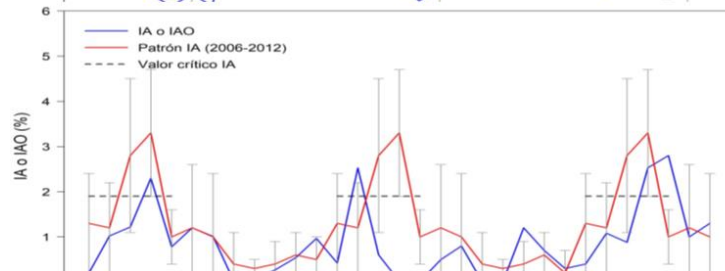
a) **ÍNDICE GONADOSOMÁTICO (IGS)**
Indicador de Actividad Reproductiva



b) **FRACCIÓN DESOVANTE (FD)**
Indicador del proceso de desove



c) **ÍNDICE DE ATRESIA (IA)**
Indicador de la finalización del desove



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

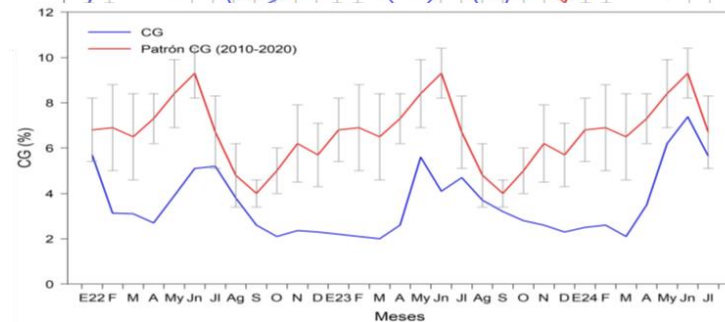


Figura 38. Indicadores reproductivos a) índice gonadosomático, b) fracción desovante, c) índice de atresia y de condición somática d) contenido graso de anchoveta peruana *Engraulis ringens* de enero del 2022 a julio del 2024.

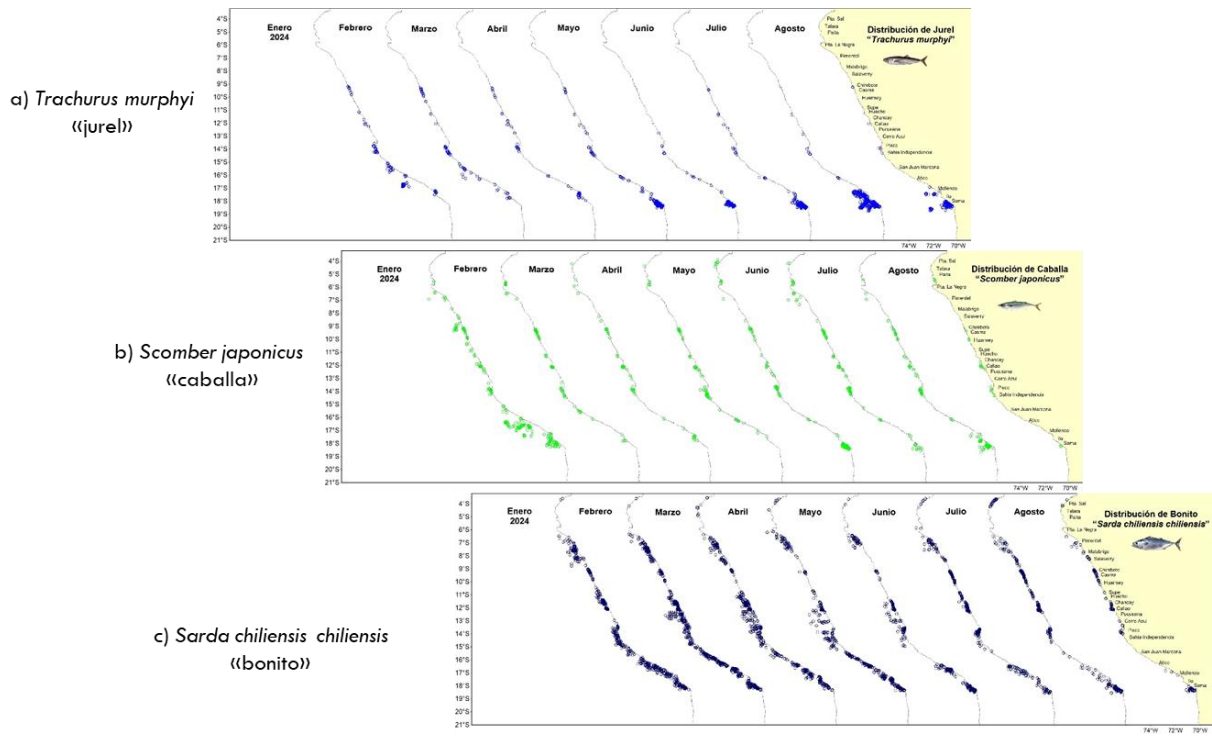


Figura 39. Distribución de los trans-zonales a) jurel, b) caballa y c) bonito durante enero al 12 de agosto 2024.

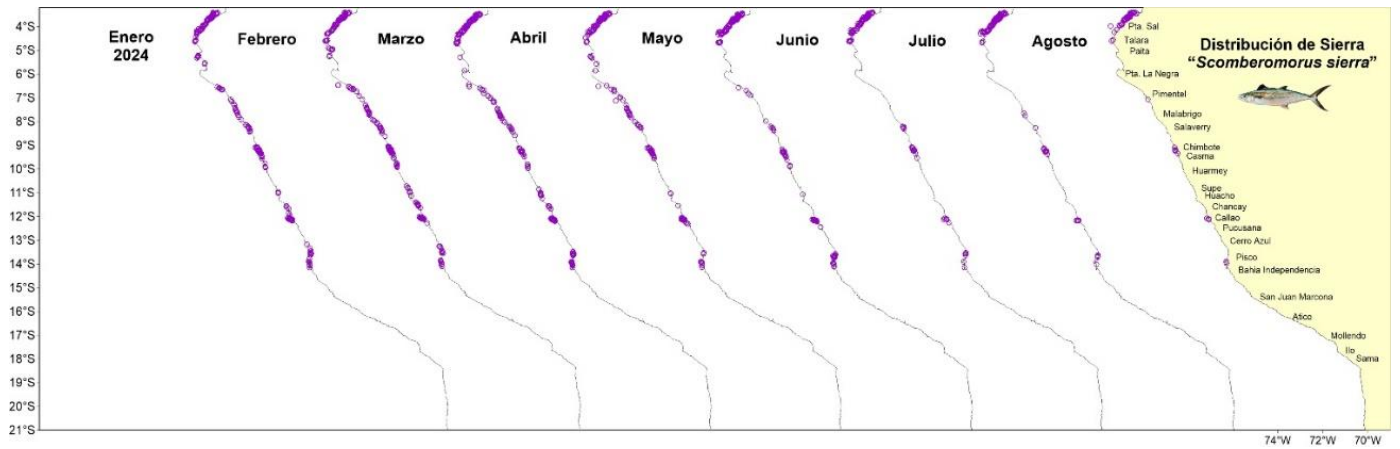


Figura 40. Distribución de sierra durante el periodo enero al 12 de agosto 2024.

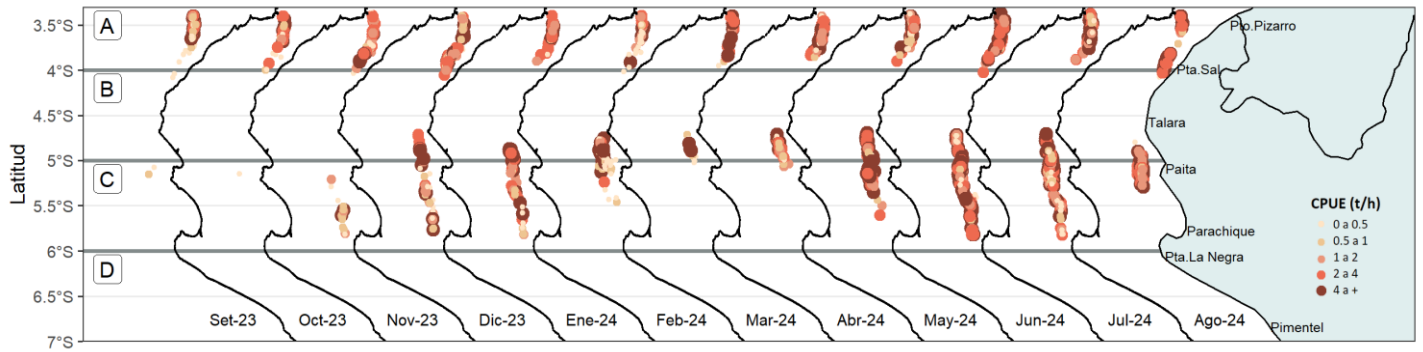


Figura 41. Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE en $t\ h^{-1}$) por lance de pesca entre los meses de setiembre 2023 a agosto de 2024 (de izquierda a derecha) de la flota industrial de arrastre de merluza.

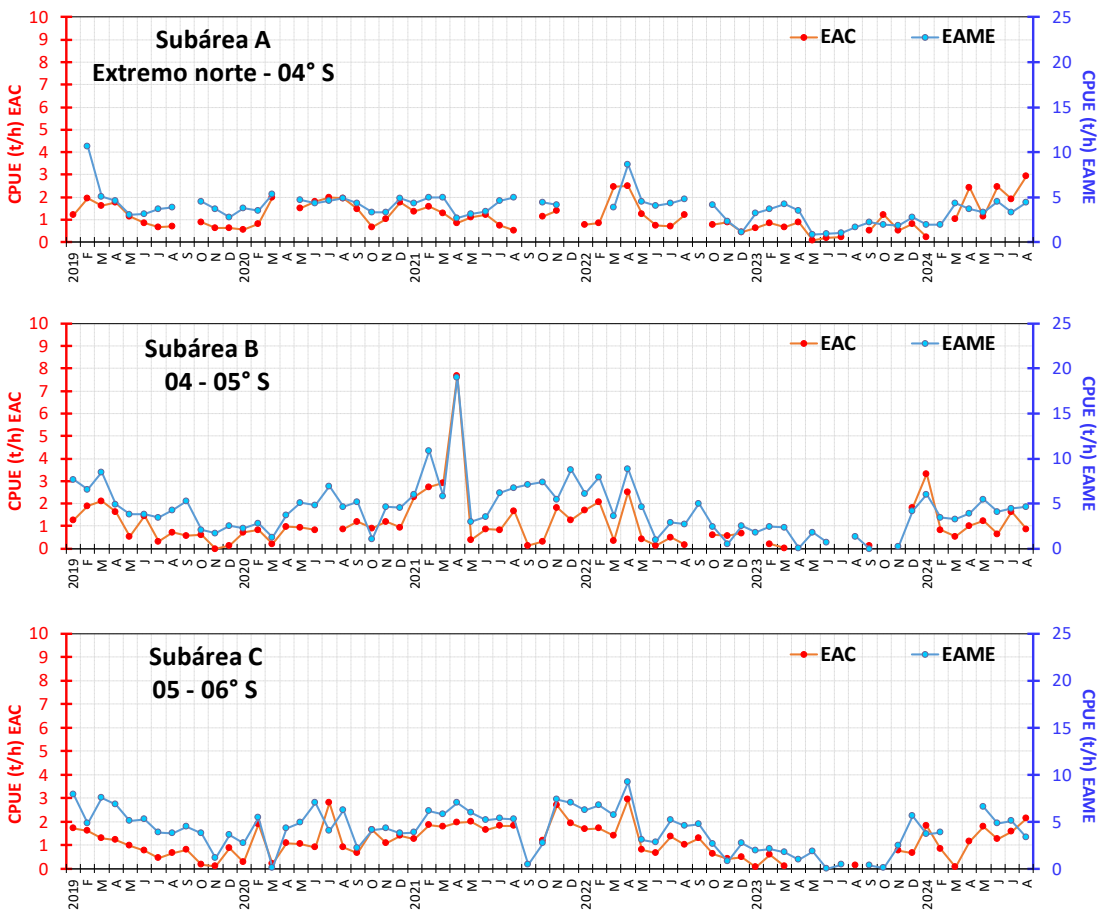


Figura 42. CPUE mensual ($t\ h^{-1}$) por sub-área de pesca y tipo de embarcación de la flota industrial de arrastre de merluza.

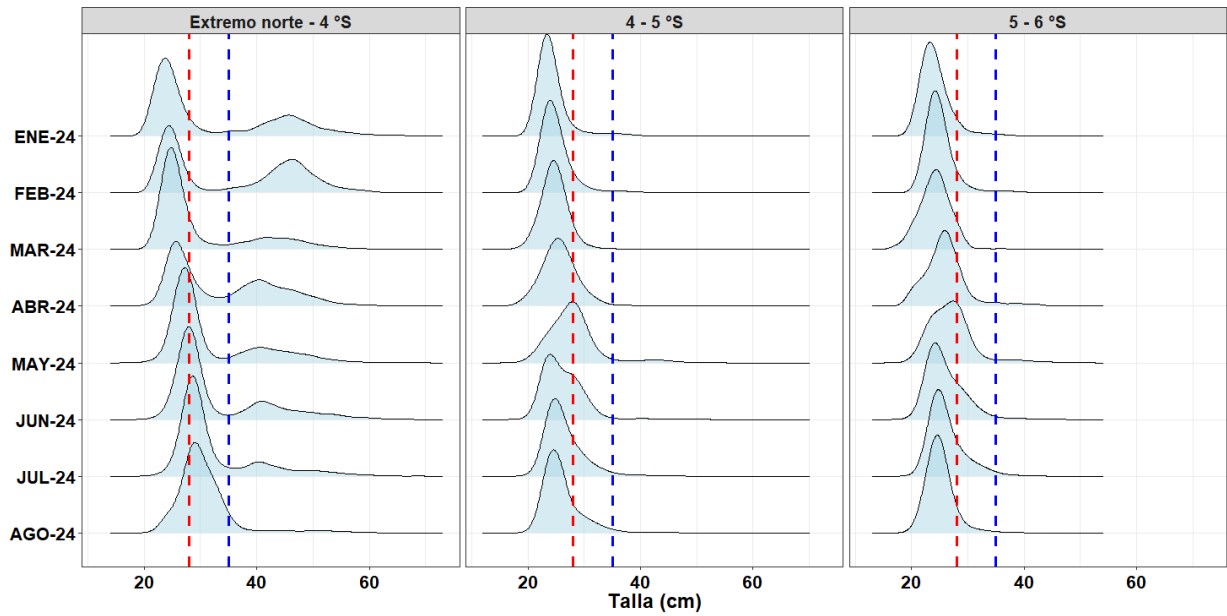


Figura 43. Distribución de tallas de merluza por sub-área (latitud) de enero al 11 de agosto 2024, capturada por la flota industrial de arrastre.

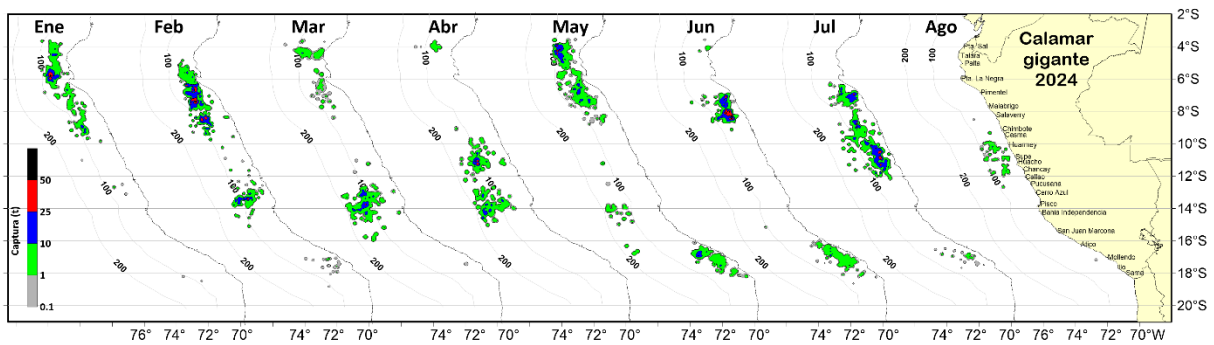


Figura 44. Distribución de la flota artesanal del calamar gigante *Dosidicus gigas*, enero – agosto (1-5, preliminar) 2024. Fuente: IMARPE – ROSPAS – Oficina de Pesca Artesanal. información preliminar para uso científico.

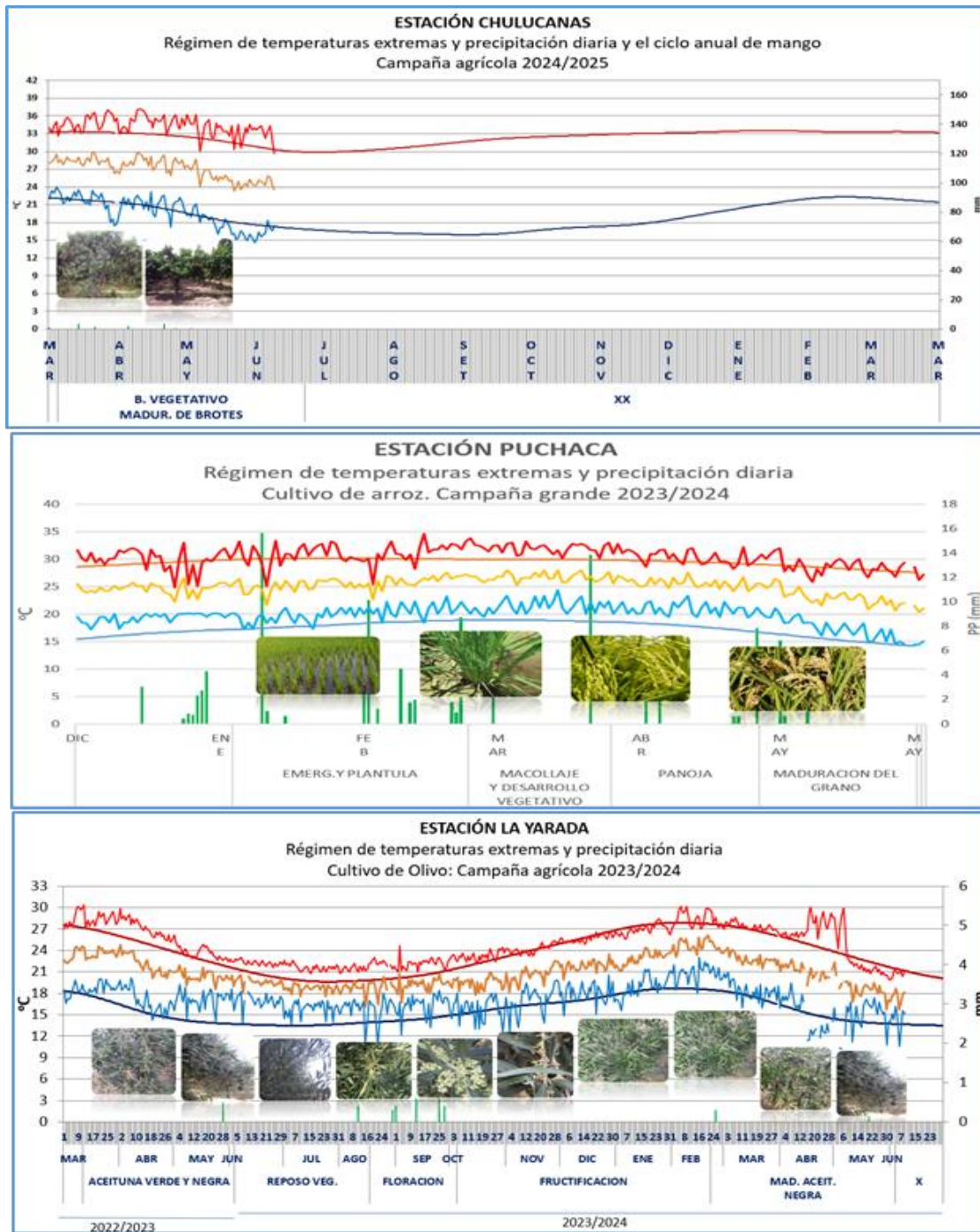


Figura 45. Monitoreo agro meteorológico del mango, arroz y olivo campañas agrícolas 2023/2024. Fuente: SENAMHI.

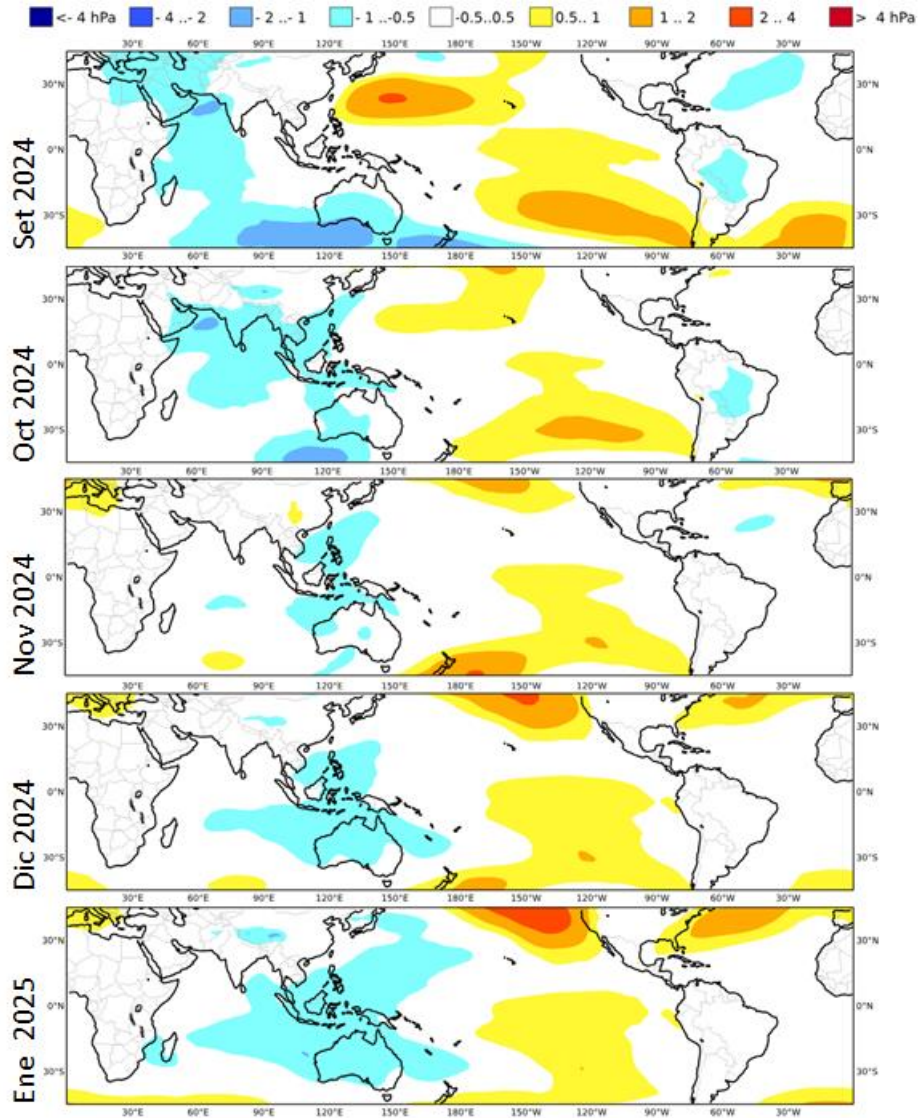


Figura 46. Mapas de pronóstico mensual del ensamblado de las anomalías de la presión atmosférica a nivel del mar en hPa, desde setiembre 2024 hasta enero 2025, usando el producto C3S multi-system proporcionados por the Copernicus Climate Change Service. iniciados el 01 agosto 2024. Adaptado por IMARPE.

IGP-UHM IA model v1.0: Probability of a strong EP EN event ($E > 1.5$) in the following Jan:
 0.05% (classif.), 0.00% (regress.) IC: July (Temporal) FT 1871-1984. Processing date: 14-08-2024

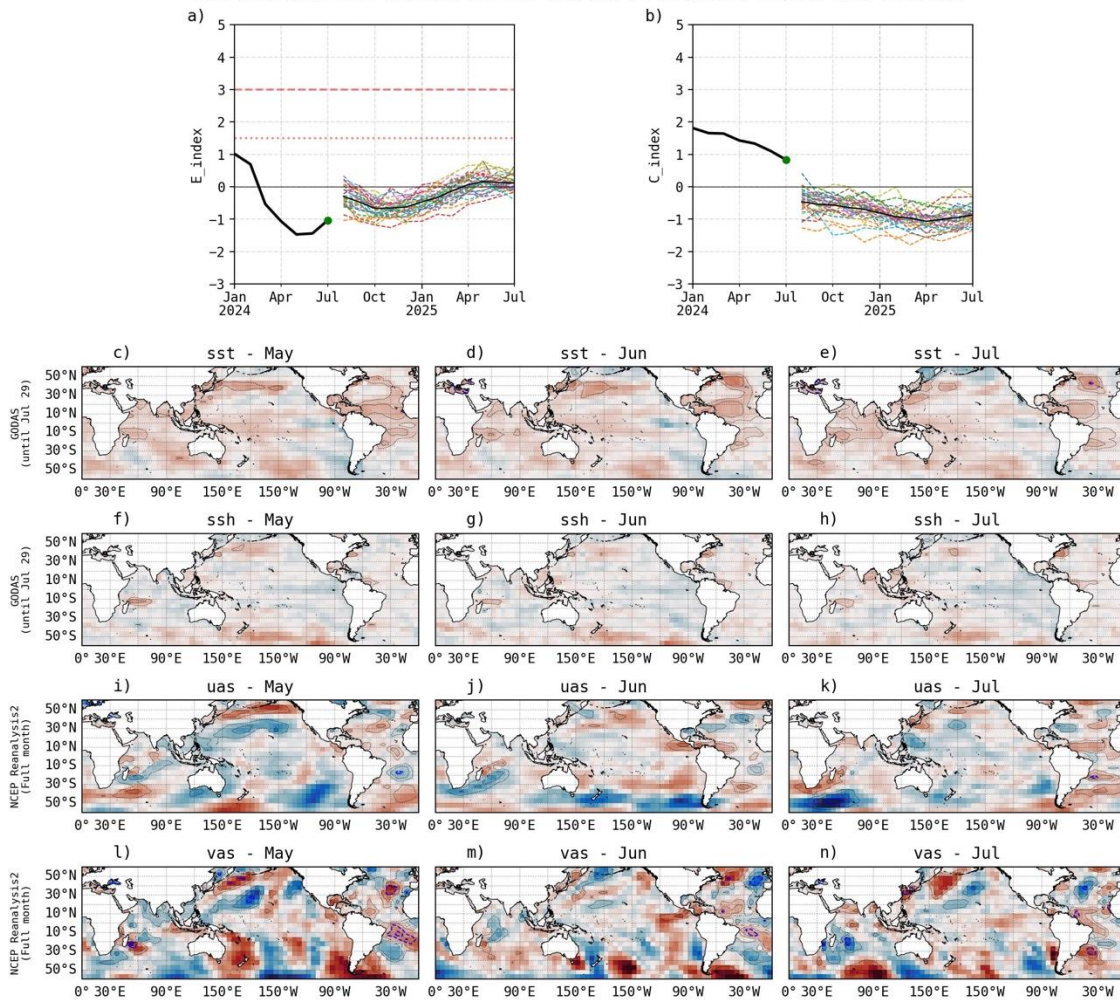


Figura 47. Pronóstico del índice E (Takahashi et al., 2011) a doce meses basado en un modelo de inteligencia artificial (Rivera Tello et al., 2023) para el pronóstico de El Niño extremo. (a) Muestra la evolución del índice E, representado con una línea gruesa de color negro, desde enero de 2024 a julio de 2024; el conjunto de líneas entrecortadas de colores indica el pronóstico del índice E desde agosto de 2024 a junio de 2025. (b) Es lo mismo que (a) pero para el índice C (Takahashi et al., 2011). Desde (c) a (n), se muestra la “Explicabilidad” (explainability) de cuatro variables, en anomalías, usadas para el pronóstico: temperatura superficial del mar (primera fila), nivel del mar (segunda fila), viento zonal (tercera fila) y viento meridional (cuarta fila). Estas variables se obtienen de distintos meses: mayo (primera columna), junio (segunda columna) y julio (tercera columna). Los contornos rojos (morados) de estos paneles indican regiones que favorecen (desfavorecen) al pronóstico de El Niño extremo.

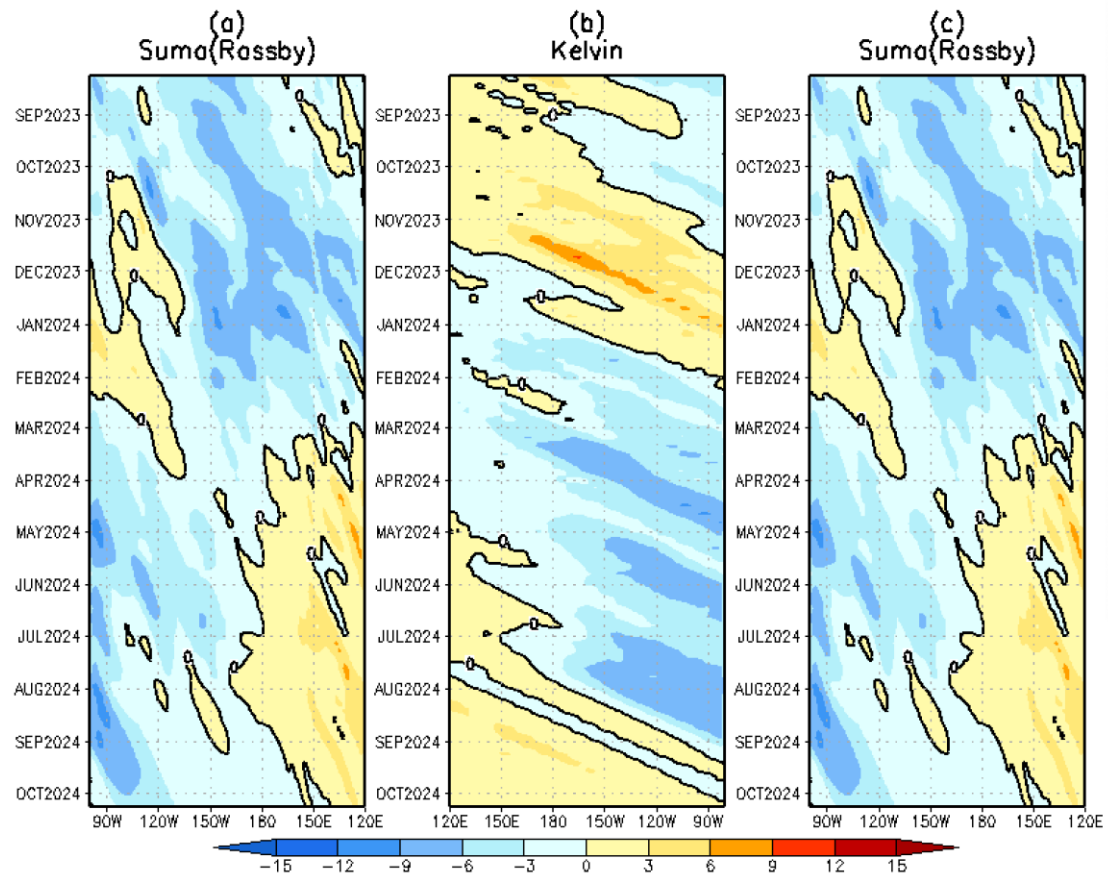


Figura 48. Diagrama longitud-tiempo de (a), diagrama de la onda de Rossby (b) diagrama de la onda de Kelvin, (c) diagrama de la onda de Rossby, calculado con el Modelo oceánico lineal (LOMIGP), forzando por NCEP y termoclina constante Fuente: IGP.

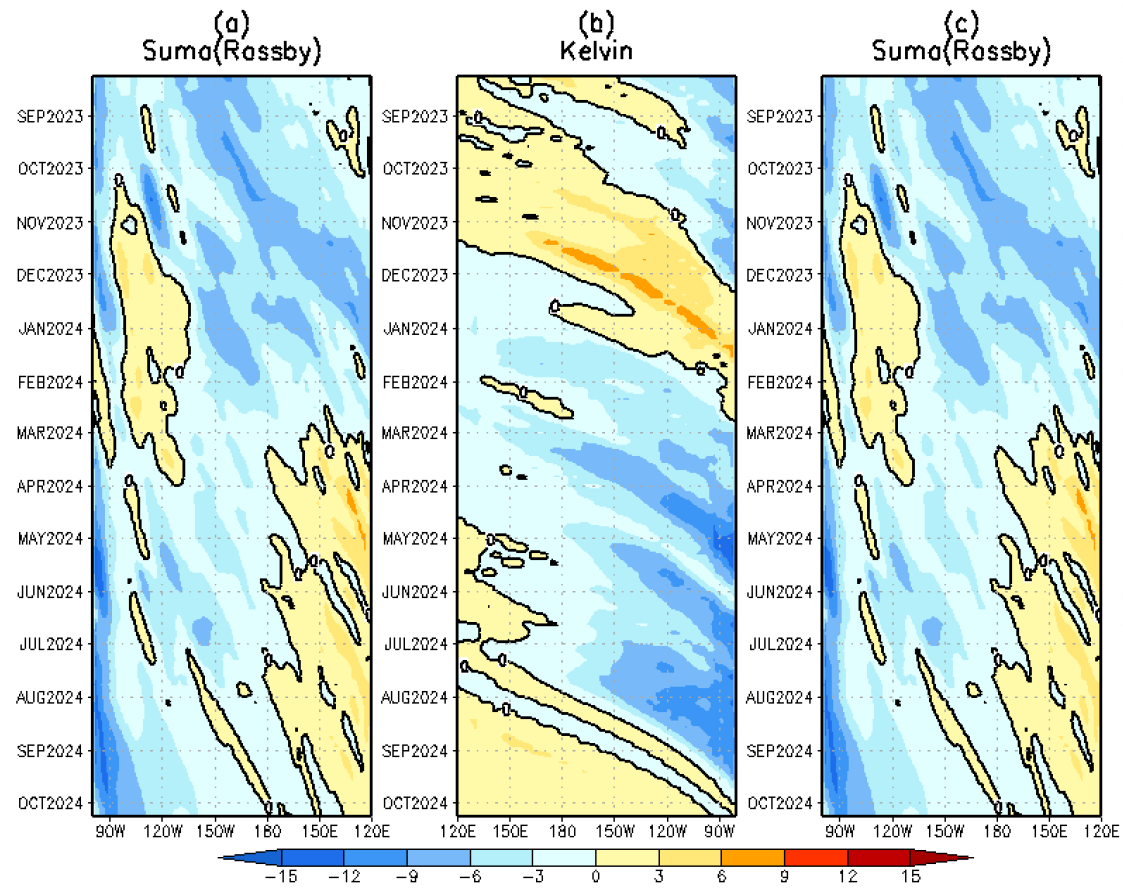


Figura 49. Igual que la Figura 48 pero el modelo es forzado con termoclina variable. Fuente: IGP.

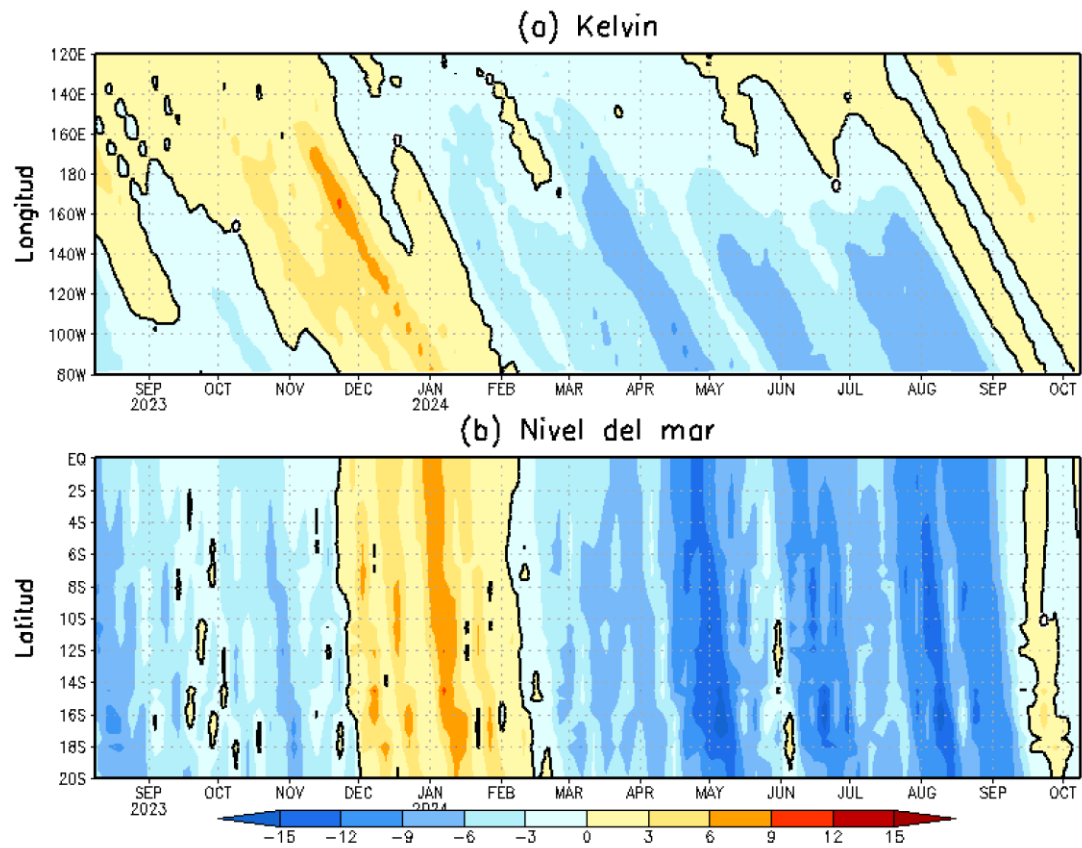


Figura 50. Simulación numérica de la anomalía del nivel del mar (cm) a lo largo de la franja ecuatorial del océano Pacífico (panel superior) y a lo largo de la costa peruana (panel inferior). Esta simulación se realizó con el modelo oceánico lineal (LOM) forzado con esfuerzo de viento del re-análisis de NCEP. La línea verde entrecortada indica el inicio de la simulación del pronóstico con esfuerzo de viento igual a cero. Elaborado por el IGP.

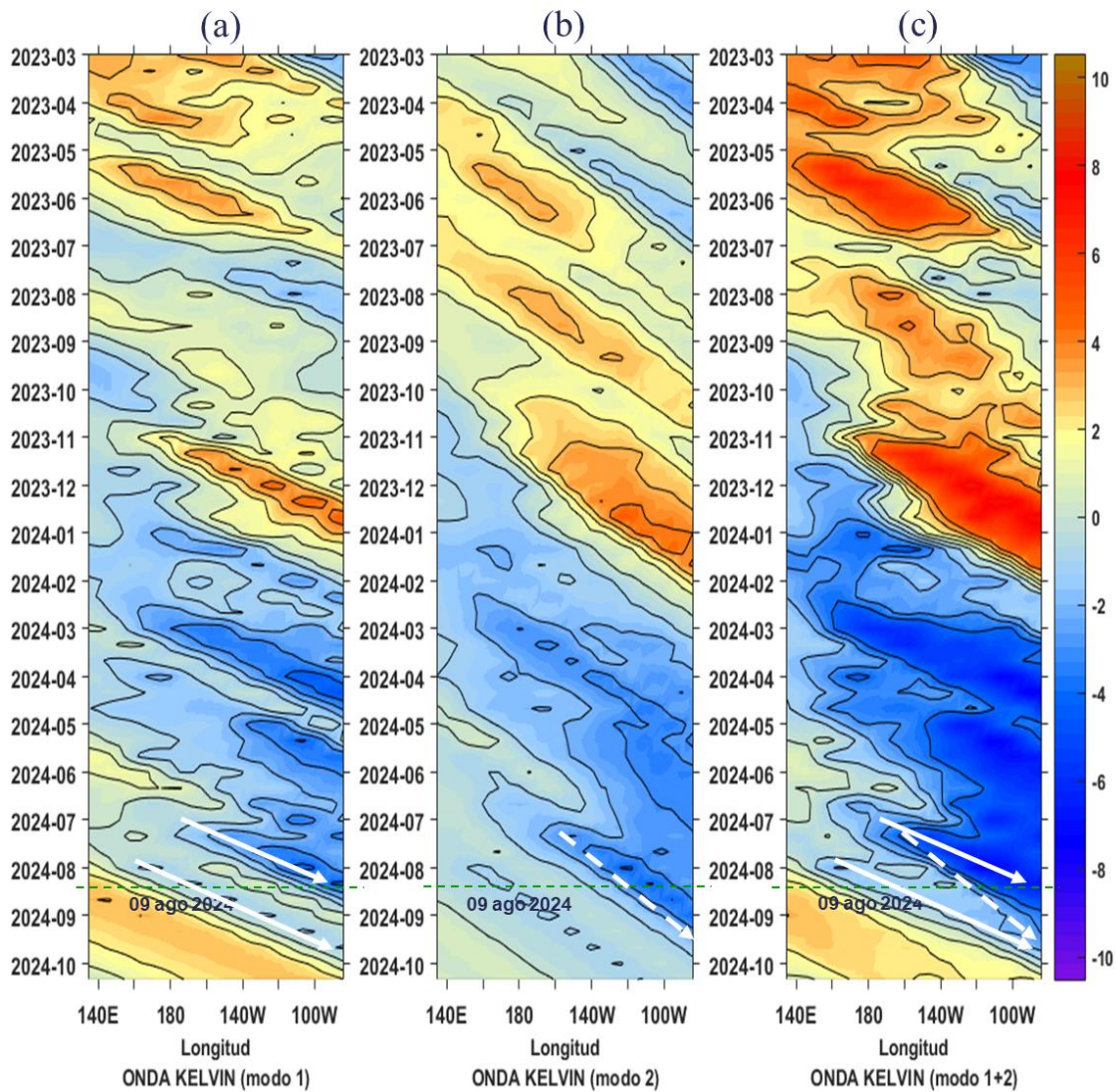


Figura 51. Diagrama Hovmöller longitud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacífico ecuatorial (0°N): (a) Modo 1 (flechas con líneas continuas), (b) Modo 2 (flechas con líneas discontinuas), (c) Modos 1+2. Se presentan las ondas de hundimiento “cálidas” (flechas negras), y las ondas de afloramiento “frías” (flechas blancas). La línea discontinua horizontal, en verde, indica el inicio del pronóstico con el forzante de vientos climatológico. Fuente: IMARPE, forzado con anomalías del esfuerzo de vientos de NCEP. Procesamiento: LMOECC/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

PROBABILIDADES MENSUALES DE LAS CONDICIONES CÁLIDAS, FRÍAS Y NEUTRAS

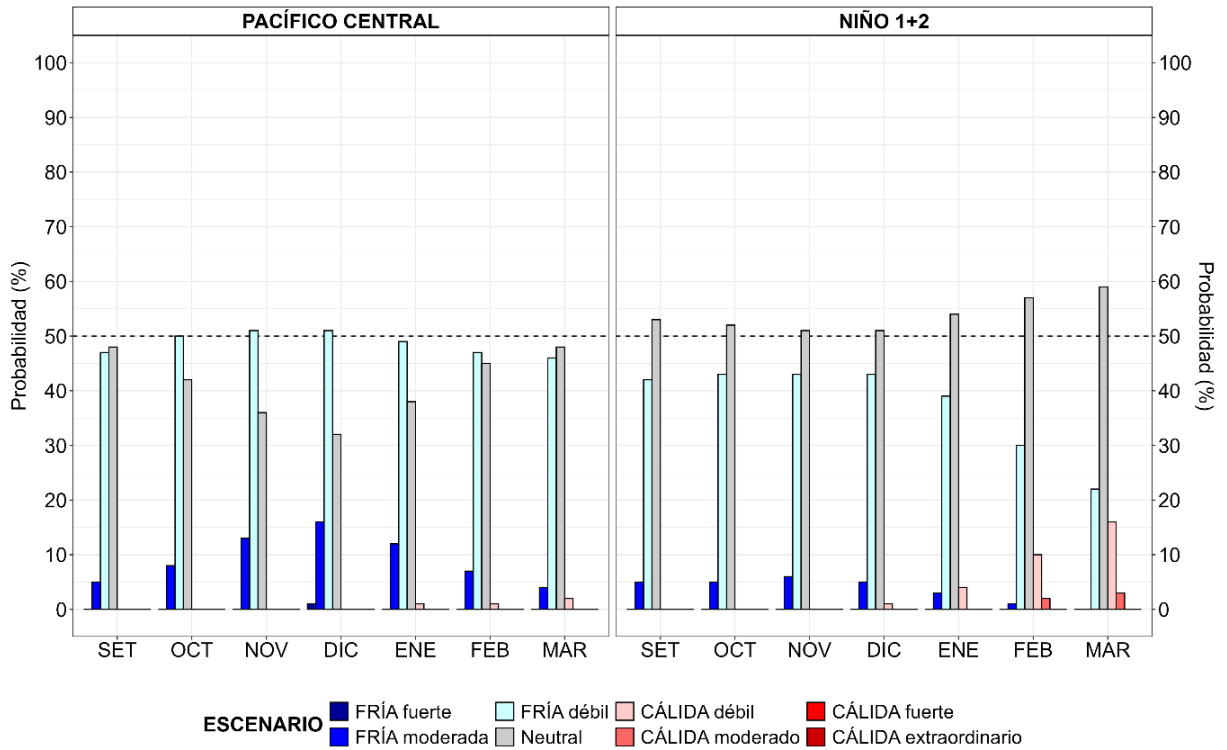


Figura 52. Probabilidades mensuales estimadas para condiciones cálidas, frías y neutras en el Pacífico central (región Niño 3.4, barras de la izquierda) y en el extremo del Pacífico oriental (región Niño 1+2, frente a la costa de Perú, barras de la derecha) de setiembre 2024 a marzo 2025, determinadas por el ENFEN.

VII. REFERENCIAS

- Behringer, D., & Xue, Y. (2003). *EVALUATION OF THE GLOBAL OCEAN DATA ASSIMILATION SYSTEM AT NCEP: THE PACIFIC OCEAN*. <https://www.semanticscholar.org/paper/EVALUATION-OF-THE-GLOBAL-OCEAN-DATA-ASSIMILATION-AT-Behringer-Xue/2824da5d850b9c12d20ec304919c311b508d909e>
- Bentamy, A., Croize-Fillon, D., & Perigaud, C. (2008). Characterization of ASCAT measurements based on buoy and QuikSCAT wind vector observations. *Ocean Science*, 4(4), 265–274. <https://doi.org/10.5194/os-4-265-2008>
- Boulanger, J.-P., & Menkes, C. (1995). Propagation and reflection of long equatorial waves in the Pacific Ocean during the 1992–1993 El Niño. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 100(C12), 25041–25059. <https://doi.org/10.1029/95JC02956>
- Carton, J. A., & Giese, B. S. (2008). A Reanalysis of Ocean Climate Using Simple Ocean Data Assimilation (SODA). *Monthly Weather Review*, 136(8), 2999–3017. <https://doi.org/10.1175/2007MWR1978.1>
- 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. *Geophysical Research Letters*, 29(14), 11-1-11–15. <https://doi.org/10.1029/2001GL014452>
- Dewitte, B., Reverdin, G., & Maes, C. (1999). Vertical Structure of an OGCM Simulation of the Equatorial Pacific Ocean in 1985–94. *Journal of Physical Oceanography*, 29(7), 1542–1570. [https://doi.org/10.1175/1520-0485\(1999\)029<1542:VSOAOS>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0485(1999)029<1542:VSOAOS>2.0.CO;2)
- Domínguez, N., Asto, C. y Gutiérrez, D. 2023. Climatología termohalina frente a las costas del Perú. Período: 1991 – 2020. *Inf Inst Mar Perú*, 50(1), 19-35
- ENFEN. (2012). *Definición operacional de los eventos El Niño y La Niña y sus magnitudes en la costa del Perú* (p. 3) [Nota Técnica]. Comité Técnico del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño. https://www.dhn.mil.pe/Archivos/Oceanografia/ENFEN/nota_tecnica/Definicion%20Operacional%20ENFEN_09abr12.pdf

- Ham, Y.-G., Kim, J.-H. & Luo, J.-J. Deep learning for multi-year ENSO forecasts. *Nature* <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1559-7> (2019).
- Ham, Y.-G., Kim, J.-H., Kim, E.-S. & On, K.-W. Unified deep learning model for El Niño/southern oscillation forecasts by incorporating seasonality in climate data. *Sci. Bull.* 66, 1358–1366. <https://doi.org/10.1016/j.scib.2021.03.009> (2021).
- Helrich, K. (1990). *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists* (15a ed., Vol. 1). Association of Official Analytical Chemists, Inc.
- Illig, S., Dewitte, B., Ayoub, N., du Penhoat, 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 ocean general circulation model experiment in 1981–2000. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 109(C2). <https://doi.org/10.1029/2003JC001771>
- Kalnay, E., Kanamitsu, M., Kistler, R., Collins, W., Deaven, D., Gandin, L., Iredell, M., Saha, S., White, G., Woollen, J., Zhu, Y., Chelliah, M., Ebisuzaki, W., Higgins, W., Janowiak, J., Mo, K. C., Ropelewski, C., Wang, J., Leetmaa, A., ... Joseph, D. (1996). The NCEP/NCAR 40-Year Reanalysis Project. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 77(3), 437–472. [https://doi.org/10.1175/1520-0477\(1996\)077<0437:TNYRP>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0477(1996)077<0437:TNYRP>2.0.CO;2)
- Kirtman, B. P., Min, D., Infanti, J. M., Kinter, J. L., Paolino, D. A., Zhang, Q., Dool, H. van den, Saha, S., Mendez, M. P., Becker, E., Peng, P., Tripp, P., Huang, J., DeWitt, D. G., Tippett, M. K., Barnston, A. G., Li, S., Rosati, A., Schubert, S. D., ... Wood, E. F. (2014). The North American Multimodel Ensemble: Phase-1 Seasonal-to-Interannual Prediction; Phase-2 toward Developing Intraseasonal Prediction. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 95(4), 585–601. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-12-00050.1>
- Mosquera, K. A. (2009). Variabilidad Intra-estacional de la Onda Kelvin Ecuatorial en el Pacífico (2000-2007): Simulación Numérica y datos observados. *Universidad Nacional Mayor de San Marcos*. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/3594>
- Mosquera, K. A. (2014). *Ondas Kelvin oceánicas y un modelo oceánico simple para su diagnóstico y pronóstico*. <https://repositorio.igp.gob.pe/handle/20.500.12816/4638>

- Mosquera, K. A., Dewitte, B., & Lagos Enríquez, P. (2010). *Variabilidad intra-estacional de la onda Kelvin ecuatorial en el Pacífico (2000-2007): Simulación numérica y datos observados*. <https://repositorio.igp.gob.pe/handle/20.500.12816/949>
- Pietri, A., Colas, F., Mogollón, R. et al. 2021. Marine heatwaves in the Humboldt current system: from 5-day localized warming to year-long El Niños. *Sci Rep* 11, 21172. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-00340-4> Takahashi et al., 2014
- Quispe, J. y L. Vásquez, 2015. Índice “LABCOS” para la caracterización de evento El Niño y La Niña frente a la costa del Perú, 1976-2015. En: Boletín Trimestral Oceanográfico, Volumen 1, Números 1-4, pp.: 14-18.
- Quispe Ccallauri, C, J. Tam, H. Demarcq, C. Romero, D. Espinoza, A. Chamorro, J. Ramos, R. Oliveros, 2016. El Índice Térmico Costero Peruano. En: Boletín Trimestral Oceanográfico, Volumen 2, Número 1, pp: 7-11.
- Quispe, C., Tam, J., Arrellano, C., Chamorro, A., Espinoza, D., Romero, C., & Ramos, J. (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. *Instituto del Mar del Perú - IMARPE*. <https://repositorio.IMARPE.gob.pe/handle/20.500.12958/3149>
- Rivera Tello, G.A., Takahashi, K. & Karamperidou, C. Explained predictions of strong eastern Pacific El Niño events using deep learning. *Sci Rep* 13, 21150 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-45739-3>
- Takahashi, K., Mosquera Vásquez, K. A., & Reupo, J. (2014). *El Índice Costero El Niño (ICEN): Historia y actualización*. <https://repositorio.igp.gob.pe/handle/20.500.12816/4639>
- Urbina, B., & Mosquera Vásquez, K. A. (2020). *Implementación y validación de un modelo oceánico multimodal para la región ecuatorial del océano Pacífico*. <https://repositorio.igp.gob.pe/handle/20.500.12816/4855>
- Vazzoler, A. E. A. de M. (1982). *Manual de métodos para estudos biológicos de populações de peixes: Reprodução e crescimento*.