

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



INFORME TÉCNICO ENFEN

AÑO 11 N° 05

26 MARZO DE 2025

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:

Dr. Hernando Jhonny Tavera Huarache
Presidente Ejecutivo, Instituto Geofísico del Perú (IGP)

Ing. Raquel Illianova Soto Torres
Presidenta Ejecutiva, Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Calm. Jorge Vizcarra Figueroa
Director de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú (DIHIDRONAV)

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

Ing. José Genaro Musayón Ayala
Jefe, Autoridad Nacional del Agua (ANA)

General Rolando Gustavo Capucho Cárdenas
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 Bouchón, Luis Vásquez, Carlos Quispe, Tony Anculle, Dante Espinoza y Cecilia Peña

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

DIHIDRONAV: Rina Gabriel, Roberto Chauca, Renzo Adrianzen, Alfredo Alvarado.

IGP: Kobi Mosquera y Jorge Reupo

ANA: Sigfredo Fonseca y Gastón Pantoja

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), 2025.

Informe Técnico ENFEN. Año 11, N° 05, 26 marzo de 2025, 78 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: 28 de marzo de 2025



Diagnóstico Climático y Previsión de El Niño-Oscilación del Sur en el Perú al 26 de marzo 2025

Índice

<u>I. INTRODUCCIÓN</u>	5
<u>II. MÉTODOS</u>	5
<u>2.1. Variables</u>	5
<u>Temperatura Superficial del Mar (TSM)</u>	6
<u>2.2. Índices</u>	6
<u>Índice Costero El Niño (ICEN)</u>	6
<u>Índice Oceánico El Niño (ONI por sus siglas en inglés)</u>	7
<u>Índices reproductivos de anchoveta</u>	7
<u>2.3. Modelos y Pronósticos</u>	7
Modelo Oceánico Lineal (LOM-IGP)	7
<u>Modelo Oceánico de Complejidad Intermedia</u>	8
<u>Modelo Oceánico Multimodal (MOMM)</u>	8
<u>Modelo de inteligencia artificial para el pronóstico de El Niño en el Pacífico oriental (IGP-UHM AI model v1.0)</u>	8
<u>Modelos Climáticos de Agencias Internacionales</u>	9
<u>Pronóstico de C3S multi-sistemas</u>	9
<u>Pronóstico Probabilístico de Juicio Experto</u>	9
<u>III. CONDICIONES OBSERVADAS AL 26 DE MARZO DE 2025</u>	10
<u>3.1. Condiciones océano atmosféricas en el Pacífico tropical</u>	10
<u>3.2. Condiciones oceánicas y atmosféricas locales</u>	12
<u>3.3. Productividad marina y condiciones biológico-pesqueras</u>	16
<u>3.4. Condiciones hidrológicas</u>	17
<u>3.5. Condiciones agrometeorológicas</u>	18
<u>IV. PERSPECTIVAS</u>	18
<u>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</u>	20
<u>VI. TABLAS Y FIGURAS</u>	21
<u>VII. REFERENCIAS</u>	75

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

2.1 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 $1/4^\circ$.

2.2 Índices

Índice Costero El Niño (ICEN)

Es calculado a partir de la media corrida de tres meses de las anomalías mensuales de la TSM en la región Niño 1+2 en base a los datos de Extended Reconstructed Sea Surface Temperature (ERSST) v5 (Huang et al., 2017). Para estimar estas anomalías y el ICEN en el periodo histórico se utiliza la metodología empleada por la NOAA para el cálculo del ONI, es decir se calculan las climatologías cada 5 años: siendo la primera, la del periodo 1931 a 1960; la siguiente, la del periodo 1936 a 1965 y así sucesivamente hasta el periodo actual que va de 1991 a 2020.

Para caracterizar cada condición mensual se han establecido categorías en base al valor del ICEN y el percentil que corresponda respecto al periodo base 1950 a 2023.

Se identifican: La categoría "Condiciones Cálidas" la cual incluye las magnitudes de "Débil" ($>P75$ y $\leq P90$), "Moderada" ($>P90$ y $\leq P95$), "Fuerte" ($>P95$ y $\leq P99$) y "Extraordinaria" ($>P99$); y, La categoría de "Condiciones Frías" que incluye las magnitudes de "Débil" ($\geq P10$ y $< P25$), "Moderada" ($\geq P4$ y $< P10$), y "Fuerte" ($< P4$). Por otro lado, para la estimación en tiempo real del ICEN se utiliza un valor aproximado, al cual se le denomina ICENtmp. Este se calcula incluyendo los valores mensuales observados de las anomalías de la TSM (ERSST.v5) y reemplazando los datos mensuales faltantes con los pronósticos del ensamble de modelos North American Multi-Model Ensemble (NMME, Kirtman et al., 2014) (ENFEN, 2024).

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.

2.3 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 reanalysis 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 (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 de C3S multi-sistemas

La metodología para los gráficos combinados de sistemas múltiples se basa en dos aspectos: las anomalías medias del ensamble y las probabilidades. Las anomalías medias se calculan y ajustan con respecto a la climatología de cada modelo, re-escalándose para igualar la varianza entre los modelos según un período de referencia común. Las probabilidades se calculan comparando la densidad de probabilidad del pronóstico con la del clima del modelo. Desde noviembre de 2018, el período de referencia común para todos los modelos es 1993-2016, y cada centro participante en el sistema multi-modelo C3S contribuye con igual peso, garantizando una representación equilibrada en los pronósticos https://climate.copernicus.eu/charts/packages/c3s_seasonal/.

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 basadas en el ONI y el ICEN, respectivamente y aplicando los mismos umbrales de anomalías de TSM usadas para definir las categorías El Niño y La Niña (ENFEN, 2024).

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 ENFEN. 2024. Definición Operacional de los Eventos El Niño Costero y La Niña Costera en el Perú. Nota Técnica ENFEN 01 2024. 07 pp.

III. CONDICIONES OBSERVADAS AL 26 DE MARZO DE 2025

3.1. Condiciones océano atmosféricas en el Pacífico tropical

Durante la segunda quincena de marzo, las anomalías negativas de Temperatura Superficial del Mar (TSM) ampliaron su cobertura en el Pacífico ecuatorial occidental y central. Por otro lado, en la región oriental las anomalías positivas disminuyeron, definiendo un escenario cálido anómalo de menor cobertura (al este de 110°W) respecto a las dos primeras semanas de marzo (Figura 1 y Tabla 1). Según los datos de OISST, las anomalías de la tercera semana del mes fueron -0,1 °C y +0,9 °C en las regiones Niño 3.4 y Niño 1+2, respectivamente (Tabla 2).

El valor del Índice Costero El Niño (ICEN) de enero 2025 se encuentra dentro del rango de la categoría Neutra, mientras que el valor del ICEN temporal (ICEN-tmp) de febrero está en el umbral entre la categoría neutra y la categoría cálida débil por lo pronto. Por otro lado, el valor del ONI de enero y el valor del ONI temporal (ONItmp) de febrero de 2025 corresponden a la categoría Fría Débil (Tabla 3).

En el Pacífico ecuatorial central y oriental, las anomalías positivas de esfuerzo de vientos del oeste persistieron en las dos primeras semanas de marzo, las cuales reforzaron la onda Kelvin cálida generada por la reflexión de una onda Rossby cálida en el Pacífico occidental en febrero y podrían haber generado otra onda Kelvin cálida en la región. La señal de estos cambios se detecta en la propagación de la elevación de la anomalía del nivel del mar y de la profundización de la termoclina hacia el extremo del Pacífico oriental. Posteriormente el esfuerzo de viento presentó condiciones en el rango normal, favoreciendo la atenuación de las anomalías positivas de la TSM en el Pacífico oriental. Entre tanto, durante marzo persistieron las anomalías negativas del esfuerzo de viento al oeste de la línea de cambio de fecha, favoreciendo la formación una nueva onda Kelvin fría y la persistencia de anomalías negativas de la TSM en dicha región. Finalmente, en los últimos días se han detectado anomalías débiles del esfuerzo de viento del oeste en áreas puntuales del Pacífico oriental (Figuras 2 a 5).

En lo que va de marzo, se ha observado la persistencia de anomalías de presión ligeramente positivas en el Pacífico occidental y parte del Pacífico central, con valores de hasta +2 hPa (150°E – 170°W, Figura 6 d). Este aumento de la presión favoreció condiciones subsidentes en dichas regiones (Figura 6 c). Por el contrario, en el Pacífico oriental, la región norte del Perú y la Amazonía de Sudamérica se presentaron patrones convectivos, lo que propició superávits de lluvias en la sierra norte, selva norte y Tumbes, principalmente (Figuras 6 c y 12).

Respecto a los vientos en niveles bajos (850 hPa), en el Pacífico ecuatorial occidental y parte del central se observaron vientos del este intensificados ($150^{\circ}\text{E} - 180^{\circ}\text{W}$ y $10^{\circ}\text{N} - 10^{\circ}\text{S}$, Figura 6 b). En el Pacífico oriental se presentaron anomalías de vientos del oeste que han favorecido la persistencia del calentamiento en la región Niño 1+2; sin embargo, estos se encuentran más confinados hacia Ecuador (Figura 6 b y 13). Por otro lado, en niveles altos (250 hPa), se reportaron anomalías de vientos del sureste y del este, intensificadas principalmente hacia la región nororiental del Perú y Ecuador. Esto propició una mayor advección de humedad y superávits de lluvias, principalmente para la sierra nororiental y selva norte alta del Perú (Figura 6 a).

A 1000 hPa también persistieron las anomalías de vientos del este en el Pacífico Occidental y parte del Central durante marzo, ($120^{\circ}\text{E} - 180^{\circ}$, aprox. de -2 a -4 m s^{-1}), lo que propició un cambio de tendencia de incremento de anomalías de TSM que se tenía en febrero (región Niño 3.4) a un enfriamiento en marzo, pero persistiendo en las condiciones neutras (Figura 7 a).

Desde la línea de pronóstico (26 de marzo 2025) y hasta la primera semana de abril, se espera que las anomalías de vientos del este se confinen más hacia el Pacífico occidental, lo que probablemente limitaría las condiciones frías débiles en la región Niño 3.4. Finalmente, respecto al Pacífico Oriental se espera un pulso breve de anomalías de vientos del oeste que podría generar un incremento temporal de anomalías de TSM frente a la costa norte de Perú (Figura 7 a).

Respecto a la velocidad potencial en la región ecuatorial ($5^{\circ}\text{N} - 5^{\circ}\text{S}$), a inicios de marzo persistió la fase divergente en altura (200 hPa) en la zona ecuatorial de Sudamérica y norte del Perú, favoreciendo la convección, desarrollo vertical de nubes y en consecuencia lluvias, lo que se reflejó principalmente en Tumbes, parte de la sierra y selva norte del Perú con anomalías predominantemente de $+30\%$ a $+200\%$ (Figuras 7 b y 12 izq). Posteriormente, en la región ecuatorial de Sudamérica ($5^{\circ}\text{N} - 5^{\circ}\text{S}$ y $90^{\circ}\text{W} - 60^{\circ}\text{W}$) se propagó la fase convergente desde el Océano Índico, Oceanía y el Pacífico central hacia el Pacífico oriental y la zona ecuatorial de Sudamérica, por lo que predominó la subsidencia incidiendo en las anomalías negativas de lluvias, principalmente en Tumbes (anomalías de -60% a -100%), y parte de la sierra y selva norte del Perú (Figuras 7 b y 12 der.). Desde la línea de pronóstico (25 marzo), en la región ecuatorial de Sudamérica ($5^{\circ}\text{N} - 5^{\circ}\text{S}$ y $90^{\circ}\text{W} - 60^{\circ}\text{W}$) se espera la propagación de la fase divergente hasta aproximadamente el 8 de abril, lo que podría favorecer la convección en la zona ecuatorial de Sudamérica incluyendo la región norte del Perú (Figura 7 b).

En lo que va de marzo se detectó en promedio una intensificación del núcleo del Anticiclón del Pacífico Sur (APS) y su desplazamiento al noreste de su posición habitual, respecto a febrero (Figura 8).

A una escala semanal de variabilidad, a inicios de marzo (28 febrero al 6 de marzo) el APS se ubicó al oeste de su posición climática entre los 38°S - 110°W aproximadamente, lo que favoreció un debilitamiento de vientos alisios y la tendencia al incremento de anomalías de TSM en la región Niño 1+2. Posteriormente, del 7 al 20 de marzo, el APS estuvo cercano a su posición climática e intensificado en su núcleo, llegando a valores de 1026 hPa, lo cual favoreció el incremento de vientos alisios y la disminución de las anomalías de TSM en la región Niño 1+2, aunque estas persistieron en el rango de las condiciones cálidas. En los últimos días de marzo (21 al 27 de marzo) el APS migró hacia los 40°S - 120°W lo que debilitó el gradiente APS-Costa y en consecuencia también a los vientos alisios del sudeste. Por ende, las anomalías de TSM en la región 1+2 han presentado un incremento en los últimos días (Figuras 9,10,11 y 13).

Respecto al pronóstico de las próximas semanas, se espera que el APS se debilite en intensidad, llegando a valores de 1018 hPa y una presión promedio de 1008 hPa en la costa norte, lo que podría favorecer nuevamente el debilitamiento de alisios del sudeste y la tendencia hacia el calentamiento de la TSM en la región Niño 1+2 (Figuras 9,10,11 y 13).

3.2. Condiciones oceánicas y atmosféricas locales

Durante marzo se detectó la persistencia de vientos superficiales costeros más intensos que lo normal frente al litoral norte y centro ($> +1,0 \text{ m s}^{-1}$). Asimismo, los vientos en la zona oceánica tendieron a normalizarse respecto a febrero, donde estuvieron más débiles de lo habitual. Por otro lado, en las últimas semanas, frente al norte de Perú, las anomalías zonales de los vientos han cambiado a anomalías del este, mientras que al norte de la línea ecuatorial se han fortalecido las anomalías del noreste (Figura 14).

En la franja de 110 km adyacente a la costa peruana, continuaron registrándose vientos moderados y anomalías de velocidades del viento (VV) en el rango positivo frente al litoral centro y norte, mientras que se mantuvieron los vientos débiles ($< 4,1 \text{ m s}^{-1}$) y anomalías negativas de la VV frente a la costa sur (Figura 15). El afloramiento costero exhibió una recuperación paulatina en las últimas cuatro semanas, principalmente frente al litoral norte. El índice del bombeo de Ekman continuó presentando anomalías negativas, aunque con una ligera tendencia a normalizarse respecto a febrero. En cambio, el transporte de Ekman se incrementó sostenidamente, reflejándose en anomalías positivas (Figura 16).

Por otro lado, entre el 11 y el 25 de marzo, se observó una reducción de las anomalías de las temperaturas máximas y mínimas a lo largo del litoral peruano, con un descenso promedio de $-0,5\text{ °C}$ y $-1,0\text{ °C}$, respectivamente, en comparación con la primera decadiaria del mes. Este comportamiento se asoció a la intensificación del APS, que fortaleció los vientos alisios del sudeste, favoreciendo la advección de aire frío y la consecuente disminución de la temperatura superficial del mar. Además, la mayor cobertura nubosa contribuyó a la moderación térmica. En cuanto a las temperaturas máximas, se registraron anomalías de $+1,0\text{ °C}$ en la costa norte y $+0,2\text{ °C}$ en la costa central y sur, valores considerados dentro del rango de variabilidad climática ($\pm 1,0\text{ °C}$). La estación con la anomalía promedio más alta fue Jayanca (Lambayeque, costa norte), con $+2,6\text{ °C}$. Respecto a las temperaturas mínimas, las anomalías promedio fueron de $+0,1\text{ °C}$ en la costa norte, $-0,1\text{ °C}$ en la costa central y $-0,6\text{ °C}$ en la costa sur, también dentro del rango de variabilidad climática normal. La estación con la anomalía promedio más baja se presentó en La Yarada (Tacna, costa sur), con $-1,2\text{ °C}$ (Figura 17).

En el mar peruano, las isotermas de 23 °C a 25 °C se presentaron cerca de la costa norte y centro, replegando las isotermas mayores de 26 °C hacia el oeste y noroeste (Figura 18). La TSM presentó anomalías positivas en la primera semana de marzo y con mayor cobertura espacial; luego, en la segunda semana aparecieron anomalías negativas cerca de la costa centro y sur, y en la tercera semana continuaron las anomalías negativas, pero con mayor extensión hacia el norte (hasta 4°S) y dentro de las 50 mn, en promedio (Figuras 18 y 19 a). El mayor calentamiento anómalo se replegó al norte de los 4°S , con anomalías de hasta $+2\text{ °C}$, en promedio (Figura 18). A lo largo del litoral, las anomalías positivas de la TSM disminuyeron rápidamente durante la tercera semana de marzo, cambiando de un escenario cálido anómalo a un escenario normal en el norte; mientras que, en el litoral centro y sur continuaron las anomalías negativas, con mayor magnitud en el sur (Figura 19 b).

Respecto a la información observada *in situ* por el “Crucero de evaluación hidroacústica de la anchoveta y otros recursos pelágicos 2502-04” (Cr. 2502-04) hasta el 22 de marzo, a nivel de superficie, durante el mes se detectaron anomalías positivas de TSM de Punta La Negra hasta Chicama con valores máximos de $+3\text{ °C}$, así como la presencia de anomalías negativas de TSM al sur de Punta Chao. Estas últimas fueron principalmente registradas a partir del 14 de marzo, asociadas a TSM de $20 - 23\text{ °C}$, alcanzando valores de hasta -1 °C dentro de las 60 mn de distancia a la costa (Figura 20).

La ola de calor marina desarrollada frente a la costa peruana (OCM; Hobday et al., 2016) concluyó el 13 de marzo dentro de la franja de 150 mn costeras y entre los 4°S y $18,5^{\circ}\text{S}$. Esta OCM tuvo una duración de 32 días y alcanzó una anomalía acumulada de $67,64\text{ °C días}$.

Sin embargo, la condición de OCM fuera de la franja costera peruana de 150 mn aún se mantiene (Figura 21).

Las anomalías del nivel de mar (ANM) en la franja de 60 mn adyacente a la costa peruana, mostraron un descenso significativo en sus valores a partir de la segunda quincena de marzo, señalando el arribo y propagación al sur de una onda Kelvin fría frente a la costa norte y centro. En los últimos días, las ANM mostraron una tendencia a la normalización de sus valores, sugiriendo la finalización del efecto de la onda Kelvin fría en el nivel del mar (Figura 22). En el litoral, la ANM exhibió un ligero incremento en el norte y centro, sugiriendo el inicio del arribo de una onda Kelvin cálida (Figura 23).

El índice LABCOS (Quispe & Vásquez, 2015) basado en la media móvil de tres meses de las anomalías mensuales de TSM registradas en estaciones costeras ubicadas desde Paita hasta Ilo, mostró un valor temporal de $+0,07$ °C en lo que va de marzo, mientras que, el valor temporal del 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 fue $-0,1$; indicando una condición temporal neutra para ambos índices (Figura 24). Por otro lado, el ITNC (Índice Térmico Norte-Centro), basado en las anomalías mensuales de TSM (banda de 40 km frente a costa entre los 4°S y 14°S), muestra un valor temporal actualizado de $-0,27$ °C para febrero, en el rango de condiciones neutras, en tanto la anomalía de la TSM en la banda de 40 km alcanzó $+0,23$ °C en lo que va de marzo (Figura 25).

Respecto a las temperaturas sub-superficiales, entre la segunda semana y la tercera semana de marzo, en las secciones oceanográficas frente a la costa de Punta Falsa a Callao, sobre los 70 m de profundidad se observó el predominio de anomalías negativas dentro de las 50 mn, con valores de hasta -2 °C; mientras que, entre las 60 y 100 mn de distancia de la costa, se detectaron anomalías positivas de hasta $+2$ °C. A mayor profundidad, se registraron núcleos con anomalías de $-0,5$ °C en la zona adyacente al talud continental entre los 150 m y 350 m, asociados a la señal de la onda Kelvin fría en la columna de agua (Figura 26). Por otro lado, de acuerdo a la información registrada por las boyas Argo ubicadas dentro de las 120 mn frente a la costa peruana, predominó la persistencia de las anomalías negativas subsuperficiales, principalmente sobre los 80 m de profundidad, extendiéndose hasta más de 300 m de profundidad hasta el 17 de marzo (Figura 27).

De acuerdo a información *in situ* registrada por HIDRONAV, frente a Punta Falsa el 11 de marzo, la temperatura registró más de 25 °C en superficie a 50 km (27 mn) que se relaciona a anomalías positivas de hasta $+4,5$ °C, mientras que cerca de la costa los valores térmicos estuvieron dentro de la condición normal.

Asimismo, se detectó la presencia de Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) cerca de la costa y Aguas Tropicales Superficiales (ATS) por fuera. Por otro lado, frente a Chimbote, se registraron anomalías negativas de hasta $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ sobre los 70 m de profundidad y con una extensión de 100 km (54 mn) desde la costa, relacionándose con aguas de mezcla entre las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) y las aguas costeras frías (ACF) (Figura 28).

A corto plazo, hasta el 04 de abril, el modelo MERCATOR pronostica el incremento de la anomalía de la TSM en la región Niño 1+2 hasta $+1,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Figura 29). Asimismo, se espera el incremento de las anomalías positivas del nivel del mar propagándose dentro de los 110 km frente a la costa norte de Perú, debido al arribo de la onda Kelvin cálida y su propagación al sur (Figura 30). La tasa de cambio de la anomalía de TSM con respecto al tiempo, presentaría primero una tendencia positiva y luego una tendencia negativa al norte de Chicama, mientras que al sur predominaría la tendencia positiva (Figura 31).

El pronóstico de TSM a 30 y 100 mn frente de la costa norte (Paita) indica un ligero calentamiento de la temperatura sobre los 70 m, aumentando la anomalía a $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$ para el 03 de abril (Figura 32 a-b). Frente de la costa centro, a 30 mn de Chicama y 40 mn de Chimbote también se espera un calentamiento junto a una profundización de las isotermas que se reflejaría en anomalías superiores de $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$; sin embargo, a 40 mn de Callao se espera una elevación de las isotermas y el desarrollo de anomalías negativas de $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Figura 32 c-e).

En cuanto a la salinidad superficial del mar (SSM), de acuerdo al modelo MERCATOR, durante las últimas dos semanas las ATS ($\text{SSM} < 33,8$) y las AES ($\text{SSM} < 34,8$) se habrían replegado hacia el norte, alcanzando el sector de Talara y disminuyendo su influencia frente a la costa de Lambayeque, respectivamente, favoreciendo a la normalización de las condiciones térmicas al sur de Talara (Figura 33). La información *in situ* registrada por el Cr. 2502-04 (Figura 20), indicó la presencia de las AES sobre los 25 m por fuera de las 30 mn de Punta La Negra, generando mezcla con las ACF ($34,8 < \text{SSM}$) asociadas al afloramiento costero. Hacia el sur, según MERCATOR, las ASS cálidas ($\text{SSM} > 35,1$) mostraron un repliegue hacia el oeste, mientras que las ACF ampliaron su cobertura frente a la costa central (Figura 33). Estas condiciones fueron corroboradas con información del Cr. 2502-04 (Figura 20), confirmando la presencia de las ACF dentro de las 60 mn frente a Chimbote y 45 mn frente a Callao, sobre los 70 m y 50 m de profundidad, respectivamente. Asimismo, las boyas Argo ubicadas a 79 mn de Salaverry y a 119 mn de Huacho, mostraron una disminución de los valores de salinidad en las últimas semanas, consistentes con el repliegue al oeste de las ASS (Figura 34). Frente a Ilo se observó la presencia de aguas de baja salinidad desde febrero, lo cual sugiere un aporte de agua de origen continental hacia esta zona (Figuras 33 y 34).

Según el modelo MERCATOR, en cuanto a la salinidad superficial, dentro de las 60 mn costeras, se anticipa la advección de las ATS hasta Pimentel y de las AES hasta Chimbote hasta los primeros días de abril (Figura 35). El pronóstico de salinidad a 30 mn frente de la costa norte (Paita) muestra a las ATS sobre los 40 m y la presencia de las AES hasta los 60 m, lo que se relacionaría con el incremento térmico esperado, por lo que estas masas de agua continuarían cerca de la costa norte al menos hasta el 03 de abril. Asimismo, el pronóstico espacial frente a la costa norte y centro de Perú indica la presencia de las ATS hasta alrededor de los 06°S con extensión oceánica de hasta 200 mn para los próximos días, esperando se proyecte hasta los 8° S; asimismo, se espera que las AES se presenten hasta los 9°S y las ATS con alcance más oceánico frente a la costa norte. Por otro lado, las ASS se mantendrían alejadas de la costa centro y en capa de mezcla con las ACF (Figura 36).

Respecto al oxígeno disuelto (OD), a la quincena de marzo del 2025, en la sección de Chimbote, se observaron concentraciones habituales de verano de 4,0 a 6,0 mL L⁻¹ sobre la capa de los 10 m. Por otro lado, se registró la iso-oxígena de 1 mL L⁻¹, asociada a la oxiclina, desde los 60 m en la zona oceánica hasta los 20 m en la zona costera, mientras que el límite superior de la Zona de Mínimo de Oxígeno (ZMO, OD <0,5 mL L⁻¹) se ubicó desde los 70 m hasta los 25 m de profundidad. En la sección de Callao, a la tercera semana de marzo del 2025, en la superficie del mar se registraron concentraciones de oxígeno inferiores a 4,0 mL L⁻¹ dentro de las 30 mn, influenciadas por el afloramiento costero. El límite superior de la ZMO y la oxiclina mostraron un fuerte ascenso hacia la costa, ubicándose a solo 5 m de profundidad a 5 mn (Figura 26).

3.3. Productividad marina y condiciones biológico-pesqueras

La clorofila-a superficial, indicadora de la producción de fitoplancton, en lo que va de marzo, ha mostrado un incremento notable en sus concentraciones respecto a febrero (Figura 37), con el predominio de valores de 10 a 20 µg L⁻¹ a lo largo de toda la costa y anomalías superiores a +10 µg L⁻¹ (Figura 38). Este cambio posiblemente obedece al paso de la onda de Kelvin fría y a la intensificación del afloramiento costero que favorecen el transporte vertical de nutrientes a la capa superficial.

Respecto a los recursos pesqueros pelágicos, la anchoveta del stock sur continúa presentando una distribución desde Atico hasta Morro Sama dentro de las 15 mn de la costa, con las mayores capturas entre Mollendo e Ilo, de acuerdo a la información de la primera temporada de pesca en la región sur (Figura 39). La estructura de tallas ha presentado un rango de 7,5 a 15,5 cm longitud total (LT), con moda en 12,0 cm LT. La incidencia acumulada de juveniles fue de 48,4 % (en número) y en peso fue de 37,6 %.

Frente a Ático, se registró la mayor incidencia de juveniles con el 57,2 %, mientras que, frente a Mollendo e Ilo, la incidencia fue de 48,2 % y 37,7 % respectivamente con moda de adultos en 12,0 cm LT. Esta incidencia disminuyó en marzo respecto a los meses de enero y febrero (Figura 40). El desembarque total acumulado es de 165 209 t, correspondiendo al 65,8 % del límite máximo de captura permisible establecido (LMTCP = 251 000 t) (Figura 41).

Respecto a las especies transzonales, el jurel (*Trachurus murphyi*), se ubicó principalmente en el sur del litoral dentro de las 40 mn de la costa, en el caso de la caballa (*Scomber japonicus*) y el bonito (*Sarda chiliensis chiliensis*), presentaron mayor cobertura espacial entre Punta La Negra y Morro Sama, dentro de las 40 y 60 mn respectivamente. El perico (*Coryphaena hippurus*) mantuvo su presencia dentro de las 150 mn de la costa, con zonas de mayor concentración frente a Ilo. Por otro lado, el pez sierra (*Scomberomorus sierra*) amplió su área de distribución habitual en el norte hacia el centro del litoral (Figuras 42 y 43).

Con respecto a los recursos demersales, continúa la veda reproductiva de la merluza en el área entre el límite norte del dominio marítimo peruano y los 04°S, así como entre los 05°S y 06°S, y desde el 07 de marzo en el área marítima comprendida entre los 04°S y 05°S. Actualmente solo sigue cerrada el área comprendida entre los 04°S y 05°S; sin embargo, hasta la fecha no están realizando actividades extractivas.

Para los recursos invertebrados, en lo que va de marzo, la pesca del calamar gigante mostró una amplia distribución desde Sechura hasta Morro Sama, de 2 a 195 mn de la costa, con una mayor concentración en la zona norte, especialmente entre Chimbote y Huarmey, seguida de la zona centro, particularmente frente a Supe y Bahía Independencia (Figura 44). En relación con la estructura de tallas, se observó una moda de 32 cm en la zona norte y hasta tres modas en la zona centro, incluyendo ejemplares de hasta 93 cm, lo que sugiere tanto el crecimiento somático del recurso como la inmigración de individuos grandes a las zonas de pesca.

3.4. Condiciones hidrológicas

En lo que va de marzo, la gran mayoría de los ríos del país, de las tres vertientes hidrográficas, estuvieron con caudales de lo normal a sobre lo normal de forma muy significativa, con excepción de los ríos San Juan, Acarí, Otara (tributario del río Moquegua), río Sisa (tributario del río Huallaga) y el río Pallanga (tributario del río Mantaro).

Cabe resaltar que los ríos de la vertiente del Pacífico tuvieron importantes picos de avenidas en los primeros días de marzo, para luego disminuir y seguir manteniéndose sobre lo normal hasta la fecha. Los ríos de la región del Titicaca mantuvieron caudales muy significativos hasta los días 20 al 22 de marzo, después de lo cual comenzaron a disminuir, mientras que, en la Amazonía, el río Ucayali aumentó considerablemente su caudal, lo que se mantiene hasta el momento (Tabla 4).

Al 25 de marzo del 2025, los reservorios a nivel nacional se encuentran al 93 % de su capacidad. Destaca que el embalse de Gallito Ciego, en el norte del país, sigue lleno al 100 % de su capacidad. En la región Arequipa, los reservorios continúan llenos, excepto Bamputañe que se encuentra en 94,7 %. En la sierra, los lagos Junín, y Chocoquesera se encuentran al 100 % de su capacidad (Tabla 5).

3.5. Condiciones agrometeorológicas

En las zonas productoras de mango de la costa norte (Lambayeque y Piura), las temperaturas entre normales a ligeramente superiores a su normal y las lluvias registradas durante el periodo favorecieron el desarrollo de brotes vegetativos para la campaña 2025/2026. Respecto al cultivo de arroz las condiciones térmicas promovieron el desarrollo vegetativo (elongación de tallo y plántulas), así como la realización de labores culturales (abonamiento, riego y deshierbo). En la costa sur, en la localidad de La Yarada (Tacna), las plantaciones de olivo se encuentran en plena etapa de maduración de aceituna verde, favorecido por las temperaturas del aire de normales a ligeramente cálidas (Figura 45).

IV. PERSPECTIVAS

Según los datos de altimetría satelital obtenidos hasta la fecha, se espera la presencia de una onda de Kelvin cálida para lo que resta de marzo. Luego, solo se observan anomalías positivas y negativas pero muy débiles (Figura 5). En el extremo occidental se sigue observando la presencia de ondas de Rossby cálidas y es probable que sigan reflejándose en nuevas ondas de Kelvin cálidas, las que podrían llegar en mayo (Figura 4 a). En lo que respecta a la profundidad de la termoclina, se espera la presencia de una onda de Kelvin cálida a lo largo de la costa, aunque su principal impacto es muy probable que se observe por debajo de la superficie durante marzo e inicios de abril.

Los resultados de los modelos de ondas del IGP —forzado con el re-análisis de NCEP para el diagnóstico (hasta el 22 de marzo) y luego con vientos igual a cero para el pronóstico— indican que se espera la llegada de una onda de Kelvin fría, por ahora, débil. Luego, a mediados de mayo, arribaría una onda de Kelvin cálida, de no haber anomalías de viento relevante. Hay que tener en cuenta que estos modelos no simulan los procesos de dispersión modal relacionadas a la inclinación de la termoclina (Figuras 46 y 47); asimismo, hay que considerar que los vientos del re-análisis de NCEP (el forzante del modelo de ondas) no estaría simulando correctamente los vientos del oeste observados en la zona oriental en las últimas semanas (ver Figura 4 a).

La simulación del modelo de ondas aplicado por el IMARPE, forzada con anomalías del esfuerzo zonal de los vientos hasta el 20 marzo y pronosticada con condiciones climatológicas de esfuerzo zonal de los vientos, indica que, entre fines de marzo y mayo próximos, se espera la llegada a las costas Sudamericanas de dos ondas Kelvin frías y dos ondas Kelvin cálidas. Entre fines de marzo y abril el modelo registra el arribo de la onda Kelvin cálida (modo 1) que se generó por la reflexión de una onda Rossby cálida en el Pacífico ecuatorial occidental en enero, evento también pronosticado por el modelo MERCATOR a corto plazo. Posteriormente, en abril, se espera la llegada de una onda Kelvin fría (modo 2), posiblemente debilitada por las anomalías de vientos del oeste en el Pacífico ecuatorial oriental durante el mes de marzo. Asimismo, entre abril y mayo, se espera la llegada de una nueva onda Kelvin fría (modo 1) generada en el Pacífico ecuatorial occidental por las anomalías de vientos del este ocurridas en marzo. Cabe señalar, que, no obstante, las anomalías de vientos del este en el Pacífico ecuatorial occidental, una onda Kelvin cálida (modo 2), formada por la reflexión de una onda Rossby cálida, podría llegar debilitada a las costas de Sudamérica en mayo (Figura 48).

De acuerdo con el análisis experto de la Comisión Multisectorial del ENFEN, basado en datos observados y los pronósticos de modelos climáticos internacionales disponibles hasta la fecha, en el Pacífico central (región Niño 3.4) es más probable la condición neutra hasta octubre de 2025 (Tabla 5 y Figura 51). Para la región Niño 1+2, es más probable que las condiciones cálidas débiles se mantengan hasta abril. En mayo es más probable el cambio a la condición neutra, manteniéndose hasta octubre, por lo pronto (Tabla 6 y Figura 51).

Respecto a las lluvias, para el trimestre abril-junio de 2025³, hay una mayor probabilidad de lluvias normales y sobre lo normal en la costa norte y la sierra noroccidental. Es probable la ocurrencia de lluvias de ligera a moderada intensidad en lo que resta de marzo e inicios de abril, principalmente en la zona baja de Tumbes y Piura.

³ <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02262SENA-58.pdf>

Asimismo, según el pronóstico hidrológico⁴, en la zona norte de la Región Hidrográfica del Pacífico es más probable que predominen caudales normales, mientras que en la zona centro y sur, los ríos Rímac, Chillón y Ocoña presentarían caudales sobre lo normal, principalmente en abril. En la Región Hidrográfica del Titicaca, se prevén caudales entre normal y sobre lo normal, especialmente en los ríos Coata y Huancané durante abril.

En cuanto a los recursos pesqueros, para las próximas semanas, se prevé que continúe la disponibilidad de jurel, caballa y bonito, de acuerdo con su estacionalidad. Además, se espera que en abril continúe el incremento de los desembarques del calamar gigante.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La Comisión Multisectorial del ENFEN, en base al análisis de las condiciones oceánicas y atmosféricas observadas hasta la fecha, así como de los pronósticos de los modelos climáticos nacionales como internacionales, mantiene el estado del “sistema de alerta ante el Niño Costero y la Niña Costera” en “Vigilancia de El Niño Costero”⁵, en la región Niño 1+2, que abarca la zona norte y centro del mar peruano, debido a que continúan las condiciones cálidas débiles y es más probable que se mantengan hasta abril de 2025. En mayo es más probable el cambio a la condición neutra, manteniéndose hasta octubre, por lo pronto.

Por otro lado, en el Pacífico central (región Niño 3.4, Figura 1) es más probable la condición neutra hasta octubre de 2025. Es importante considerar que la fiabilidad de los modelos climáticos mejorará a partir de mayo o junio, una vez superada la barrera de predictibilidad⁶.

Se recomienda a los tomadores de decisiones y a la población en general tener en cuenta los escenarios de riesgo basados tanto en los avisos meteorológicos y pronósticos estacionales. Esto con el fin de adoptar medidas que correspondan para la preparación y reducción del riesgo de desastres, ante las actuales condiciones oceánico-atmosféricas que afectan principalmente la costa norte del país.

⁴ <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02694SENA-55.pdf>

⁵ Vigilancia: De acuerdo al análisis de las condiciones oceánicas y atmosféricas observadas y de la predicción de los modelos climáticos, el pronóstico probabilístico mensual del ICEN indica que la probabilidad de la categoría de las condiciones cálidas superará el 50% durante al menos tres meses consecutivos, por lo cual El Niño Costero podría desarrollarse (Nota Técnica ENFEN 02-2024; <https://enfen.imarpe.gob.pe/download/nota-tecnica-enfen-02-2024-sistema-de-alerta-ante-el-nino-y-la-nina-costera/>)

⁶ <https://doi.org/10.1002/joc.3513>

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 miércoles 16 de abril de 2025.

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 2024-2025 (ERSSTv5)								
R. Niño	Niño 1+2		Niño 3		Niño 3.4		Niño 4	
Set.	19.98	-0.75	24.71	-0.20	26.45	-0.26	28.91	0.15
Oct.	20.70	-0.32	24.82	-0.16	26.44	-0.27	28.88	0.12
Nov.	21.71	0.06	24.94	-0.16	26.45	-0.25	28.82	0.12
Dic.	22.78	-0.03	24.83	-0.39	26.00	-0.60	28.26	-0.28
Ene 2025	24.24	-0.33	25.34	-0.32	25.80	-0.75	27.76	-0.56
Feb	26.47	0.37	26.31	-0.10	26.16	-0.59	27.62	-0.58

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 2025 (OISST.v2)				
R. Niño	Niño 1+2		Niño 3.4	
19-Feb-25	27.2	1.0	26.4	-0.3
26-Feb	27.5	1.1	26.7	-0.2
05-Mar	28.1	1.6	27.0	0.0
12-Mar	27.9	1.3	27.4	0.3
19-Mar	27.3	0.9	27.1	-0.1

Tabla 3. Valores del ICEN, ONI y sus categorías desde febrero de 2024 hasta enero de 2025, así como sus temporales de febrero de 2025.

Valores del índice Costero El Niño			ONI	
Mes	ICEN	Categoría	ONI	Categoría
feb-24	0.88	Cálida Débil	1.50	Cálida Fuerte
mar-24	0.38	Neutro	1.15	Cálida Moderada
abr-24	-0.38	Neutro	0.75	Cálida Débil
may-24	-0.78	Fría Débil	0.39	Neutro
jun-24	-0.97	Fría Débil	0.17	Neutro
jul-24	-0.72	Fría Débil	0.05	Neutro
ago-24	-0.65	Neutro	-0.11	Neutro
set-24	-0.50	Neutro	-0.22	Neutro
oct-24	-0.35	Neutro	-0.24	Neutro
nov-24	-0.10	Neutro	-0.36	Neutro
dic-24	-0.11	Neutro	-0.53	Fría Débil
ene-25	0.00	Neutro	-0.64	Fría Débil
Mes	ICENtmp	Mes	ONItmp	Mes
feb-25	0.50	Neutro	-0.61	Fría Débil

Fuente: IGP

Tabla 4. Caudales de los principales ríos del país al 25 de marzo del 2025.

Zona	Ríos	Pentadiarios (m3/s)						Promedio (m3/s)	Anomalía (%)	Condición
		Marzo 2025								
Pacífico Norte	Tumbes Cabo Inga	853.81	496.92	455.24	373.92	234.77		482.93	78.35	Significativamente sobre lo normal
	Tumbes El Tigre	1093.68	567.00	490.30	407.91	259.60		563.70	94.56	Significativamente sobre lo normal
	Chira (Ardilla)	1398.59	653.26	543.97	744.52	393.56		746.78	177.32	Significativamente sobre lo normal
	Chira (Puente Suallana)	1443.92	509.83	196.87	551.62	217.38		583.92	710.74	Significativamente sobre lo normal
	Chira (río Quiroz)	179.53	97.53	110.91	107.47	83.33		115.75	124.01	Significativamente sobre lo normal
	El Ciruelo	410.14	245.95					328.04	106.22	Significativamente sobre lo normal
	Puente Internacional	70.81	46.20	50.12	52.21	38.80		51.63	-22.35	Ligeramente por debajo de lo normal
	Piura (Shanchez Cerro)	285.25	140.52	117.89	119.49	68.47		146.32	102.09	Significativamente sobre lo normal
	Piura (Puente Ñacara)	321.02	205.75	197.12	190.38	125.62		207.98	111.06	Significativamente sobre lo normal
	Piura (Hacienda Barrios)	85.85	69.36	58.76	59.66	43.69		63.46	521.10	Significativamente sobre lo normal
	Motupe (Marripón)	3.65	3.27	2.96	3.43	3.03		3.27	92.30	Significativamente sobre lo normal
	La Leche_Puchaca	24.55	14.40	17.40	20.35	21.88		19.72	56.18	Significativamente sobre lo normal
	Chancay Lambayeque	185.52	105.86	85.52	166.82	97.28		128.20	69.14	Significativamente sobre lo normal
	Batan_Zaña	18.94	9.92	8.22	15.68	12.25		13.01	7.47	Normal
	Jequetepeque	175.83	119.02	122.95	228.63	147.01		158.69	97.61	Significativamente sobre lo normal
	Chicama (Tambo)	71.03	52.62	36.35	54.27	43.85		51.62	-6.20	Normal
	Moche	76.60	30.42	11.75	19.47	35.33		34.71	78.21	Significativamente sobre lo normal
Santa	475.10	367.48	268.01	347.11	273.91		346.32	14.86	Normal	
Pacífico Centro	Pativilca	125.05	95.52	77.63	84.72	76.54		91.89	8.94	Normal
	Huaura	56.43	58.01	42.55	58.36	49.92		53.05	14.05	Normal
	Huaral	10.96	10.22	8.73	13.02	9.69		10.52	41.26	Ligeramente sobre lo normal
	Chillon (Obrajillo)	14.57	14.42	11.24	17.14	13.04		14.08	7.29	Normal
	Chillon (Puente Magdalena)	15.93	16.90	28.66	22.32	34.58		23.68	93.39	Significativamente sobre lo normal
	Rímac	88.47	85.60	68.15	82.78	72.38		79.47	29.05	Ligeramente sobre lo normal
	Lurín	20.76	19.22	17.14	21.38	17.45		19.19	21.81	Ligeramente sobre lo normal
	Mala	77.23	76.83	45.23	72.52	50.38		64.44	50.72	Significativamente sobre lo normal
	Cañete	169.77	186.35	130.88	154.85	89.87		146.34	11.58	Normal
	San Juan	53.66	60.55	34.87	60.52	44.42		50.80	-22.63	Ligeramente por debajo de lo normal
	Pisco	150.99	182.04	34.87	60.52	44.42		94.57	62.06	Significativamente sobre lo normal
Pacífico Sur	Ica	50.25	29.69	18.36	37.88		34.05	47.40	Ligeramente sobre lo normal	

Zona	Ríos	Pentadiarios (m3/s)					Promedio (m3/s)	Anomalia (%)	Condición
		Marzo 2025							
	Acari	73.67	97.67	63.67	77.00	56.67	73.73	-42.80	Ligeramente por debajo de lo normal
	Yauca	37.20	46.37	41.67	34.00	31.83	38.21	-12.54	Normal
	Ocoña	344.08	533.87	379.08	493.34	447.72	439.62	96.52	Significativamente sobre lo normal
	Colca	83.27	276.28	186.84	227.13		193.38	227.54	Significativamente sobre lo normal
	Camana	175.55	551.18	462.38	415.37	288.89	378.67	101.14	Significativamente sobre lo normal
	Chili	52.78	103.50	72.06	74.64	80.35	76.67	86.17	Significativamente sobre lo normal
	Socabaya	13.95	10.09	4.52	2.49	0.83	6.38	59.23	Significativamente sobre lo normal
	Otora	4.70	1.58	7.41	9.62	3.52	5.37	-42.13	Ligeramente por debajo de lo normal
	Tumilaca	1.07	1.45	23.21	18.88	16.73	12.27	88.23	Significativamente sobre lo normal
	Sama Coruca	6.68	6.97	5.83	5.12	4.76	5.87	59.23	Significativamente sobre lo normal
	Sama	9.13	8.00	6.23	5.00		7.09	85.13	Significativamente sobre lo normal
	Caplina	1.06	1.20	1.18	1.00	0.65	1.02	13.61	Normal
Rios Amazonicos	Amazonas (Tanshiyacu)	38551.07	40125.19	41050.42	41576.97	42019.36	40664.60	4.17	Normal
	Napo (Cotas)	88.97	89.32	89.24	88.98	88.84	89.07	20.21	Ligeramente sobre lo normal
	Nanay (Cotas)	126.78	126.76	126.63	126.28	126.10	126.51	5.87	Normal
	Marañón (San Regis)	27076.53	27882.07	28516.11	28997.89	29467.34	28387.99	22.97	Ligeramente sobre lo normal
	Marañón (San Lorenzo)	130.82	130.96	130.57	129.71	129.19	130.25	6.55	Normal
	Ucayali _ANA (msnm)	146.65	146.75	146.94	147.09	147.09	146.90	5.29	Normal
	Ucayali _ SENAMHI (msnm)	147.23	147.30	147.46	147.66	147.66	147.46	10.28	Normal
	Contamana (msnm)	133.08	133.27	133.45	133.83	134.12	133.55	18.51	Ligeramente sobre lo normal
	Requena (msnm)	129.22	129.52	129.70	129.86	130.05	129.67	15.68	Ligeramente sobre lo normal
Madre de Dios	12330.26	14340.36	16773.07	13758.00	13696.34	14179.61	79.10	Significativamente sobre lo normal	
	Marañón (Balsas)	1408.29	1246.31	931.04	1195.32	1001.97	1156.58	46.90	Ligeramente sobre lo normal
	Llaucano Orellano	48.10	20.77	17.36	37.24	20.30	28.75	79.90	Significativamente sobre lo normal
	Crisnejas	304.66	128.58	96.44	215.79	122.30	173.55	92.13	Significativamente sobre lo normal
	Crisnejas (Jesus Tunel)	49.22	26.34	22.78	41.84	26.14	33.26	64.67	Significativamente sobre lo normal
	Masgom	9.10	4.63	3.77	8.09	5.64	6.25	104.10	Significativamente sobre lo normal
	Namora	53.51	22.01	21.65	41.93	29.48	33.72	250.53	Significativamente sobre lo normal
Huellaga	Huallaga (Picota)	4535.93	4180.45	4482.10	4570.74	3907.01	4335.25	-10.04	Normal
	Shanao	520.72	380.76	418.94	628.79	639.80	517.81	-1.53	Normal
	Cumbaza	10.10	3.23	13.03	12.77	10.90	10.01	49.68	Normal
	Rio Sisa	19.67	13.80	19.00	63.00	41.67	31.43	-22.42	Ligeramente por debajo de lo normal

Zona	Ríos	Pentadiarios (m3/s)					Promedio (m3/s)	Anomalía (%)	Condición
		Marzo 2025							
	Huallaga (Huallabamba)	2338.82	1588.35	1868.93	2018.17	1503.70	1863.59	46.26	Ligeramente sobre lo normal
	Huallaga (Tocache)	2269.51	2642.40	2691.66	2804.89	2170.14	2515.72	21.04	Ligeramente sobre lo normal
	Huallaga (Tingo Maria)	926.74	1049.17	991.58	1020.85	848.89	967.45	22.00	Ligeramente sobre lo normal
	Huallaga (taruca)	248.31	275.36	251.11	254.41	214.15	248.67	38.37	Ligeramente sobre lo normal
Mantaro	Pongor	1025.68	1574.81	1202.41	1054.33	802.36	1131.92	98.03	Significativamente sobre lo normal
	La Mejorada	819.87	1095.91	775.12	672.97	518.79	776.53	93.45	Significativamente sobre lo normal
	Stuart	242.74	274.17	211.27	201.93	177.13	221.45	26.46	Ligeramente sobre lo normal
	Chulec	229.98	275.46	224.70	226.74	210.43	233.46	97.05	Significativamente sobre lo normal
	Río Pallanga	4.23	5.33	3.61	4.85	5.91	4.78	-17.71	Ligeramente por debajo de lo normal
Pampas	Pampas	417.38	573.40	330.18	324.33	345.77	398.21	-4.40	Normal
Apurímac	Apurímac	963.24	1780.10	1580.72	1271.02	594.23	1237.86	53.15	Significativamente sobre lo normal
Urubamba Vilcanota	Estación Egemsa Km 105	399.07	516.69	649.25	432.17	318.66	463.17	59.33	Significativamente sobre lo normal
	Mopocho	107.98	127.04	127.78	96.59	131.34	118.15	40.92	Ligeramente sobre lo normal
	Pisac	269.03	317.56	402.90	270.93	217.07	295.50	76.65	Significativamente sobre lo normal

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

Tabla 5. Estado situacional de los reservorios al 25 de marzo del 2025.

Zona	Reservorio	Fecha Reporte	Departamento de Influencia	Capacidad Hidráulica (hm ³)		Capacidad Hidráulica Almacenada (%)
				Útil	Almacenada	
Costa - Norte	Poechos	25-Mar	Piura	445.5	359.2	80.6
	San Lorenzo	25-Mar	Piura	195.6	192.9	98.6
	Tinajones	25-Mar	Lambayeque	331.6	287.4	86.7
	Gallito Ciego	25-Mar	La Libertad	366.1	366.1	100.0
	SUB TOTAL				1338.7	1205.6
Costa - Centro	Viconga	25-Mar	Lima	30.0	22.5	75.0
	Sistema Rímac	15-Mar	Lima, Junin	282.4	270.3	95.7
	Choclococha	25-Mar	Ica	131.1	117.2	89.4
	Ccaracocha	25-Mar	Ica	40.0	28.8	72.0
	SUB TOTAL				483.5	438.8
Costa - Sur	Condorama	25-Mar	Arequipa	259.0	259.0	100.0
	El Pañe	25-Mar	Arequipa	99.6	99.6	100.0
	Dique Los Españoles	25-Mar	Arequipa	9.1	9.1	100.0
	Pillones	25-Mar	Arequipa	78.5	78.5	100.0
	El Frayle	25-Mar	Arequipa	127.2	127.2	100.0
	Aguada Blanca	25-Mar	Arequipa	22.1	22.1	100.0
	Chalhuanca	25-Mar	Arequipa	25.0	25.0	100.0
	Bamputañe	25-Mar	Arequipa	40.0	37.9	94.7
	Pasto Grande	25-Mar	Moquegua	200.0	196.8	98.4
	Paucarani	25-Mar	Tacna	10.5	10.0	95.2
	Laguna Aricota	25-Mar	Tacna	280.0	242.1	86.5
	Jarumas	25-Mar	Tacna	13.0	13.0	100.0
	SUB TOTAL				1164.0	1120.3
Sierra - Centro	Cuchoquesera	20-Mar	Ayacucho	80.0	80.0	100.0
	Lago Junin	25-Mar	Junin	314.7	314.7	100.0
	SUB TOTAL				394.7	394.7
Sierra - Sur	Lagunillas	25-Mar	Puno	585.1	525.0	89.7
	Sibinacocha	21-Mar	Cusco	110.0	106.40	96.7
	SUB TOTAL				695.1	631.4
Situación Nacional	Situación Nacional		-	4,076.1	3,790.8	93.0

Fuente: Proyectos Especiales y operadores hidráulicos. Elaborado: ANA

Tabla 6. Probabilidades mensuales estimadas de las condiciones cálidas y frías anómalas en el Pacífico central (región 3.4) entre abril y octubre de 2025.

Pacífico central	Abril (%)	Mayo (%)	Junio (%)	Julio (%)	Agosto (%)	Setiembre (%)	Octubre(%)
Fría fuerte	0	0	0	0	0	0	0
Fría moderada	0	0	1	2	2	3	4
Fría débil	32	27	24	22	23	23	22
Neutro	64	66	67	67	64	62	61
Cálida débil	4	7	8	9	10	11	12
Cálida moderado	0	0	0	0	1	1	1
Cálida fuerte	0	0	0	0	0	0	0
Cálida muy fuerte	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 7. Probabilidades mensuales estimadas de las condiciones cálidas y frías anómalas en el Pacífico oriental (región Niño 1+2) entre abril y octubre 2025.

Pacífico central	Abril (%)	Mayo (%)	Junio (%)	Julio (%)	Agosto (%)	Setiembre (%)	Octubre(%)
Fría fuerte	0	0	0	0	0	0	0
Fría moderada	0	0	0	1	1	2	2
Fría débil	0	1	2	8	13	18	20
Neutro	48	52	60	58	57	55	52
Cálida débil	52	46	37	32	28	23	24
Cálida moderado	0	1	1	1	1	2	2
Cálida fuerte	0	0	0	0	0	0	0
Cálida extraordinario	0	0	0	0	0	0	0

6.2. Figuras

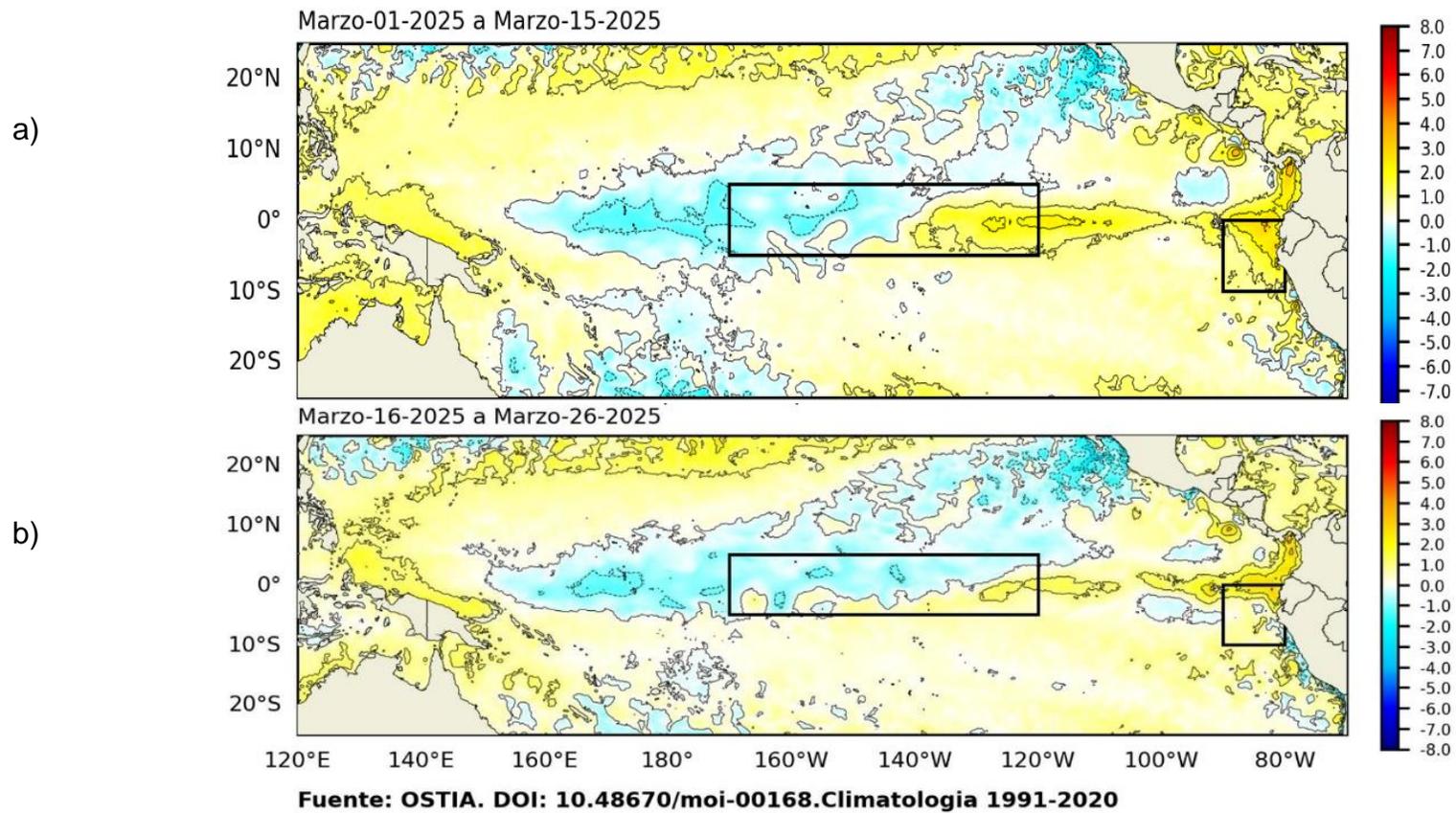


Figura 1. Anomalía de la TSM quincenal en el Pacífico Tropical a) 01 al 15 de marzo 2025, y b) 16 al 26 de marzo 2025. Fuente: OSTIA. Procesamiento: DIHIDRONAV. Climatología: 1991-2020.

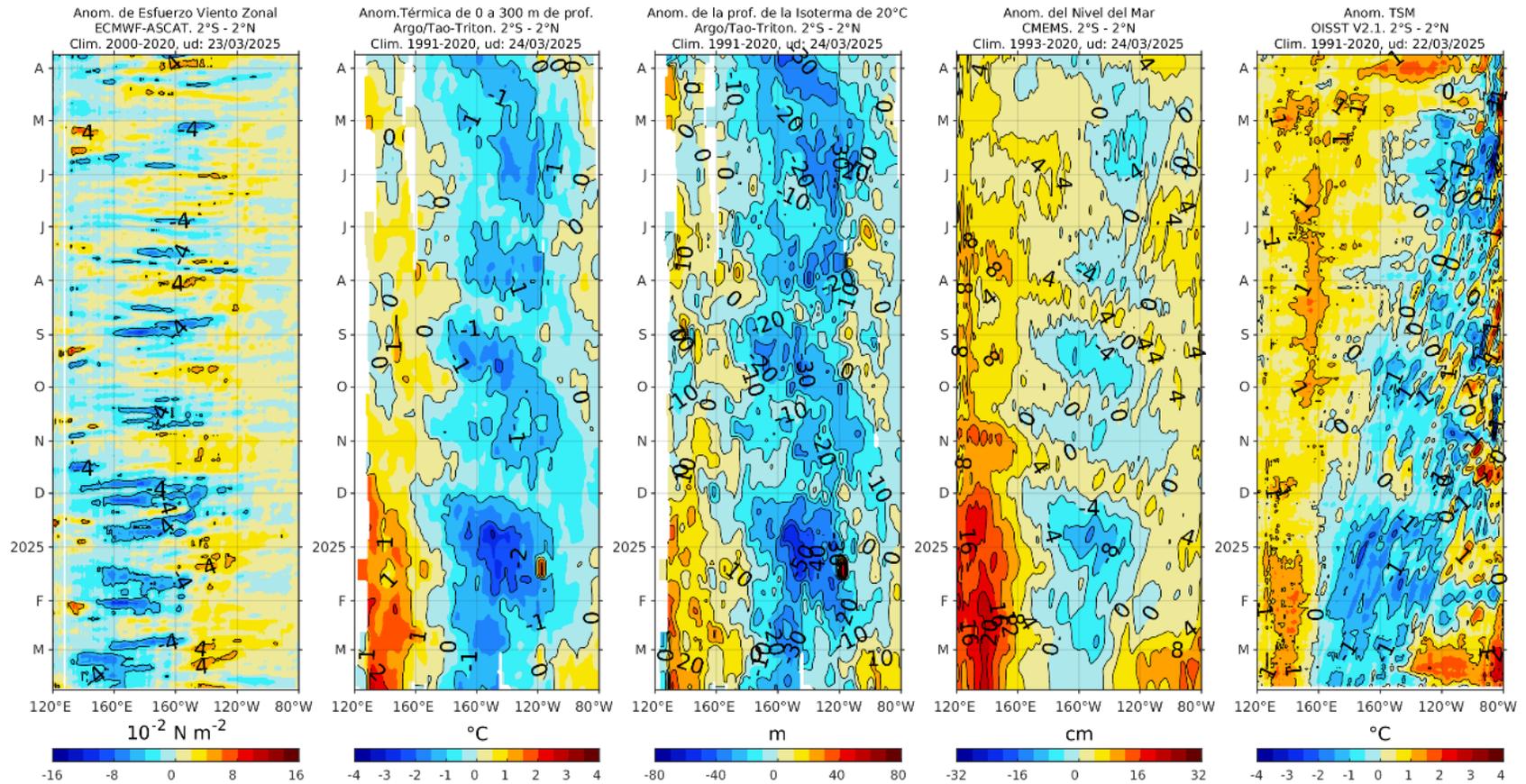


Figura 2. Diagramas Hovmöller de a) anomalía de esfuerzo de viento. Fuente: ECMWF-ASCAT; b) anomalía térmica sobre los 300 m de profundidad. Fuente: ARGO; c) anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C; fuente: ARGO; d) anomalía de nivel del mar entre los 2°N y 2°S (cm); fuente: CMEMS; y e) anomalía de la TSM; fuente: OISST V2.1. Procesamiento: AFIOQG/DGIOCC/IMARPE.

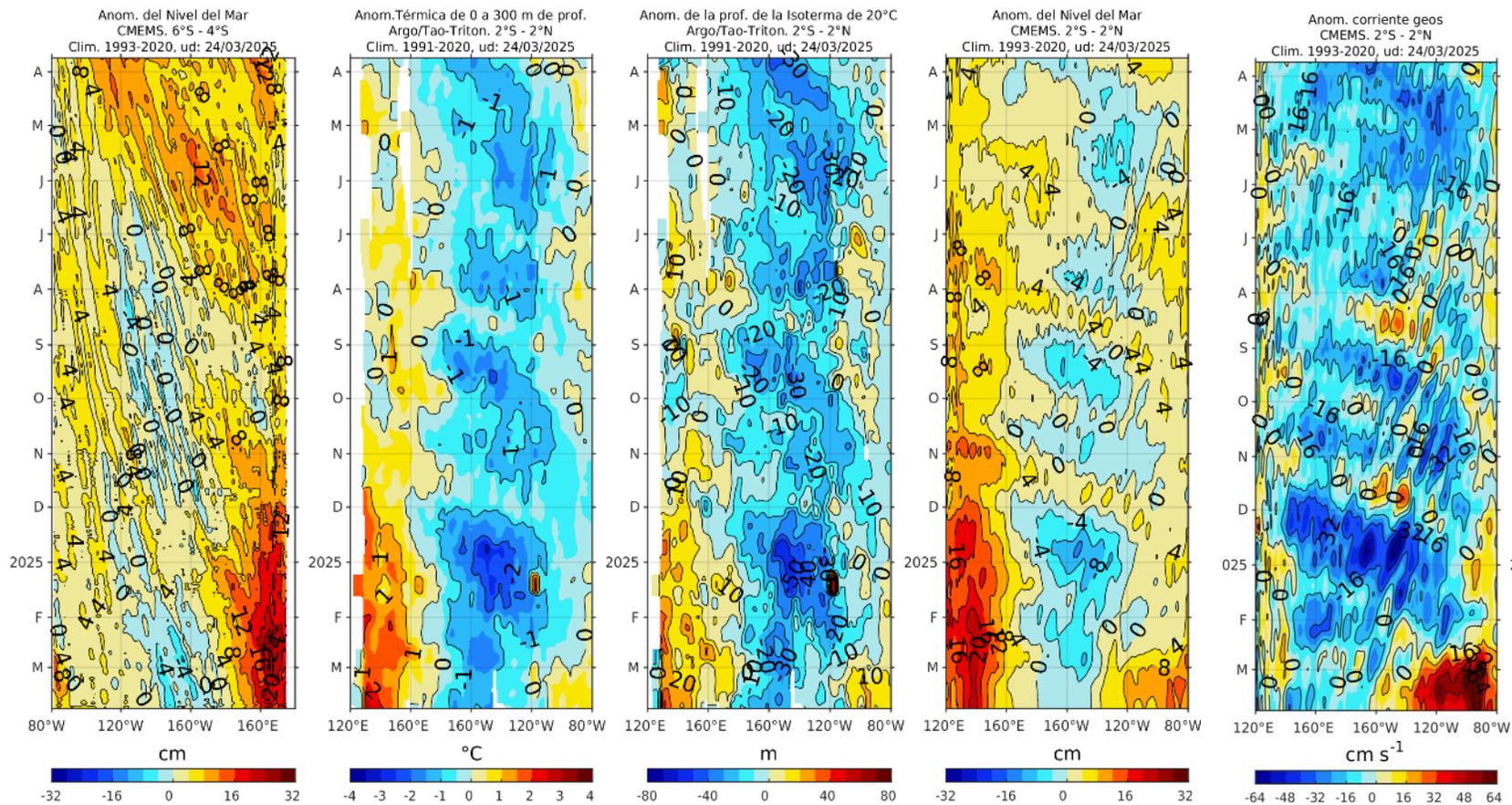


Figura 3. Diagrama Hovmöller de la anomalía del nivel del mar entre los 4°S y 6°S que recoge la señal de las ondas Rossby (cm); fuente: CMEMS; b) anomalía térmica sobre los 300 m de profundidad; fuente: ARGO; c) anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C; fuente: ARGO; y e) anomalía de las corrientes geostroficadas zonales entre los 2°N y 2°S (cm s⁻¹); fuente: CMEMS. Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

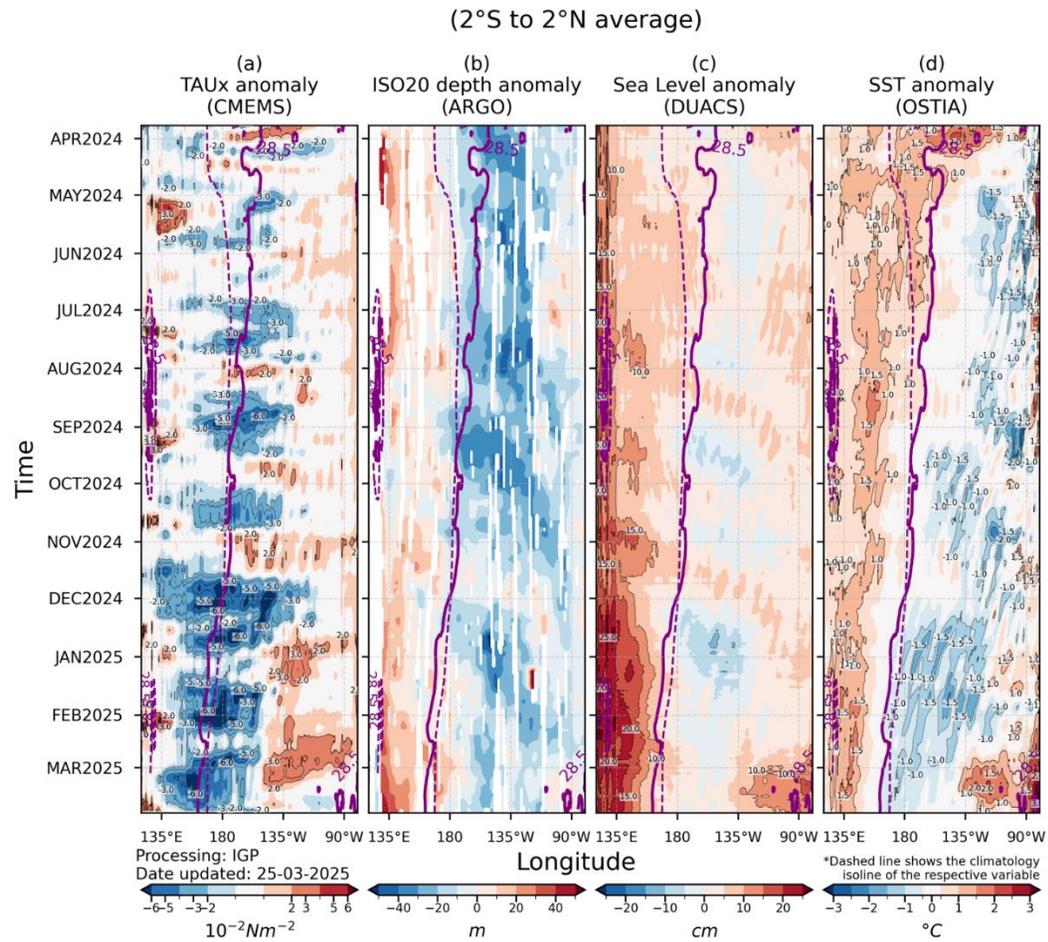


Figura 4. Diagrama Hovmöller: a) anomalía de esfuerzo de viento, Fuente: CMEMS, b) anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C, Fuente: ARGO, c) anomalía del nivel del mar diario (cm) Fuente: DUACS, y d) anomalía de temperatura superficial del mar (°C) Fuente: OSTIA. Elaboración: IGP.

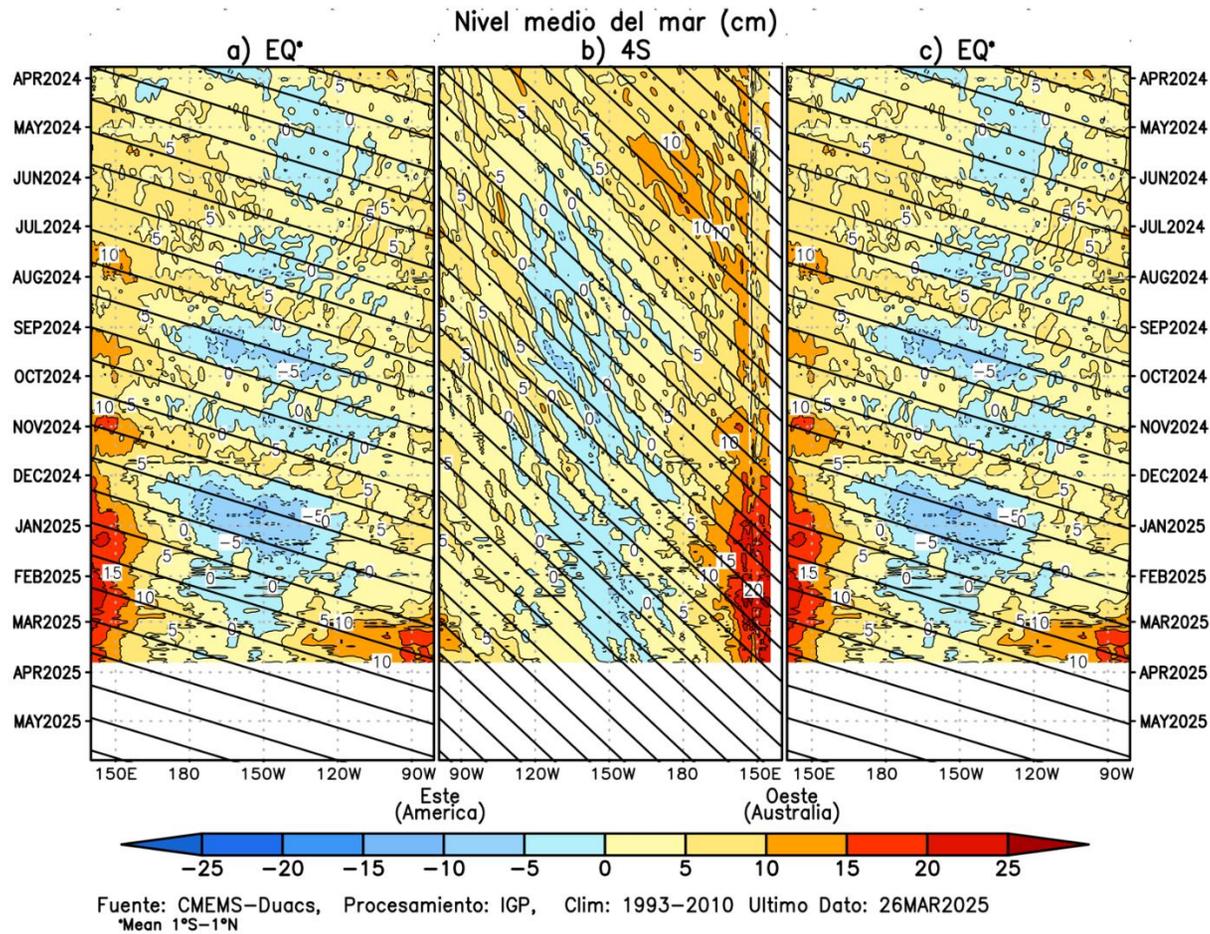


Figura 5. Diagrama Hovmöller de la anomalía del nivel del mar del producto CMEMS–Duacs a lo largo de la línea ecuatorial (a y c) y en 4°S (b). El panel del centro tiene el eje de la longitud invertido para apreciar mejor la secuencia de ondas Kelvin y Rossby producidas por reflexión en las fronteras este y oeste del Pacífico. Las líneas negras inclinadas en cada panel indican la trayectoria teórica de la onda de Kelvin (a y c) y Rossby (b) del primer modo baroclínico. Elaboración: IGP.

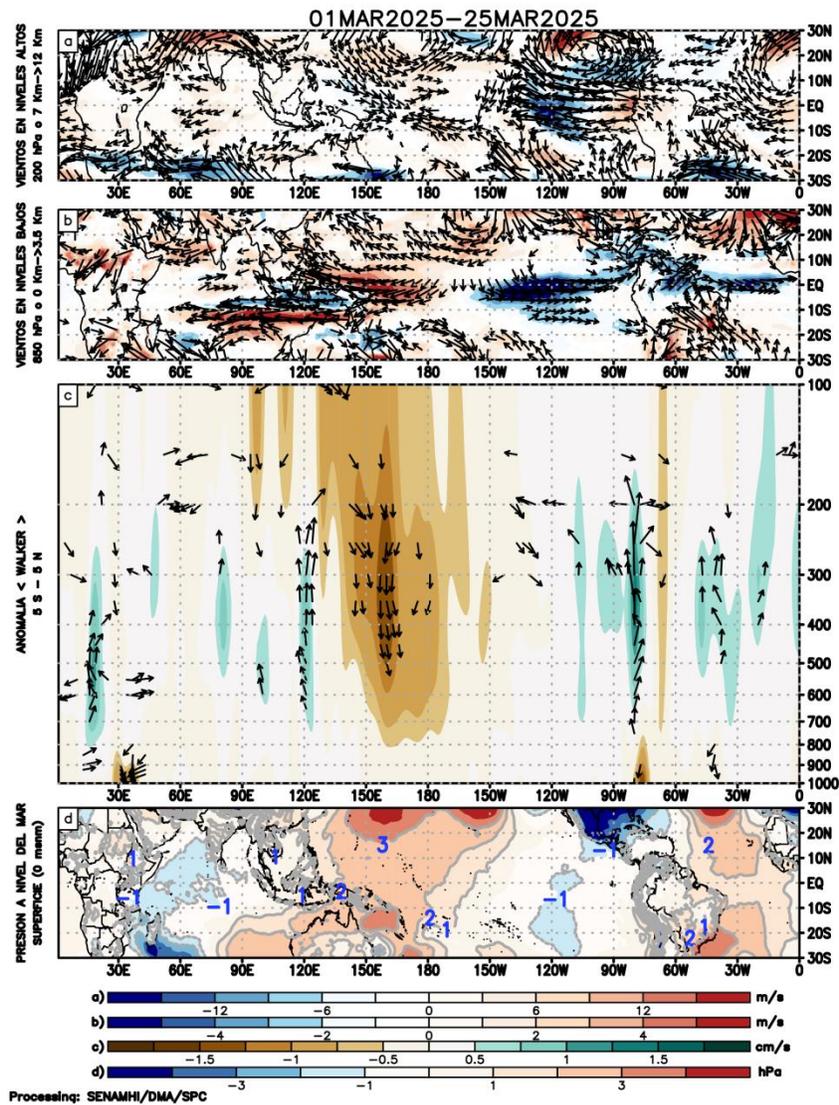
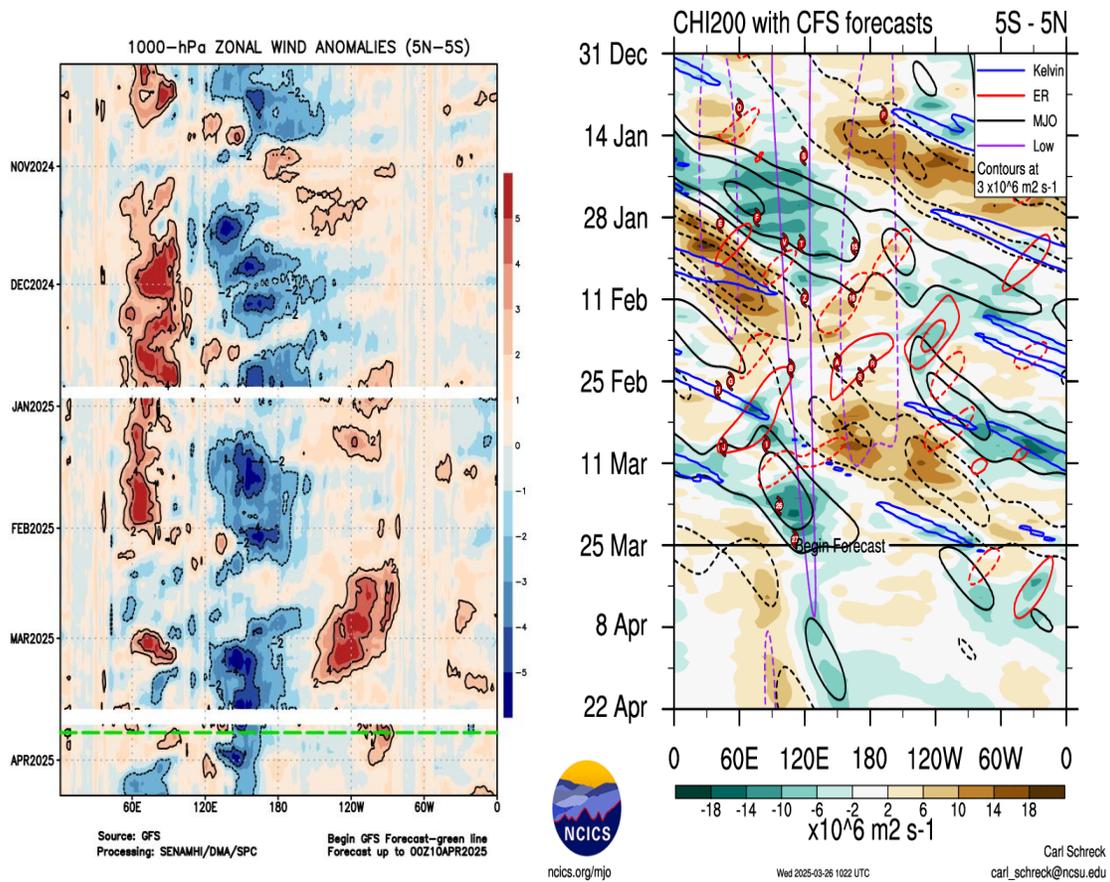


Figura 6. Análisis de la circulación atmosférica (Walker) en el mes de enero 2025 (izq.). (a) Anomalías de los vientos (colores) y su dirección (flechas) en niveles altos (200 hPa) y (b) bajos (850 hPa) de la atmósfera; (c) Patrón anómalo de la circulación atmosférica ecuatorial (Walker), (d) Anomalías de presión a nivel del mar. Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI. anómalo de la circulación atmosférica ecuatorial (Walker). Fuente: ECMWF. Procesamiento: SENAMHI.

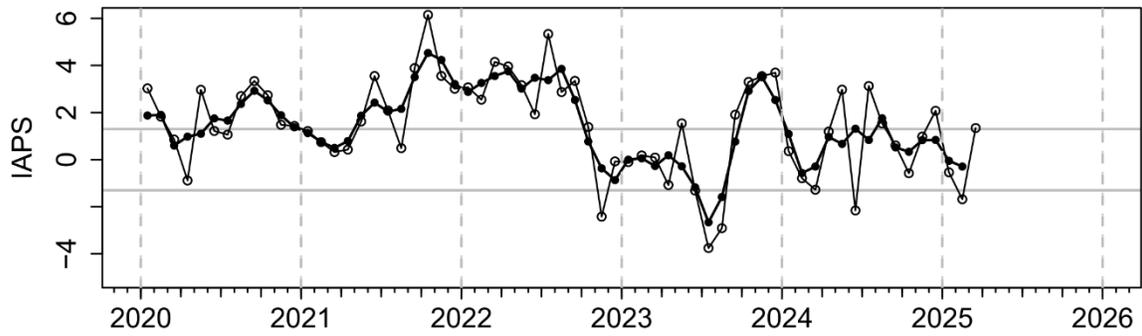


Figura

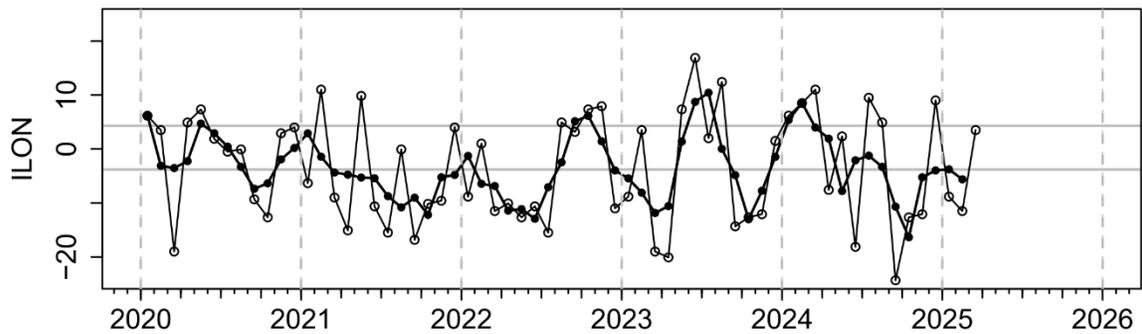
(a)

(b)

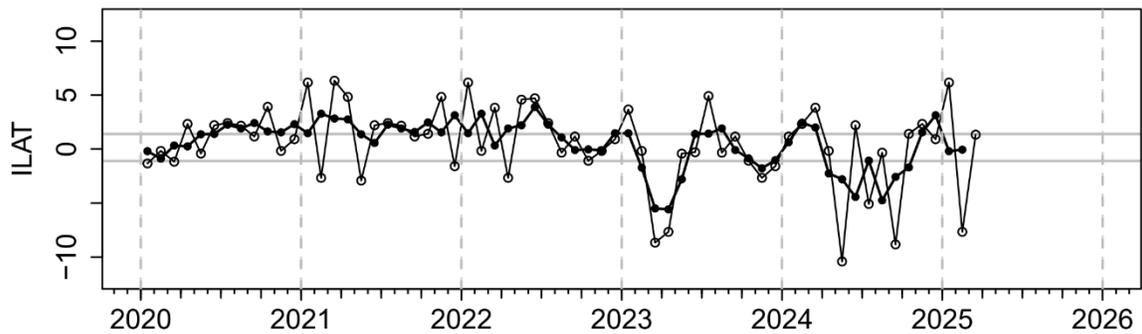
Figura 7. Anomalías promedio de viento zonal y velocidad potencial entre los 5°N y 5°S (a) viento zonal en 1000 hPa y (b) velocidad potencial en 200 hPa. Fuente: GFS (2a) y CFS (2b). Procesamiento: SENAMHI (a), NOAA (b).



(a)



(b)



(c)

Figura 8. Variación temporal de los índices del APS: a) índice de intensidad (IAPS) e índices de posición b) longitudinal (ILON) y c) latitudinal (ILAT) hasta el trimestre EFM 2025 (círculos negros). Los círculos blancos indican las anomalías mensuales en el periodo enero 2020 hasta marzo 2025. Los círculos blancos y negros correspondientes al último valor de cada serie de tiempo indican valores preliminares, calculados al 24 de marzo del 2025. Climatología 1991-2020. Fuente: NCEP/NCAR. Procesamiento: AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

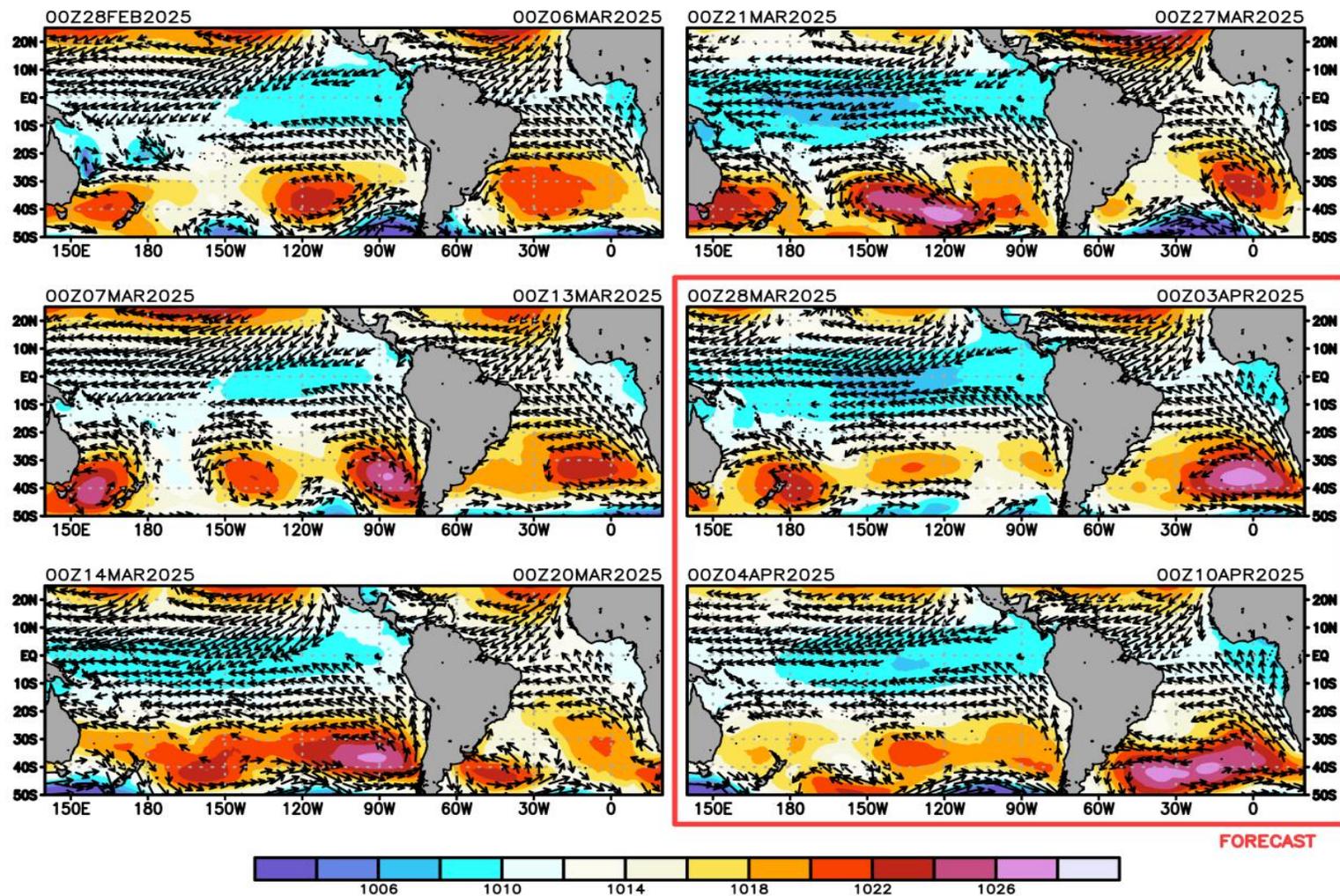


Figura 9. Promedio semanal de la presión atmosférica reducida a nivel del mar (colores) y vientos (flechas). Análisis: 28 de febrero al 27 de marzo de 2025. Pronóstico: del 28 de marzo al 10 de abril del 2025. Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI.

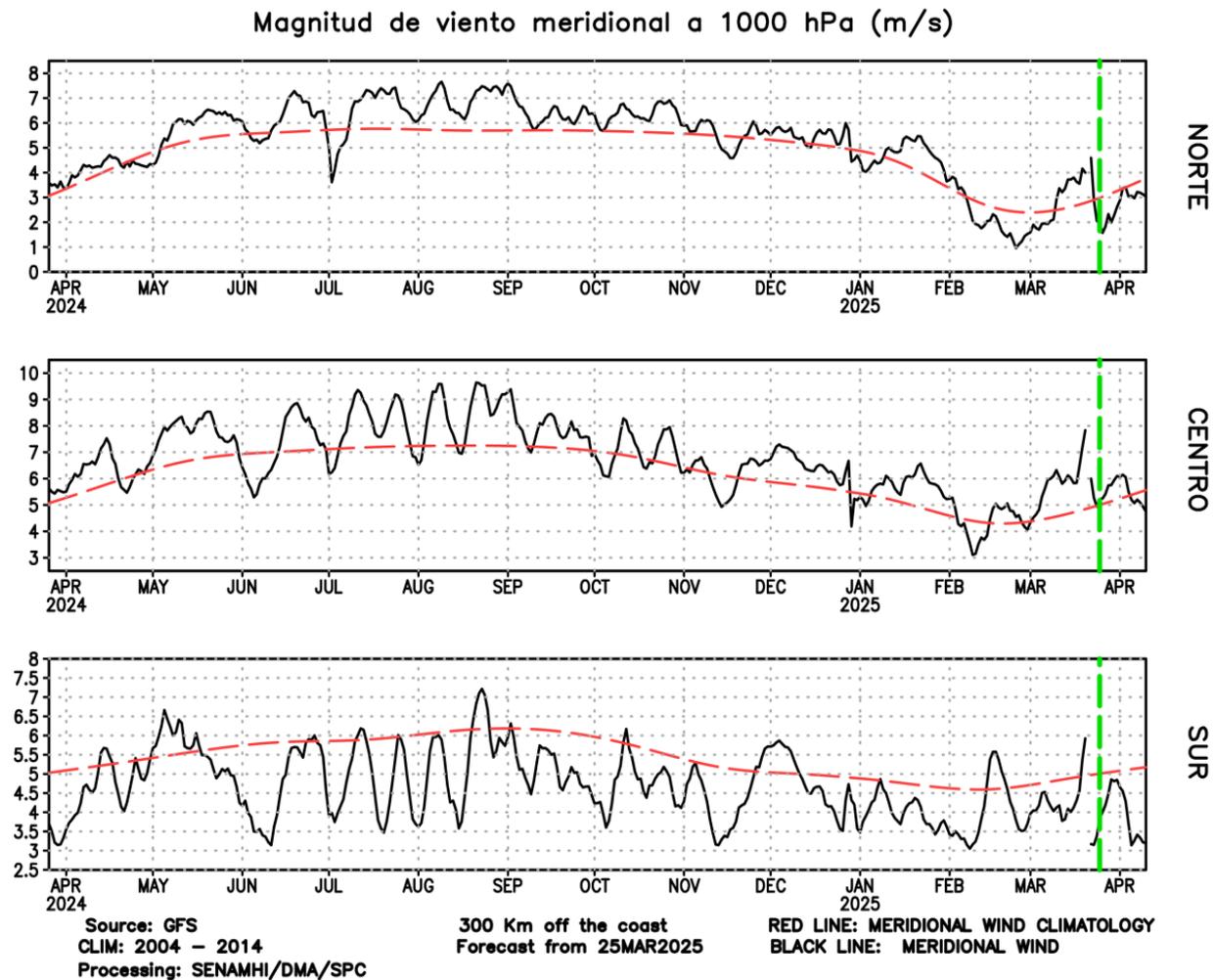


Figura 10. Magnitud de viento meridional (línea negra sólida) y Climatología (línea roja discontinua) ($m s^{-1}$) a 1000 hPa frente a la costa norte, centro y sur del Perú (300 Km fuera de la costa). Fuente: GFS. Análisis: 29 marzo 2024 al 24 de marzo de 2025. Pronóstico: del 25 de marzo al 10 de abril del 2025. Procesamiento: SENAMHI.

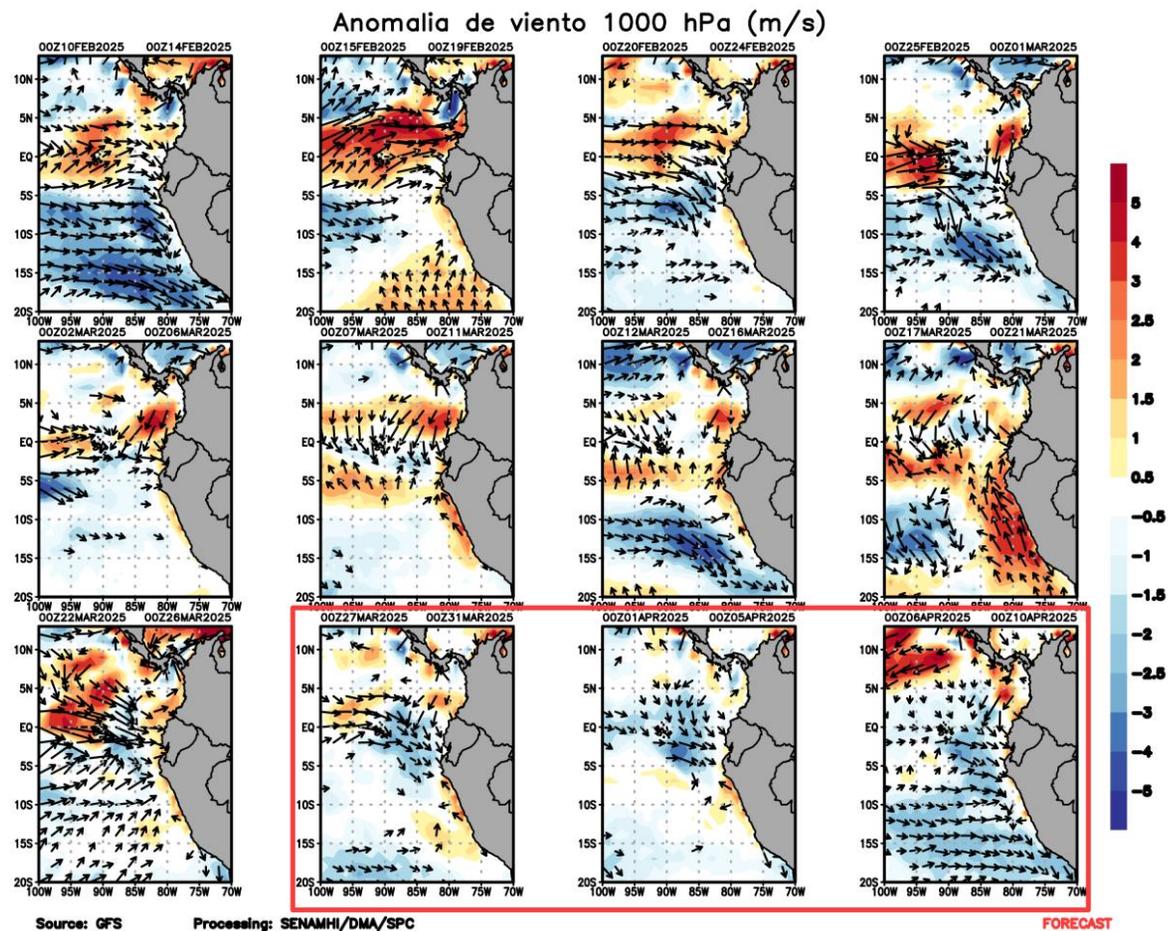
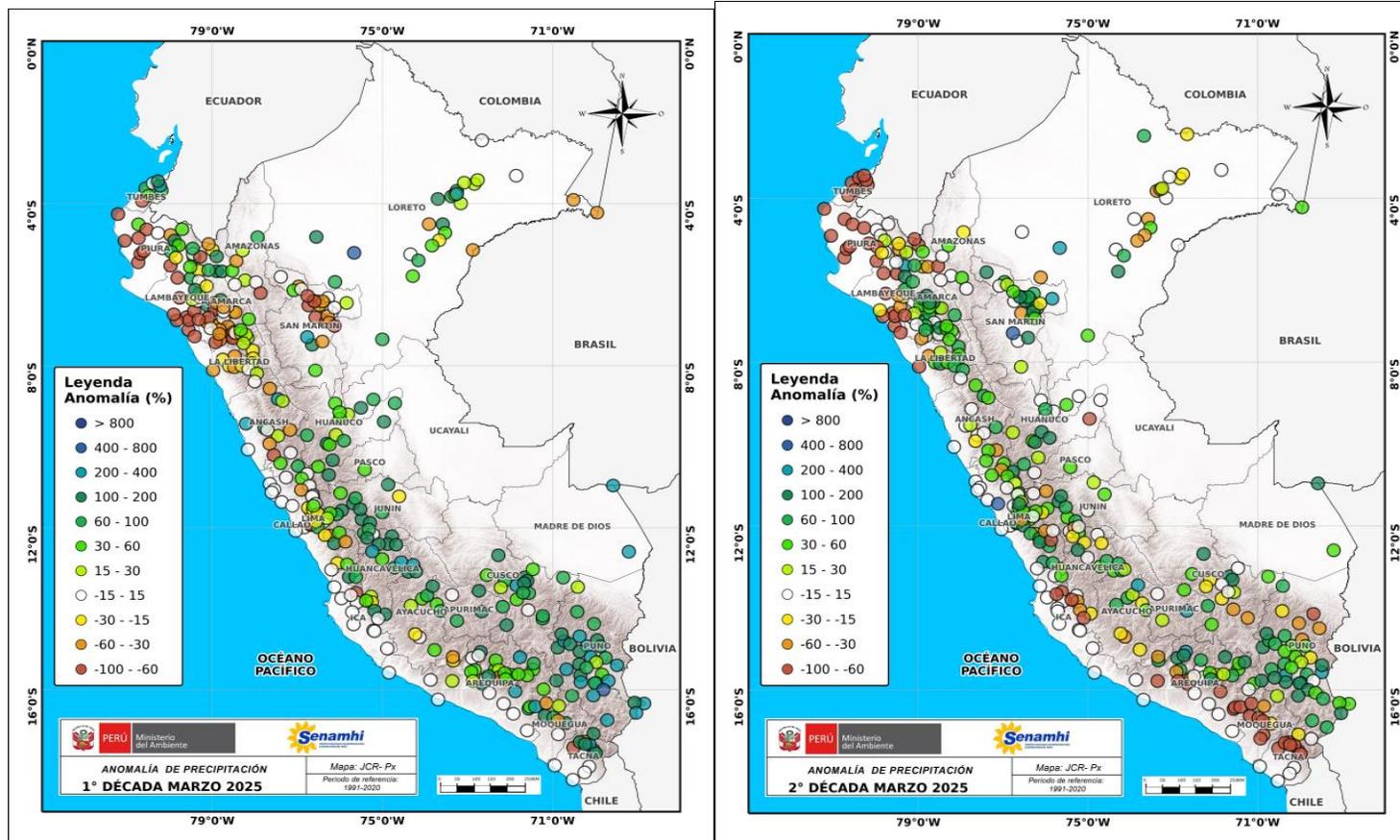


Figura 11. Anomalia de viento a 1000 hPa (flechas negras sólidas) y magnitud de la anomalía (sombreado) (m s^{-1}) a 1000 hPa frente a la costa norte, centro y sur del Perú. Fuente: GFS. Análisis: 10 de febrero al 26 marzo del 2025. Pronóstico: del 27 marzo al 10 de abril del 2025. Procesamiento: SENAMHI.



(a)

(b)

Figura 12. Anomalía decadal de precipitación para 1ra (a) y 2da década de marzo 2025 (derecha e izquierda respectivamente) a nivel nacional de la red de estaciones SENAMHI. Procesamiento: SENAMHI.

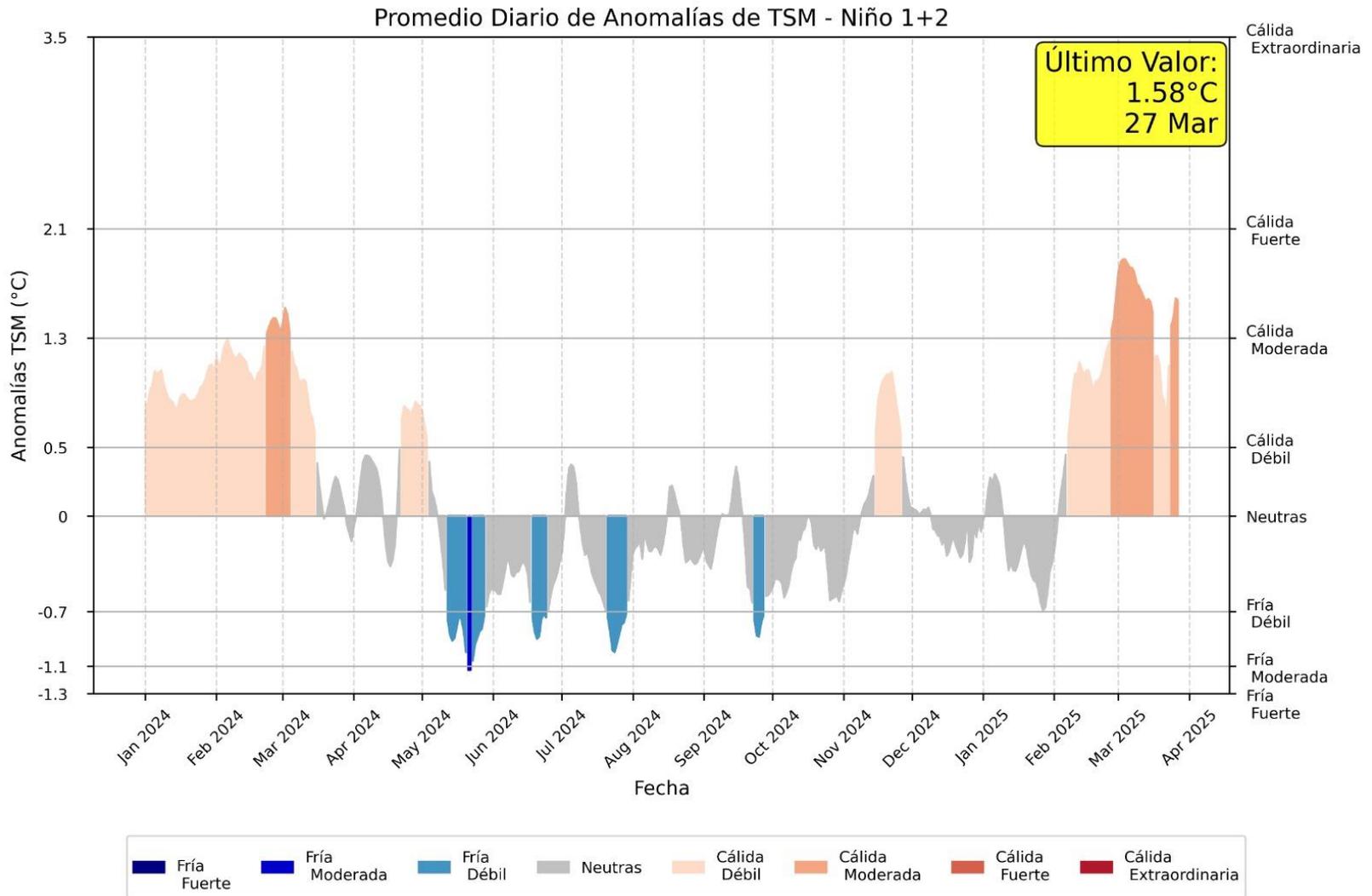


Figura 13. Promedio diario de anomalías de TSM en la región Niño 1+2. Período 01 enero 2024 al 23 marzo 2025. Fuente OISST – NOAA. Procesamiento SENAMHI.

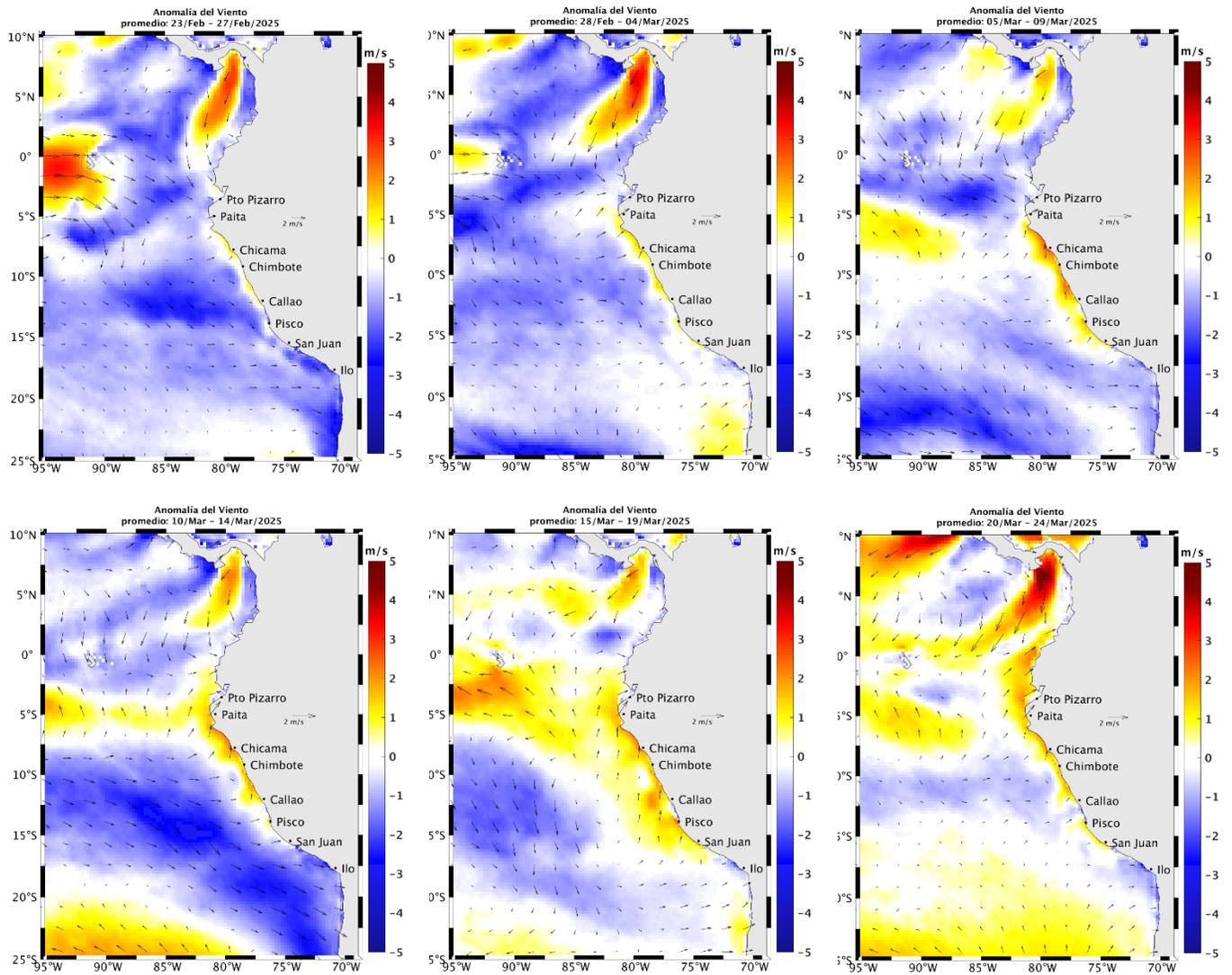
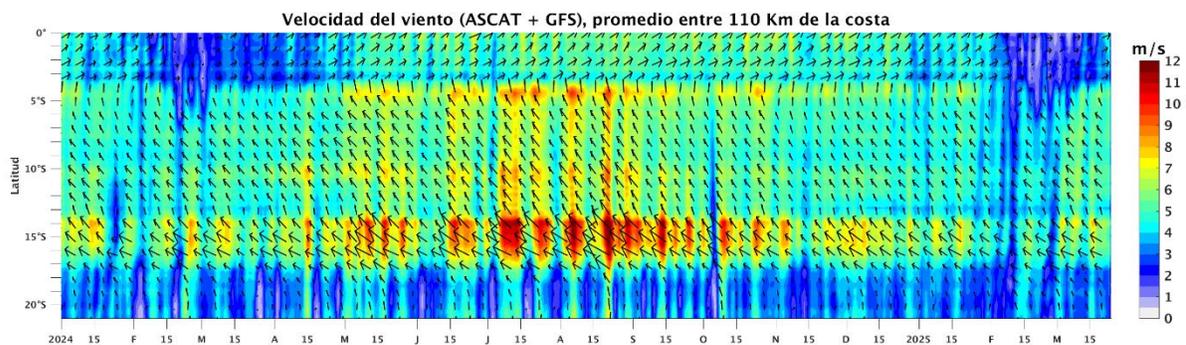


Figura 14. Mapas pentadales de la anomalía del viento superficial frente a la costa entre el Norte de Panamá y el norte de Chile (23 de febrero al 24 de marzo 2025). Fuente: modelo GFS. Climatología 2000 – 2014. Procesamiento: AFIOF/DGIOCC, IMARPE

a)



b)

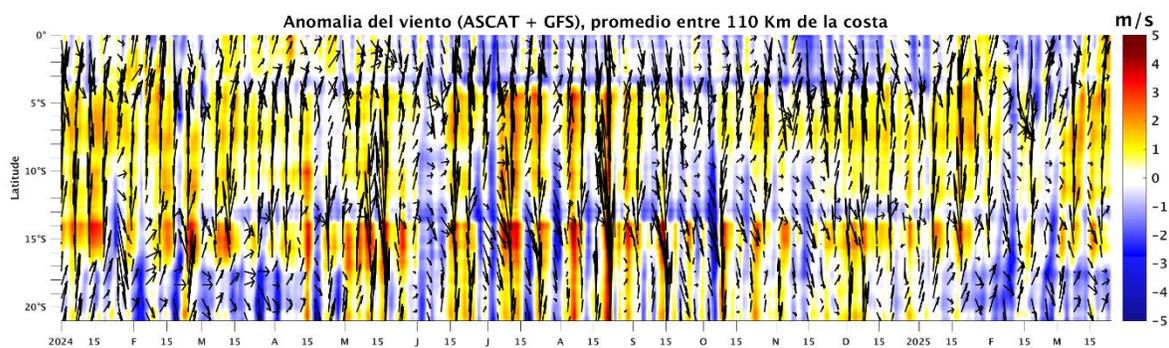


Figura 15. Viento satelital (110 Km frente a la costa del Perú): a) Velocidad del viento (ms^{-1}), b) Anomalia de la velocidad del viento (m s^{-1}). Fuente: GFS (desde 1 de enero del 2024), Procesamiento: AFIOF/DGIOCC/IMARPE. Climatología 2000 – 2014. Actualizado al 24 de marzo 2025.

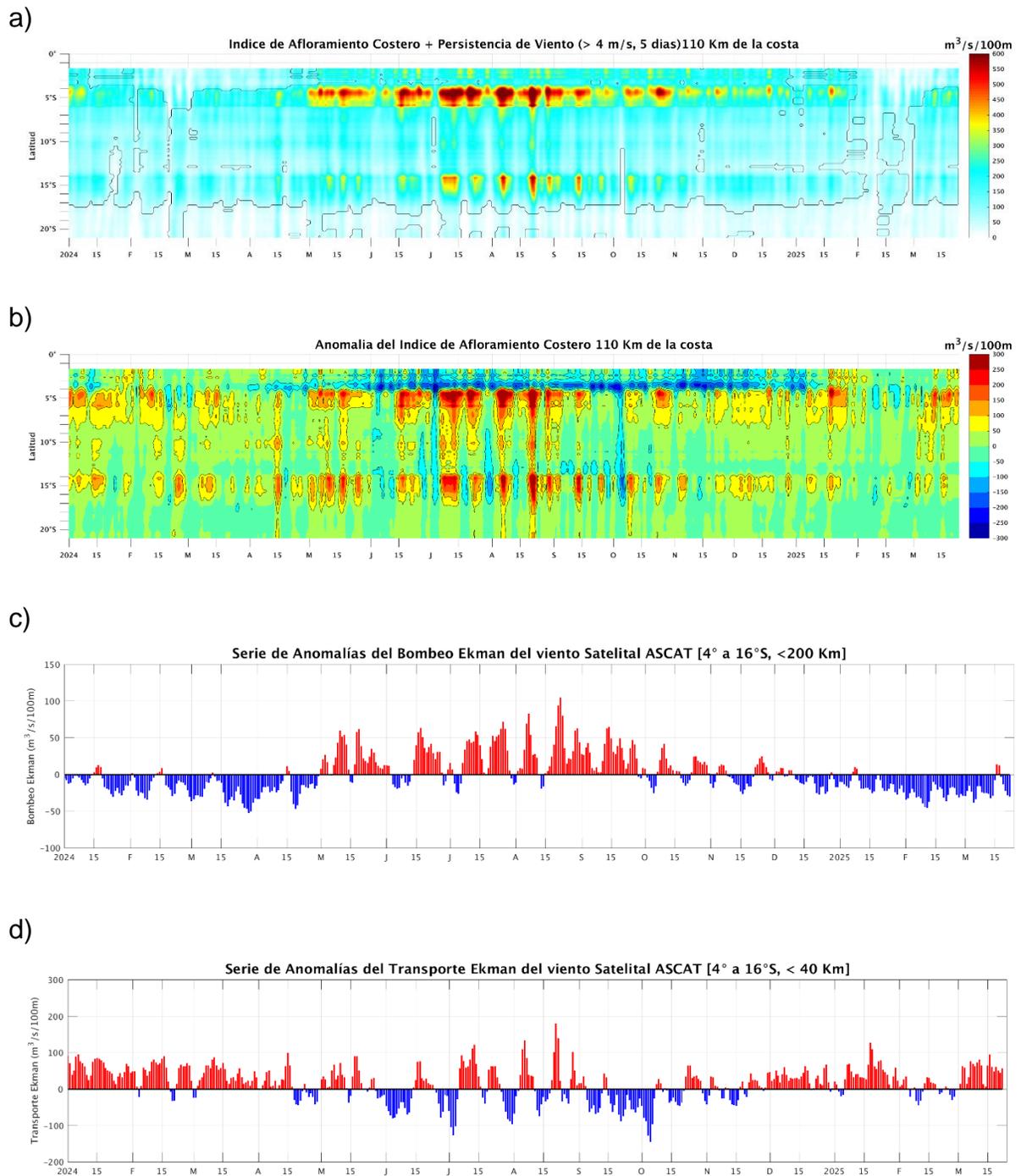


Figura 16. Índice de Afloramiento Costero (IAC), calculado a partir del viento satelital a 110 km frente a la costa del Perú: a) Índice de Afloramiento Costero - IAC ($m^3 s^{-1} 100 m^{-1}$), b) Anomalia del IAC ($m^3 s^{-1} 100 m^{-1}$) y c) Anomalías del Índice del Bombeo Ekman dentro de los 200km y d) Anomalia del Transporte Ekman dentro de los 40km ($m^3 s^{-1}$). Fuente: Satélite ASCAT + GFS, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina y Laboratorio Costero de Santa Rosa, IMARPE. Climatología 2000 – 2014. Actualizado al 24 de marzo 2025.

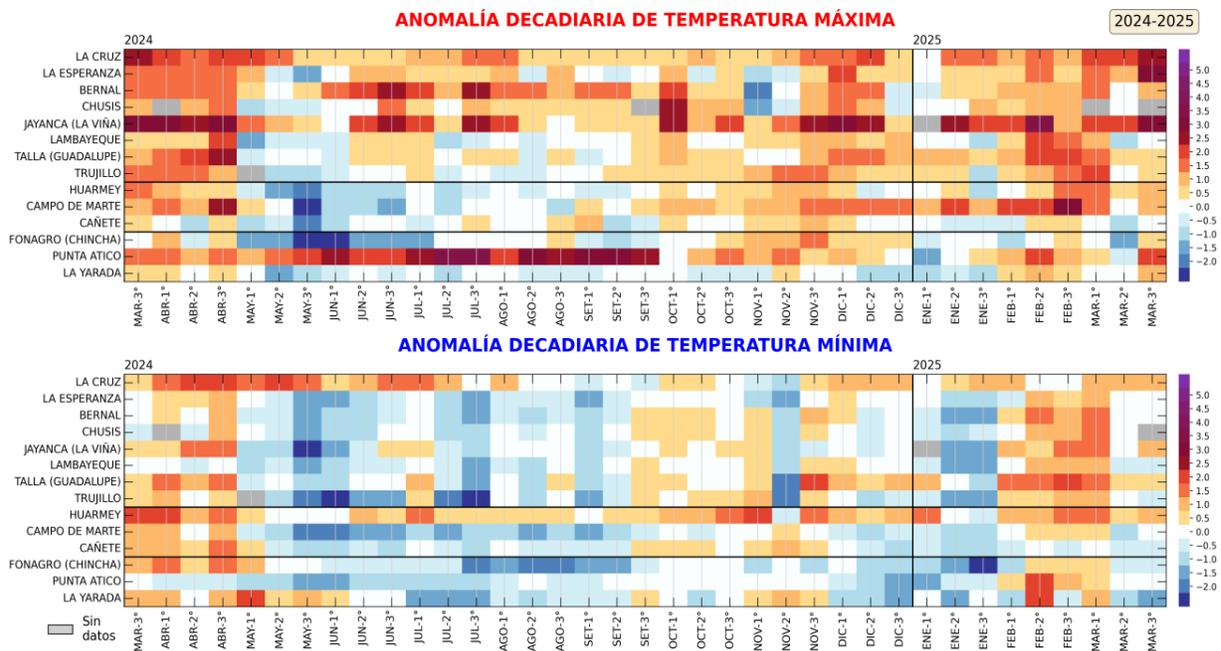


Figura 17. Anomalías decadiarias (°C) de las temperaturas extremas del aire a lo largo de la costa peruana. Climatología: 1991-2020. Fuente: SENAMHI.

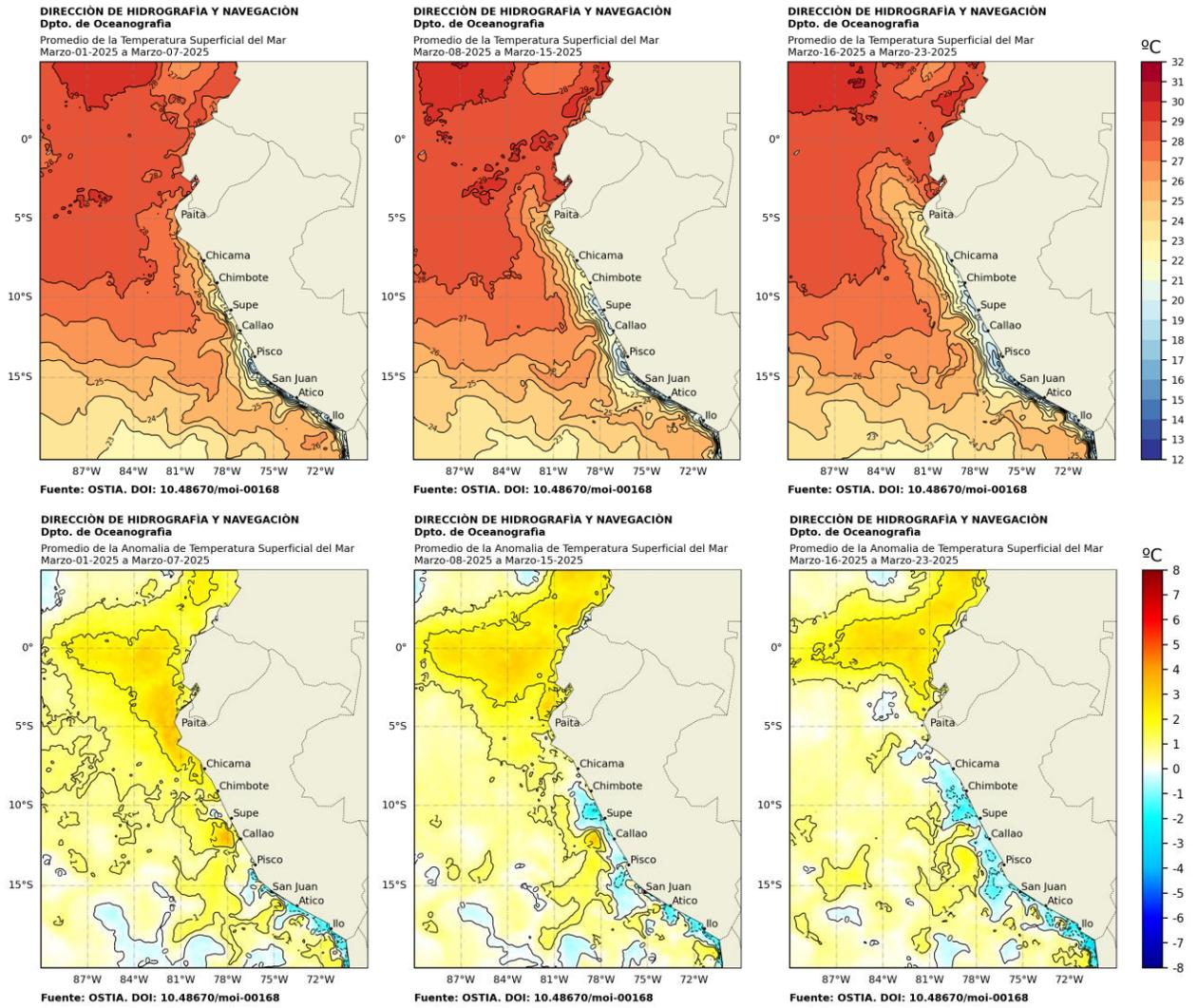
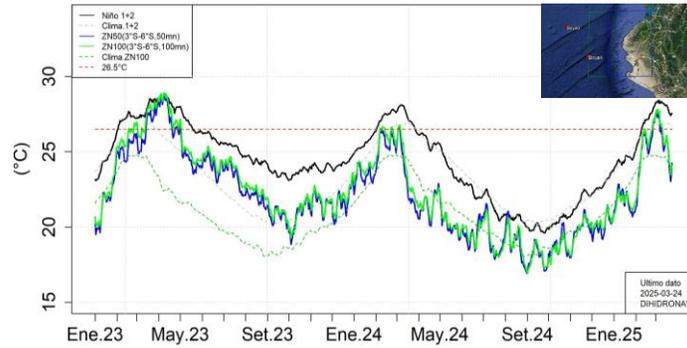


Figura 18. Distribución semanal de temperatura superficial del mar (TSM) y su anomalía, del 01 de marzo 2025 al 23 de marzo 2025. Fuente: OSTIA, Climatología: 1991-2020. Elaboración: DIHIDRONAV.

a)



b)

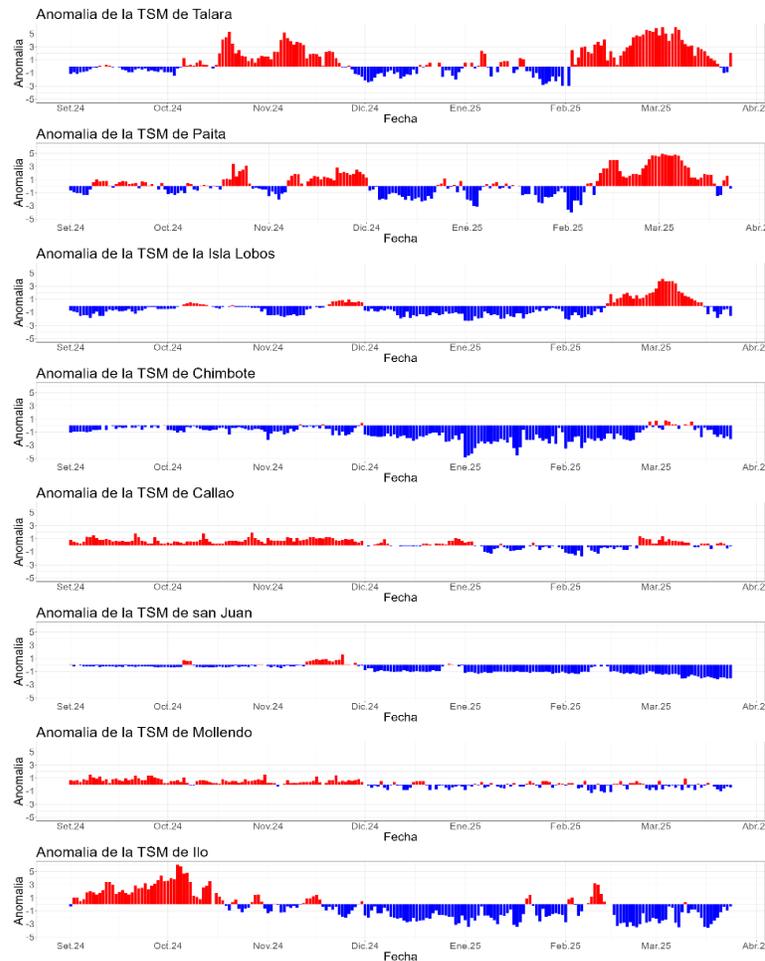
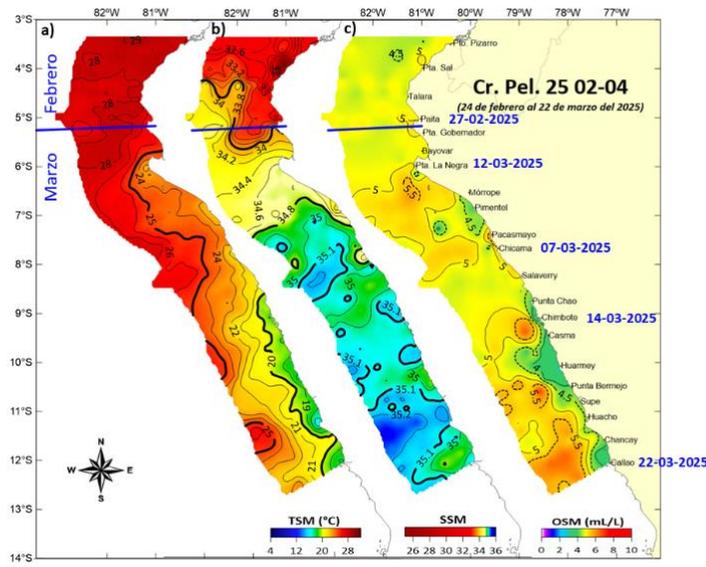


Figura 19. Temperatura superficial del mar diario en la región Niño 1+2 (línea negra), promedio entre la latitud de 3°S - 6°S a 50 millas (línea azul) y 100 millas (línea verde) desde enero 2024 al 24 de marzo 2025. Fuente: OSTIA, Climatología: 1991-2020. Elaboración: DIHIDRONAV (a). Anomalia de la TSM diaria a lo largo del litoral de Perú de setiembre 2024 al 24 de marzo 2025. Climatología: 1991-2020. Fuente y procesamiento: DIHIDRONAV (b).

a)



b)

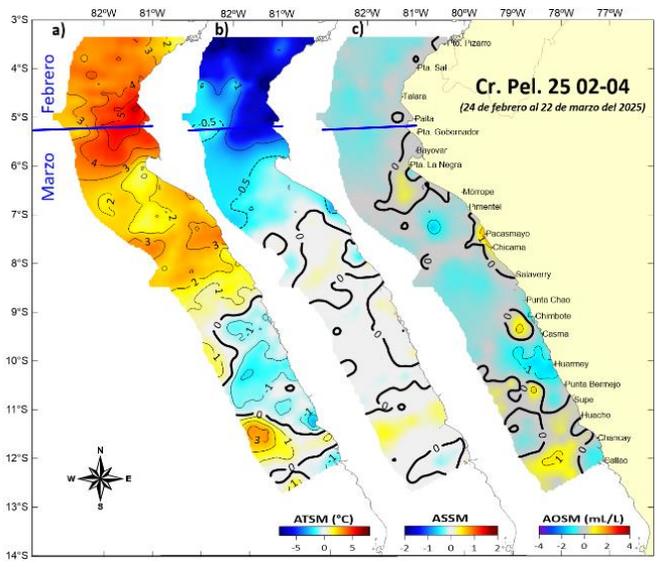


Figura 20. Distribución de Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), Salinidad, Oxígeno disuelto (mL L^{-1}) en superficie (panel superior), con sus respectivas anomalías (panel inferior) registrado entre el 24 de febrero y 22 de marzo del 2025. Climatología de temperatura y salinidad base: 1991-2020 (Domínguez, et al; 2023).

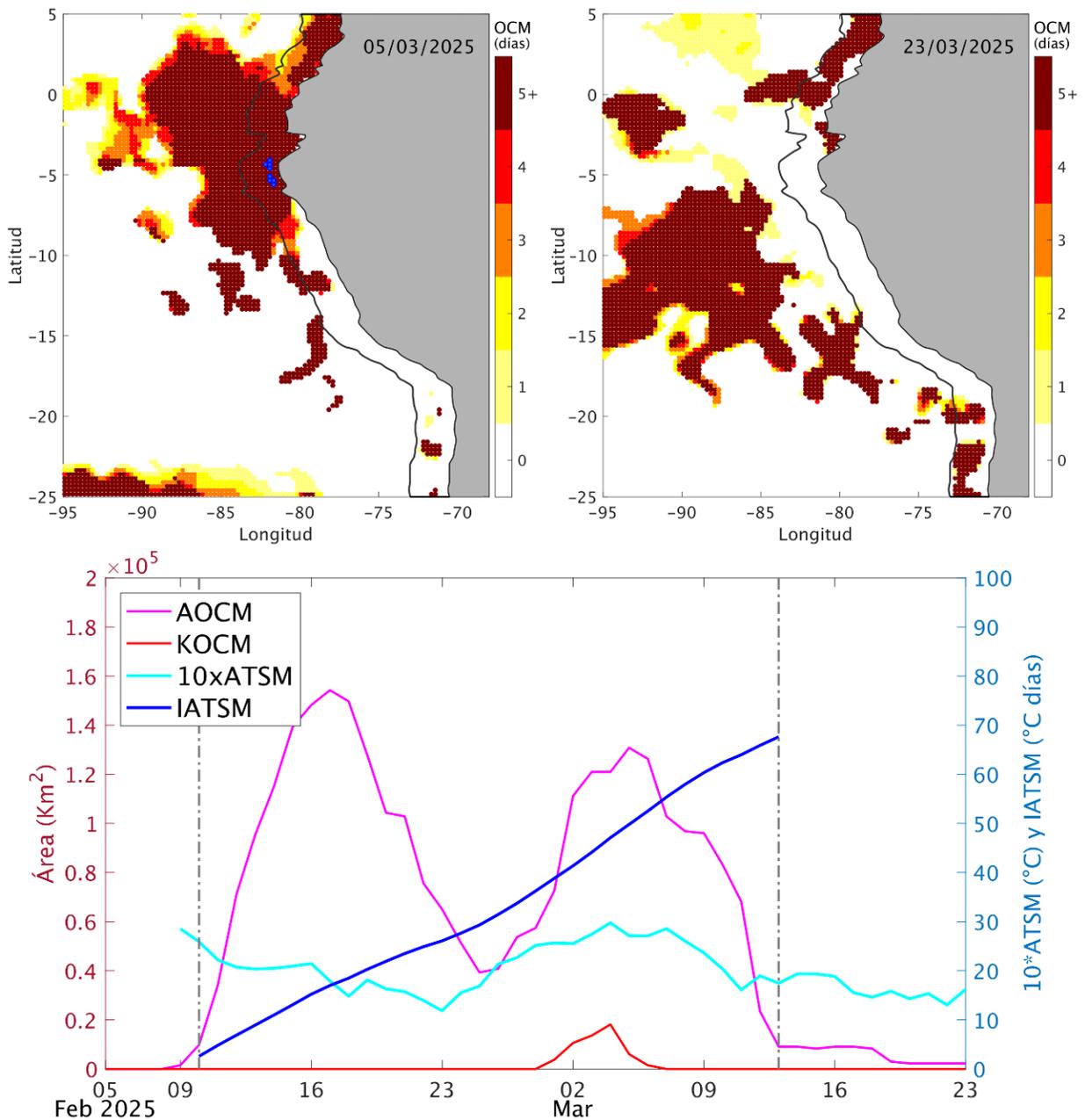


Figura 21. Distribución espacial de la condición de ola de calor marina (OCM) entre los 2°S y 25°S, 70°W y 95°W el 05 de marzo del 2025 (a) y el 23 de marzo del 2024 (b); la escala de color indica el número de días en los cuales la TSM superó el percentil 90 de los datos diarios históricos, usando el período 1982-2011 como referencia (Pietri et al., 2021). c) Series de tiempo de indicadores de la OCM para la zona entre los 4°S y 18,5°S, dentro de las 150 mn costeras: área de la extensión de la OCM (AOCM, Km²); área de la extensión de la OCM donde la ATSM > +4 °C (KOCM, Km²); anomalía diaria de la TSM; y anomalía acumulada (IATSM; °C x días). Las líneas grises verticales indican el inicio (10 de febrero) y fin (13 de marzo) de la OCM en la franja costera peruana. Fuente: OISST 2.1; procesamiento: AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

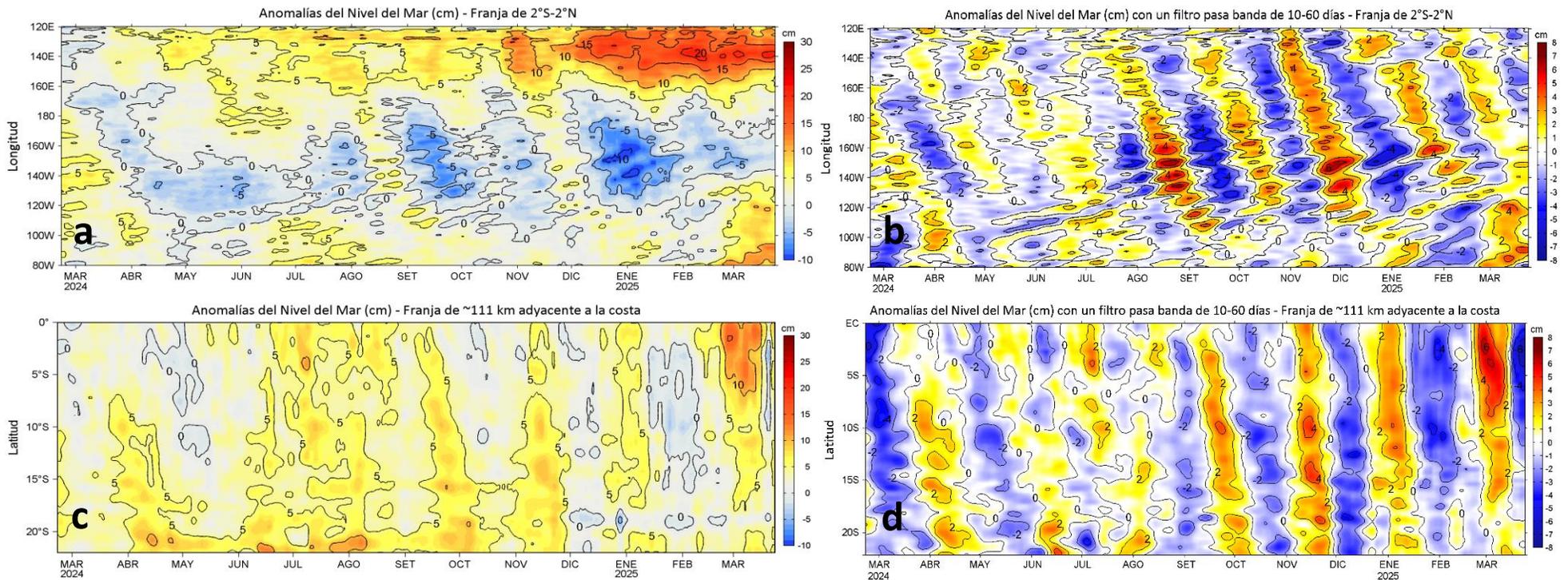


Figura 22. Variación longitudinal de las anomalías del nivel del mar (ANM, cm) para una franja de 2°S - 2°N en el sector ecuatorial (a y b, panel superior) y variación latitudinal para una franja de 60 mn (111 km) adyacentes a la costa peruana (c y d, panel inferior), para los últimos trece meses hasta el 24 de marzo de 2025, sin filtrar (a, c, lado izquierdo) y con un filtro pasa-banda 10-60 días (b y d, lado derecho). Fuente: CMEMS-DUACS. Climatología: 1993-2020. Procesamiento: LHF/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

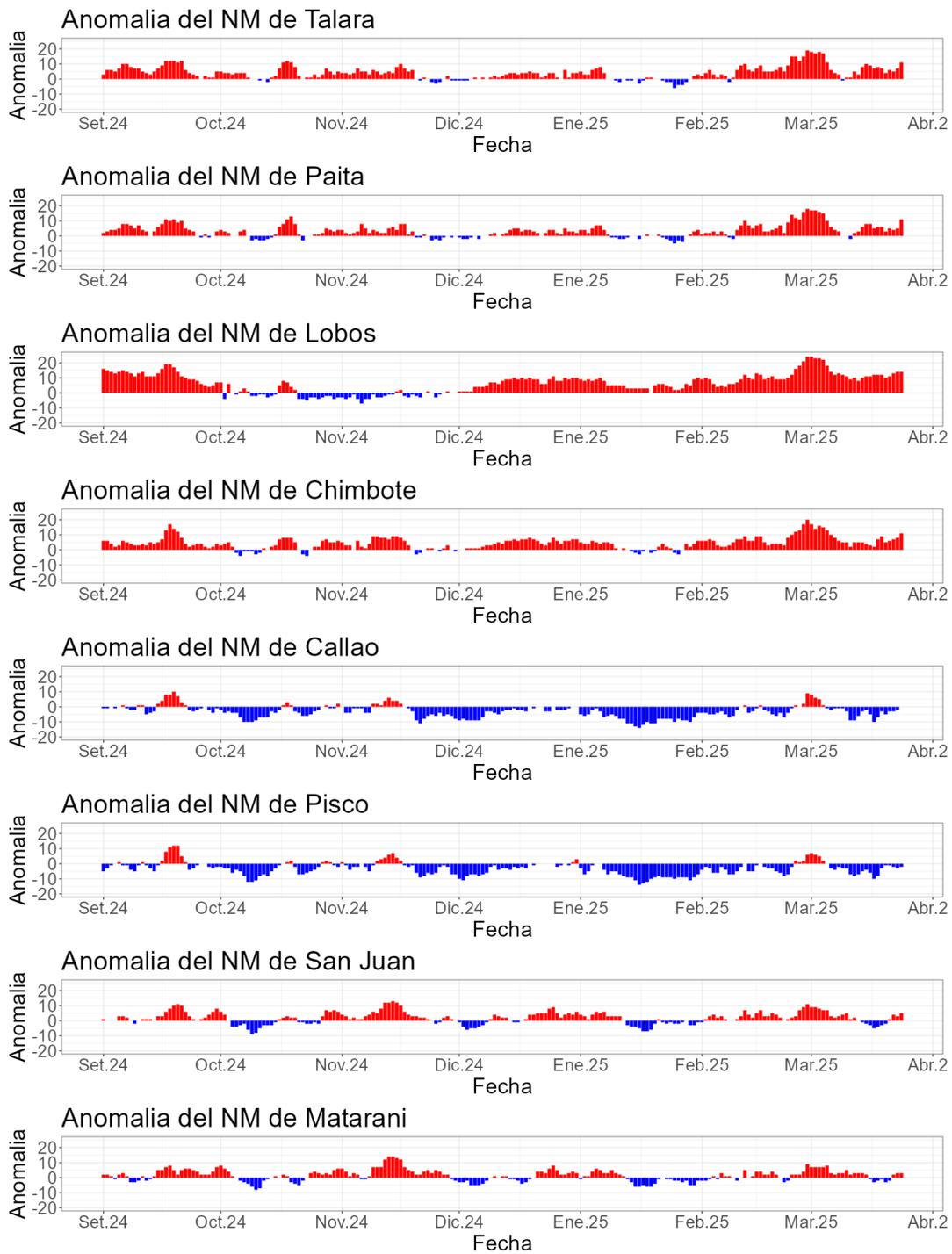


Figura 23. Anomalia de la NM diario a lo largo del litoral de Perú de setiembre 2024 al 10 de marzo 2025. Fuente y procesamiento: DIHIDRONAV.

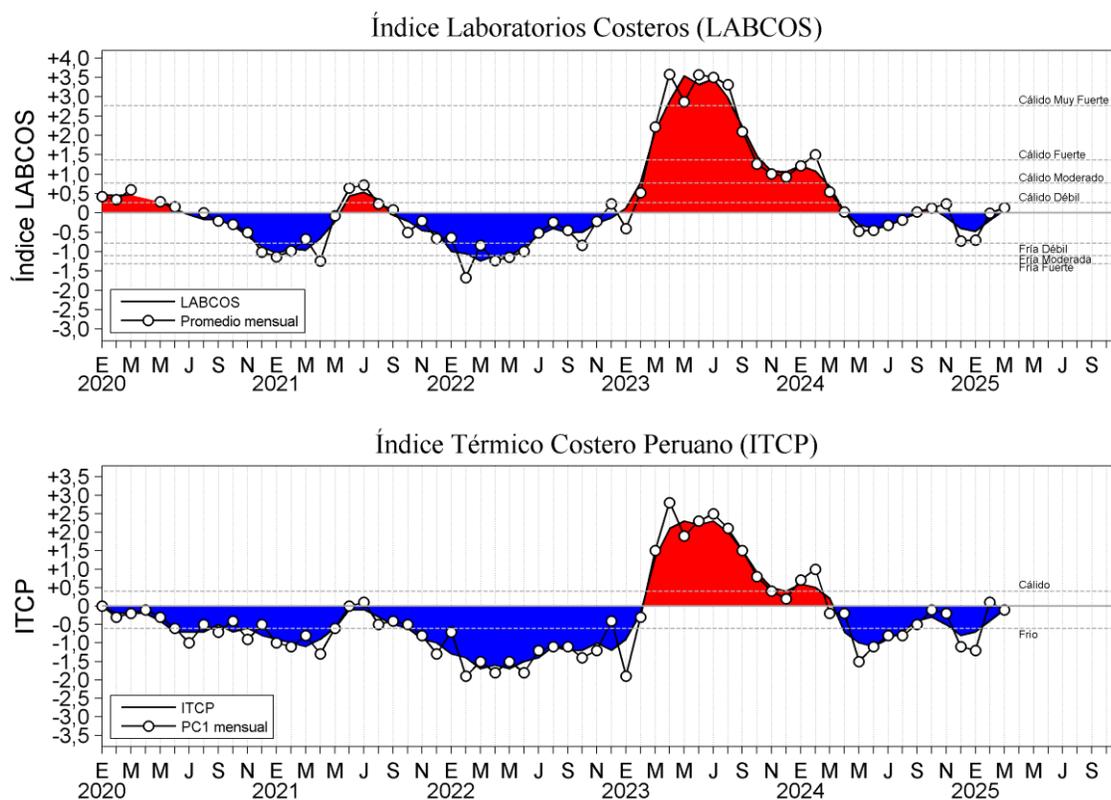


Figura 24. a) Índice Térmico Costero Peruano (ITCP; Quispe et al., 2016), y b) Índice LABCOS (Quispe y Vásquez, 2015) de enero del 2020 a marzo del 2025.

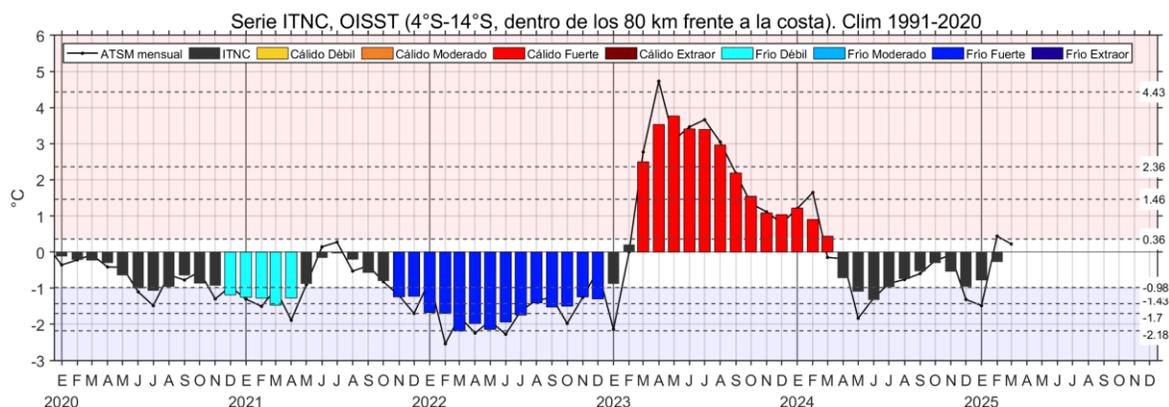
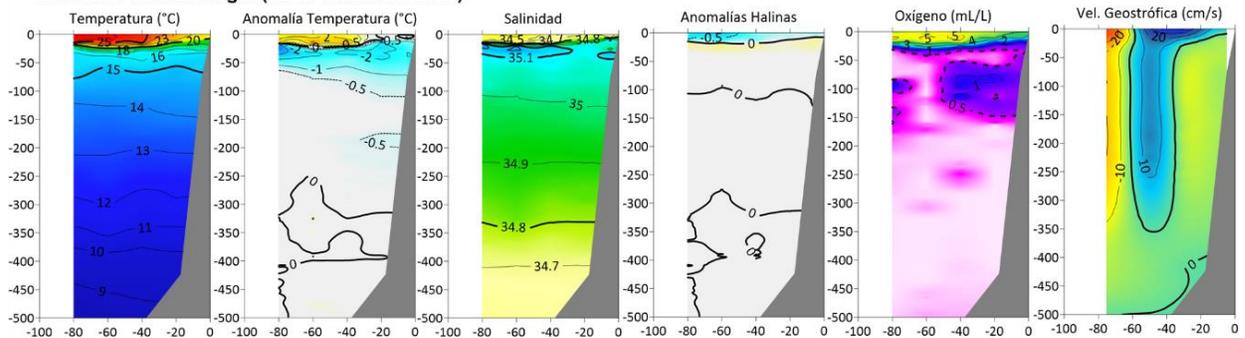
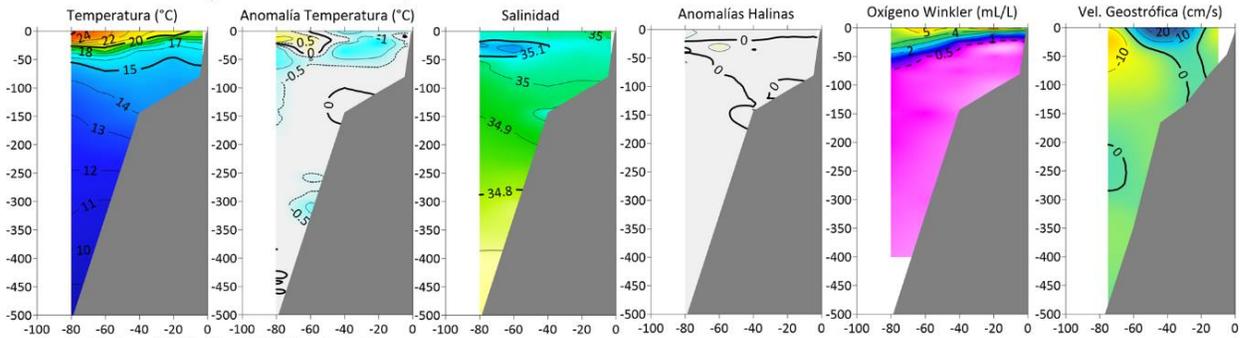


Figura 25. Serie de tiempo del Índice Térmico Norte-Centro (ITNC), en base a la media móvil de tres meses de la anomalía de TSM mensual para la banda de 40 km adyacente a la costa entre los 4°S y 14°S. Climatología 1991-2020. Fuente de datos: OISST. Umbrales: Fria Extraordinaria: -2,18; Fria Fuerte: -1,70; Fria Moderada: -1,43; Fria Débil: -0,98; Cálido Débil: 0,36; Cálido Moderado: +1,46; Cálido Fuerte: +2,36; y Cálido Extraordinario: +4,43.

Cr. Pelágico 25 02-04 - BIC Humboldt
Sección Punta La Negra (12-13 marzo del 2025)



Cr. Pelágico 25 02-04 - BIC Flores
Sección Chimbote (14-15 marzo del 2025)



Cr. Pelágico 25 02-04 - BIC Humboldt
Sección Callao (21-22 marzo del 2025)

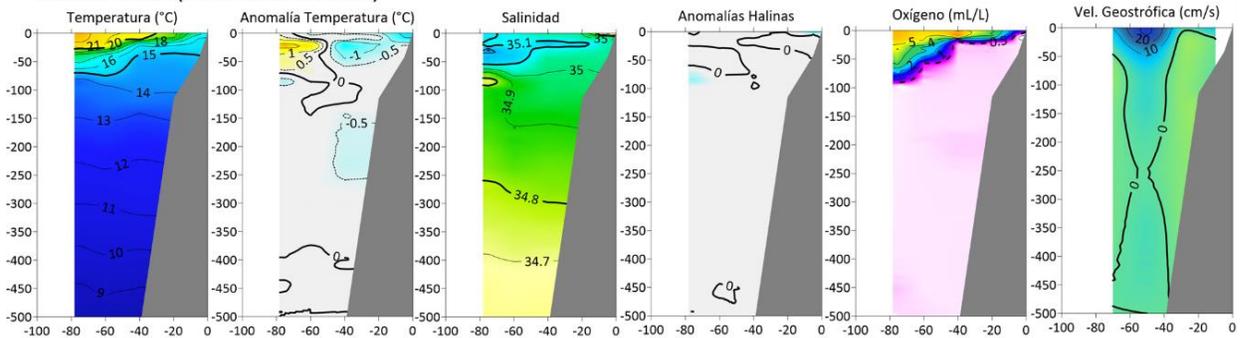


Figura 26. Secciones oceanográficas de temperatura, anomalía térmica, salinidad, anomalía halina, y oxígeno disuelto, realizadas frente a Punta La Negra, Chimbote y Callao dentro de las 100 mn, entre el 12 y 22 de marzo de 2025. Climatología: 1991-2020 (Domínguez et al., 2023).

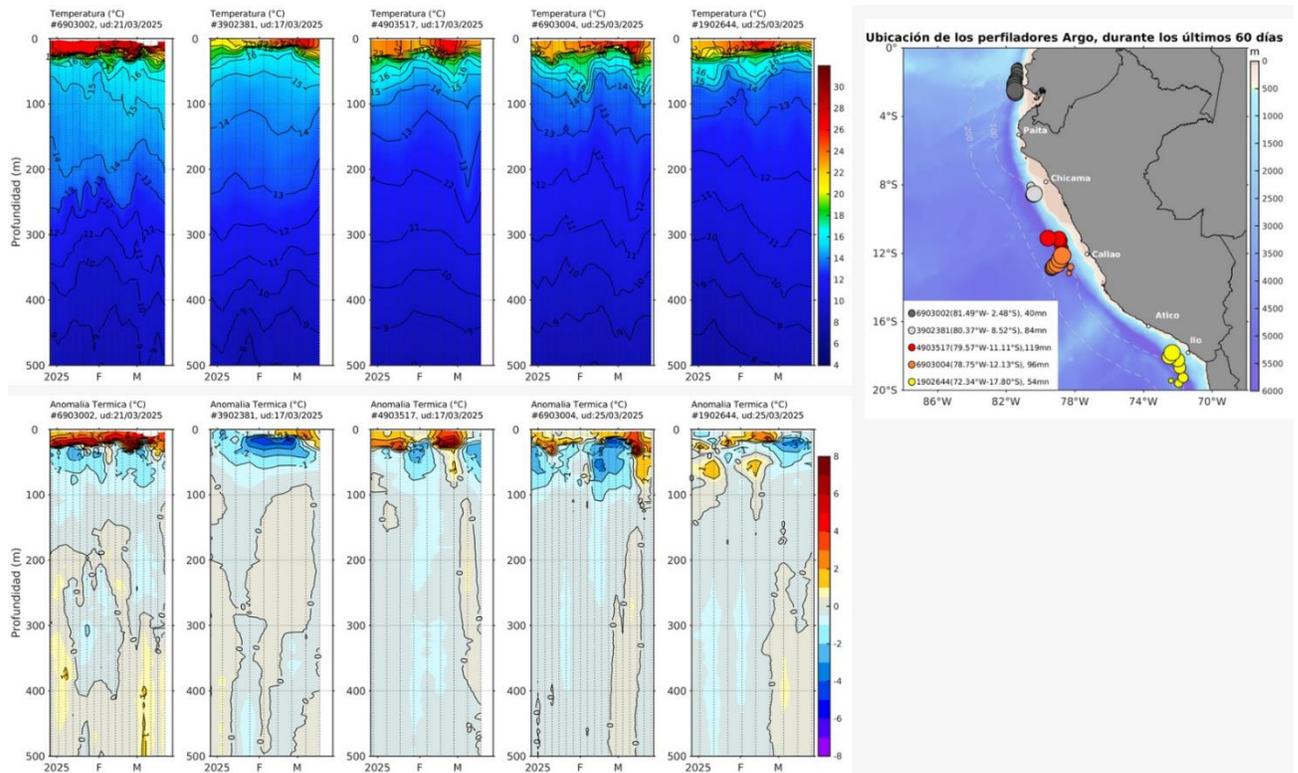


Figura 27. Evolución de la anomalía de la temperatura del agua de mar en flotadores Argo en la zona costera (dentro de las 200 mn) y ubicación de sus últimas posiciones (enero a marzo de 2025). Climatología: 1991-2020 (Domínguez et al., 2023). Procesamiento: AFIOQG/DGIOCC/IMARPE.

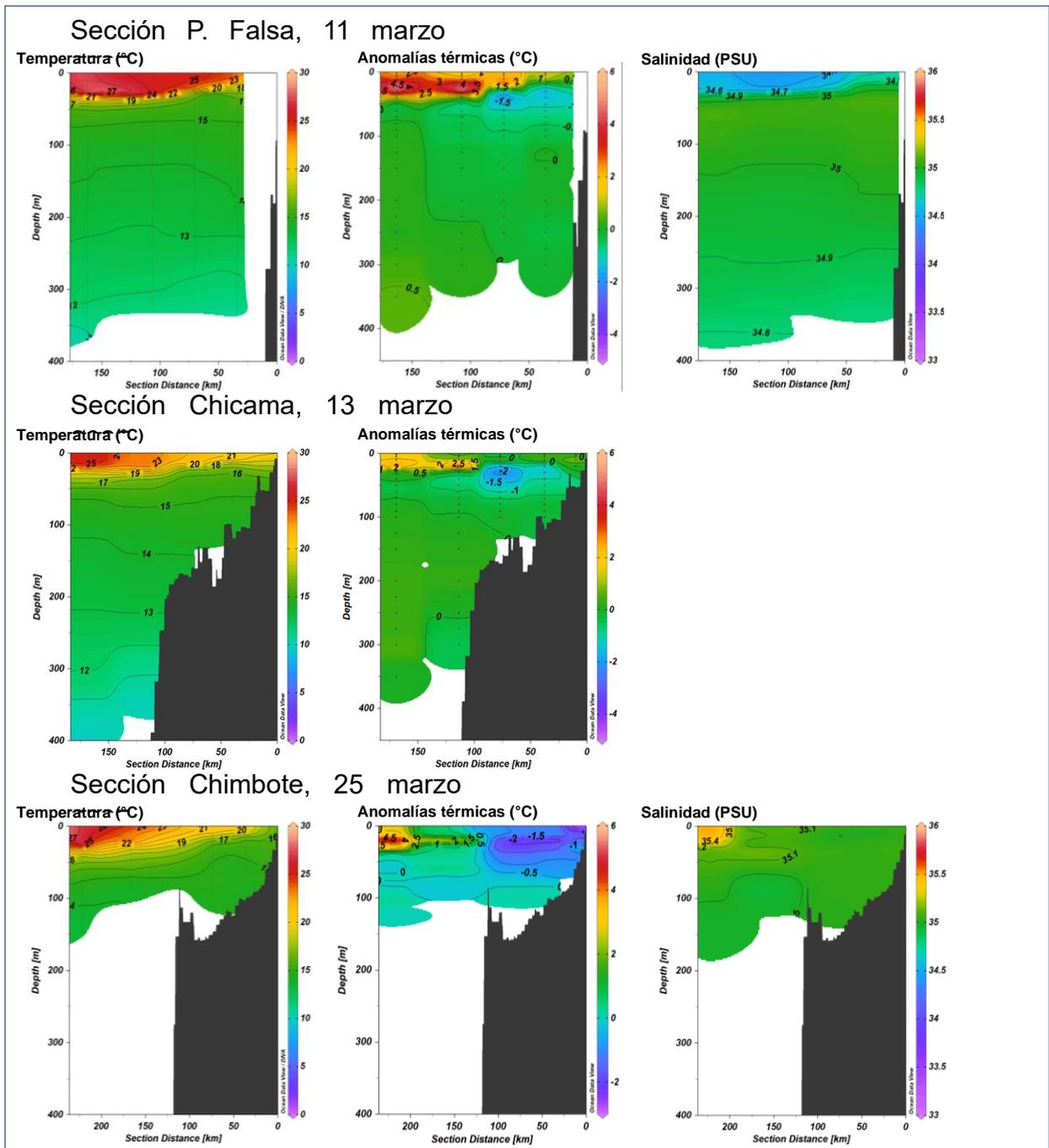


Figura 28. Perfiles de temperatura, anomalía térmica y salinidad de frente a Punta Falsa, Chicama y Chimbote, hasta los 400 metros de profundidad. Fuente y procesamiento: DIHIDRONAV.

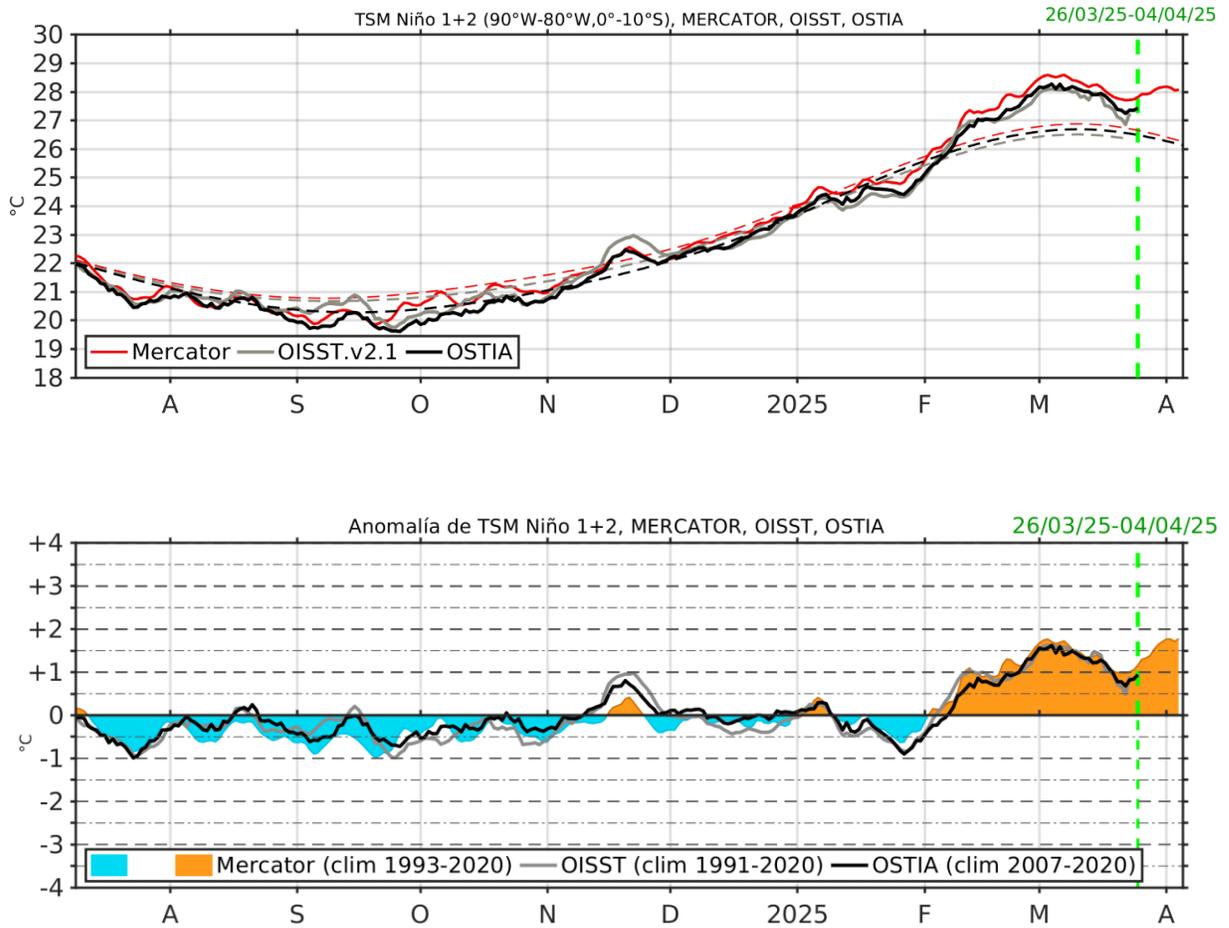


Figura 29. Temperatura superficial del Mar (TSM), MERCATOR (rojo), OISST (gris), OSTIA (negro), (arriba); y anomalía de TSM, Mercator (sombreado rojo y azul), OISST (gris), OSTIA (negro), (abajo), en la región Niño 1+2.

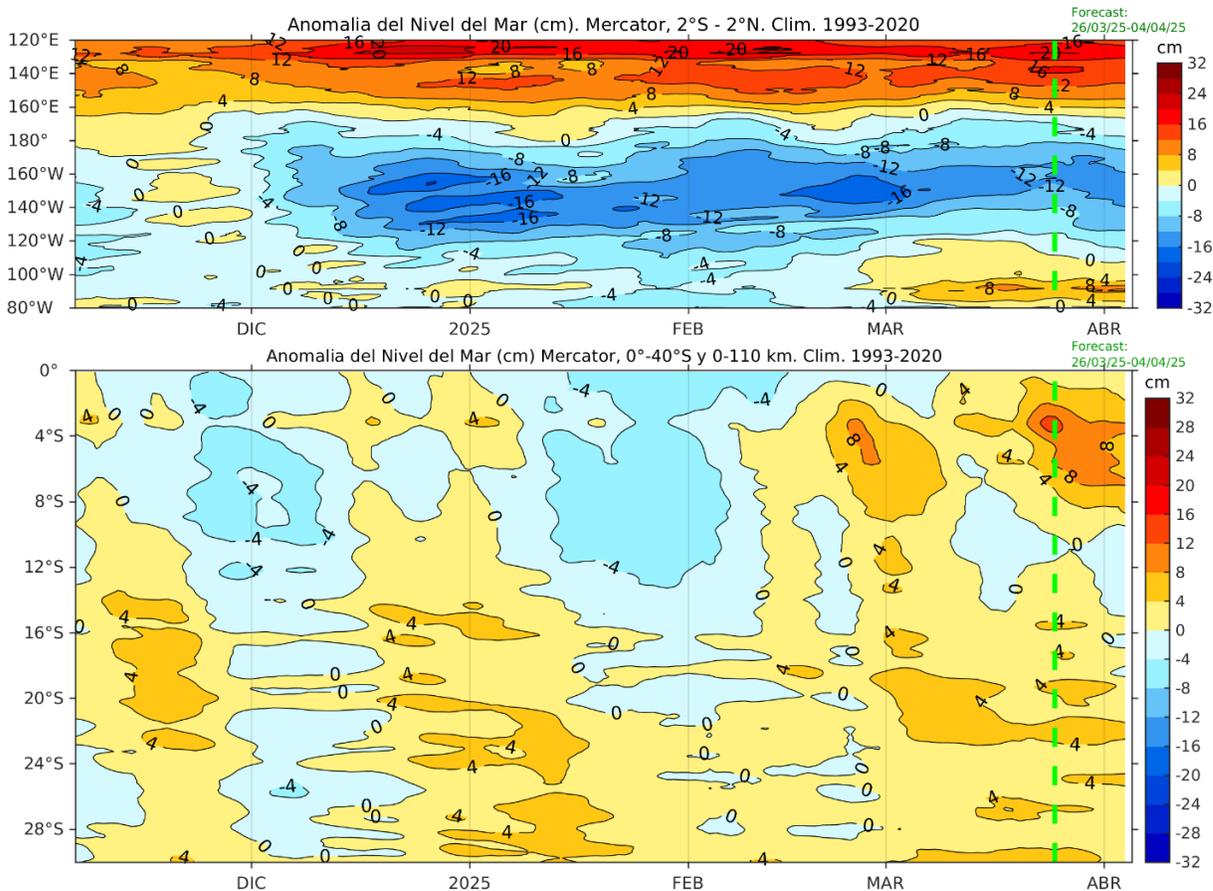


Figura 30. Pronóstico de la anomalía de nivel del mar en el Pacifico ecuatorial, entre los 120°E - 80°W y 2°N - 2°S (arriba), y dentro de los 110 km frente a la costa entre los 0° - 40°S (abajo). Fuente: MERCATOR.

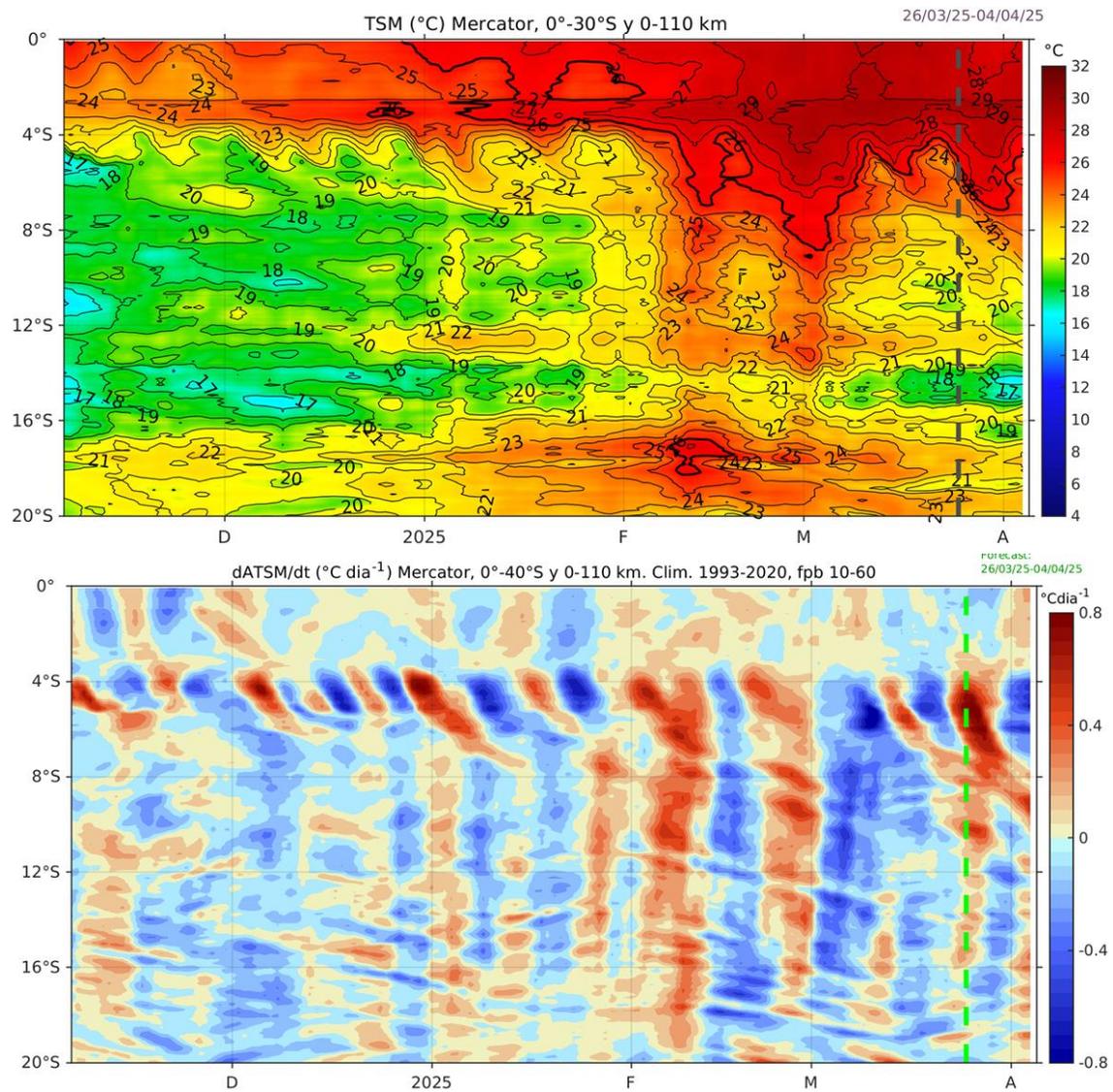


Figura 31. Pronóstico a corto plazo de la anomalía de la TSM dentro de los 60 mn frente a la costa (arriba) y de la tasa de cambio de anomalía de TSM respecto al tiempo dentro de los 60 mn frente a la costa (abajo). Fuente: MERCATOR.

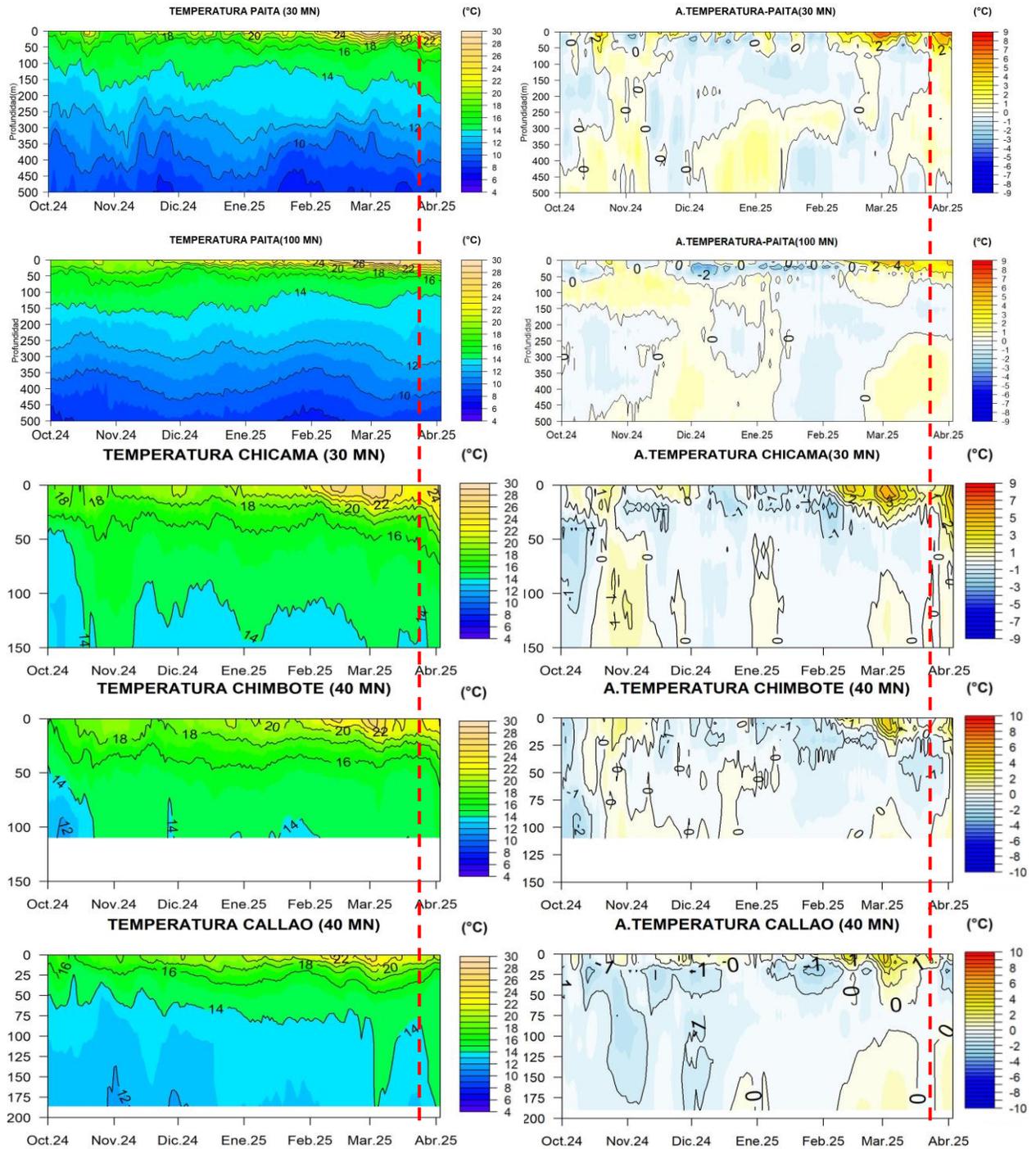
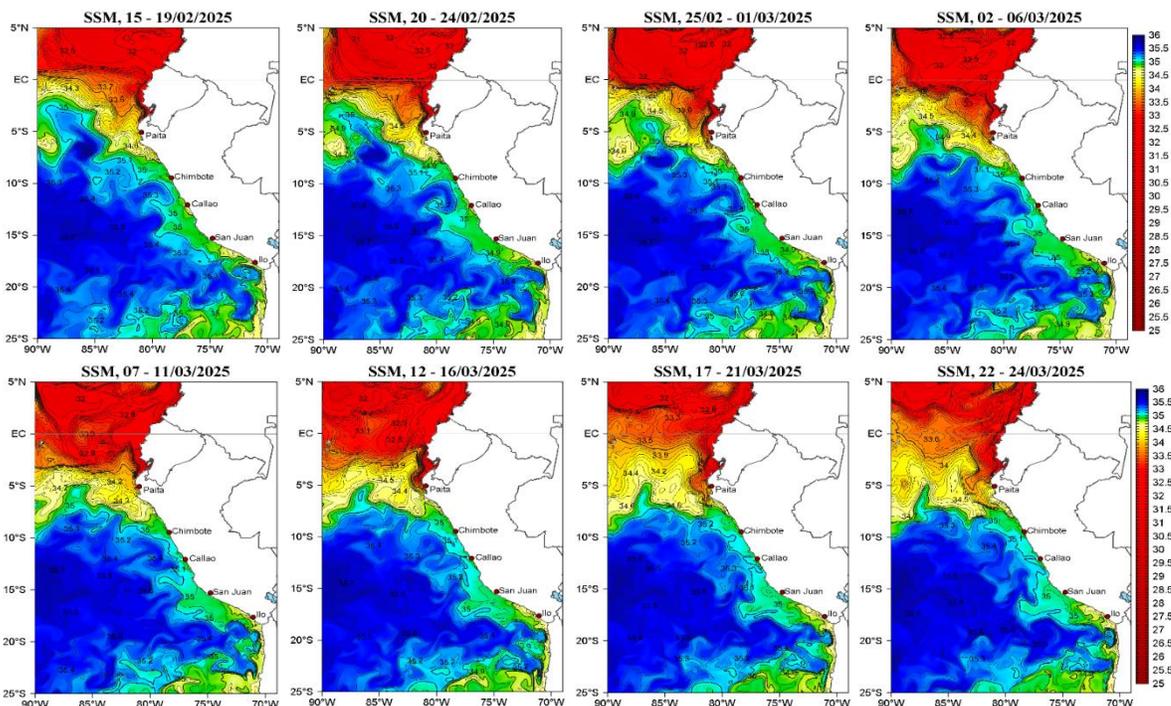


Figura 32. Pronóstico de temperatura subsuperficial del mar y su anomalía hasta los 500 m de profundidad frente a) Paita (30 mn), b) Paita (100 mn), c) Chicama (30 mn), d) Chimbote (40mn) y e) Callao (40 mn). Fuente: Mercator. Procesamiento: DIHIDRONAV.

a)



b)

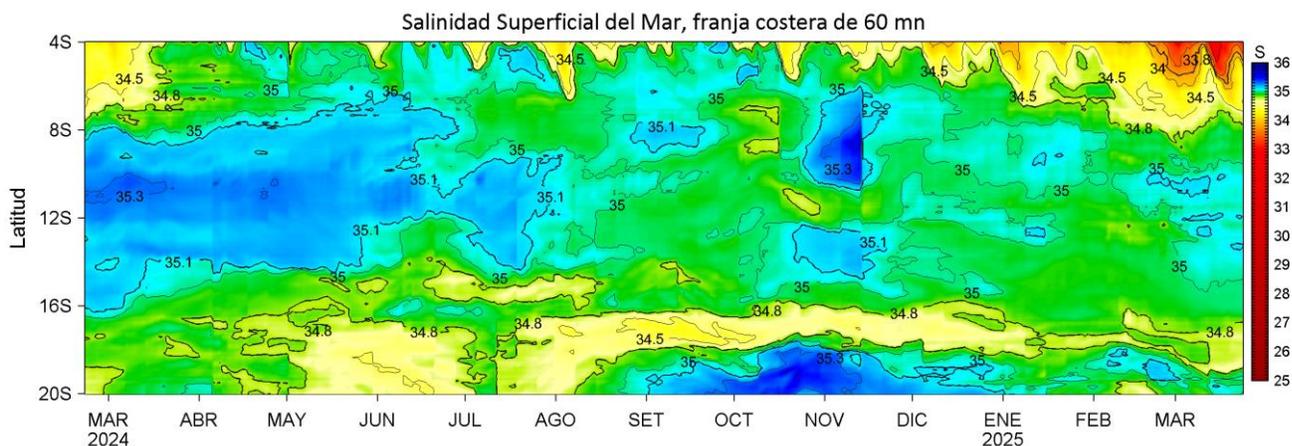


Figura 33. (a) Distribución pentadal de la salinidad superficial del Mar (SSM) en el Pacífico Sudeste, durante el 15 de febrero y 24 de marzo del 2025. (b) Diagrama Hovmöller de la SSM en la franja de las 60 millas costeras, al 24 de marzo del 2025. Datos: GLOBAL_ANALYSIS_FORECAST_PHY_001_024 (Lellouche, J.-M. et al, 2013) disponible en http://marine.copernicus.eu/services-portfolio/access-to-products/?option=com_csw&view=details&product_id=GLOBAL_ANALYSIS_FORECAST_PHY_001_024. Procesamiento: LHFM/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

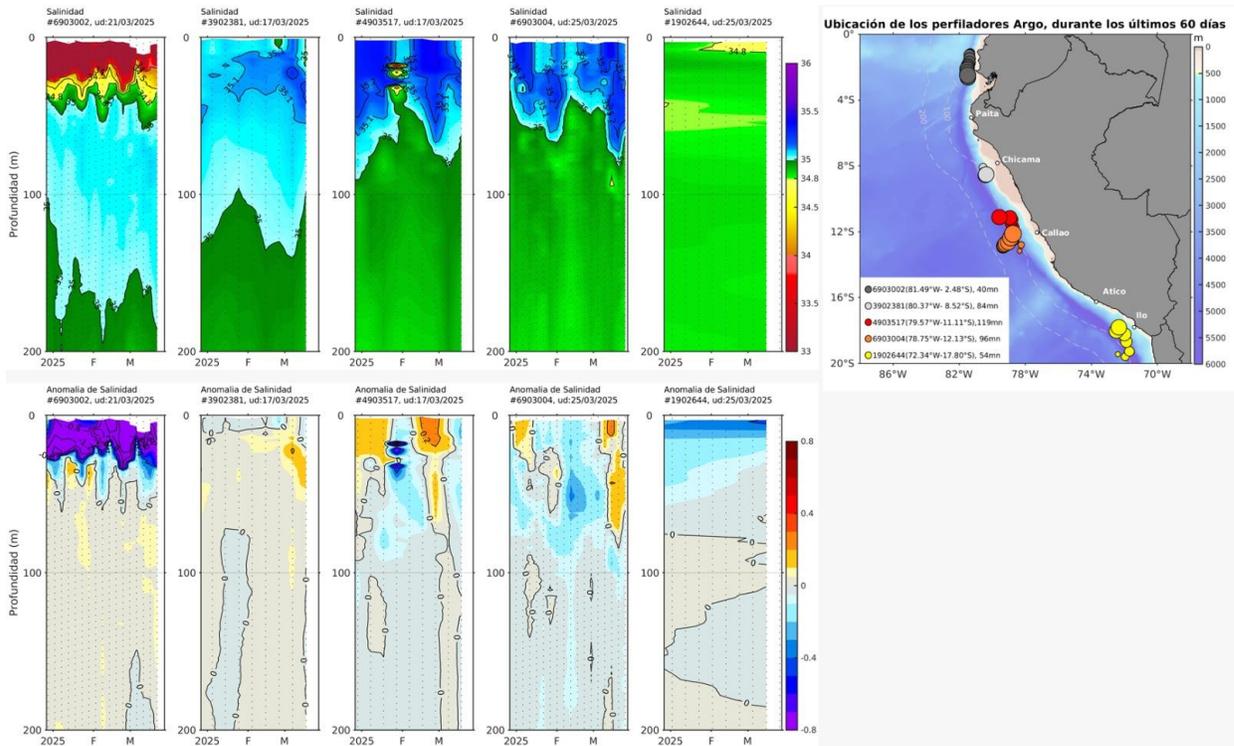


Figura 34. Evolución de la salinidad del agua de mar y sus anomalías en perfiladores ARGO en la zona costera (dentro de las 100 mn) y ubicación de las últimas posiciones y coordenadas geográficas donde brindaron información. Fuente: ARGO, climatología: 1991- 2020 (Domínguez et al., 2023). Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

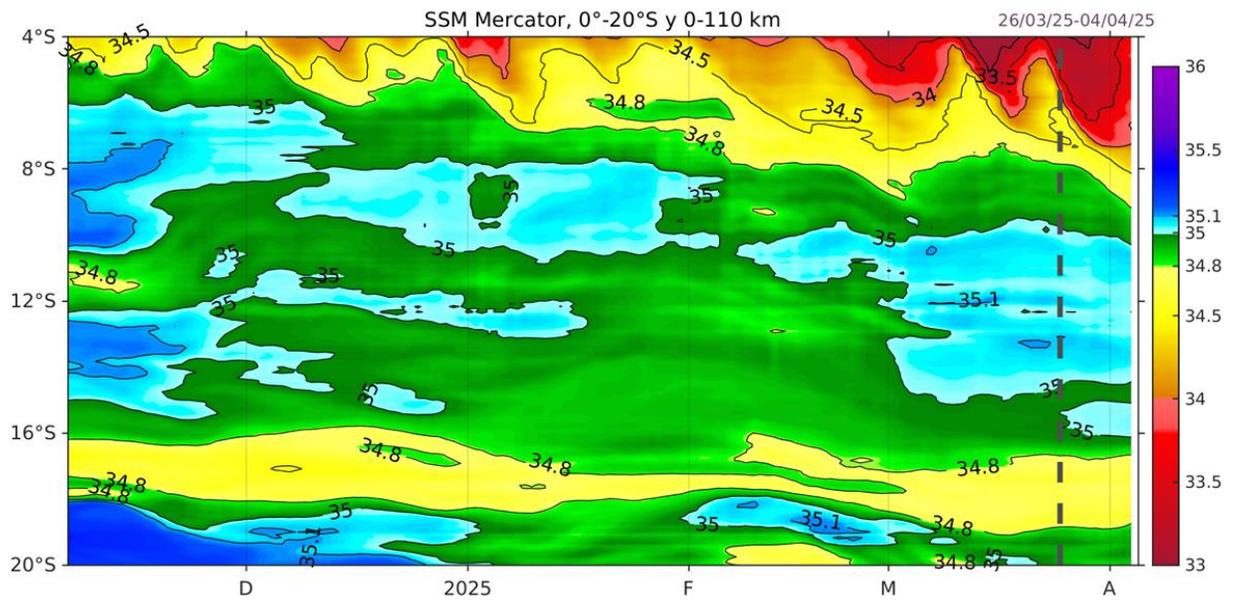
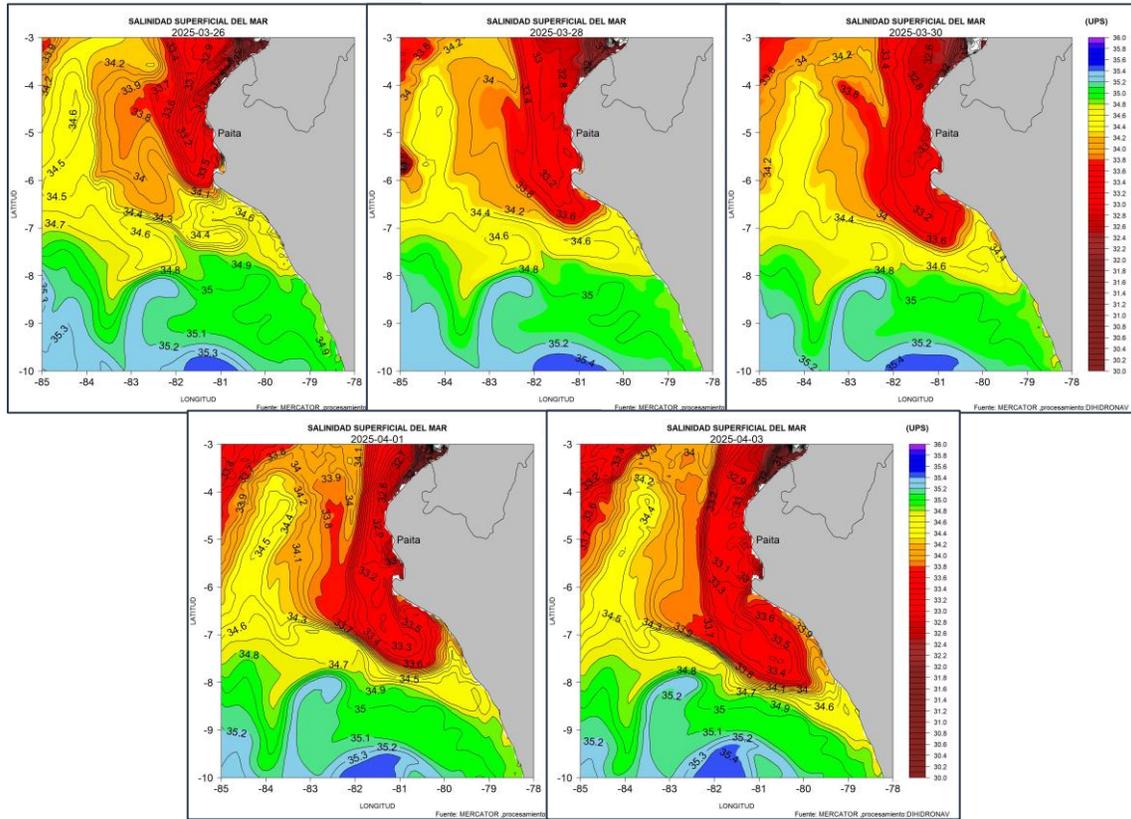


Figura 35. Pronóstico a corto plazo de la salinidad superficial del mar dentro de los 60 mn frente a la costa. Fuente: MERCATOR.

a)



b)

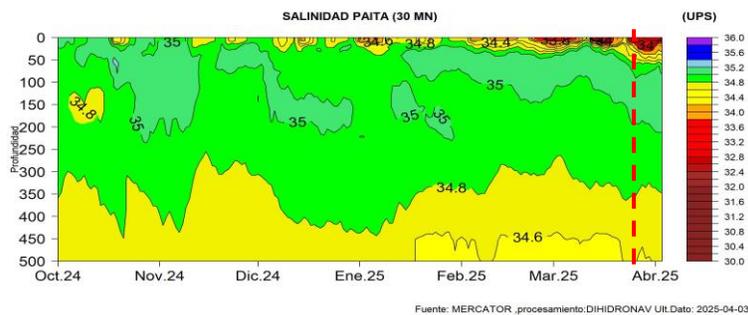


Figura 36. Pronóstico espacial de salinidad del mar superficial frente a la costa norte y centro de Perú para el periodo del 14 al 03 de abril 2025. Fuente: Mercator. Procesamiento: DIHIDRONAV.

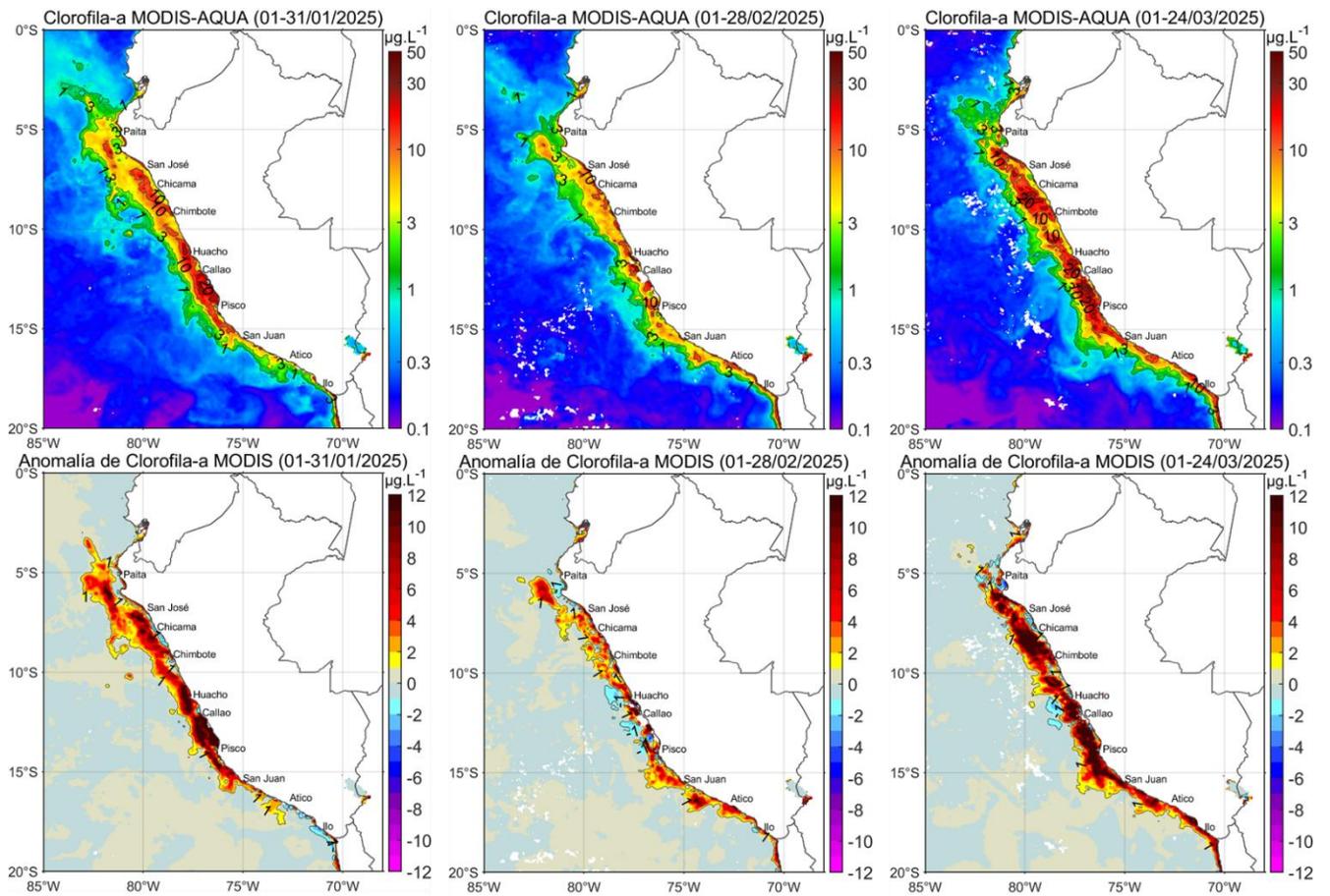


Figura 37. Distribución de la concentración de clorofila-a (a) superficial satelital ($\mu\text{g L}^{-1}$, panel superior) y su anomalía ($\mu\text{g L}^{-1}$, panel inferior) durante enero, febrero y los primeros días de marzo de 2025 (de izquierda a derecha). La clorofila-a proviene de MODIS-AQUA, mientras que, los datos para el cálculo de bombeo y transporte Ekman de ECMWF/Ascat. Procesamiento: LHQ/AFIOQG/DGIOCC/IMARPE.

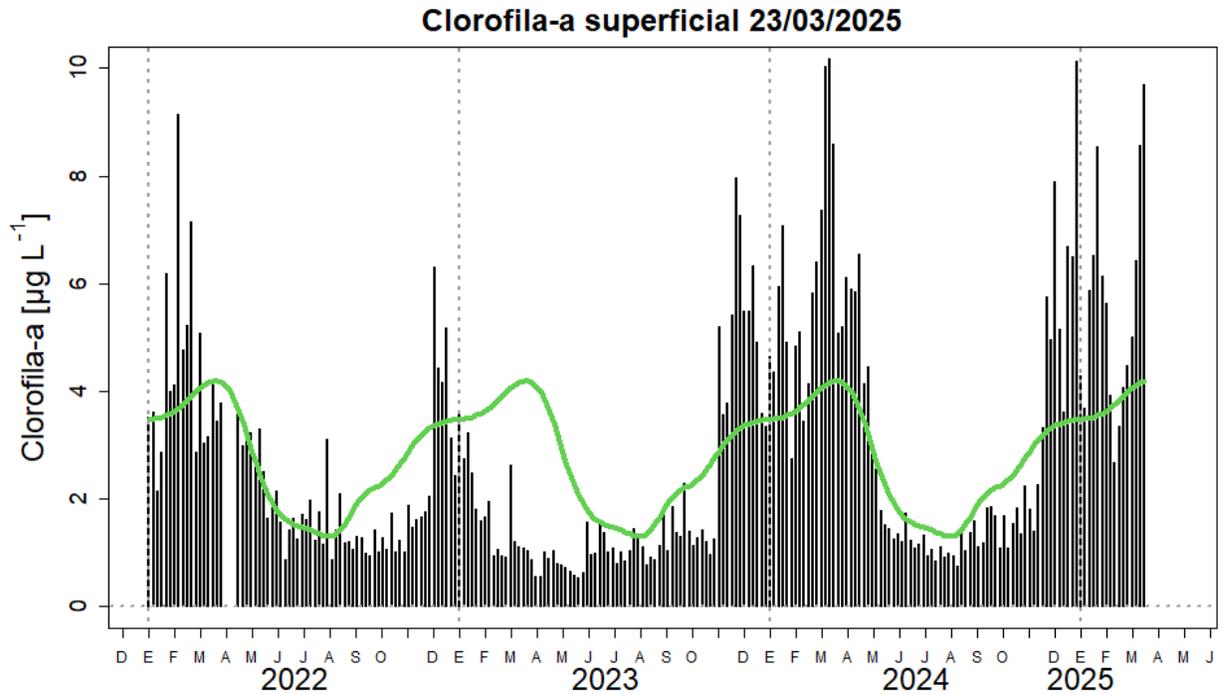


Figura 38. Serie de tiempo de las concentraciones de clorofila-a satelital (barra negra) y su climatología (línea verde) proveniente de SeaWIFS-MODIS ($\mu\text{g L}^{-1}$) entre $4^{\circ}\text{S} - 16^{\circ}\text{S}$ y dentro de los 100 km de la costa. Fuente: AFIOF, IMARPE.

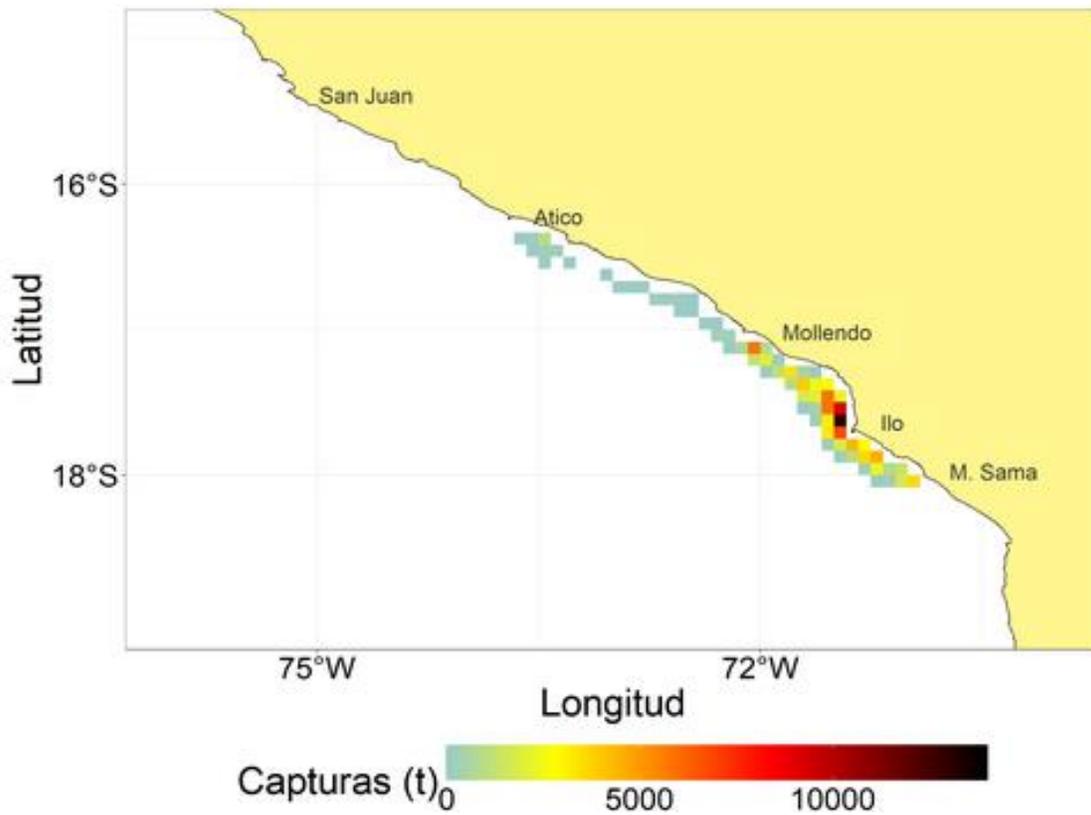


Figura 39. a) Distribución espacial de la anchoveta, durante la primera temporada de pesca de anchoveta, de la región sur 2025.

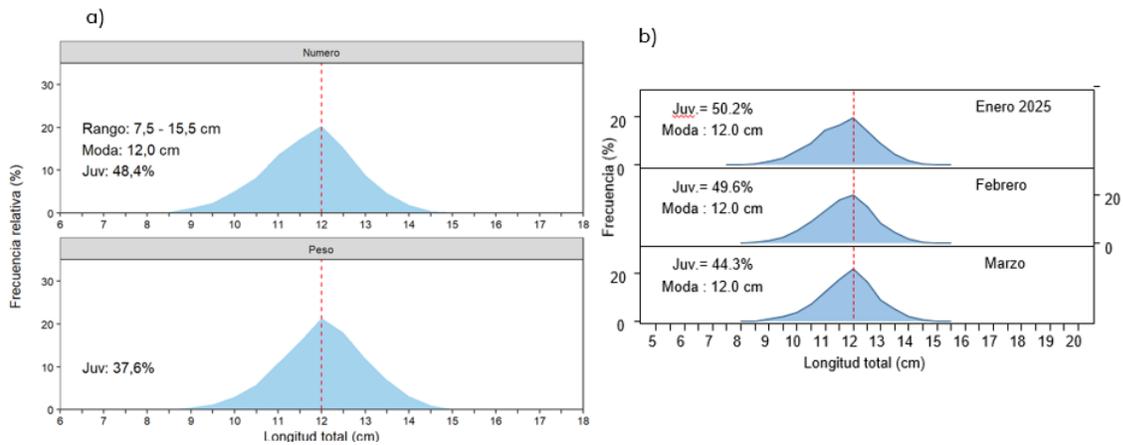


Figura 40. Estructura de tallas de anchoveta a) total, b) según grado latitudinal durante la primera temporada de pesca de anchoveta, de la región sur 2025.

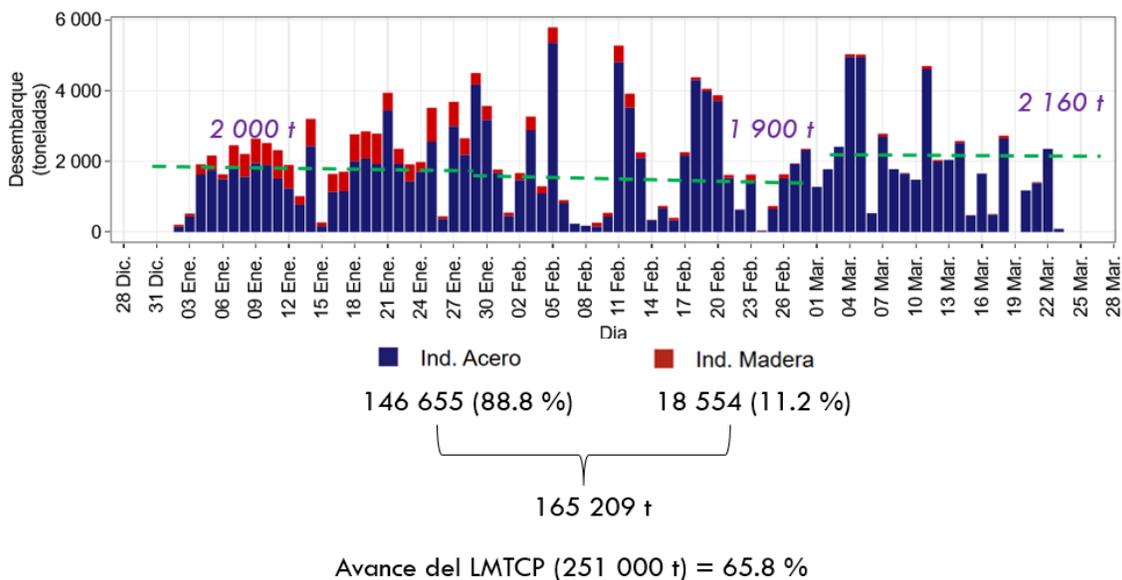


Figura 41. Desembarques diarios de anchoveta según tipo de flota durante la primera temporada de pesca de anchoveta, de la región sur 2025.

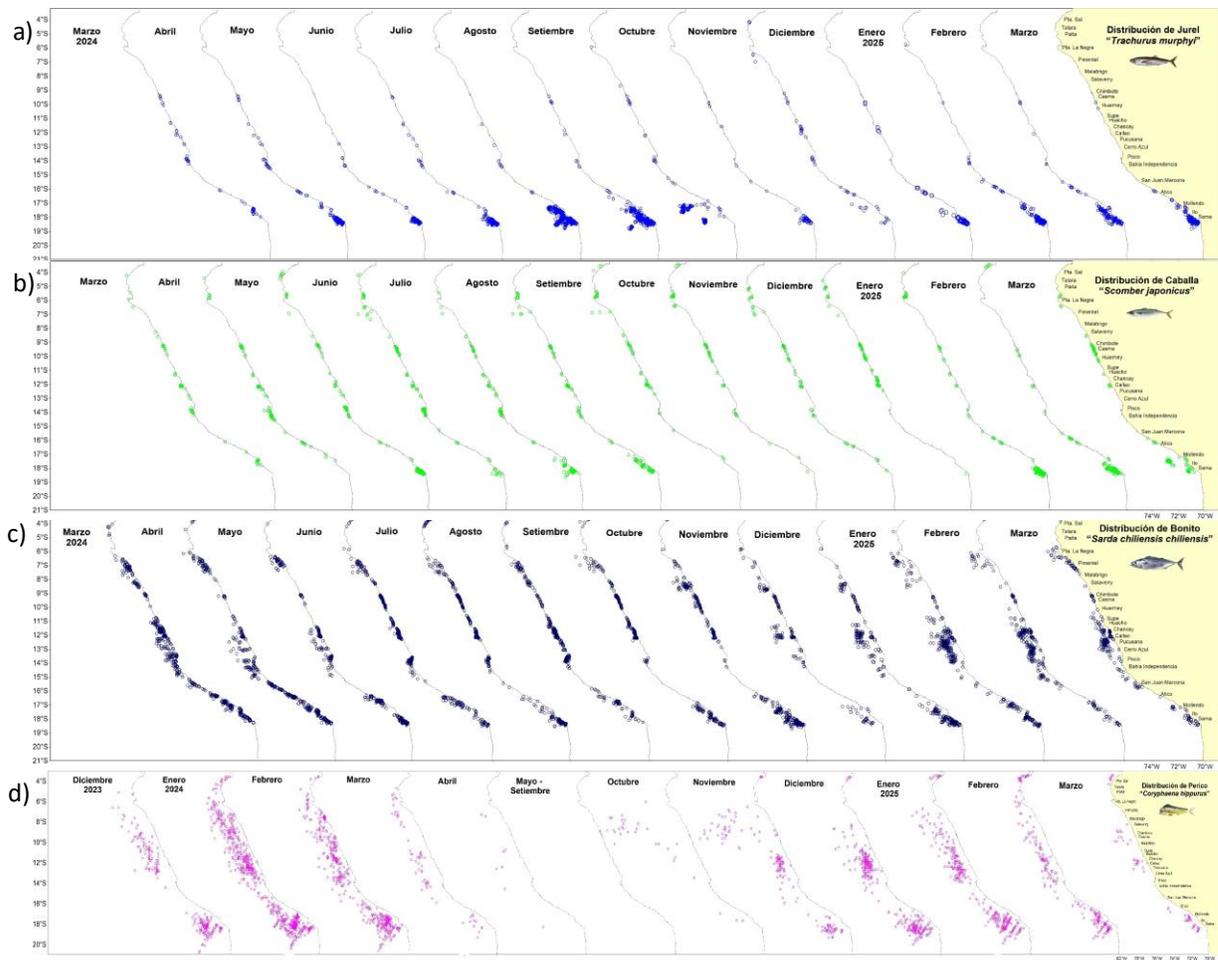
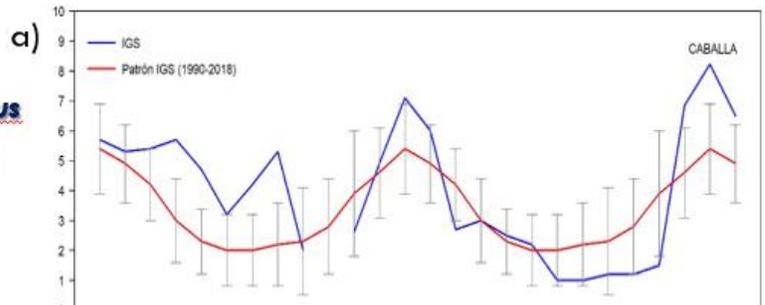
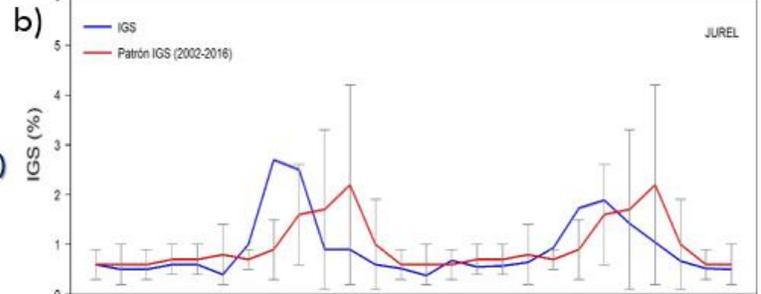


Figura 42. Distribución de los recursos transzonales: a) jurel, b) caballa, c) bonito y d) perico durante noviembre 2023 a marzo del 2025.

CABALLA *Scomber japonicus*
ÍNDICE GONADOSOMÁTICO (IGS)
 Indicador de Actividad Reproductiva



JUREL *Trachurus murphyi*
ÍNDICE GONADOSOMÁTICO (IGS)
 Indicador de Actividad Reproductiva



BONITO *Sarda chiliensis chiliensis*
ÍNDICE GONADOSOMÁTICO (IGS)
 Indicador de Actividad Reproductiva

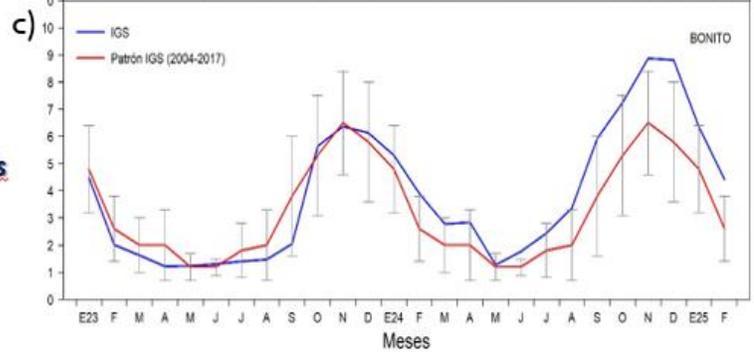


Figura 43. Índice gonadosomático (IGS) de a) caballa, b) jurel y c) bonito de enero del 2023 a enero del 2025.

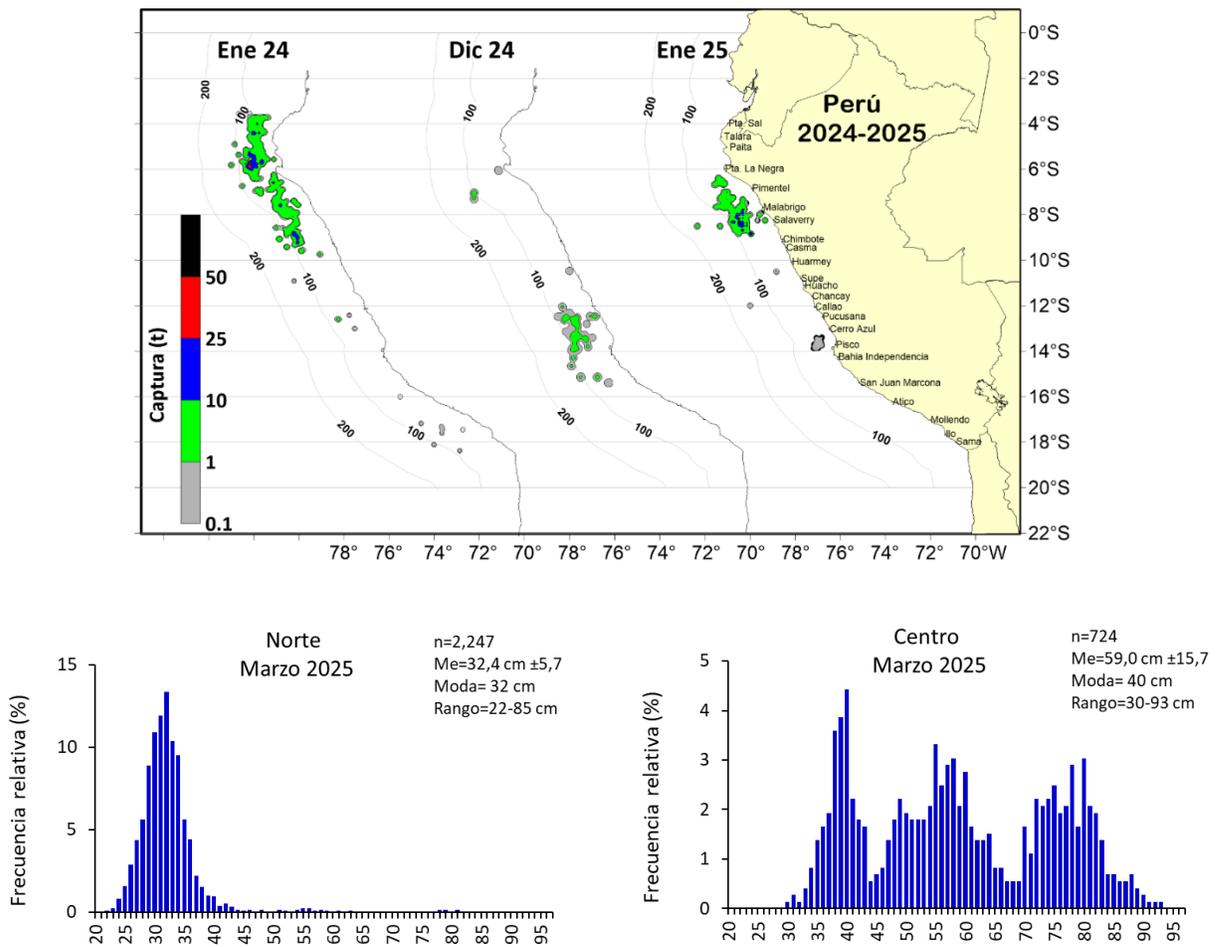


Figura 44. Arriba: distribución de la flota artesanal del calamar gigante *Dosidicus gigas*, enero 2024 – ene 2025. Abajo: estructura de tallas de las capturas en la zona norte y centro. Fuente: IMARPE – ROSPAS – Oficina de Pesca Artesanal. información preliminar para uso científico.

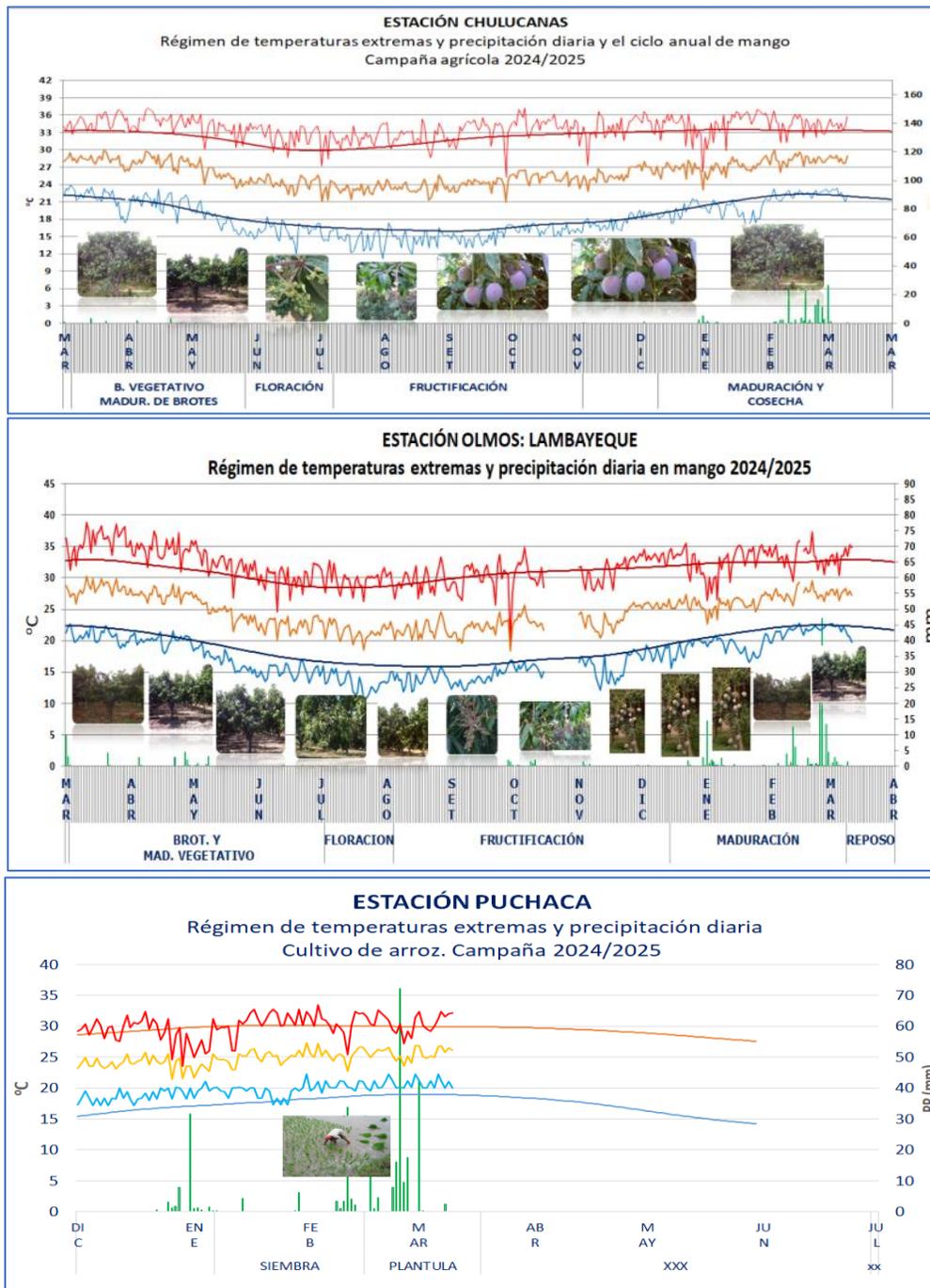


Figura 45. Monitoreo agrometeorológico del mango (Campaña 2024-2025) y arroz (Campaña 2024/2025). Fuente: SENAMHI.

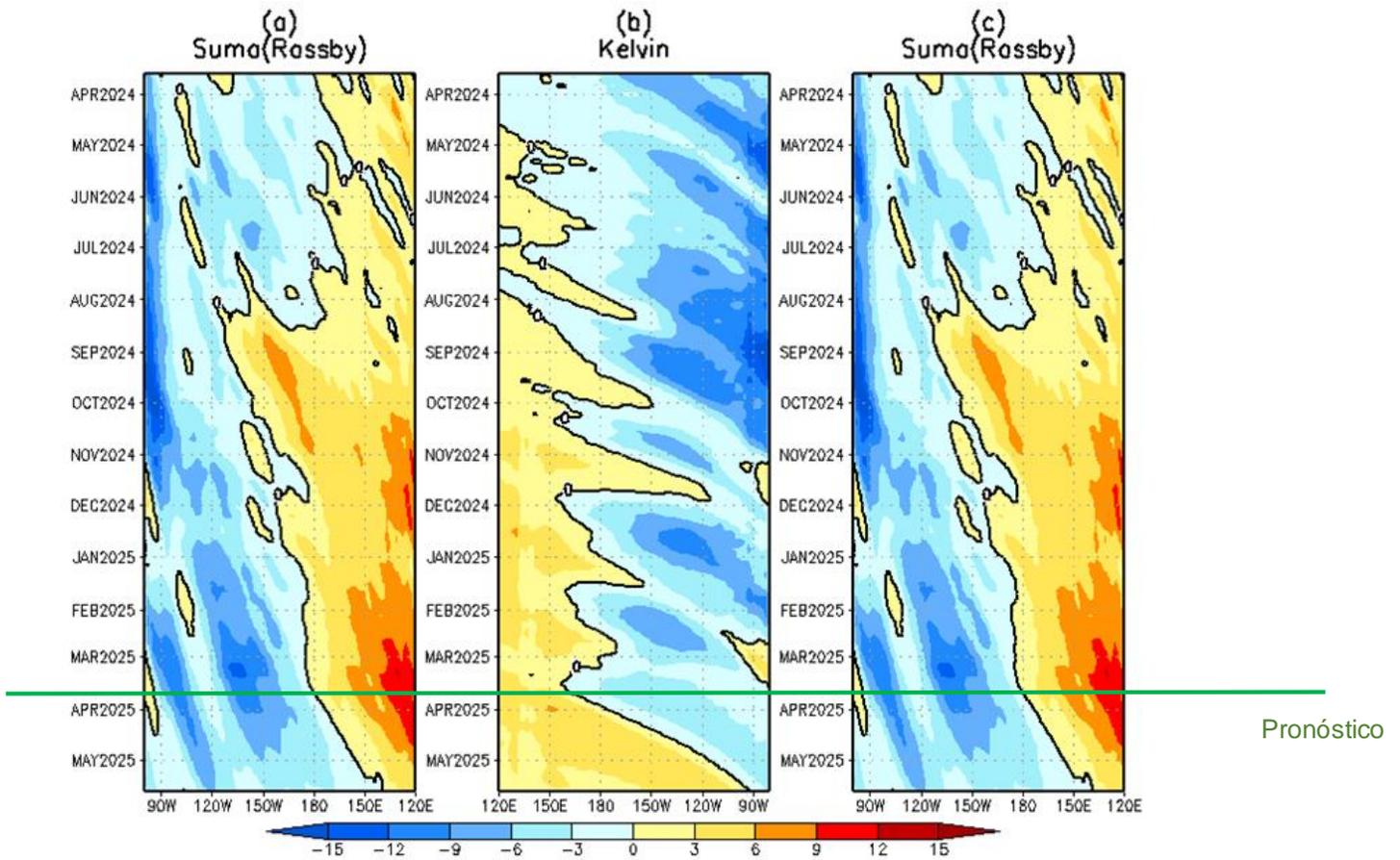


Figura 46. Diagrama longitud–tiempo de (a), diagrama de la onda de Rossby (b) diagrama de la onda de Kelvin, (c) diagrama de la onda de Rossby, calculado con el Modelo oceánico lineal (LOMIGP), forzando por NCEP y termoclina variable. Fuente: IGP.

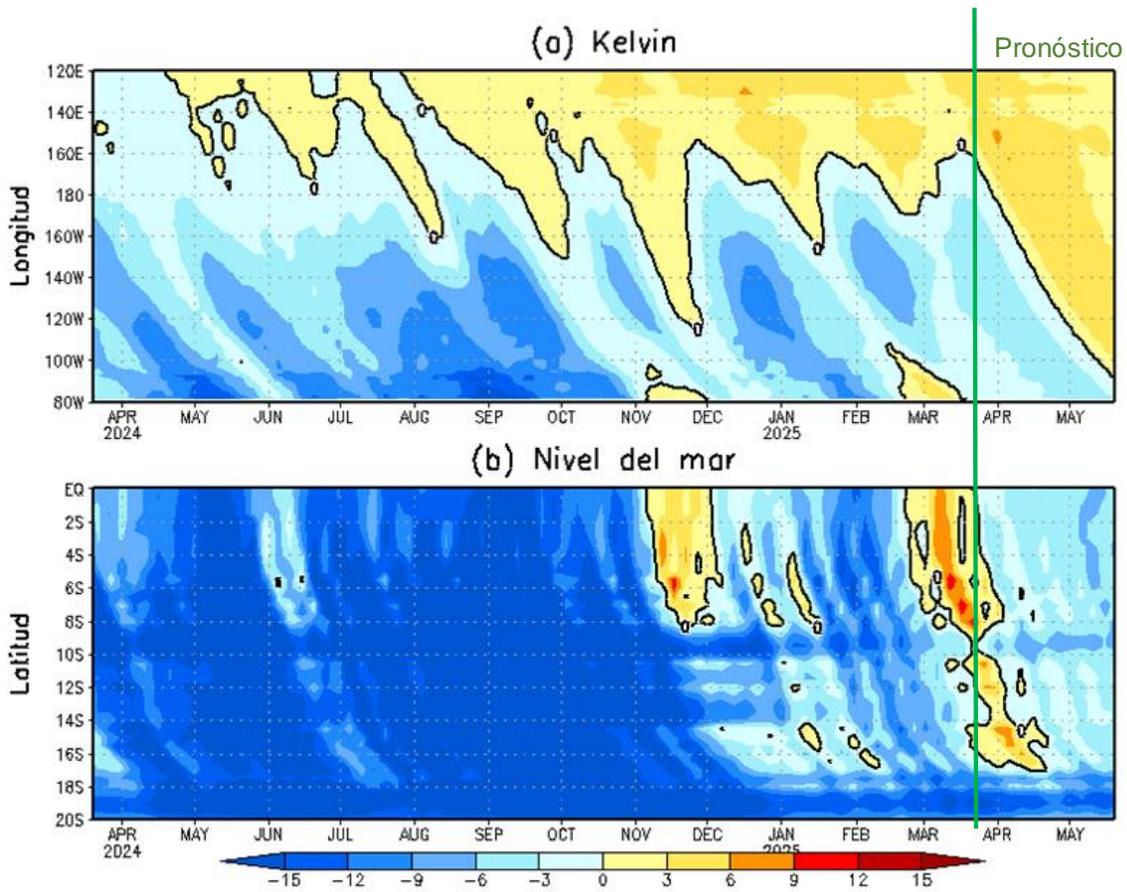


Figura 47. Simulación numérica de la anomalía del nivel del mar (cm) a lo largo de la franja ecuatorial del océano Pacífico (panel superior) y a lo largo de la costa peruana (panel inferior). Esta simulación se realizó con el modelo oceánico lineal (LOM) forzado con esfuerzo de viento del re-análisis de NCEP; termoclina variable. Elaborado por el IGP.

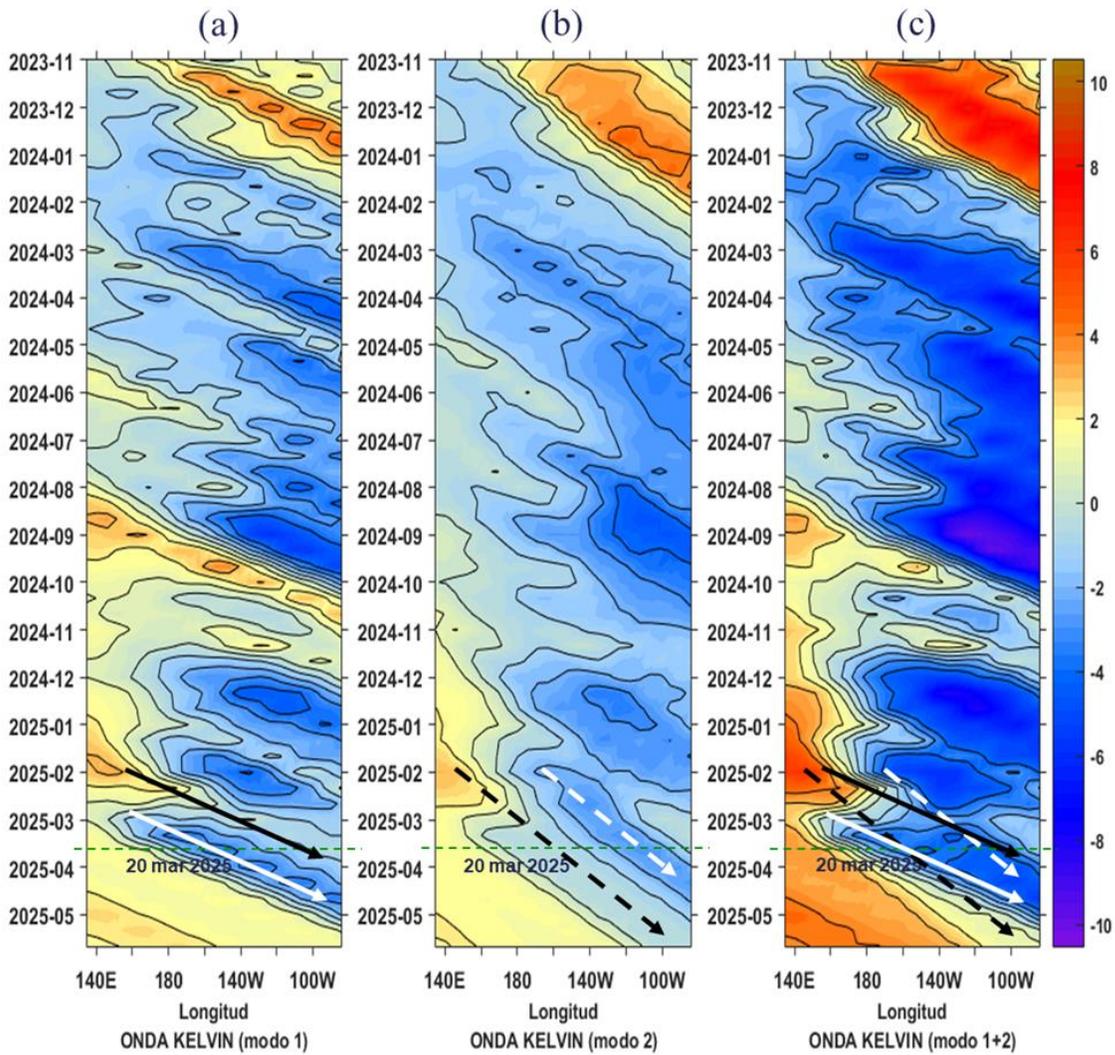


Figura 48. Diagrama Hovmöller longitud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacífico ecuatorial (0°N): (a) Modo 1 (flechas con líneas continuas), (b) Modo 2 (flechas con líneas discontinuas), (c) Modos 1+2. Se presentan las ondas de hundimiento “cálidas” (flechas negras), y las ondas de afloramiento “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

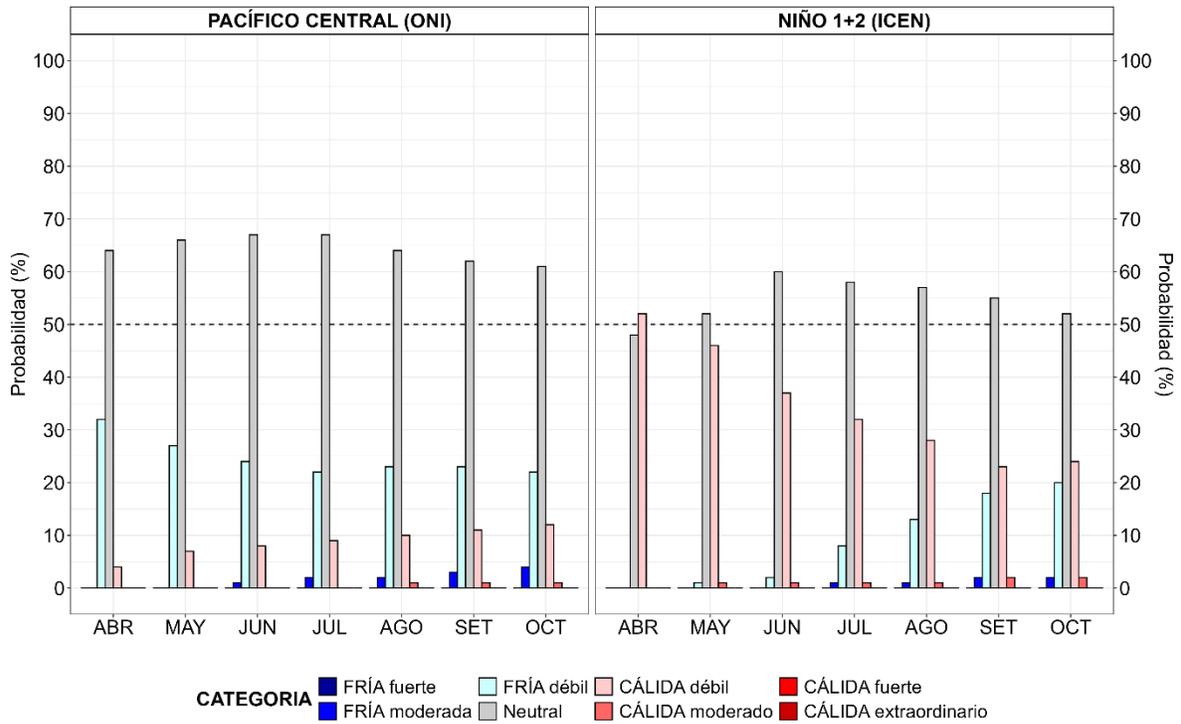


Figura 49. Probabilidades mensuales estimadas para condiciones cálidas, neutras y frías en el Pacífico central (región Niño 3.4, izquierda) y en el extremo del Pacífico oriental (región Niño 1+2, frente a la costa de Perú, derecha) entre abril y octubre de 2025.

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>
- Buitrón, B., Perea, A., Mori, J., Sánchez, J. & Roque, C. 2011. Protocolo para estudios sobre el proceso reproductivo de peces pelágicos y demersales. Protocol for studies on the reproductive process of pelagic and demersal fishes. Boletín Instituto del Mar Perú, 38: 373-384.
- 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. (2024). Definición Operacional de los Eventos El Niño Costero y La Niña Costera en el Perú. Nota Técnica ENFEN 01 2024. 07 pp. <https://enfen.imarpe.gob.pe/download/nota-tecnica-enfen-01-2024-definicion-operacional-de-los-eventos-el-nino-costero-y-la-nina-costera-en-el-peru/>
- Ham, Y.-G., Kim, J.-H. & Luo, J.-J. (2019), Deep learning for multi-year ENSO forecasts. *Nature* <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1559-7>.
- Ham, Y.-G., Kim, J.-H., Kim, E.-S. & On, K.-W. (2021). 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>.
- Helrich, K. (1990). *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists* (15a ed., Vol. 1). Association of Official Analytical Chemists, Inc.
- Huang B., Thorne P.W., Banzon V.F., Boyer T., Chepurin G., Lawrimore J.H., Menne M.J., Smith T.M., Vose R.S. and Zhang H.M. 2017. Extended Reconstructed Sea Surface Temperature, Version 5 (ERSSTv5): Upgrades, Validations, and Intercomparisons. *Journal of Climate*. 30(20): 8179–8205. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-16-0836.1>
- 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>

- Lellouche, J.-M., Le Galloudec, O., Drévillon, M., Régnier, C., Greiner, E., Garric, G., Ferry, N., Desportes, C., Testut, C.-E., Bricaud, C., Bourdallé-Badie, R., Tranchant, B., Benkiran, M., Drillet, Y., Daudin, A., and De Nicola, C. 2013. Evaluation of global monitoring and forecasting systems at Mercator Océan, *Ocean Sci.*, 9, 57-81.
- 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>
- 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.; Montecinos, A.; Goubanova, K.; Dewitte, B. ENSO regimes: Reinterpreting the canonical and Modoki El Niño. *Geophys. Res. Lett.* 2011, 38, L10704. <https://doi.org/10.1029/2011GL047364>

- Vazzoler, A. E. A. de M. (1982). Manual de métodos para estudos biológicos de populações de peixes: Reprodução e crescimento.