

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



INFORME TÉCNICO ENFEN

AÑO 11 N° 04

12 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:

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

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

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

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

Ing. 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 Bouchon, 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 (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° 04, 12 marzo de 2025, 88 p.

Los Informes Técnicos previos están disponibles en <http://enfen.imarpe.gob.pe> así como en las páginas web de las instituciones que conforman la Comisión Multisectorial. De tener inconveniente para acceder al informe, contacte a la Secretaría Técnica ENFEN a la dirección electrónica: st_enfen@IMARPE.gob.pe.

Fecha de Publicación: 14 de marzo de 2025



**Diagnóstico Climático y
Previsión de El
Niño-Oscilación del Sur
en el Perú al 12 de marzo
2025**

Índice

<u>I.</u>	<u>INTRODUCCIÓN</u>	5
<u>II.</u>	<u>MÉTODOS</u>	5
2.1.	<u>Variables</u>	5
	<u>Temperatura Superficial del Mar (TSM)</u>	6
2.2.	<u>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
2.3.	<u>Modelos y Pronósticos</u>	7
	<u>Modelo Oceánico Lineal (LOM-IGP)</u>	7
	<u>Modelo Oceánico de Complejidad Intermedia</u>	8
	<u>Modelo Oceánico Multimodal (MOMM)</u>	8
	<u>Modelos Climáticos de Agencias Internacionales</u>	9
	<u>Pronóstico Probabilístico de Juicio Experto</u>	9
<u>III.</u>	<u>CONDICIONES OBSERVADAS AL 12 DE MARZO DE 2025</u>	10
3.1.	<u>Condiciones océano atmosféricas en el Pacífico tropical</u>	10
3.2.	<u>Condiciones oceánicas y atmosféricas locales</u>	13
3.3.	<u>Productividad marina y condiciones biológico-pesqueras</u>	17
3.4.	<u>Condiciones hidrológicas</u>	19
3.5.	<u>Condiciones agrometeorológicas</u>	19
<u>IV.</u>	<u>PERSPECTIVAS</u>	20
<u>V.</u>	<u>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</u>	23
<u>VI.</u>	<u>TABLAS Y FIGURAS</u>	24
<u>VII.</u>	<u>REFERENCIAS</u>	85

I. INTRODUCCIÓN

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

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

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

II. MÉTODOS

Variables

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

Temperatura Superficial del Mar (TSM)

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

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

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

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

Índices

Índice Costero El Niño (ICEN)

Es calculado a partir de la media 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° - 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 (Paíta, Chimbote, Huanchaco, Huacho, Callao, Pisco e Ilo). A partir de esta información se determinan los siguientes índices reproductivos: índice gonadosomático (IGS), que es un indicador de la actividad reproductiva; fracción desovante (FD), que es un indicador directo del proceso de desove; y contenido graso (CG), que es un indicador de la condición somática del recurso, mostrando la reserva energética del mismo (Buitrón et al., 2011). El IGS se calcula mediante la relación del peso de la gónada y el peso eviscerado del pez (Vazzoler, 1982), contándose con información desde 1986. La FD se calcula como el cociente de las hembras que están en condición de desovantes sobre el total de hembras analizadas, expresada en porcentaje; con información disponible desde 1992. El CG se determina mediante la extracción de grasa total por el método de Soxhlet (Helrich, 1990), el cual es expresado en porcentaje con información desde 2002.

Modelos y Pronósticos

Modelo Oceánico Lineal (LOM-IGP)

El modelo representa la dinámica superior en el Pacífico ecuatorial y se simula con dos tipos de termoclina, constante y variable. Para el diagnóstico, el modelo es forzado con esfuerzo de viento del 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 fuerte (IGP-UHM AI model v1.0)

El modelo IGP-UHM AI (Rivera et al., 2023) es una Red Neuronal Convolutiva (CNN, por sus siglas en inglés) cuya arquitectura tiene un diseño interno similar al de la CNN para la predicción del índice Niño 3.4 (Ham et al., 2019; Ham et al., 2021). La información de entrada está compuesta de 4 campos de anomalía (temperatura superficial del mar, nivel medio del mar, velocidad zonal y meridional a 10 metros de altura) por tres meses consecutivos que se sabe que son precursores de eventos de El Niño. Estas variables se transforman para tener varianza unitaria, 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 12 DE MARZO DE 2025

3.1. Condiciones océano atmosféricas en el Pacífico tropical

En el Pacífico ecuatorial, según los datos de ERSST v5, la anomalía mensual de la Temperatura Superficial del Mar (TSM) en febrero fue de $-0,59\text{ }^{\circ}\text{C}$ en la región Niño 3.4 (Pacífico central) y de $+0,37\text{ }^{\circ}\text{C}$ en la región Niño 1+2, que abarca la zona norte y centro del mar peruano. En las regiones central y occidental, entre los 160° E y 150° W , persistió la anomalía negativa de TSM hasta lo que va de marzo. Al este de los 140° W en la región oriental se desarrolló una condición cálida de hasta $+3\text{ }^{\circ}\text{C}$, intensificándose durante marzo (Figura 1 y Tabla 1). Según los datos semanales de OISST, para la primera semana de marzo, la anomalía fue cero en la región Niño 3.4 y $+1,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ en la región Niño 1+2 (Tabla 2).

Los valores del Índice Costero El Niño (ICEN) de enero y del ICEN temporal (ICEN-tmp) de febrero de 2025 se encuentran dentro del rango de la categoría Neutra. Por otro lado, el valor del ONI de enero corresponde a la categoría Fría Débil y el valor del ONI temporal (ONItmp) de febrero de 2025 corresponde a la categoría Neutra (Tabla 3).

En el Pacífico ecuatorial, continuaron registrándose anomalías de esfuerzo de viento del oeste, alcanzando los 150°W . Esto habría fortalecido o generado en la región oriental la presencia de al menos una onda de Kelvin cálida desde la tercera semana de febrero, además de anomalías del oeste en las corrientes zonales en la banda ecuatorial y el rápido ascenso de la anomalía de la TSM a valores positivos al este de los 140°W . Además, se observó el debilitamiento de la señal de la onda de Kelvin fría, evidenciado en el nivel del mar y en la termoclina del Pacífico central. Por otro lado, en la región occidental y central, se observó entre la última semana de febrero y lo que va de marzo, anomalías de esfuerzo de viento del este, que podrían dar origen a una nueva onda de Kelvin fría en esa región. Asimismo, en la región occidental se observa una onda Kelvin cálida propagándose, generada por la reflexión de una onda Rossby cálida en el Pacífico occidental en febrero (Figuras 2 a 5).

En lo que va de marzo, han persistido anomalías de presión ligeramente positivas en el Pacífico Occidental y parte del Pacífico Central, con valores de $+2\text{ hPa}$ (170°E - 140°W). Este aumento de la presión favoreció condiciones subsidentes en dicha región. Por el contrario, en Oceanía se presentaron anomalías de presión negativas, asociados a patrones más convectivos en la Celda de Walker, lo que favoreció la convección para esta región (Figuras 6 y 7). Finalmente, para la región norte ecuatorial de Sudamérica se presentó una convección intensa entre los 75°W y 90°W lo que propició superávits de lluvias, principalmente en la selva y parte de la sierra norte del Perú (Figuras 6 y 15).

A inicios de febrero 2025, persistieron las anomalías de vientos del este en el Pacífico occidental y parte del central (180° - 140° E, aprox. de -1 a -4 m s^{-1}), para luego tener anomalías cercanas a cero (vientos dentro de sus valores climáticos) favoreciendo el incremento de las anomalías de TSM en el Pacífico central con una tendencia hacia las condiciones neutras (Figura 8 a). Además, en el Pacífico oriental, entre mediados y fines de febrero se presentaron fuertes anomalías de vientos del oeste, que propiciaron el aumento de la anomalía de la TSM en el Pacífico oriental, incluyendo la región Niño 1+2 como la costa peruana lo cual favoreció a mayores superávits de lluvias en la vertiente occidental (Figuras 8 a, 15 a y 16).

En el mes de marzo se han reportado anomalías de vientos del este en el Pacífico occidental y parte del Pacífico central (150° E - 150° W y 10° N - 10° S), lo que probablemente ha favorecido una tendencia negativa de las anomalías de TSM en la región Niño 3.4 (Figuras 8 a y 9). Además, las anomalías de vientos del oeste que se habían desarrollado en el Pacífico oriental y cercanos a la costa peruana se relegaron más hacia el occidente (entre 120° W y 160° W; Figura 8 a), detectándose inclusive vientos del oeste a 120° W. En el extremo oriental se presentaron vientos del noreste que favorecieron la persistencia del calentamiento en la región Niño 1+2 (Figuras 9 y 16). Por otro lado, en niveles altos (250 hPa) se reportaron anomalías de vientos del este, intensificadas principalmente hacia la región central y sur del Perú, lo que propició una mayor advección de humedad y superávits de lluvias principalmente para la sierra y selva central y sur (Figuras 10 y 15 b).

Desde la línea de pronóstico (hasta el 26 de marzo 2025), se espera que en el Pacífico occidental y parte del Pacífico central las anomalías de vientos del este se intensifiquen hasta magnitudes de -5 m s^{-1} , lo que podría propiciar la persistencia del enfriamiento que se está presentando desde inicios de marzo. N esa región. Por otro lado, en el Pacífico oriental se tendrán vientos cercanos a sus valores climáticos (Figura 8 a), lo que favorecería una gradual disminución de las anomalías de TSM frente a la costa norte.

Respecto a la velocidad potencial en la región ecuatorial (5° N – 5° S), desde inicios a mediados de febrero 2025, se propagó la fase divergente en altura (200 hPa) desde el Océano Índico y el continente de Oceanía hacia 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 parte de la costa, sierra y selva norte del Perú con anomalías predominantemente de $+30$ % a $+400$ % en el mes de febrero 2025 (Figuras 8 b y 15 a).

En lo que va de marzo (1- 10 de marzo), en la región ecuatorial de Sudamérica (5°N - 5°S y 90°W - 60°W) persistieron los valores de anomalías de velocidad potencial divergentes, pero con una menor magnitud respecto a febrero, las que probablemente generaron superávits de lluvias en la región norte del Perú, concentrándose en el departamento de Tumbes, parte de la sierra norte y la selva norte baja (Figuras 10 b y 15 b). Desde la línea de pronóstico, en la región ecuatorial de Sudamérica (5°N - 5°S y 90°W - 60°W) se propagará la fase convergente hasta el 26 de marzo, lo que podría limitar la convección en la zona ecuatorial de Sudamérica y la costa norte del Perú (Figura 10 b).

Para el trimestre DEF 2024-2025, el núcleo del Anticiclón del Pacífico Sur (APS) se encontró en promedio dentro del rango normal y con un desplazamiento ligeramente al oeste. Para febrero, en promedio, el núcleo del APS estuvo desplazado al suroeste de su posición habitual y su intensidad presentó una anomalía de -1,7 hPa (Figura 11).

A una escala semanal de variabilidad, del 17 al 23 de febrero el APS presentó una configuración muy zonal desde los 80°W hasta los 120°W (Figura 12) lo que favoreció la disminución de la intensidad de los vientos del sureste en la costa peruana, la predominancia de anomalías de vientos del oeste en el nivel de 1000 hPa y el incremento de anomalías de TSM en la región Niño 1+2 (Figuras 13, 14 y 16). Posteriormente del 24 de febrero al 2 de marzo el APS se desconfiguró y disminuyó considerablemente su intensidad hasta 1016 – 1018 hPa (Figura 12), lo que propició la disminución de los vientos del sureste hasta fines de febrero e inicios de marzo, principalmente en la costa norte (Figuras 12, 13 y 14). A partir del 3 al 9 de marzo, el APS se situó cercano a su posición climática, con una intensidad en el núcleo de 1024 hPa, +2 hPa por encima de sus valores climáticos, lo que favoreció el incremento de la magnitud de los vientos del sureste principalmente frente a la costa norte y central (Figuras 12 y 13), reflejándose en el descenso de las anomalías de la TSM.

Según el pronóstico del GFS, se espera que del 10 al 16 de marzo persista esta configuración del APS con valores de 1024 hPa en su núcleo (Figura 12), por lo que principalmente en la región central los vientos se mantendrán por encima de sus valores climáticos (Figuras 12 y 13). Finalmente, del 17 al 23 de marzo el núcleo del APS presentará valores de 1022 hPa, cercanos a sus valores climáticos y menores que la semana anterior, por lo que los vientos disminuirían frente a la costa sur, continuarían cercanos a su climatología en la costa norte, y se mantendrían por encima de su climatología en la costa central (Figuras 12 y 13), favoreciendo así la disminución de anomalías de TSM en la costa peruana.

3.2. Condiciones oceánicas y atmosféricas locales

Durante el mes de febrero, en la zona oceánica del Pacífico tropical sudeste se registraron sobre la superficie vientos moderados ($4,1 - 6,8 \text{ m s}^{-1}$) a débiles ($< 4,1 \text{ m s}^{-1}$), con anomalías de velocidad del viento (VV) en el rango negativo ($< -1,0 \text{ m s}^{-1}$) en la zona oceánica. En particular, desde la última semana de febrero hasta el diez de marzo se detectaron anomalías del oeste frente a la costa norte, así como fuertes anomalías del norte al norte de la línea ecuatorial, asociada a la intensificación anómala de los vientos del golfo de Panamá; sin embargo, frente a la costa peruana los vientos oceánicos tendieron a normalizarse y los vientos costeros a intensificarse notablemente (Figura 17).

En la franja de 110 km adyacente a la costa peruana, durante el mes de febrero, se registraron predominantemente vientos débiles y anomalías negativas del noroeste. Sin embargo, en los primeros diez días de marzo entre Paita y San Juan de Marcona, se registraron vientos moderados con anomalías de VV en el rango positivo ($> +1,0 \text{ m s}^{-1}$), manteniendo vientos débiles frente a las costas norte y sur (Figura 18). El afloramiento costero estuvo debilitado durante todo el mes de febrero, con una recuperación paulatina en las últimas dos semanas. El índice del bombeo de Ekman se mantuvo con valores bajos, con anomalías negativas constantes durante gran parte de febrero y los primeros diez días de marzo. Por su parte, el transporte de Ekman exhibió un incremento desde la última semana de febrero a lo que va de marzo, pasando de mostrar anomalías negativas a positivas (Figura 19).

Del 1 al 10 de marzo, a lo largo del litoral costero, la anomalía promedio decadiaria de la temperatura máxima fue de $+1,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$, un valor ligeramente inferior al de la década anterior en $0,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$, debido a la presencia de una mayor cobertura nubosa, pero superior a la primera década de febrero ($+0,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$). La temperatura mínima presentó una anomalía promedio decadiaria de $+0,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$, superior en $0,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ a la década anterior y en $0,7 \text{ }^{\circ}\text{C}$ respecto a la primera década de febrero, influenciada por el calentamiento de la TSM cerca de la costa. En la costa norte, las temperaturas máximas mostraron anomalías promedio decadiarias de $+1,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$ y en la costa central, $+1,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$, siendo estas las más altas. En la costa sur, la anomalía fue de $+0,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$, dentro del rango de variabilidad climática ($\pm 1,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$). Las estaciones con las anomalías promedio más altas de temperatura máxima fueron Chusis (Piura, costa norte), con $+2,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$, y Huarmey (Áncash) y Campo de Marte (Lima, costa central), con $+1,7 \text{ }^{\circ}\text{C}$. En cuanto a las temperaturas mínimas, la anomalía promedio decadiaria más alta se presentó en la costa norte con $+1,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$, mientras que en la costa central y sur alcanzaron anomalías de $+0,7 \text{ }^{\circ}\text{C}$ y $+0,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$, respectivamente, valores considerados dentro del rango de variabilidad climática ($\pm 1,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$). Las estaciones con las mayores anomalías promedio de temperatura mínima fueron Chusis (Piura, costa norte) y Huarmey (Áncash, costa central), ambas con $+1,7 \text{ }^{\circ}\text{C}$. (Figura 20).

En el mar peruano, la TSM presentó evidenció calentamiento frente a la costa al norte de los 14°S durante febrero y las primeras dos semanas de marzo, lo que desarrolló intensas anomalías positivas con un alcance mayor a 200 mn frente a la costa norte y parte de la costa centro; sin embargo, frente a la costa centro la TSM se mantuvo entre la condición normal y anomalías negativas por dentro de las primeras 50 mn, en promedio. Frente a la costa sur no se observó este calentamiento, manteniéndose anomalías negativas cerca de costa y algunos núcleos positivos por fuera de las 50 mn (Figura 21). Por otro lado, dentro de las primeras 100 mn frente a la costa norte, la TSM mostró un abrupto incremento desde la primera semana de febrero, tornando a anomalías positivas para la segunda semana de febrero, y alcanzando valores superiores a +3 °C para la primera de marzo (Figura 22 a). A otra escala, en el litoral de Perú la anomalía negativa de TSM presentó una disminución en la zona norte y centro del país durante febrero, al norte de Callao, decayendo la condición fría y rápidamente desarrollando una condición cálida al norte de Chimbote, intensificándose desde la última semana de febrero al registrar valores de hasta +5 °C. Por otro lado, en la costa al sur de San Juan de Marcona se presentó una condición fría con una anomalía de -1°C (Figura 22 b).

Respecto a la información registrada *in situ* por el IMARPE dentro del “Crucero de evaluación hidroacústica de la anchoveta y otros recursos pelágicos 2502-04”, del 24 al 28 de febrero, la TSM del área evaluada (al norte de Punta Falsa y de Mórrope a Chimbote) varió de 19,5 °C a 29,2 °C con un promedio de 26,1 °C, asociado a anomalías de TSM que fluctuaron de -1,3 °C a +6.9 °C. La zona más cálida se ubicó entre Punta La Negra y Puerto Pizarro, en donde la TSM presento los mayores rangos, de 26 °C a 29 °C. Asimismo, se detectaron tres masas de agua: las Aguas Tropicales Superficiales (ATS; SSM <33.8), Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES; 34<SSM<34,8) y las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS; SSM > 35,1). El contenido de oxígeno disuelto (OD) en la superficie del mar varió de 4 a 5 mL L⁻¹, exhibiendo ligeras anomalías positivas en la zona costera entre Chicama y Pacasmayo (Figura 23).

El calentamiento del mar como una ola de calor marina (OCM; Hobday et al., 2016; Figura 24) continuó desarrollándose, afectando principalmente la zona norte. Luego de un período de contracción entre la tercera y cuarta semanas de febrero, el área en condición de OCM alcanzó un nuevo máximo el 05 de marzo, con 1,31 x10⁵ km², equivalente al 29,83 % del área total de la franja de 150 mn costeras entre los 4°S y 18,5°S. Asimismo, el área de la OCM con anomalía de TSM > + 4 °C alcanzó su máximo el 04 de marzo. A partir del 07 de marzo se observa una reducción del área en condición de OCM, así como de la intensidad del calentamiento.

Las anomalías del nivel de mar (ANM) en la franja de 60 mn adyacente a la costa peruana, aumentaron desde la última semana de febrero a lo que va de marzo, superando valores de +15 cm al norte de Pimentel, lo cual estuvo asociado a la propagación de la onda Kelvin cálida frente a la costa peruana. Al norte de Talara destacó una leve disminución de las ANM en los últimos días (Figura 25). Asimismo, en el litoral, la ANM registró un incremento durante todo el mes de febrero y presentó una condición sobre lo normal al norte de Callao, que alcanzó inclusive anomalías sobre los 20 cm entre la isla Lobos de Afuera y Chimbote. Sin embargo, durante marzo han ido disminuyendo estas anomalías positivas alcanzando valores alrededor de lo normal para la segunda semana (Figura 26).

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, para el mes de febrero del 2025 mostró un valor temporal de -0,36 °C, 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 neutra para ambos índices (Figura 27). 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), mostró un valor temporal de +0,18 °C para febrero, en el rango de condiciones neutras (Figura 28).

Respecto a la temperatura sub-superficial, en la última semana de febrero frente a Puerto Pizarro y Paita; y en la primera semana de marzo frente a Chicama, de acuerdo a información registrada *in situ* por IMARPE, se observó el predominio de anomalías positivas sobre los 50 m de profundidad, con valores de hasta +6 °C (Puerto Pizarro). Además, se observaron anomalías cálidas débiles (> +0,5 °C) en la capa sub-superficial, con un núcleo ubicado entre los 200m y 300 m de profundidad, aproximadamente. Frente a Chicama, además destacó una capa subsuperficial somera de anomalías de -1 °C a 50 m de profundidad a una distancia intermedia de la costa (Figura 29). La presencia de esta capa subsuperficial somera con anomalías térmicas frías también es detectada por boyas Argo frente a Chicama y a Callao dentro de las 100 mn (Figura 30). La profundidad de la termoclina mantuvo una posición por encima de su climatología frente a Paita a fines de febrero y frente a Chicama en la primera semana de marzo, mientras que por fuera de las 70 mn presentó una profundización en comparación al mes anterior, así como con respecto a su climatología (Figura 31).

De acuerdo a información *in situ* registrada por HIDRONAV, del 06 al 08 de marzo, frente a Puerto Pizarro la temperatura registró más de 28 °C en superficie, desarrollando una anomalía positiva de hasta +5 °C por dentro de los primeros 200 km en la capa de los primeros 30 m de profundidad.

Por debajo y hasta los 100 m se observó una anomalía negativa intensa de hasta $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$, siendo más intensa por dentro de los primeros 100 km de costa. Por otro lado, frente a Paita la isoterma de $28\text{ }^{\circ}\text{C}$ se encontró por fuera de los 100 km de la costa, asociada a anomalías de hasta $+6\text{ }^{\circ}\text{C}$; en tanto que, cerca de la costa las isotermas se observaron ligeramente elevadas, relacionándose con las anomalías de $+3\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Figura 32).

A corto plazo, hasta el 21 de marzo, el modelo MERCATOR pronostica el descenso de la anomalía de la TSM en la región Niño 1+2 hasta $+1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Figura 33). Asimismo, se espera primero la atenuación de las anomalías positivas y después presencia de anomalías negativas en el nivel del mar propagándose dentro de los 110 km frente a la costa de Perú, debido al paso de la onda Kelvin fría; sin embargo, después se propagarían anomalías positivas de norte a sur alcanzando la zona de Chicama al final del período de pronóstico (Figura 34). La tasa de cambio de la anomalía de TSM con respecto al tiempo, presentaría primero una tendencia negativa frente a la costa peruana entre los 7°S y 20°S y después una tendencia positiva hacia el 10 de marzo; mientras que al norte de los 7°S retornaría la tendencia positiva a partir del 13 de marzo (Figura 35).

El pronóstico de TSM a 30 y 100 mn frente a la costa norte (Paita) indica una ligera disminución de la temperatura sobre los 50 m que disminuiría la anomalía positiva a valores positivos para el 20 de marzo (Figura 37 a y b). Frente a la costa centro, a 30 mn de Chicama, 40 mn de Chicabote y 40 mn de Callao, también se espera una disminución de la temperatura sobre los 50 m, que desarrollaría valores térmicos de alrededor de lo normal e inclusive un valor ligeramente negativo frente a Chicabote (Figura 37 c-e).

En cuanto a la salinidad superficial del mar (SSM), de acuerdo al modelo MERCATOR, las ATS ($\text{SSM} < 33,8$) y las AES ($\text{SSM} < 34,8$) provenientes del norte se desplazaron hacia el sur, alcanzando Punta Falsa y Chicama en lo que va de marzo, respectivamente (Figura 38). De acuerdo a la información *in situ* registrada por el IMARPE, las ATS alcanzaron a presentarse dentro de las 60 mn frente a Paita y sobre los 20 m hacia fines de febrero, mientras que, las AES habrían tenido influencia hasta Chicama en sectores oceánicos, generando mezcla con las ASS (Figura 23). Frente a la costa centro, las ASS hasta inicios de marzo mostraron un acercamiento permanente hacia la costa, siendo detectadas a 88 mn de Chicama y 77 mn de Huacho y sobre los 20 y 30 m de profundidad, respectivamente (Figura 39). Sin embargo, durante los últimos días la intensificación de los vientos en el sector costero habría favorecido al repliegue de las ASS hacia el oeste, como resultado del incremento en cobertura de las aguas costeras frías ($\text{ACF}; 34,9 < \text{SSM} < 35,05$), con excepción del sector entre Huacho y Callao, donde se mantuvo la intromisión de las ASS (Figura 38). En el sector sur, el afloramiento costero habría favorecido a la permanencia de las ACF con una amplia proyección hacia el oeste (Figura 38).

De acuerdo a la información *in situ* registrada por HIDRONAV en marzo, las ATS presentaron un alcance vertical de hasta 30 m frente a Puerto Pizarro; mientras que, frente a Paita se encontrarían 200 km por fuera de costa, prevaleciendo las AES cerca de la costa (Figura 32).

Según el modelo MERCATOR, en cuanto a la salinidad superficial (SSM), se pronostica una nueva incursión de las ATS hacia el sur de su distribución normal hasta el 21 de marzo (Figuras 36 y 40). Es así que el pronóstico espacial frente a la costa norte y centro de Perú indica la presencia de las ATS hasta alrededor de los 6°S con una extensión oceánica de hasta 200 mn para los próximos días, esperando se proyecte hasta los 7°S; asimismo, se espera que las AES se presenten hasta los 8° S y en la zona más oceánica respecto a las ATS frente a la costa norte. El pronóstico de la salinidad en la columna de agua a 30 mn frente a Paita indica un incremento vertical de las ATS hasta los 25 m y la presencia de las AES hasta los 50 m, esperándose continúen observándose en la costa norte al menos hasta el 20 de marzo (Figura 40).

Respecto al OD, a finales de febrero del 2025, en la sección de Paita, se observaron concentraciones típicas de agua cálidas de 4,0 a 5,0 mL L⁻¹ asociadas a temperaturas superiores a 25 °C sobre la capa de los 10 m. Por otro lado, se registró la iso-oxígena de 1 mL L⁻¹ entre los 150 y 180 m de profundidad frente a Paita, mientras que el límite superior de la Zona de Mínimo de Oxígeno (ZMO, OD <0,5 mL L⁻¹) se ubicó desde los 180 m hasta los 220 m de profundidad. En la sección de Chicama, en la primera semana de marzo del 2025, se determinaron concentraciones de oxígeno de alrededor de 5,0 mL L⁻¹ sobre la capa de los 10 m. En cuanto a la ZMO, el límite superior (OD <0,5 mL L⁻¹) se extendió desde los 50 m hasta los 90 m de profundidad (Figura 29). Frente a Paita, la oxiclina, asociada a la iso-oxígena de 1 mL L⁻¹ mostró una notable profundización fuera de las 50 mn con respecto a inicios de febrero, ubicándose hasta 40 m más profunda que su posición climatológica; en cambio en la zona costera mantuvo una ubicación más superficial que lo normal (Figura 31).

3.3. Productividad marina y condiciones biológico-pesqueras

La clorofila-a, indicadora de la producción de fitoplancton, de acuerdo con la información satelital, presentó en promedio para febrero concentraciones de 3 µg L⁻¹ a lo largo de la costa dentro de las 60 mn, disminuyendo respecto a enero. Estas concentraciones se asociaron a anomalías positivas entre +1 a +4 µg L⁻¹ dentro de las 50 mn a lo largo de la costa, a excepción de Paita donde se presentaron entre las 30 a 80 mn.

En cambio, se detectaron anomalías negativas de $-1 \mu\text{g L}^{-1}$ dentro de las 30 mn frente a Paita y entre 40 a 60 mn de Huacho a Callao (Figura 41). En los primeros 10 días de marzo, las concentraciones tendieron a aumentar (Figura 42), principalmente debido a que, de Chicama a Ilo, se desarrollaron concentraciones superiores a $3 \mu\text{g L}^{-1}$, con núcleos $>10 \mu\text{g L}^{-1}$ frente a Pisco. Las anomalías alcanzaron valores de $+10 \mu\text{g L}^{-1}$, pero en la zona norte, entre Paita y San José dentro de las 50 mn, se detectaron anomalías negativas de $-1 \mu\text{g L}^{-1}$ (Figura 41). El aumento de la concentración de clorofila-a en lo que va de marzo en la zona centro-sur podría estar relacionado a la intensificación del afloramiento costero (transporte Ekman) (Figura 41), mientras que, la disminución en la zona norte se relacionaría al efecto de la onda de Kelvin cálida.

Respecto a los recursos pesqueros pelágicos, la primera temporada de pesca de anchoveta 2025 en la región sur, iniciada el 01 de enero y con una duración máxima hasta el 30 de junio, al 10 de marzo ha resultado en un desembarque acumulado de 141 986 toneladas correspondiente al 56,6 % del Límite Máximo de Captura Total Permisible (LMCTP) de 251 000 toneladas. La flota dirigida a la pesca de la anchoveta se distribuyó desde Atico a Morro Sama dentro de las 20 mn. Se registró una importante presencia de ejemplares juveniles con 49,4 % en número y 88,5 % en peso (Figuras 43 y 44).

En el mes de febrero, los indicadores reproductivos de del stock norte-centro de anchoveta del litoral peruano mostraron la declinación de los procesos de maduración gonadal y desove (Figura 45).

Respecto a las especies transzonales, el jurel (*Trachurus murphyi*) y la caballa (*Scomber japonicus*) se distribuyeron principalmente en el sur del litoral, dentro de 40 mn de costa, mientras que el bonito (*Sarda chiliensis chiliensis*) presentó mayor cobertura a lo largo del litoral, dentro de las 60 mn (Figura 46). Por otro lado, el perico (*Coryphaena hippurus*), presentó acercamiento a la costa y se ubicó principalmente en el sur del litoral dentro de las 150 mn (Figura 47).

Con respecto a los recursos demersales, se estableció la veda reproductiva del recurso merluza desde el 21 de febrero en el área marítima comprendida entre el límite norte del dominio marítimo peruano y los $04^{\circ}00'S$, así como entre los $05^{\circ}00'S$ y $06^{\circ}00'S$, y desde el 07 de marzo en el área marítima comprendida entre los $04^{\circ}00'S$ y $05^{\circ}00'S$.

Para los recursos invertebrados, el calamar gigante (*Dosidicus gigas*) mostró una amplia distribución desde Paita hasta Morro Sama, y entre las 5 mn y 192 mn de la costa, con una mayor concentración en la zona norte, especialmente entre Punta La Negra y Pimentel, seguida de la zona centro, particularmente frente a Bahía Independencia. Se evidenció un incremento en los desembarques respecto al mes anterior.

En relación con la estructura de tallas, se observó un crecimiento en la talla promedio, pasando de 34 cm en enero a 36,1 cm en febrero 2025 (Figura 48).

Durante el periodo comprendido entre el 24 de febrero y 10 de marzo, se registraron especies de aguas cálidas desplazadas al sur de su distribución habitual. Es así que se detectó en la región de La Libertad las especies *Caranx caballus* “cocinero”, *Umbrina xanti* “polla rayada”, *Hyporthodus acanthistius* “mero colorado”, *Menticirrhus panamensis* “viña”. Para la región Ancash se desembarcó la especie *Elops affinis* “pez torpedo”. En tanto en la región Lima se registraron a las especies *Cynoponticus coniceps* “bio bio”, *Cephalopholis colonus* “cabinza roja” y en la región Ica se desembarcó la especie *Bodianus diplotaenia* “vieja colorada” (Tabla 4 y Figura 49).

3.4. Condiciones hidrológicas

En el mes de febrero del 2025, la gran mayoría de los ríos del país, de las tres vertientes hidrográficas, en su gran mayoría estuvieron caudales sobre lo normal de forma muy significativa, a excepción de los ríos navegables como el río Amazonas, río Nanay y el río Ucayali, en los que predominaron condiciones normales. Estas condiciones continuaron para los primeros diez días del mes de marzo, intensificándose las anomalías positivas en los primeros cinco días, especialmente en el río Tumbes. También los ríos del Titicaca elevaron sus caudales con mayor intensidad en marzo, propiciando la elevación del nivel del lago Titicaca, superando lo registrado en los años hidrológicos, 2022 – 2023 y 2023 – 2024, que fueron los más bajos desde la década de los ochenta (Tabla 5). Otro aspecto a resaltar es que el río Amazonas en la estación Tanshiyacu se encuentra con anomalías positivas, pero aun dentro del rango normal.

Al 11 de marzo del 2025, la capacidad de los reservorios a nivel nacional, se encuentra al 85,9 % de su capacidad, resaltando que el embalse de Gallito Ciego en el norte del país se encuentra lleno al 100 % de su capacidad, los reservorios de la región Arequipa se llenaron a excepción de Bamputañe que se encuentra en 83,5 %; referente a los reservorios de la sierra, el lago Junín se encuentra en un 100 % de su capacidad (Tabla 6).

3.5. Condiciones agrometeorológicas

En las zonas productoras de mango de Piura, las temperaturas superiores a su normal favorecieron el desarrollo de brotes vegetativos y labores de preparación de la planta para la campaña 2025/2026. En tanto que, en los valles productores de Lambayeque, dichas condiciones térmicas propiciaron la finalización de la campaña de mango 2024-2025.

En cuanto al cultivo de arroz de la costa norte, las temperaturas del aire favorecieron el desarrollo vegetativo de arrozales (campaña 2024/2025) tanto en almacigo como en campo definitivo. En la costa sur, en la localidad de La Yarada (Tacna), las plantaciones de olivo se encuentran en plena etapa de fructificación y cosecha de aceituna verde, favorecidas por las temperaturas del aire de normales a ligeramente cálidas. Por otro lado, algunas localidades de Tumbes, Ica, Arequipa y Puno registraron afectaciones por inundación, mayoritariamente por el desborde de ríos y quebradas (Figura 50).

IV. PERSPECTIVAS

Según el pronóstico del C3S *multi-system*, se espera que las anomalías positivas de presión en el Pacífico subtropical oriental persistan de abril a agosto de 2025, aunque desplazadas al sur y al oeste. Sin embargo, desde junio, la magnitud de estas anomalías comenzaría a reducirse, lo que indicaría una posible disminución del gradiente de presión. Además, a lo largo del período, se observa un desplazamiento de estas anomalías hacia el este, acercándose al continente sudamericano (Figura 51).

Los pronósticos de los modelos climáticos del NMME (CFSv2, CanESM5, GEM5.2–NEMO, NASA–GEOS2S, GFDL_SPEAR, COLA–RSMAS–CCSM4, COLA–RSMAS–CESM1), con condiciones iniciales de marzo de 2025, para el Pacífico central (Niño 3.4), indican la categoría neutra entre abril y enero de 2026. Por otro lado, hay que tener en cuenta que, debido a la barrera de predictibilidad, los pronósticos más allá de abril son menos precisos (Tabla 7). Para el Pacífico oriental (región Niño 1+2), el pronóstico del ICEN indica condiciones normales hasta enero del 2026 (Tabla 8).

El modelo de IA del IGP, con condiciones iniciales de febrero, indica que el índice E, relacionado a El Niño en la región oriental del Pacífico (Niño E), se mantendría en promedio con valores entre similares y superiores a su normal hasta diciembre de 2025, y para los meses de enero y febrero de 2026 estarían debajo de su valor normal. Por lo pronto, no existe probabilidad de que en el siguiente verano se desarrolle un evento Niño E fuerte. En lo que respecta al índice C, relacionado a El Niño en el Pacífico central (Niño C), muestra valores negativos que se extienden, por lo pronto, hasta febrero del año 2026 (Figura 52).

Según los datos de altimetría satelital obtenidos hasta la fecha, se espera la presencia de una onda de Kelvin cálida durante marzo. Luego, es posible que arribe una onda de Kelvin fría, aunque se ve debilitada y, finalmente, de darse las condiciones ideales, es posible que arribe una onda de Kelvin cálida en abril (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 (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.

Los resultados de los modelos de ondas del IGP, forzado con el re-análisis de NCEP para el diagnóstico (hasta el 08 de marzo) y luego con vientos igual a cero para el pronóstico, indican la presencia, en los siguientes días, de una onda de Kelvin cálida en la costa peruana. Luego, según las simulaciones, se espera un paquete de ondas de Kelvin frías débiles hasta fines de abril (Figuras 53 a 55). Finalmente, en mayo se espera el arribo de ondas de Kelvin cálidas. Hay que tener en cuenta que estos modelos no simulan los procesos de dispersión modal relacionadas a la inclinación de la termoclina; asimismo, hay que considerar que los vientos del re-análisis de NCEP (el forzante del modelo de ondas) no estarían 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, forzado con anomalías del esfuerzo zonal de los vientos hasta el 08 marzo 2025 y pronosticada con condiciones climatológicas de esfuerzo zonal de los vientos, indica que, entre lo que resta de marzo, abril y mayo 2025, ocurriría el arribo a las costas sudamericanas de dos ondas de Kelvin frías y dos ondas de Kelvin cálidas. En lo que resta de marzo se espera la llegada de una onda de Kelvin cálida (modo 2) generada por las anomalías de vientos del oeste en el Pacífico ecuatorial oriental. Posteriormente, entre marzo y abril, se espera la llegada de otra onda de Kelvin cálida (modo 1) que se generó por la reflexión de una onda Rossby cálida en el Pacífico ecuatorial occidental en enero. Asimismo, entre marzo y abril, se espera la llegada de una onda de Kelvin fría (modo 2), generada por la persistencia de las anomalías de vientos del este en el Pacífico ecuatorial occidental. Es posible que otra onda de Kelvin fría se haya generado en el Pacífico ecuatorial occidental por las recientes anomalías de vientos del este, la cual arribaría a las costas de Sudamérica entre abril y mayo. Finalmente, cabe indicar que la reflexión de ondas Rossby cálidas en el Pacífico occidental podría propiciar la formación de nuevas ondas de Kelvin cálidas, las que, al propagarse, alcanzarían el Pacífico oriental a partir de mayo (Figura 56).

Según el análisis experto de la Comisión Multisectorial del ENFEN, basado en datos observados y los pronósticos de modelos climáticos internacionales disponibles hasta la fecha, es más probable la condición neutra desde marzo hasta octubre de 2025 (Tabla 9 y Figura 57).

Por otro lado, considerando las observaciones que se tienen a la fecha, los modelos de ondas y la variabilidad de las condiciones océano-atmósfera en el Pacífico oriental, se estima que, en la región Niño 1+2, para los meses de marzo y abril es más probable la condición cálida débil, mientras que, entre mayo y octubre son más probables las condiciones neutras (Tabla 10 y Figura 57).

Respecto a las lluvias, el pronóstico estacional para marzo - mayo 2025³ indica una mayor probabilidad de lluvias de normal a sobre lo normal en la costa norte y la sierra norte occidental; siendo aún probable la ocurrencia de lluvias de moderada a fuerte intensidad en lo que resta de marzo. .

Asimismo, según el pronóstico hidrológico⁴, para marzo-mayo 2025, en la zona norte de la Región Hidrográfica del Pacífico, se prevé que los caudales de los ríos oscilen entre normal a muy sobre lo normal; particularmente, los ríos Tumbes y Piura se presentarían caudales muy sobre lo normal en marzo. En cuanto a las zonas centro y sur, se esperan caudales entre normales a sobre lo normal, destacando la condición sobre lo normal en los ríos Rímac y Chillón para marzo. En la Región Hidrográfica del Titicaca, predominarían caudales en el rango normal a muy sobre lo normal. Adicionalmente, no se descartan crecidas repentinas en los ríos de la costa.

En cuanto a los recursos pesqueros, para las próximas semanas se espera que la anchoveta de la región norte centro, mantenga una disminución progresiva de los procesos de maduración y desove conforme a su patrón histórico. En el caso de las especies transzonales, se prevé que continúe la disponibilidad de jurel, caballa y bonito a lo largo del litoral peruano, de acuerdo con su estacionalidad.

³ <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02262SENA-57.pdf>

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

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" en la región Niño 1+2, que abarca la zona norte y centro del mar peruano, debido a que es más probable que, en promedio, continúe la condición cálida débil⁵ hasta abril de 2025; sin embargo, de mayo hasta octubre, por lo pronto, son más probables las condiciones neutras.

Por otro lado, en el Pacífico central (región Niño 3.4) es más probable la condición neutra desde marzo hasta octubre de 2025. Es importante considerar que la fiabilidad de los modelos climáticos disminuye a partir de abril, debido a la barrera de predictibilidad⁶, lo que incrementa la incertidumbre en los pronósticos estacionales. Esta limitación se reduce a partir de mayo o junio, cuando los modelos logran una mejor capacidad de proyección.

Se recomienda a los tomadores de decisiones y a la población en general tener en cuenta los escenarios de riesgo basados en los avisos meteorológicos⁷ y pronósticos estacionales⁸. Esto con la finalidad de que se adopten las medidas que correspondan para la preparación y reducción del riesgo de desastres, ante las actuales condiciones oceánicas-atmosféricas que afectan a la costa y vertiente occidental del territorio nacional, principalmente. Asimismo, se recomienda a la población se mantenga informada a través de las fuentes oficiales de información del ENFEN.

La Comisión Multisectorial del ENFEN continuará monitoreando la evolución de las condiciones oceánicas y atmosféricas y actualizando las perspectivas. El ENFEN emitirá su próximo comunicado oficial ordinario el viernes 28 de marzo de 2025.

⁵ Las condiciones mensuales se establecen en base al valor del ICEN. En el caso de la condición cálida débil, esta corresponde cuando el valor del ICEN es mayor a +0.5 (Nota Técnica ENFEN 01-2024; <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/>). Para el caso del Pacífico central, la condición neutra se considera cuando el valor del ONI es mayor que -0.5 y menor que +0.5 (https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php).

⁶ <https://doi.org/10.1002/joc.3513>

⁷ <https://www.senamhi.gob.pe/?p=aviso-meteorologico>

⁸ <https://www.senamhi.gob.pe/?p=pronostico-climatico>

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 2025	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	
05-Feb-25	25.7	0.1	25.9	-0.6
12-Feb-25	26.9	0.9	26.3	-0.3
19-Feb-25	27.2	1.0	26.4	-0.3
26-Feb-25	27.5	1.1	26.7	-0.2
05-Mar-25	28.1	1.6	27.0	0.0

Tabla 3. Valores del ICEN, ONI y sus categorías desde febrero de 2024 hasta enero de 2025, así como sus valores 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	0.23	Neutro	-0.49	Neutra

Fuente: IGP

Tabla 4. Especies cuyo límite sur de su distribución típica varió en las costas de Perú durante el mes de febrero 2025 – marzo del 2025.

Espece	Área registrada	Captura (kg; N)	Fecha	Distribución típica
COCINERO <i>Caranx caballus</i>	La Libertad	1 kg 1 ejemplar	25.02.2 5 25.02.2 5	Isla Santa Cruz (EEUU.) - Isla Lobos de Tierra (Perú)
POLLA RAYADA <i>Umbrina xanti</i>	La Libertad	1 ejemplar	28.02.2 5	Baja California (México) a Pimentel
MERO COLORADO <i>Hyporthodus acanthistius</i>	La Libertad	1 ejemplar	28.02.2 5	Golfo de California (México) a Isla Lobos de Tierra (Perú)
VIÑA <i>Menticirrhus panamensis</i>	La Libertad	1 ejemplar 1 ejemplar	04.03.2 5 05.03.2 5	Baja California (México) a Punta Malpelo (Perú)
PEZ TORPEDO <i>Elops affinis</i>	Ancash	1 ejemplar	09.03.2 5	Mandalay Beach (EE.UU.); Golfo de California (México) Talara y Chimbote (Perú)
BIO BIO <i>Cynoponticus coniceps</i>	Lima	1 ejemplar	04.03.2 5	Cabo San Lucas (México) a Máncora (Perú)
CABINZA ROJA <i>Cephalopholis colonus</i>	Lima	1 ejemplar	07.03.2 5	Golfo de California (México) a Chimbote
VIEJA COLORADA <i>Bodianus diplotaenia</i>	Ica	1 ejemplar 0.3 kg	24.02.2 5	Baja California (México) a Pimentel

kg: kilogramos

N: número de ejemplares

Tabla 5. Caudales de los principales ríos del país al 10 de marzo del 2025.

Zona	Ríos	Pentadiarios (m³/s)						Prom (m³/s)	Anom (%)	Condición	Pentadiarios (m³/s)		Promedio (m³/s)	Anom (%)	Condición
		Febrero 2025									Marzo 2025				
Pacífico Norte	Tumbes Cabo Inga	86.55	128.25	476.35	413.55	405.87	582.65	348.87	144.90	Significativamente sobre lo normal	853.81	494.78	674.29	140.12	Significativamente sobre lo normal
	Tumbes El Tigre	79.96	123.20	499.99	462.25	431.32	703.23	383.32	150.59	Significativamente sobre lo normal	1093.68	602.35	848.01	212.13	Significativamente sobre lo normal
	Chira (Ardilla)	62.13	123.63	623.36	877.938	740.006	1124.92	592.00	438.27	Significativamente sobre lo normal	1398.59	714.99	1056.79	253.74	Significativamente sobre lo normal
	Chira (Puente Suallana)	5.50	5.81	464.99	762.83	698.25	913.47	475.14	2633.32	Significativamente sobre lo normal	1443.92	565.21	1004.56	1784.5	Significativamente sobre lo normal
	Chira (rio Quiroz)	29.13	54.43	126.83	157.50	102.57	144.80	102.54	236.02	Significativamente sobre lo normal	169.15	87.09	128.12	169.22	Significativamente sobre lo normal
	El Ciruelo	54.17	84.81	317.48	359.19	204.75	348.17	228.10	90.70	Significativamente sobre lo normal	410.14	245.95	328.04	106.22	Significativamente sobre lo normal
	Puente Internacional	21.75	30.88	65.90	70.93	44.79	59.29	48.92	14.95	Normal	70.81	46.84	58.83	-10.81	Normal
	Piura (Shanchez Cerro)	0.00	0.00	132.27	98.23	92.60	149.00	78.68	245.25	Significativamente sobre lo normal	351.20	204.50	277.85	518.82	Significativamente sobre lo normal
	Piura (Puente Nacara)	1.61	4.26	266.84	173.33	167.11	269.75	147.15	306.42	Significativamente sobre lo normal	321.02	206.08	263.55	192.21	Significativamente sobre lo normal
	Piura (Hacienda Barrios)	2.33	9.27	77.73	43.41	34.13	54.52	36.90	606.23	Significativamente sobre lo normal	85.85	64.50	75.17	781.47	Significativamente sobre lo normal
	Motupe (Marripon)	1.16	1.27	3.63	3.46	4.52	5.28	-2.58	149.28	Significativamente sobre lo normal	3.65	3.30	3.47	88.47	Significativamente sobre lo normal
	La Leche_Puchaca	5.93	11.25	29.60	22.15	46.50	46.92	27.06	188.47	Significativamente sobre lo normal	24.55	14.40	19.48	61.11	Significativamente sobre lo normal
	Chancay Lambayeque	51.90	153.15	133.53	93.86	172.94	222.60	138.00	167.80	Significativamente sobre lo normal	185.52	111.55	148.54	95.47	Significativamente sobre lo normal
	Batan_Zaña	7.84	17.80	20.20	10.68	23.38	49.96	21.64	185.97	Significativamente sobre lo normal	18.94	10.17	14.55	12.45	Ligeramente sobre lo normal
	Jequetepeque	34.04	46.21	81.90	75.80	143.41	172.37	92.29	144.55	Significativamente sobre lo normal	175.83	115.18	145.50	88.47	Significativamente sobre lo normal
	Chicama (Tambo)	19.97	38.20	47.15	60.63	75.90	64.83	51.11	71.10	Significativamente sobre lo normal	71.03	56.63	63.83	6.97	Normal
Moche	7.80	28.93	16.10	18.67	39.67	70.22	30.23	173.74	Significativamente sobre lo normal	76.60		76.60	287.40	Significativamente sobre lo normal	
Santa	166.72	216.89	253.10	281.26	354.19	356.73	271.48	15.82	Normal	475.10	391.21	433.16	49.61	Normal	
Pacífico Centro	Pativilca	80.47	87.44	110.93	115.69	145.93	139.99	113.41	60.54	Significativamente sobre lo normal	125.05	102.90	113.98	39.59	Ligeramente sobre lo normal
	Huaura	33.40	45.77	56.79	47.15	61.02	55.68	49.97	28.79	Ligeramente sobre lo normal	56.43	60.97	58.70	31.08	Ligeramente sobre lo normal
	Huaral	7.02	14.44	47.59	35.20	11.25	11.12	21.11	215.12	Significativamente sobre lo normal	10.96	10.65	10.81	55.38	Significativamente sobre lo normal
	Chillón (Obrajillo)	9.87	8.61	18.25	12.72	19.21	13.39	13.67	32.82	Ligeramente sobre lo normal	14.57	15.35	14.96	21.29	Ligeramente sobre lo normal
	Chillón (Puente Magdalena)	15.93	16.90	28.66	22.32	34.58	28.91	24.55	93.39	Significativamente sobre lo normal	28.10	25.16	26.63	64.29	Significativamente sobre lo normal
	Rímac	51.24	51.05	83.35	69.95	88.36	78.67	70.44	41.36	Ligeramente sobre lo normal	88.47	88.54	88.50	39.35	Ligeramente sobre lo normal
	Lurín	9.87	11.96	19.16	14.15	26.82	21.19	17.19	47.28	Ligeramente sobre lo normal	19.40		19.40	49.28	Ligeramente sobre lo normal
	Mala	38.75	39.46	80.34	72.27	107.23	75.76	68.97	124.82	Significativamente sobre lo normal	77.23	82.54	79.88	82.09	Significativamente sobre lo normal
	Cañete	73.15	70.82	158.14	120.90	180.41	158.68	127.02	24.59	Ligeramente sobre lo normal	169.77	193.68	181.72	34.52	Ligeramente sobre lo normal
	San Juan_Conta	22.60	19.36	56.54	35.15	35.60	46.64	35.98	59.41	Significativamente sobre lo normal	53.66	60.55	57.11	-19.48	Ligeramente por debajo de lo normal
Pisco	103.25	51.13	158.14	119.68	214.58	147.51	132.38	232.44	Significativamente sobre lo normal	150.99	182.04	166.52	177.44	Significativamente sobre lo normal	
Pacífico Sur	Ica	42.5038	24.59	71.71	45.50	52.77	64.50	50.26	222.76	Significativamente sobre lo normal	50.2462	29.69	39.97	76.00	Significativamente sobre lo normal
	Acarí	84.50	57.77	183.40	131.33	102.33	109.44	111.46	15.92	Ligeramente sobre lo normal	73.67	97.67	85.67	-42.46	Ligeramente por debajo de lo normal
	Yauca	0.60	1.05	132.03	67.33	89.33	77.78	61.35	179.60	Significativamente sobre lo normal	37.20	55.83	46.52	-9.28	Normal
	Ocoña	329.82	283.89	756.56	373.25	593.09	607.51	490.69	146.02	Significativamente sobre lo normal	344.08	533.87	438.97	107.81	Significativamente sobre lo normal
	Camana	113.87	89.74	327.44	343.53	347.51	181.77	233.98	72.88	Significativamente sobre lo normal	175.55	551.18	363.36	100.11	Significativamente sobre lo normal
	Pte.El diablo_Chili	14.59	14.11	25.35	64.21	94.65	66.37	46.55	75.93	Significativamente sobre lo normal	52.79	103.50	78.14	88.55	Significativamente sobre lo normal
	Tambo La Pascana	62.69	45.07	87.15	220.38	109.85	26.16	91.88	24.06	Ligeramente sobre lo normal	53.71		53.71	-29.90	Ligeramente por debajo de lo normal
	Tumilaca	1.07	1.45	23.21	18.88	15.96	8.75	11.55	87.34	Significativamente sobre lo normal	1.07	1.45	1.26	-13.58	Normal
Locumba	2.93	0.99	4.60	7.02	4.22		3.95	44.30	Ligeramente sobre lo normal	2.79	2.69	2.74	-6.68	Normal	

Zona	Ríos	Pentadiarios (m3/s)						Prom (m3/s)	Anom (%)	Condición	Pentadiarios (m3/s)		Promedio (m3/s)	Anom (%)	Condición
		Febrero 2025									Marzo 2025				
	Sama	8.73	11.17	28.80	16.33	7.05	6.71	13.13	182.58	Significativamente sobre lo normal	6.94	6.05	6.50	65.18	Significativamente sobre lo normal
	Caplina	1.04	1.01	2.52	3.38	2.17	1.19	1.89	113.85	Significativamente sobre lo normal	1.06	1.20	1.13	19.85	Ligeramente sobre lo normal
Rios Amazonicos	Amazonas (Tanshiyacu)	26540.20	27894.31	30950.70	33176.72	34890.72	36851.43	31717.35	-10.78	Normal	38551.07	40127.64	39339.36	5.04	Normal
	Napo (Cotas)	426.17	428.09	428.89	430.52	436.36	265.20	402.54	-28.03	Ligeramente por debajo de lo normal	444.87	446.62	445.74	39.15	Ligeramente sobre lo normal
	Naray (Cotas)	124.66	125.70	125.71	125.13	125.61	126.51	125.55	7.83	Normal	126.80	126.72	126.76	15.80	Ligeramente sobre lo normal
	Marañón (San Regis)	17175.67	18769.70	22171.81	23823.15	25167.73	26246.80	22225.81	6.91	Normal	27076.53	27880.37	27478.45	21.65	Ligeramente sobre lo normal
	Marañón (San Lorenzo)	127.57	128.79	130.17	130.63	130.77	130.84	129.80	4.11	Normal	130.82	130.98	130.90	15.70	Ligeramente sobre lo normal
	Ucayali _ANA (msnm)	145.31	145.68	145.82	146.30	146.63	146.67	146.07	-1.04	Normal	146.66	146.76	146.71	2.96	Normal
	Ucayali _SENAMHI (msnm)	145.71	146.13	146.39	146.77	147.18	147.28	146.58	3.45	Normal	147.23	147.26	147.24	8.00	Normal
	Contamana (msnm)	131.19	131.36	131.64	131.85	132.26	132.86	131.86	8.01	Normal	133.08	133.23	133.16	15.37	Ligeramente sobre lo normal
	Requena (msnm)	127.83	127.86	128.10	128.46	128.78	128.99	128.33	9.07	Normal	129.22	129.45	129.33	13.52	Ligeramente sobre lo normal
	Madre de Dios	7290.34	7482.75	7628.65	11848.67	13172.17	10921.64	9724.04	-1.35	Normal	12339.77	14259.53	13299.65	61.30	Significativamente sobre lo normal
Marañón	Marañón (Corral Quemado)	1012.59	1453.08	2368.39	1997.45	2185.92	2269.99	1881.24	44.44	Ligeramente sobre lo normal	2381.87		2381.87	50.18	Significativamente sobre lo normal
	Marañón (Balsas)	493.07	693.62	1148.83	1115.98	1106.29	1096.08	942.31	43.14	Ligeramente sobre lo normal	1408.29	1250.83	1329.56	83.17	Significativamente sobre lo normal
	Llaucano Orellano	21.42	23.50	33.16	34.48	33.04	37.32	30.49	146.60	Significativamente sobre lo normal	48.10	20.79	34.45	117.88	Significativamente sobre lo normal
	Crisnejas	46.33	84.57	164.43	184.15	173.17	216.41	144.84	214.16	Significativamente sobre lo normal	304.66	128.89	216.78	131.06	Significativamente sobre lo normal
	Crisnejas (Jesus Tunel)	15.09	21.70	28.28	30.51	35.13	45.81	29.42	71.46	Significativamente sobre lo normal	49.21	26.38	37.80	67.91	Significativamente sobre lo normal
	Masgom	3.89	4.38	4.23	4.95	5.98	8.51	5.32	153.51	Significativamente sobre lo normal	9.10	4.64	6.87	83.17	Significativamente sobre lo normal
	Namora	6.94	11.23	33.91	30.61	28.70	31.07	23.74	303.77	Significativamente sobre lo normal	53.51	22.03	37.77	279.25	Significativamente sobre lo normal
Huallaga	Huallaga (Picota)	2933.34	3343.16	3917.95	3950.99	3926.57	3699.16	3628.53	-11.99	Normal	4535.93	4185.06	4360.50	-10.43	Normal
	Shanao	278.40	328.20	599.24	858.76	520.90	487.87	512.23	6.08	Normal	520.72	492.02	506.37	-7.99	Normal
	Cumbaza	0.81	8.96	13.50	12.16	4.49	4.07	7.33	40.31	Ligeramente sobre lo normal	10.10	3.74	6.92	10.40	Normal
	Rio Sisa	11.60	20.03	60.67	16.27	46.27	21.44	29.38	25.54	Ligeramente sobre lo normal	19.67	13.93	16.80	-63.28	Significativamente sobre lo normal
	Huallaga (Huallabamba)	1150.40	1553.18	2033.62	1784.87	1560.58	1411.82	1582.41	43.28	Ligeramente sobre lo normal	2338.82	1593.22	1966.02	55.03	Significativamente sobre lo normal
	Huallaga (Tocache)	1525.68	1490.35	1804.29	2078.10	2373.40	2163.35	1905.86	-3.06	Normal	2269.51	2640.57	2455.04	17.93	Ligeramente sobre lo normal
	Huallaga (Tingo Maria)	698.69	678.22	856.13	865.48	943.52	933.17	829.20	10.47	Normal	926.74	1048.86	987.80	27.31	Ligeramente sobre lo normal
	Huallaga (taruca)	148.62	170.21	229.36	222.70	239.78	229.56	206.70	33.77	Ligeramente sobre lo normal	248.31	277.61	262.96	50.19	Significativamente sobre lo normal
Mantaro	Pongor	567.96	453.51	1041.95	908.69	1158.00	877.00	834.52	60.98	Significativamente sobre lo normal	1025.68	1574.16	1299.92	145.08	Significativamente sobre lo normal
	La Mejorada	348.94	313.25	674.29	558.68	723.90	638.61	542.95	57.16	Significativamente sobre lo normal	819.87	1126.34	973.11	144.39	Significativamente sobre lo normal
	Stuart	99.85	115.40	224.83	158.93	219.05	211.12	171.53	32.61	Significativamente sobre lo normal	242.74	283.76	263.25	50.04	Significativamente sobre lo normal
	Chulec	97.02	113.30	197.03	131.46	185.74	194.89	153.24	78.45	Significativamente sobre lo normal	229.98	287.48	258.73	139.99	Significativamente sobre lo normal
	Río Pallanga	4.69	6.53	9.06	8.33	6.43	5.17	6.70	11.69	Normal	4.23	5.85	5.04	-18.77	Ligeramente por debajo de lo normal
Apurimac	Antabamba	245.49	242.41	685.41	363.59			384.23	116.87	Significativamente sobre lo normal					
	Apurimac	798.70	429.50	1491.13	1378.67	1357.41	668.45	1020.64	37.21	Significativamente sobre lo normal	964.77	1790.80	1377.79	59.02	Significativamente sobre lo normal
Urubamba Vilcanota	Estación Egemsa Km 105	332.48	223.22	402.43	491.14	423.20	318.78	365.21	23.23	Ligeramente sobre lo normal	399.07	486.05	442.56	45.24	Ligeramente sobre lo normal
	Mopocho	55.86	70.91	132.60	112.61	115.38	99.54	97.82	15.56	Ligeramente sobre lo normal	107.98	124.23	116.11	48.25	Ligeramente sobre lo normal
	Pisac	231.01	174.52	279.32	326.25	287.41	239.86	256.40	57.04	Significativamente sobre lo normal	269.03	310.25	289.64	89.13	Significativamente sobre lo normal

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

Tabla 6. Estado situacional de los reservorios al 11 de marzo del 2025.

Zona	Reservorio	Fecha Reporte	Departamento de Influencia	Capacidad Hidráulica (hm ³)		Capacidad Hidráulica Almacenada (%)
				Útil	Almacenada	
Costa - Norte	Poechos	11-Mar	Piura	445.5	205.9	46.2
	San Lorenzo	11-Mar	Piura	195.6	185.3	94.7
	Tinajones	11-Mar	Lambayeque	331.6	217.7	65.7
	Gallito Ciego	11-Mar	La Libertad	366.1	368.0	100.0
	SUB TOTAL			1338.7	976.9	73.0
Costa - Centro	Viconga	11-Mar	Lima	30.0	19.0	63.3
	Sistema Rímac	28-Feb	Lima, Junin	282.4	266.4	94.4
	Choclococha	11-Mar	Ica	131.1	105.2	80.2
	Ccaracocho	11-Mar	Ica	40.0	25.9	64.8
	SUB TOTAL			483.5	416.5	86.2
Costa - Sur	Condorama	11-Mar	Arequipa	259.0	259.0	100.0
	El Pañe	11-Mar	Arequipa	99.6	99.6	100.0
	Dique Los Españoles	11-Mar	Arequipa	9.1	9.1	100.0
	Pillones	11-Mar	Arequipa	78.5	78.5	100.0
	El Frayle	11-Mar	Arequipa	127.2	127.2	100.0
	Aguada Blanca	11-Mar	Arequipa	22.1	22.1	100.0
	Chalhuanca	11-Mar	Arequipa	25.0	25.0	100.0
	Bamputañe	11-Mar	Arequipa	40.0	33.4	83.5
	Pasto Grande	11-Mar	Moquegua	200.0	181.4	90.7
	Paucarani	11-Mar	Tacna	10.5	9.2	87.6
	Laguna Aricota	11-Mar	Tacna	280.0	235.9	84.3
	Jarumas	11-Mar	Tacna	13.0	13.0	100.0
SUB TOTAL			1164.0	1093.3	93.9	
Sierra - Centro	Cuchoquesera	11-Mar	Ayacucho	80.0	76.1	95.1
	Lago Junin	11-Mar	Junin	314.7	314.7	100.0
	SUB TOTAL			394.7	390.8	99.0
Sierra - Sur	Lagunillas	11-Mar	Puno	585.1	525.0	89.7
	Sibinacocha	11-Mar	Cusco	110.0	100.60	91.5
	SUB TOTAL			695.1	625.6	90.0
Situación Nacional	Situación Nacional		-	4,076.1	3,503.1	85.9

Fuente: Proyectos Especiales y operadores hidráulicos. Elaborado: ANA

Tabla 7. Pronóstico del ONI por los modelos de NMME (promedios trimestrales de los pronósticos de las anomalías de la TSM en la región Niño 3.4). Fuente: IGP.

Modelo	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDE	DEF
CFS2	-0.39	-0.39	-0.30	-0.18	-0.05	0.05	0.14	0.21	-----	-----
CanESM5	-0.07	-0.15	-0.03	0.05	0.06	0.04	0.02	0.05	0.14	0.27
GEM5_NEMO	-0.24	-0.40	-0.49	-0.44	-0.38	-0.31	-0.28	-0.21	-0.11	0.03
NASA	-0.57	-0.68	-0.69	-0.76	-0.84	-0.97	-1.00	-----	-----	-----
GFDL_SPEARE	0.11	0.20	0.26	0.24	0.11	-0.05	-0.18	-0.27	-0.26	-0.14
COLA-CCSM4	-0.27	-0.28	-0.29	-0.42	-0.65	-0.89	-1.02	-1.03	-0.89	-0.57
COLA_CESM	-0.42	-0.45	-0.50	-0.67	-0.83	-0.96	-0.99	-0.92	-0.74	-0.52
Promedio										
NMME	-0.26	-0.31	-0.29	-0.31	-0.37	-0.44	-0.47	-0.36	-0.37	-0.19

Tabla 8. Pronóstico del ICEN por los modelos de NMME (promedios trimestrales de los pronósticos de las anomalías de la TSM en la región Niño 1+2). Fuente: IGP.

Modelo	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDE	DEF
CFS2	0.31	0.14	0.13	0.09	0.01	0.01	0.04	0.09	-----	-----
CanESM5	0.11	0.10	0.17	0.22	0.30	0.33	0.33	0.27	0.21	0.17
GEM5.2_NEMO	1.13	0.97	0.64	0.35	0.21	0.10	0.08	0.10	0.18	0.18
NASA	0.28	-0.03	-0.14	-0.30	-0.45	-0.53	-0.60	-----	-----	-----
GFDL_SPEARE	1.02	0.83	0.57	0.41	0.32	0.24	0.20	0.15	0.16	0.28
COLA-CCSM4	0.13	0.14	0.01	-0.30	-0.54	-0.65	-0.77	-0.86	-0.80	-0.49
COLA_CESM	0.33	0.19	-0.01	-0.18	-0.25	-0.23	-0.21	-0.23	-0.20	-0.07
Promedio										
NMME	0.47	0.33	0.20	0.04	-0.06	-0.10	-0.13	-0.08	-0.09	0.02

6.2. Figuras

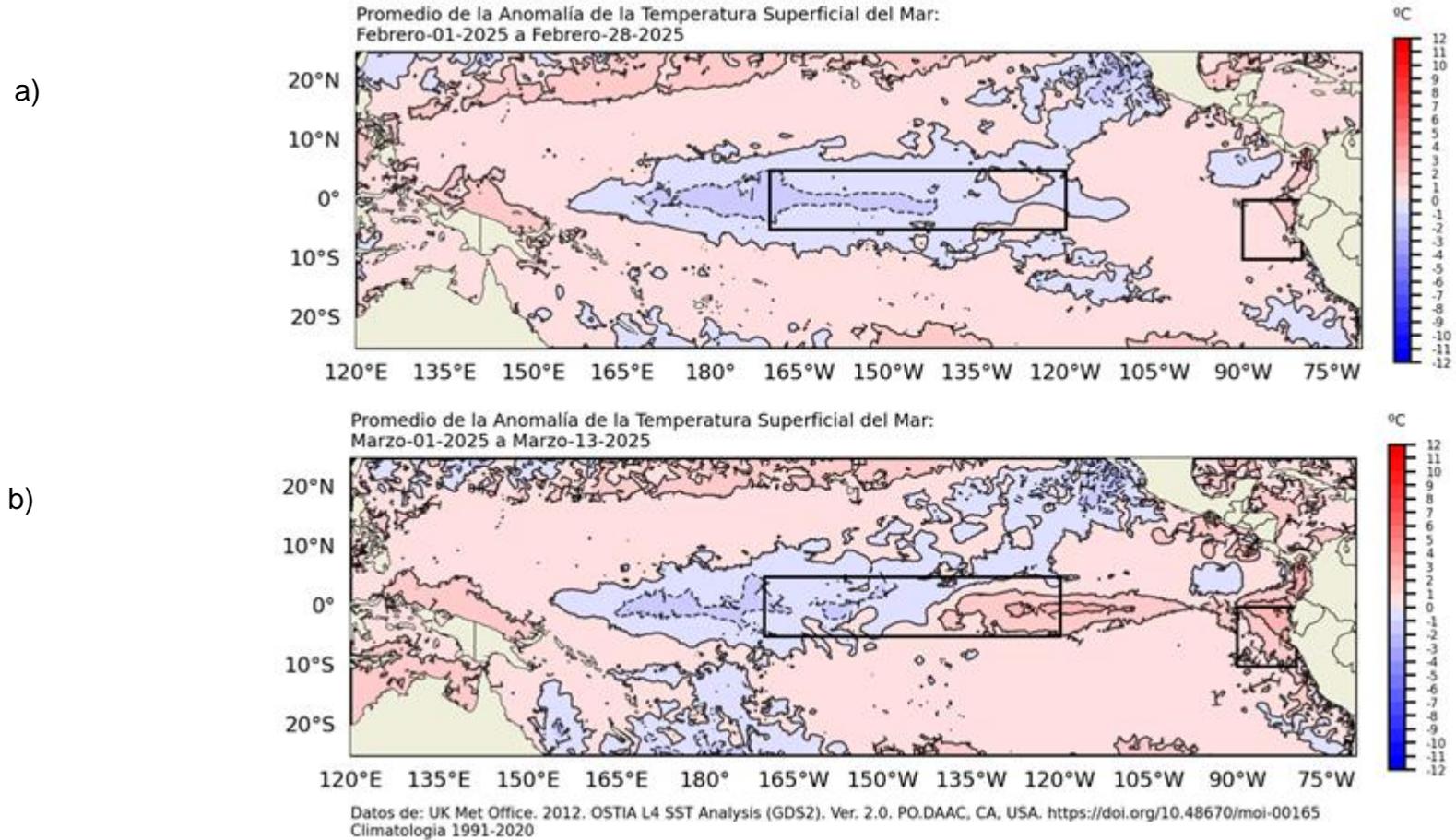


Figura 1. Anomalia de la TSM quincenal en el Pacífico Tropical a) 01 al 28 de febrero 2025, y b) 1 al 13 de marzo 2025. Fuente: OSTIA. Procesamiento: DIHIDRONAV. Climatología: 1991-2020.

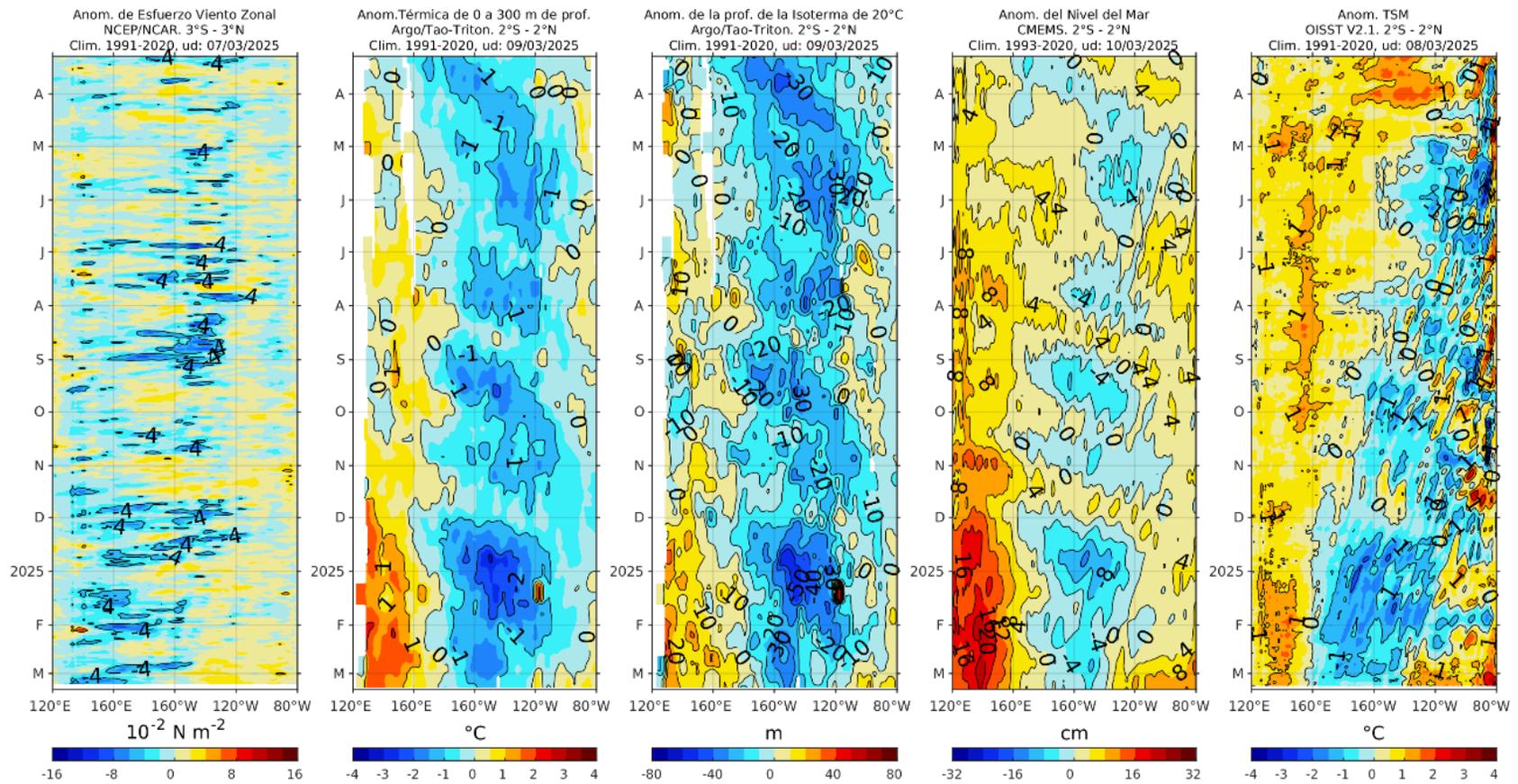


Figura 2. Diagramas Hovmöller de a) anomalía de esfuerzo de viento. Fuente: ECMWF-ASCAT; b) anomalía térmica sobre los 300 m de profundidad. Fuente: ARGO; c) anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C Fuente: ARGO; d) anomalía de nivel del mar entre los 2°N y 2°S (cm). Fuente: CMEMS. Fuente: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

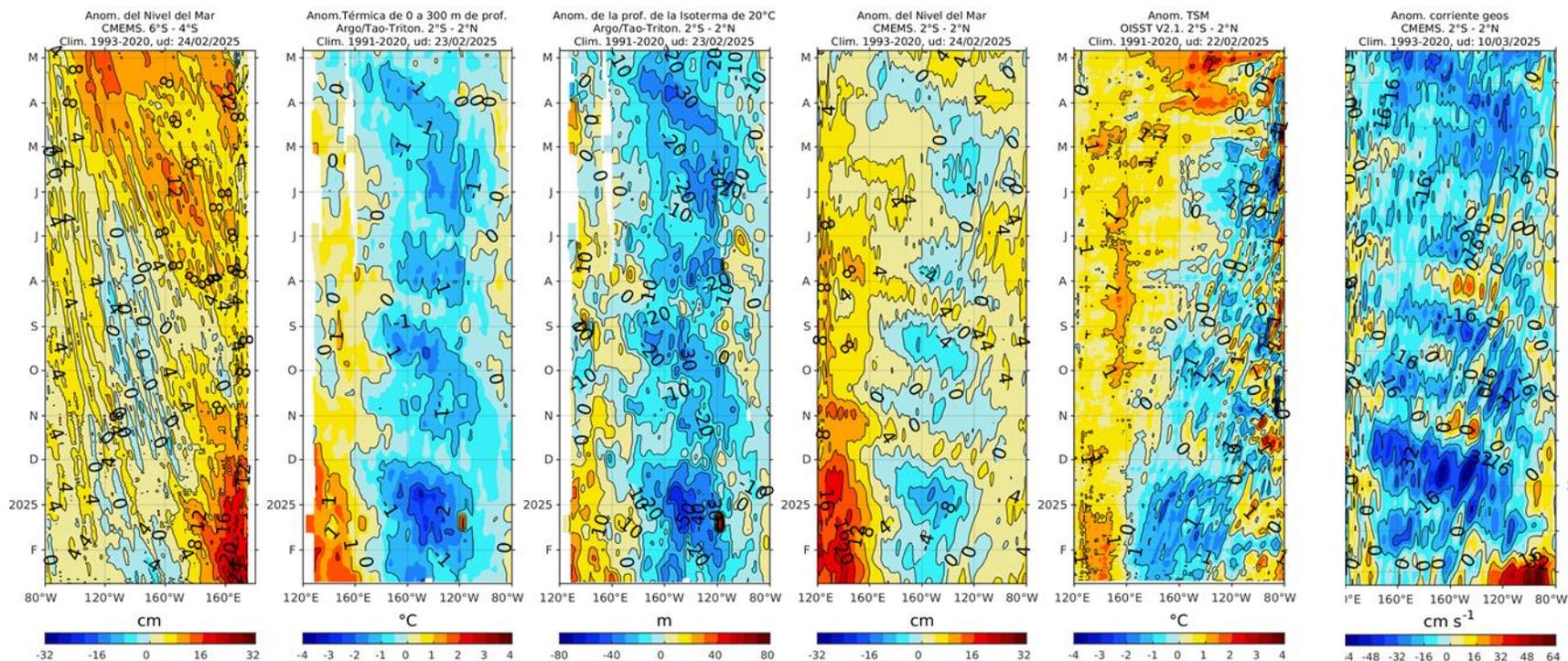


Figura 3. Diagrama Hovmöller de a) anomalía del nivel del mar entre los 4°S y 6°S que recoge la señal de las ondas Rossby (cm); fuente: CMEMS. Diagramas (b-d) similares a los de la Figura X0; e) Anomalía de la corriente geostrofica; fuente: CMEMS. Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

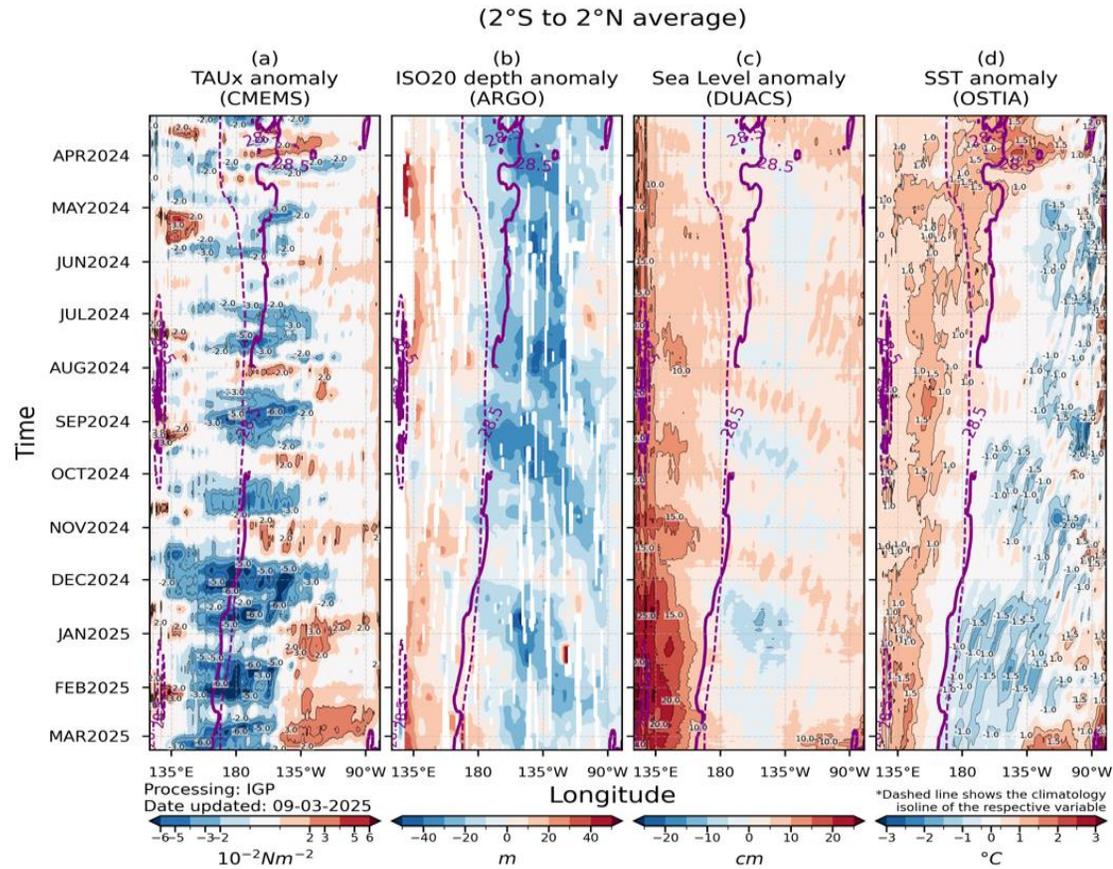


Figura 4. Diagrama Hovmöller: a) anomalía de esfuerzo de viento, Fuente: CMEMS, b) anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C, Fuente: ARGO, c) anomalía del nivel del mar diario (cm) Fuente: DUACS, y d) anomalía de temperatura superficial del mar (°C) Fuente: OSTIA. Elaboración: IGP.

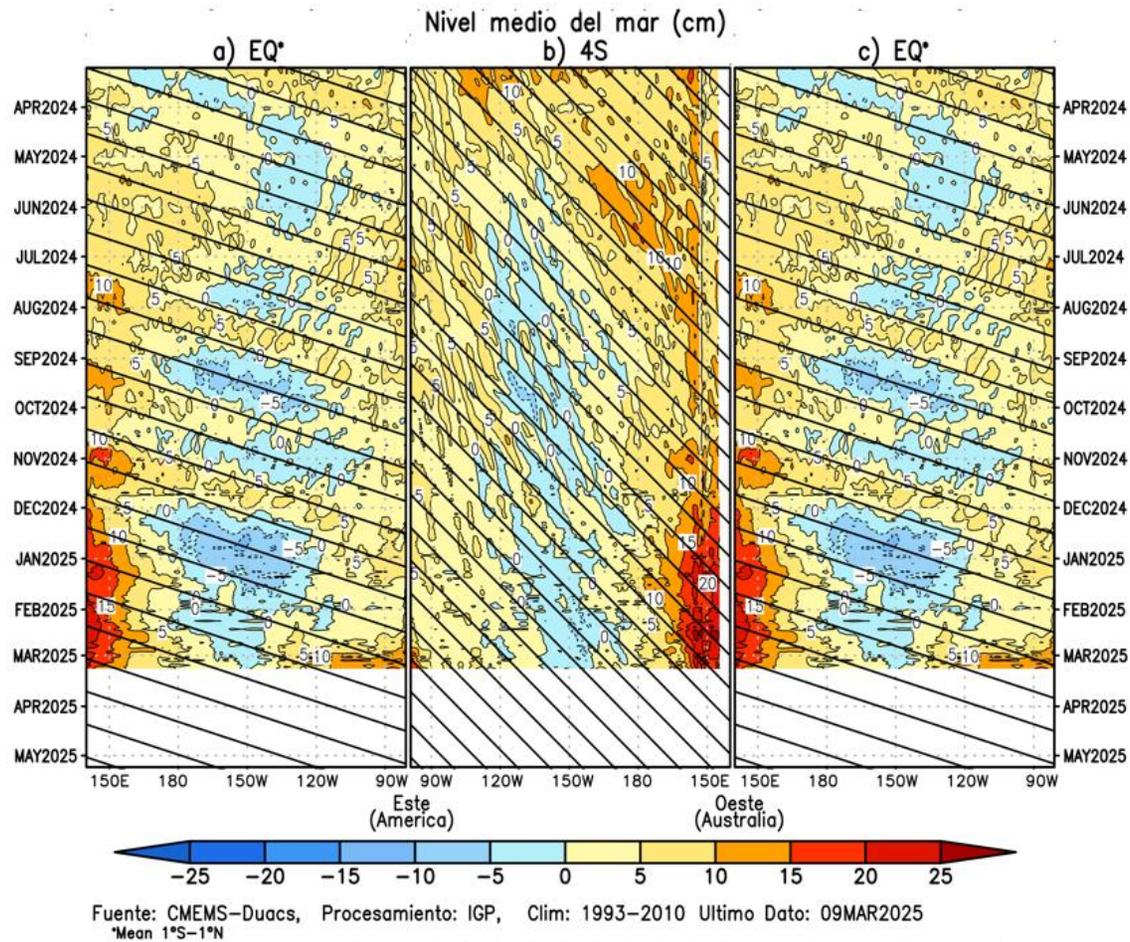


Figura 5. Diagrama Hovmöller de la anomalía del nivel del mar del producto CMEMS–Duacs a lo largo de la línea ecuatorial (a y c) y en 4°S (b). El panel del centro tiene el eje de la longitud invertido para apreciar mejor la secuencia de ondas Kelvin y Rossby producidas por reflexión en las fronteras 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.

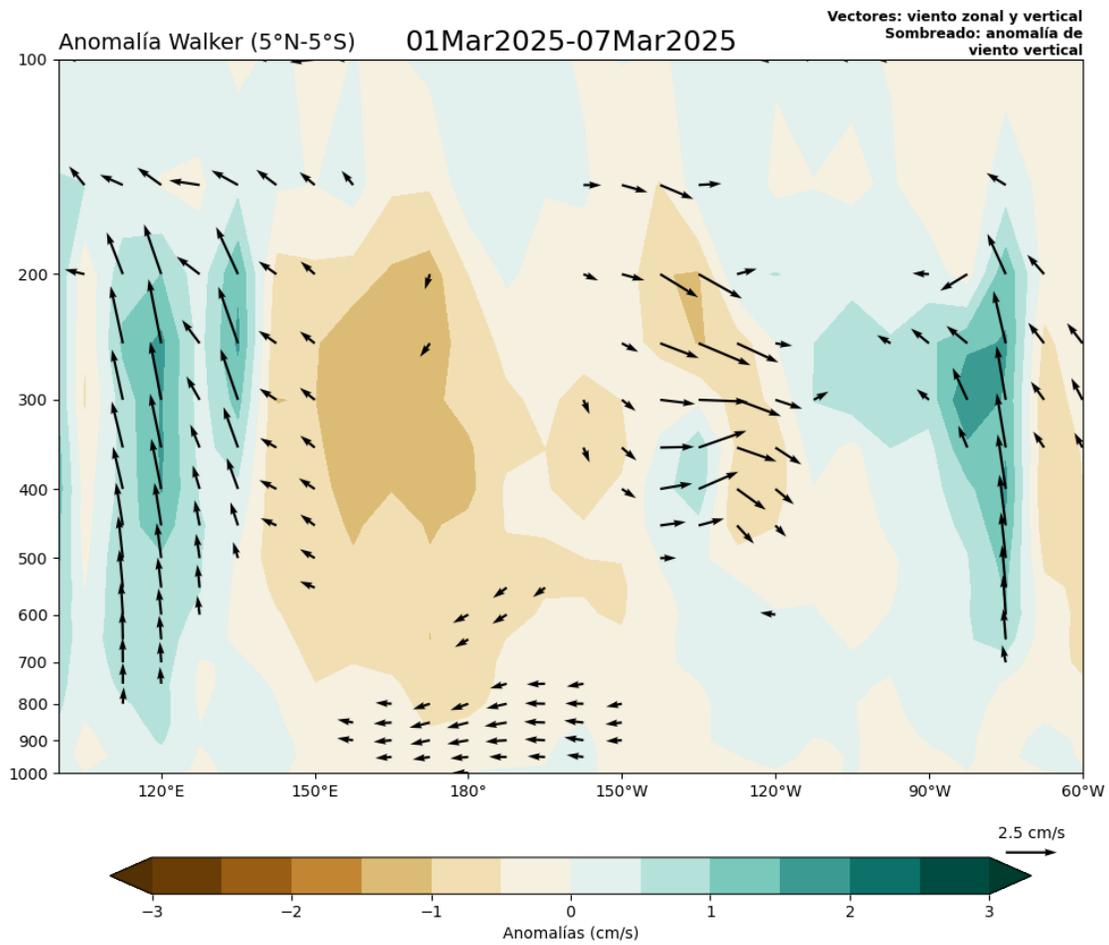


Figura 6. Patrón anómalo de la circulación atmosférica ecuatorial (Walker). Fuente: ECMWF. Procesamiento: SENAMHI.

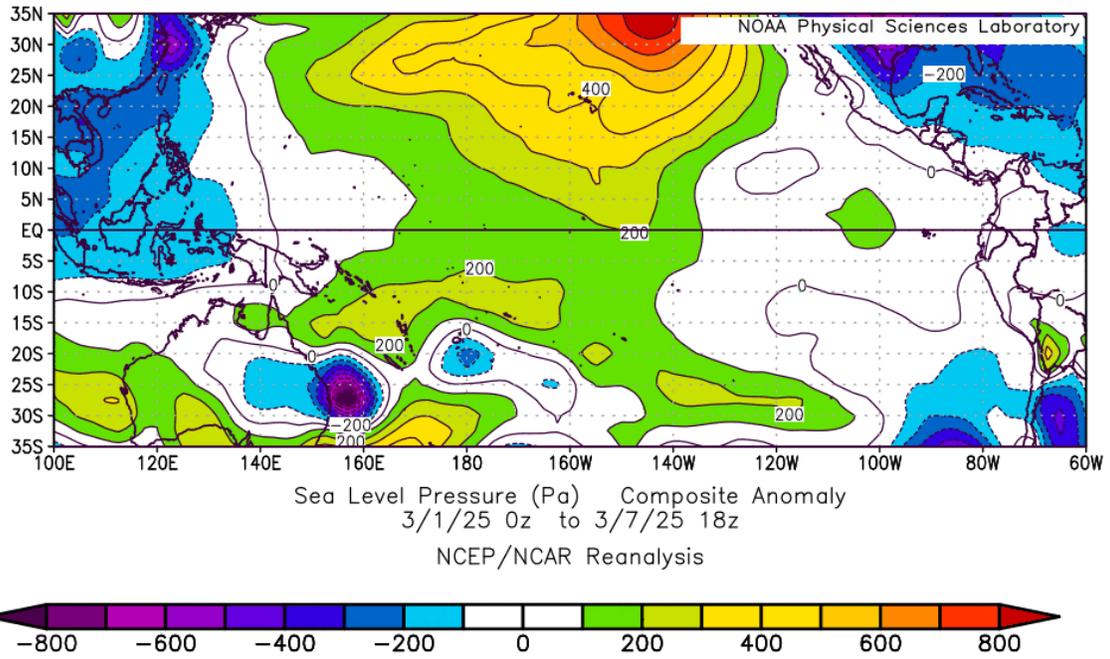
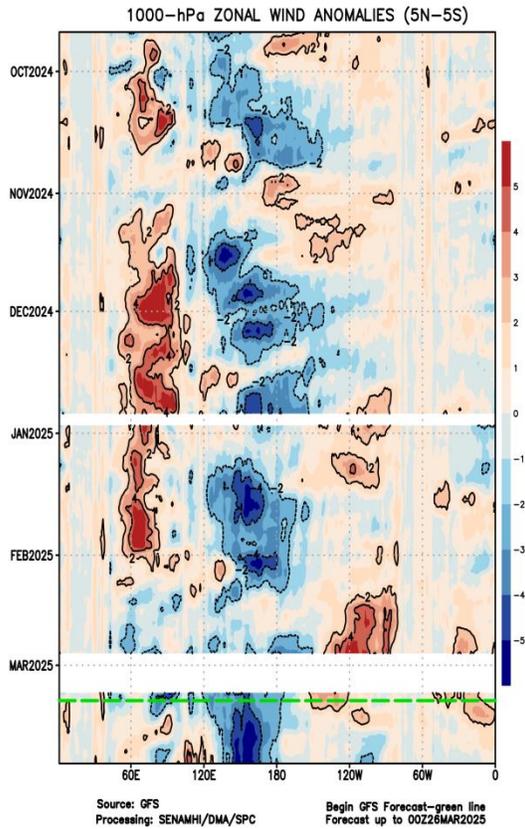
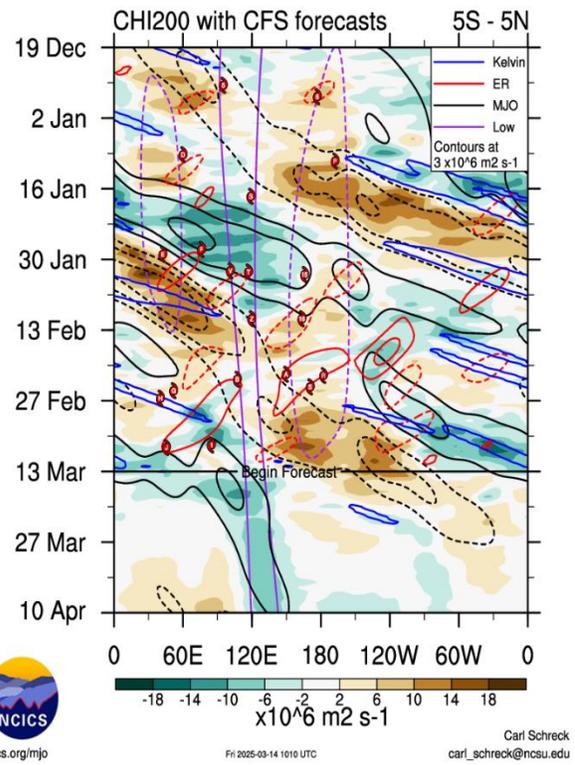


Figura 7. Anomalías de presión a nivel del mar. Fuente: NCEP/NCAR Re-análisis. Procesamiento: SENAMHI.



(a)



(b)

Figura 8. 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).

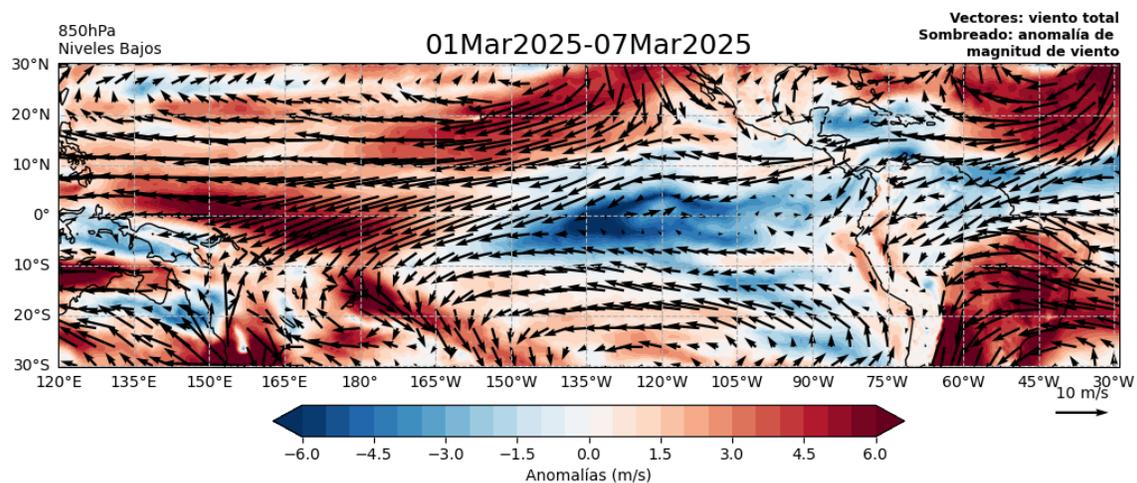


Figura 9. Anomalías de los vientos (colores) y su dirección (flechas) en niveles bajos (850 hPa) de la atmósfera. Fuente: ECMWF. Procesamiento: SENAMHI.

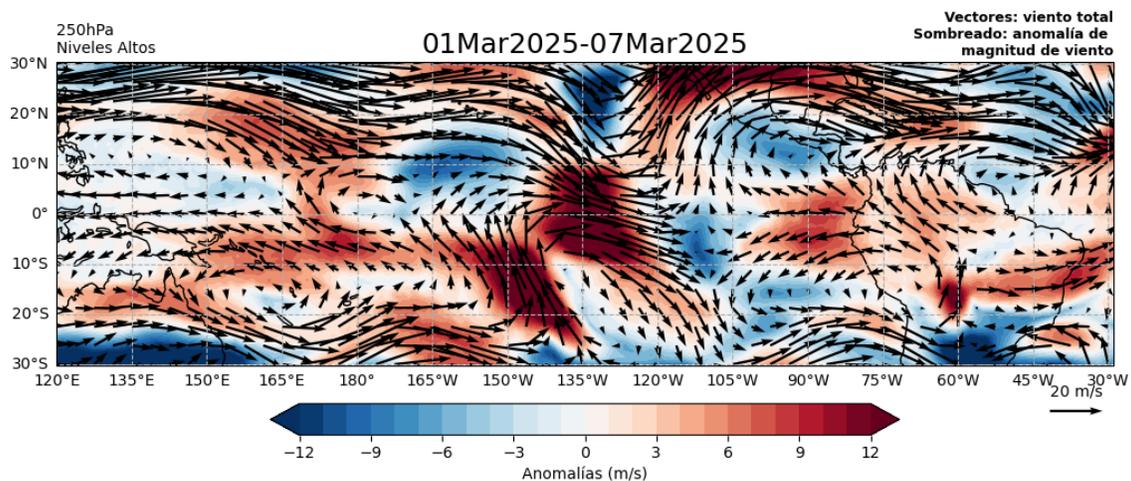
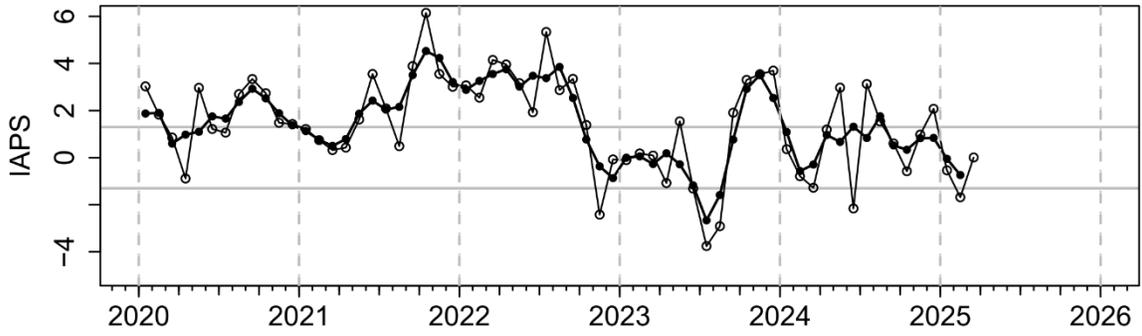
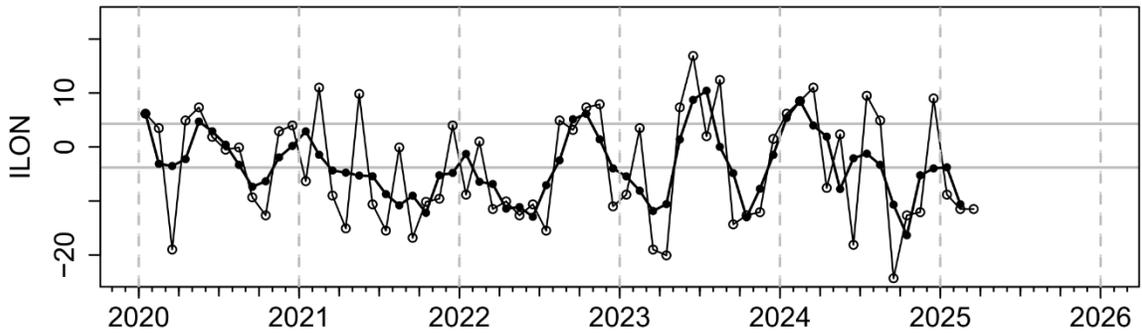


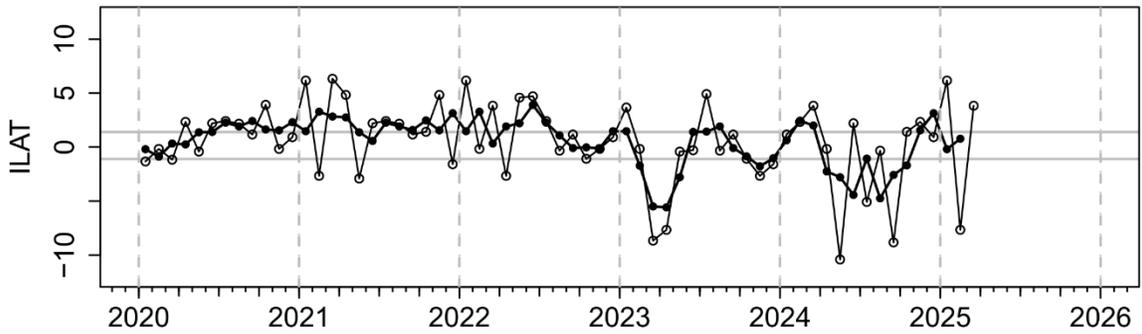
Figura 10. Anomalías de los vientos (colores) y su dirección (flechas) en niveles altos (250 hPa) de la atmósfera. Fuente: ECMWF. Procesamiento: SENAMHI.



(a)



(b)



(c)

Figura 11. 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 8 de marzo del 2025. Climatología 1991-2020. Fuente: NCEP/NCAR. Procesamiento: AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

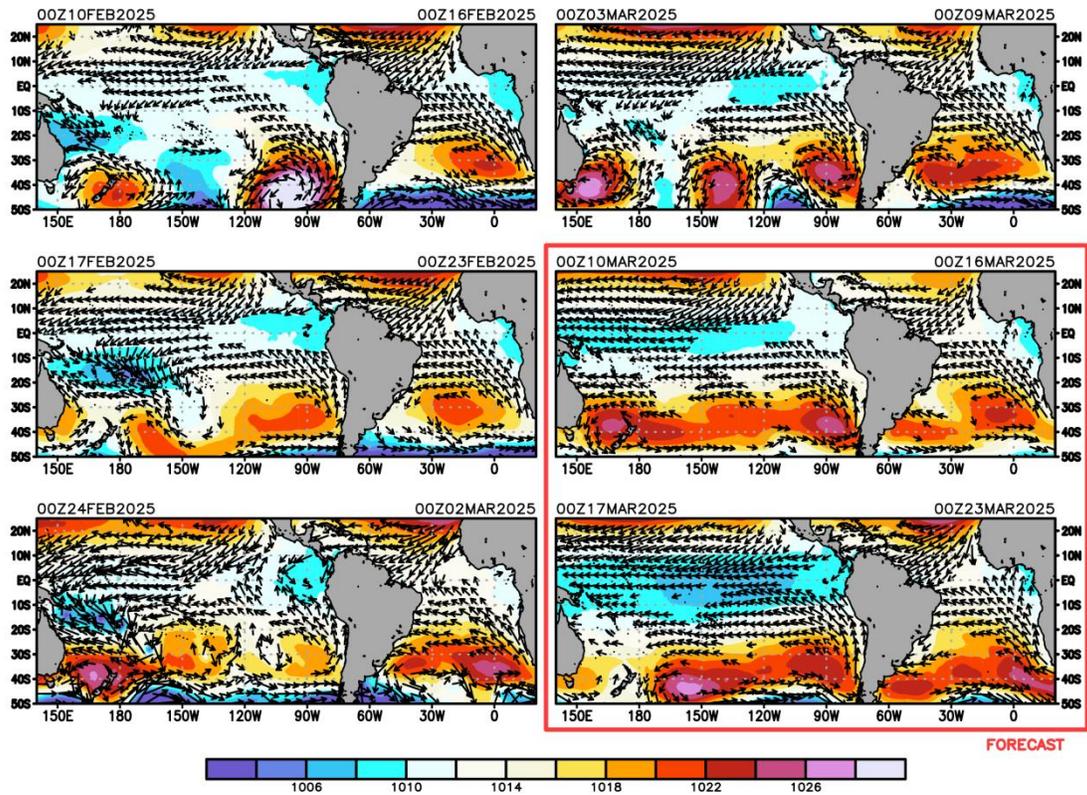


Figura 12. Promedio semanal de la presión atmosférica reducida a nivel del mar (colores) y vientos (flechas). Análisis: 01 de febrero al 28 de febrero de 2025. Pronóstico: del 01 al 14 de marzo del 2025. Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI.

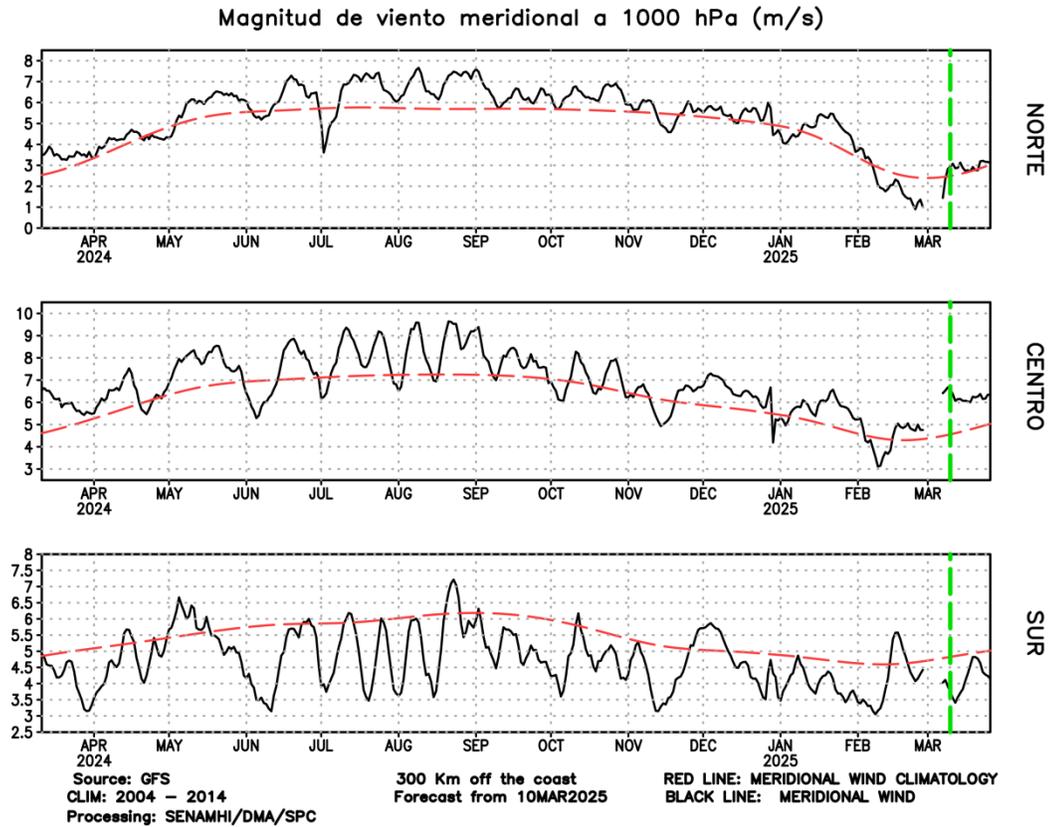


Figura 13. Magnitud de viento meridional (línea negra sólida) y Climatología (línea roja discontinua) ($m s^{-1}$) a 1000 hPa frente a la costa norte, centro y sur del Perú (300 Km fuera de la costa). Fuente: GFS. Análisis: 01 marzo 2024 al 25 de febrero de 2025. Pronóstico: del 26 de febrero al 14 de marzo del 2025. Procesamiento: SENAMHI.

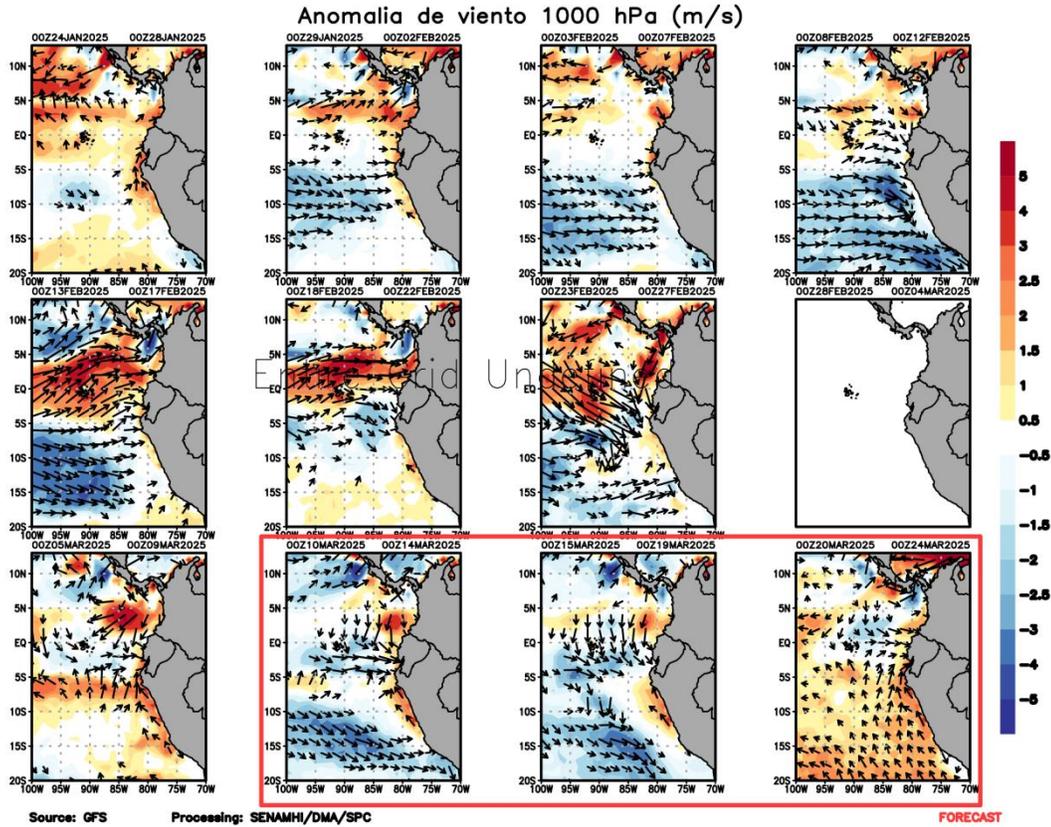
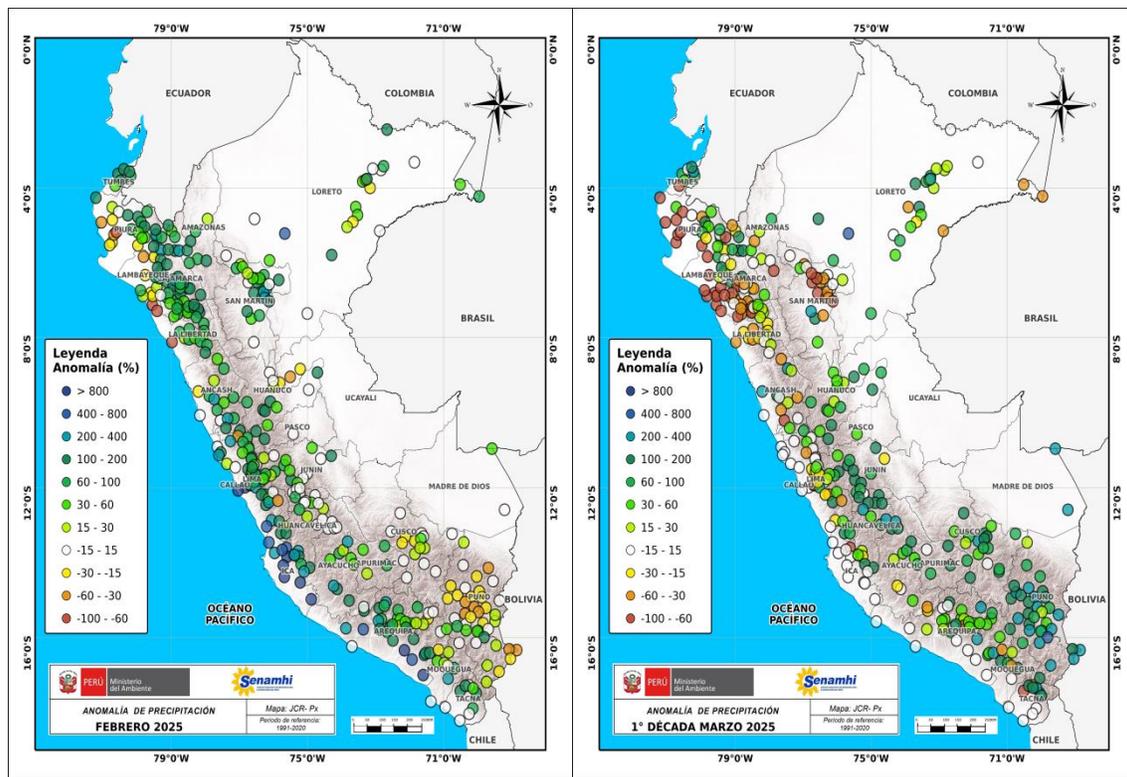


Figura 14. Anomalia de viento a 1000 hPa (flechas negras sólidas) y magnitud de la anomalia (sombreado) (m s^{-1}) a 1000 hPa frente a la costa norte, centro y sur del Perú. Fuente: GFS. Análisis: 13 de enero del 2024 al 26 febrero 2025. Pronóstico: del 27 de febrero al 13 de marzo del 2025. Procesamiento: SENAMHI.



(a)

(b)

Figura 15. Anomalia mensual (a) y decadal (b) de precipitación (%) para el mes de febrero del 2025 y 1ra década de marzo 2025 a nivel nacional de la red de estaciones SENAMHI. Procesamiento: SENAMHI.

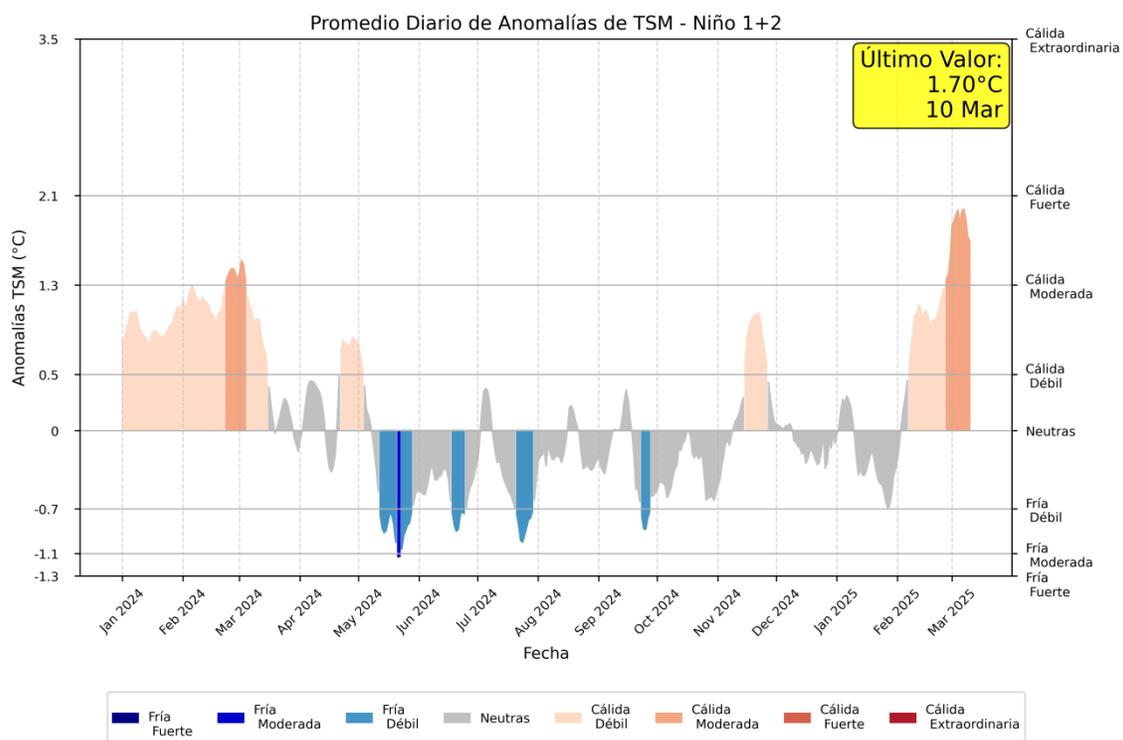


Figura 16. Promedio diario de anomalías de TSM en la región Niño 1+2. Período 01 enero 2024 al 10 marzo 2025. Fuente OISST – NOAA. Procesamiento SENAMHI.

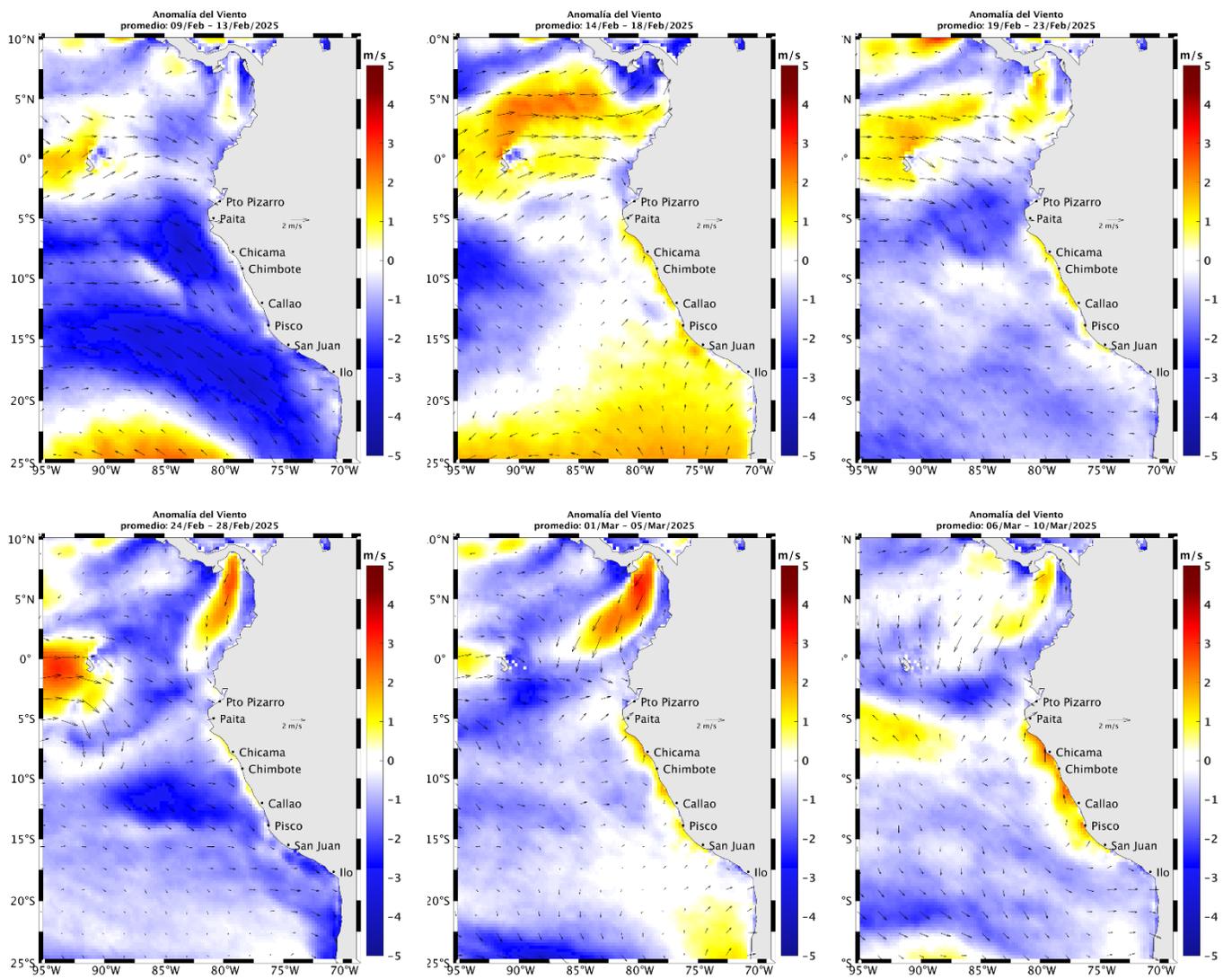


Figura 17. Mapas pentadales de la anomalía del viento superficial frente a la costa entre el norte de Panamá y el norte de Chile (09 de febrero al 10 de marzo 2025). Fuente: modelo GFS. Climatología 2000 – 2014. Procesamiento: AFIOF/DGIOCC, IMARPE

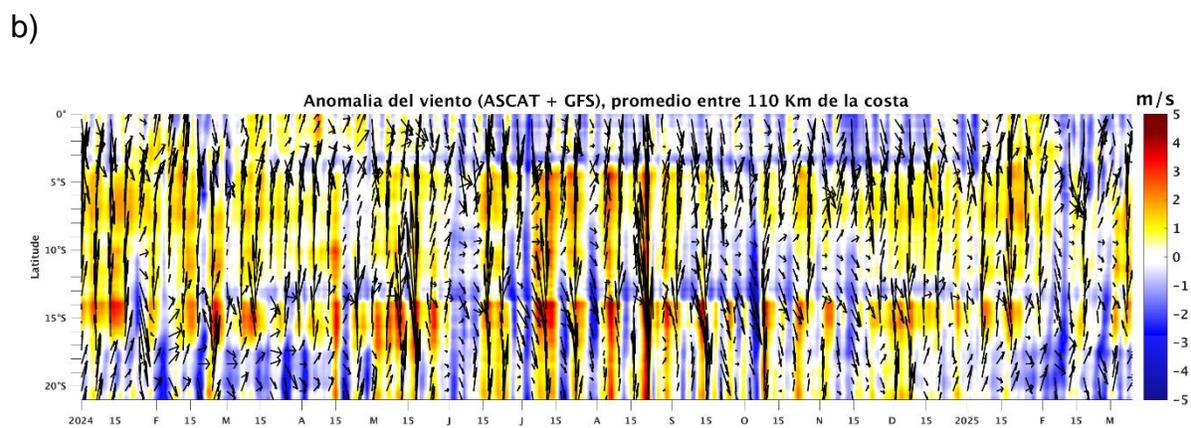
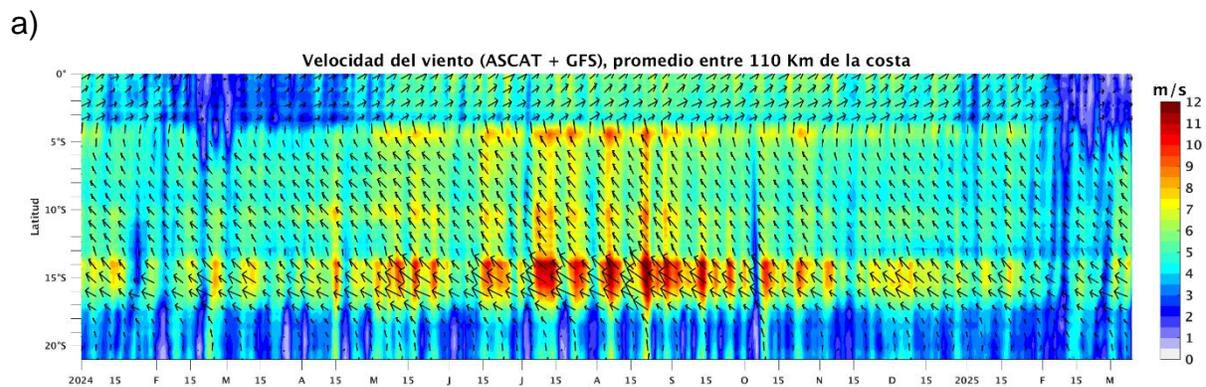


Figura 18. Viento Satelital (110 Km frente a la costa del Perú): a) Velocidad del viento (ms^{-1}), b) Anomalia de la velocidad del viento (m s^{-1}). Fuente: GFS (desde 1 de enero del 2024), Procesamiento: AFIOF/DGIOCC/IMARPE. Climatología 2000 – 2014. Actualizado al 10 de marzo 2025.

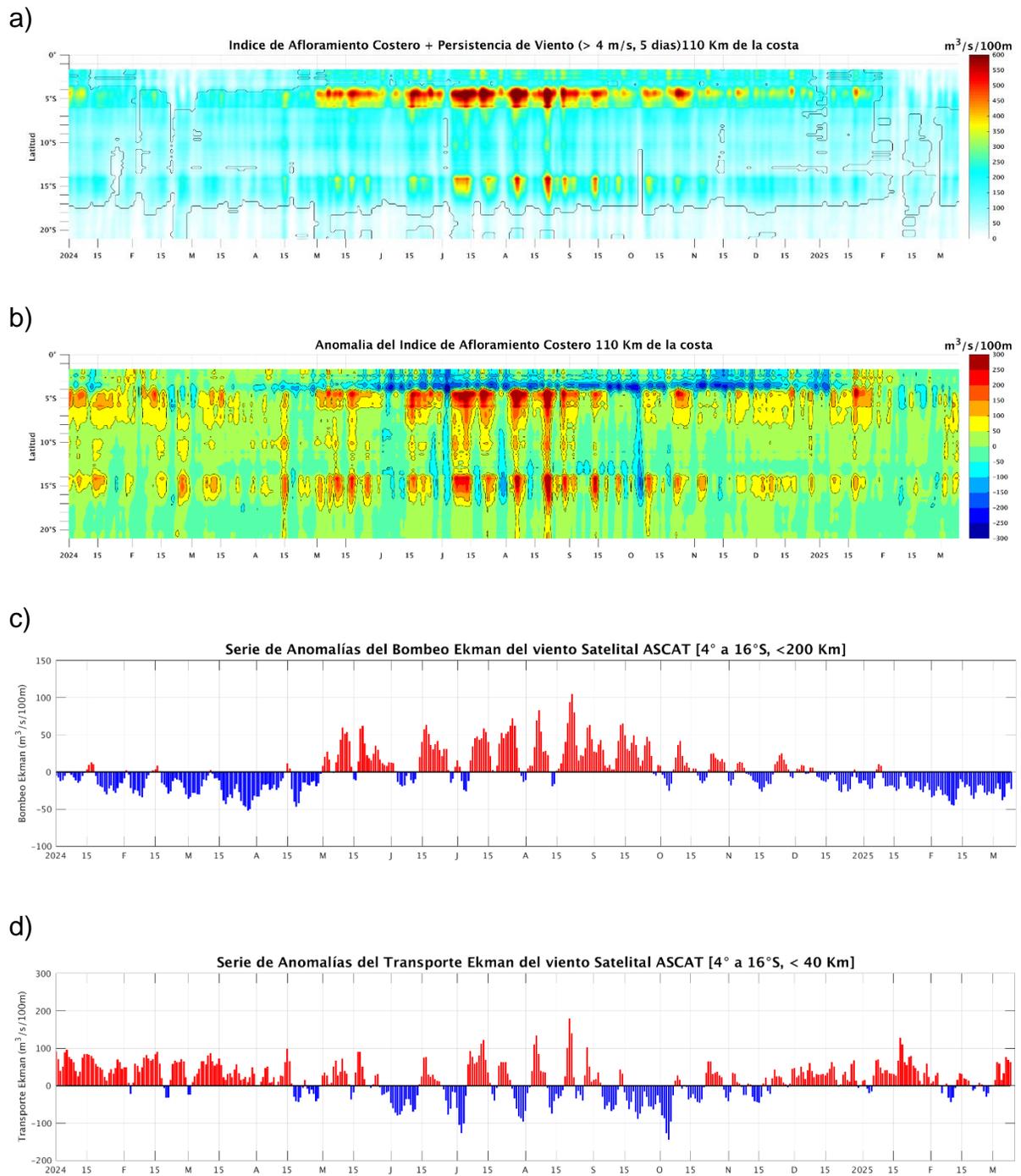


Figura 19. Índice de Afloramiento Costero (IAC), calculado a partir del viento satelital a 110 km frente a la costa del Perú: a) Índice de Afloramiento Costero - IAC ($m^3 s^{-1} 100 m^{-1}$), b) Anomalia del IAC ($m^3 s^{-1} 100 m^{-1}$) y c) Anomalías del Índice del Bombeo Ekman dentro de los 200km 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 10 de marzo 2025.

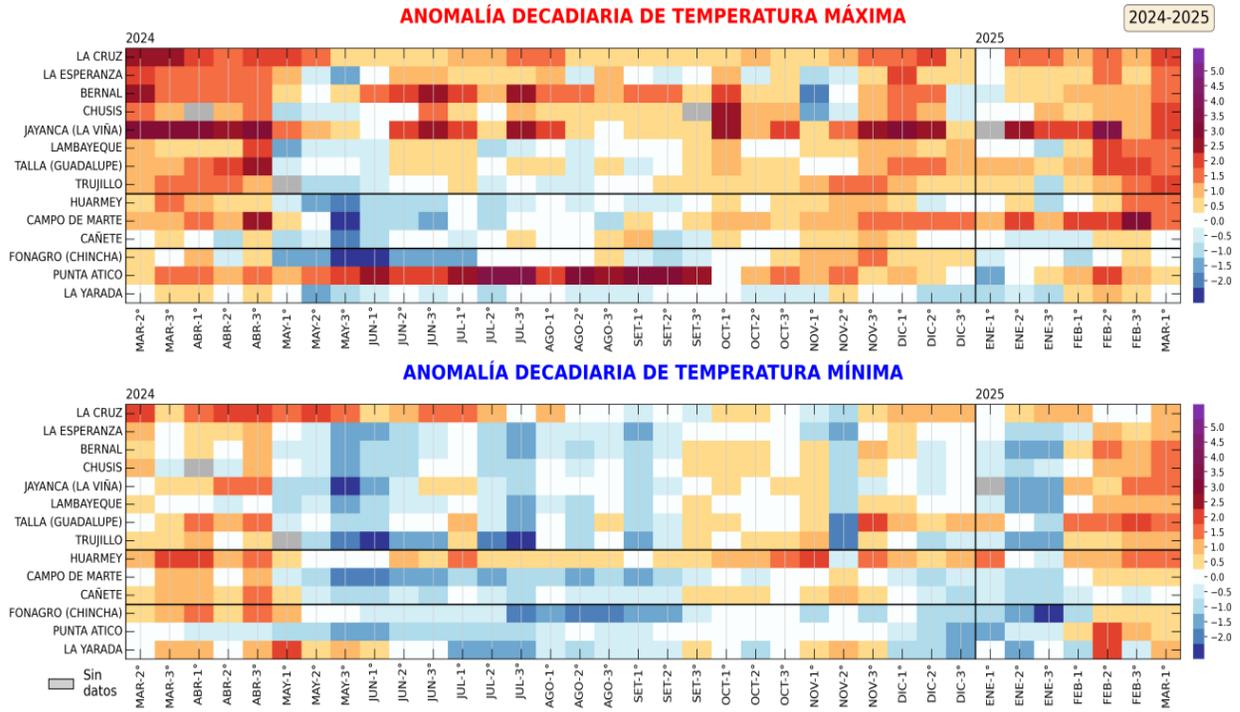


Figura 20. Anomalías decadiarias (°C) de las temperaturas extremas del aire a lo largo de la costa peruana. Climatología: 1991-2020. Fuente: SENAMHI.

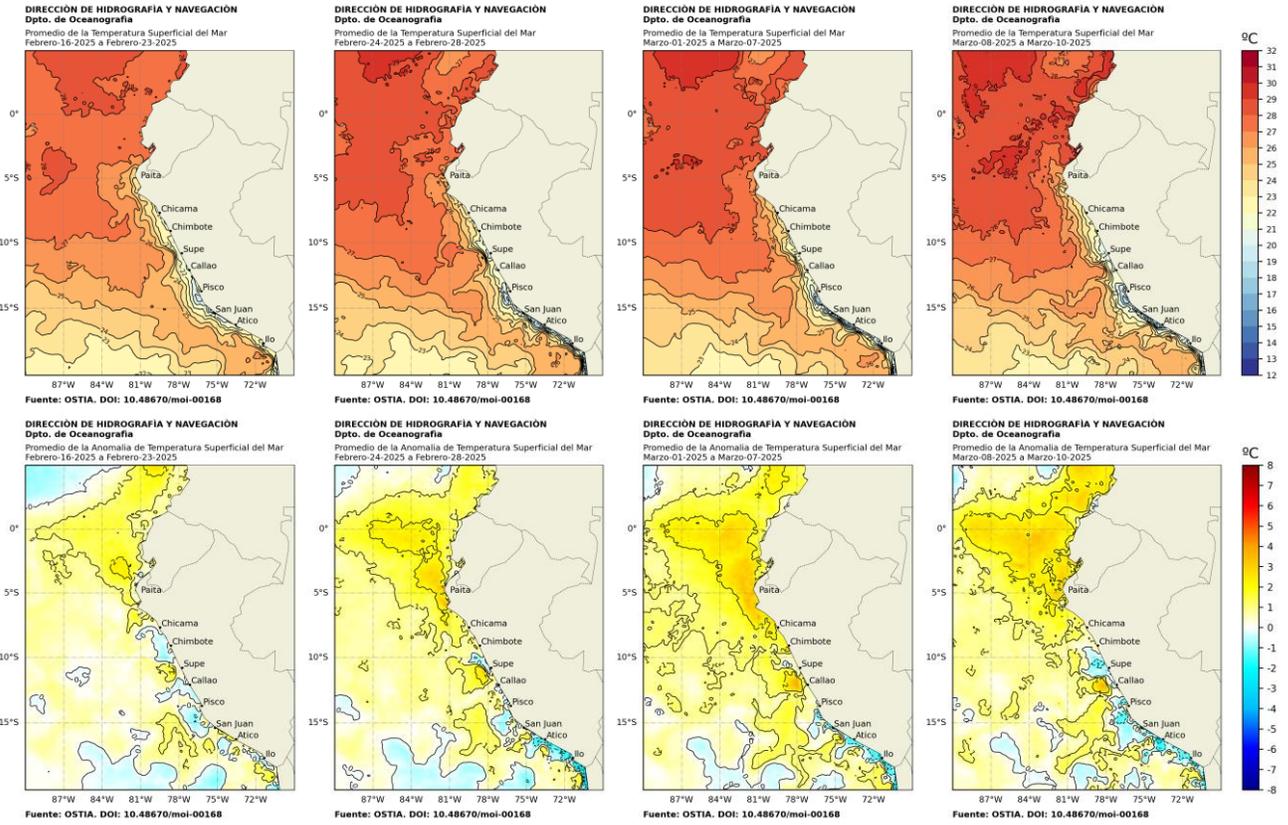


Figura 21. Distribución semanal de temperatura superficial del mar (TSM) y su anomalía, del 16 de febrero 2025 al 10 de marzo 2025. Fuente: OSTIA, Climatología: 1991-2020. Elaboración: DIHIDRONAV.

a)



b)

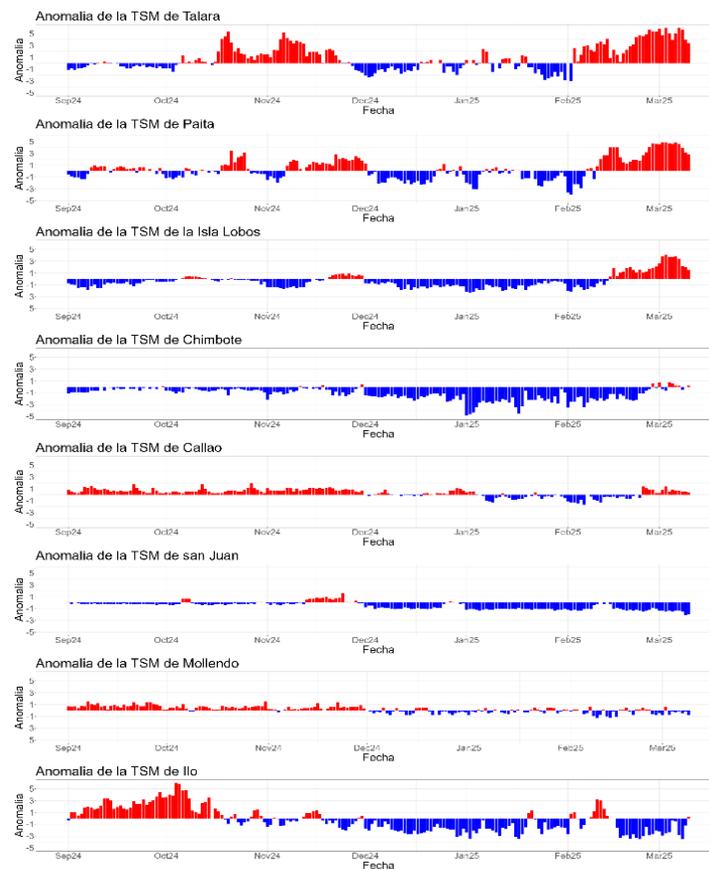
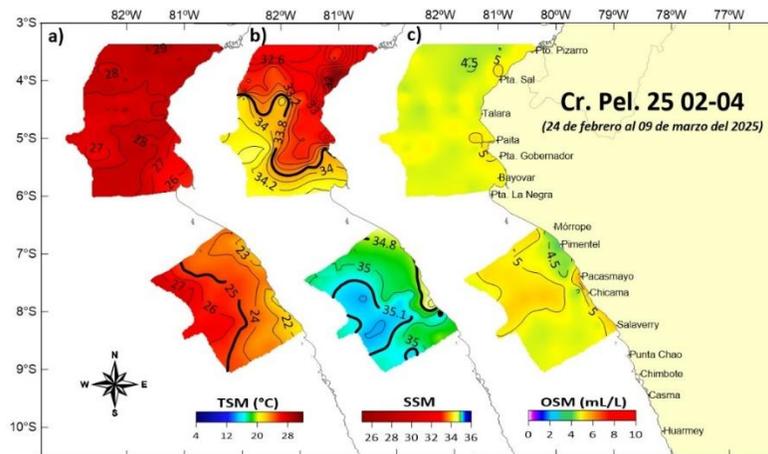
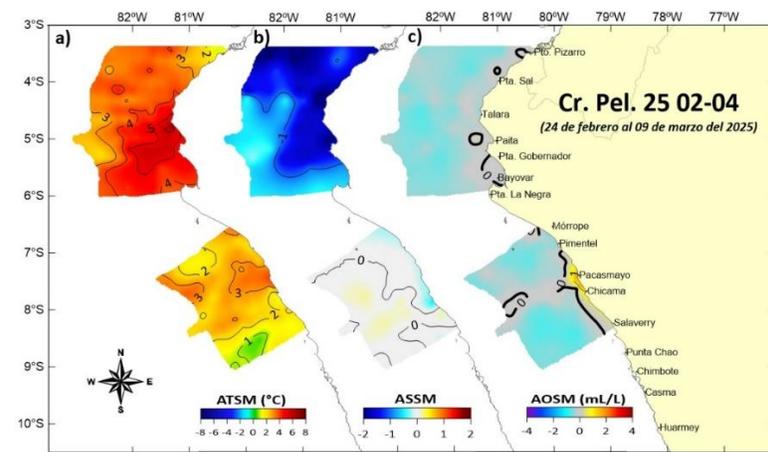


Figura 22. Temperatura superficial del mar diario en la región Niño 1+2 (línea negra), promedio entre la latitud de 3°S - 6°S a 50 millas (línea azul) y 100 millas (línea verde) desde enero 2024 al 10 de marzo 2025. Fuente: OSTIA, Climatología: 1991-2020. Elaboración: DIHIDRONAV (a). Anomalía de la TSM diaria a lo largo del litoral de Perú de setiembre 2024 al 10 de marzo 2025. Climatología: 1991-2020. Fuente y procesamiento: DIHIDRONAV (b).

a)



b)



c)

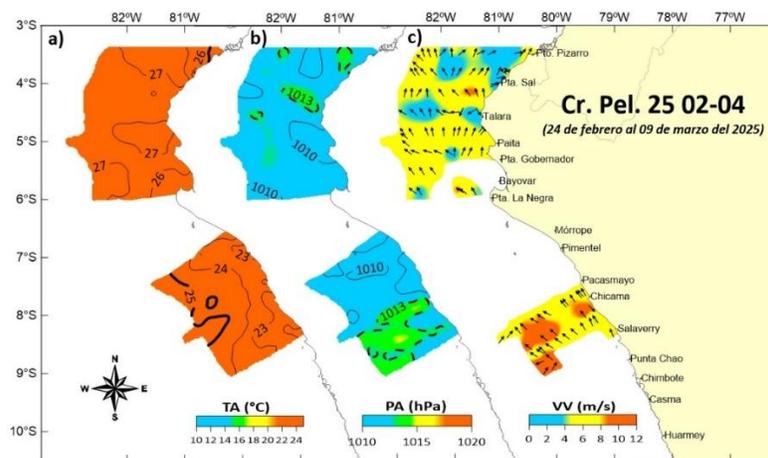


Figura 23. Distribución de Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), Salinidad, Oxígeno disuelto (mL L^{-1}) en superficie (panel superior), con sus respectivas anomalías (panel del centro) registrado entre el 24 de febrero y 09 de marzo del 2025. Además, en el panel inferior se muestra la distribución de la temperatura el aire, la presión atmosférica y la velocidad y dirección del viento para la misma de fecha. Las anomalías en el panel del centro fueron calculadas respecto al periodo 1991-2020 (Domínguez, et al; 2017).

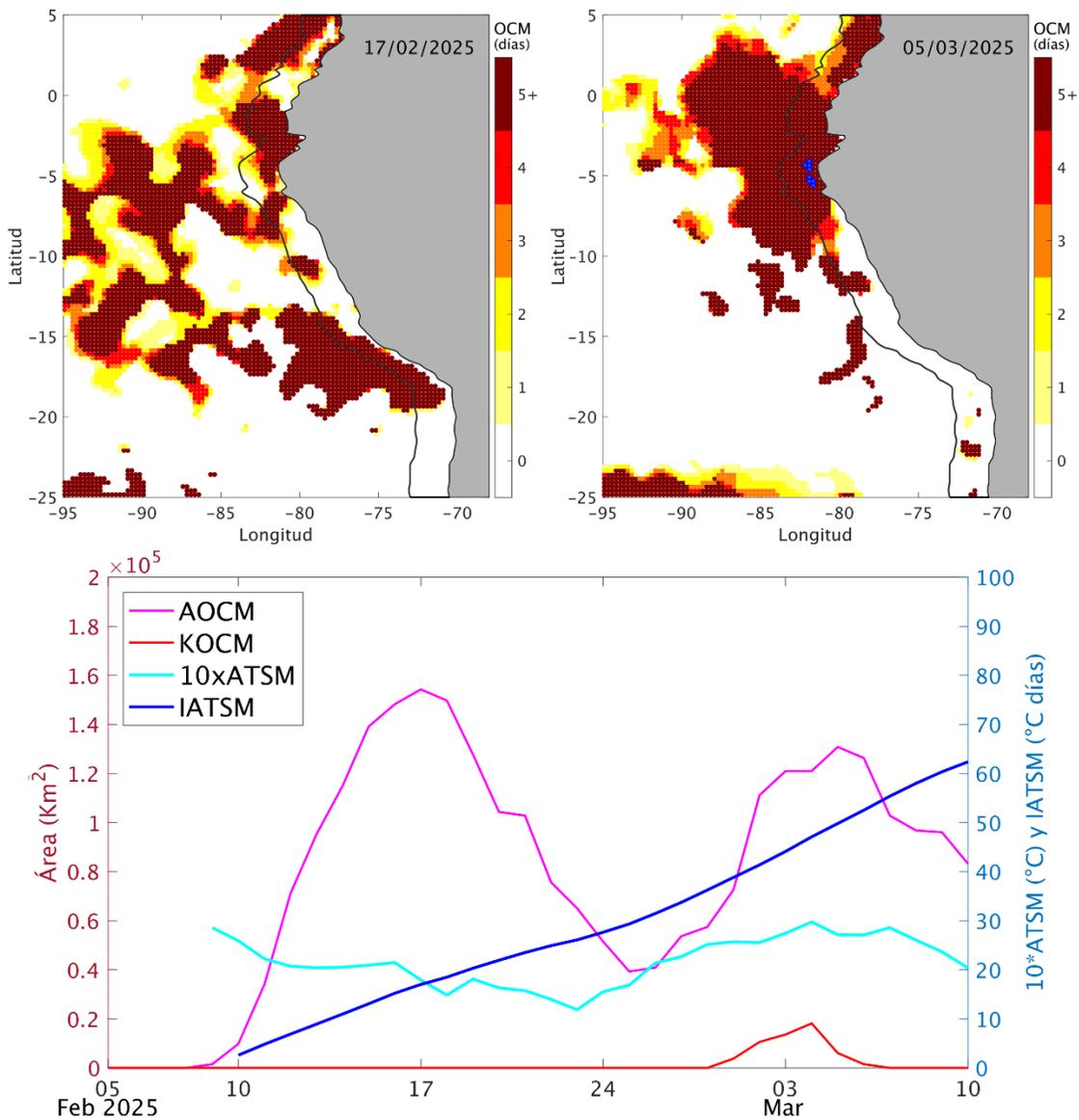


Figura 24. Distribución espacial de la condición de ola de calor marina (OCM) entre los 2°S y 25°S, 70°W y 95°W el 17 de febrero del 2025 (a) y el 05 de marzo del 2024 (b); la escala de color indica el número de días en los cuales la TSM superó el percentil 90 de los datos diarios históricos, usando 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). Al 10 de marzo, la condición de OCM presenta una duración de 29 días y una anomalía acumulada de 62,39 °C x días. Fuente: OISST 2.1; procesamiento: AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

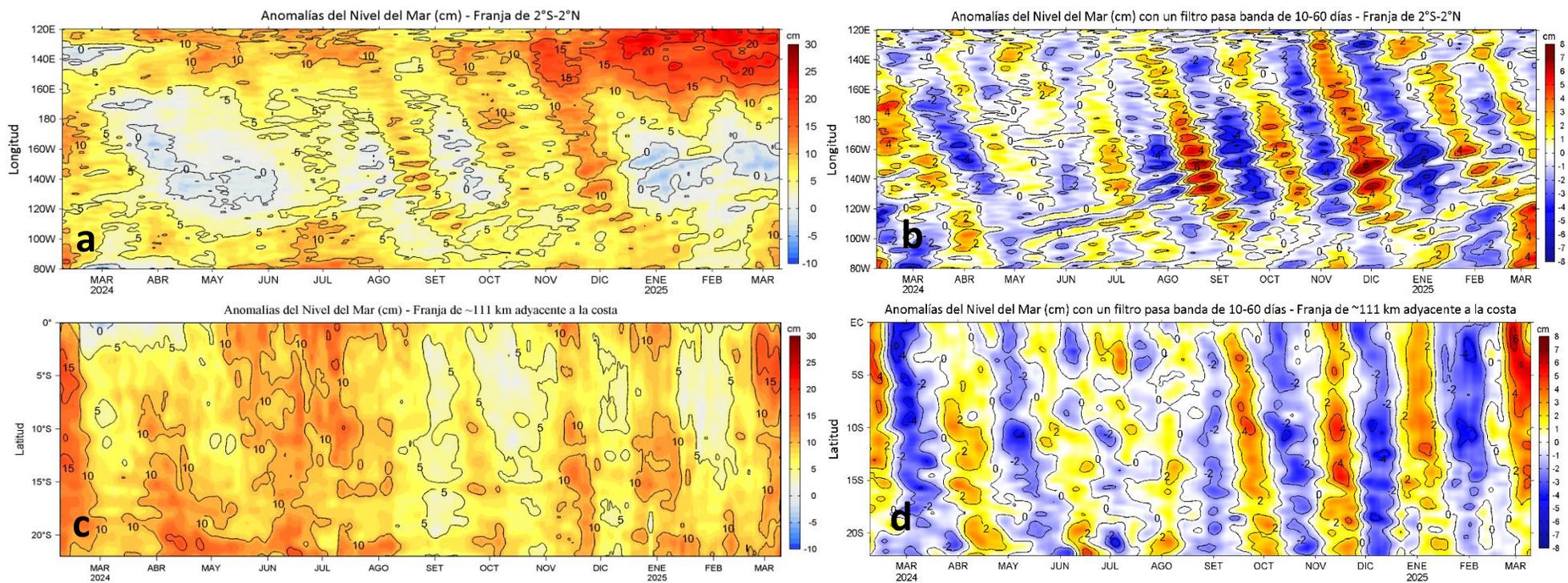


Figura 25. Variación longitudinal de las anomalías del nivel del mar (ANM, cm) para una franja de 2°S - 2°N en el sector ecuatorial (a y b, panel superior) y variación latitudinal para una franja de 60 mn (111 km) adyacentes a la costa peruana (c y d, panel inferior), para los últimos trece meses hasta el 10 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 v3.0. Procesamiento: LHF/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

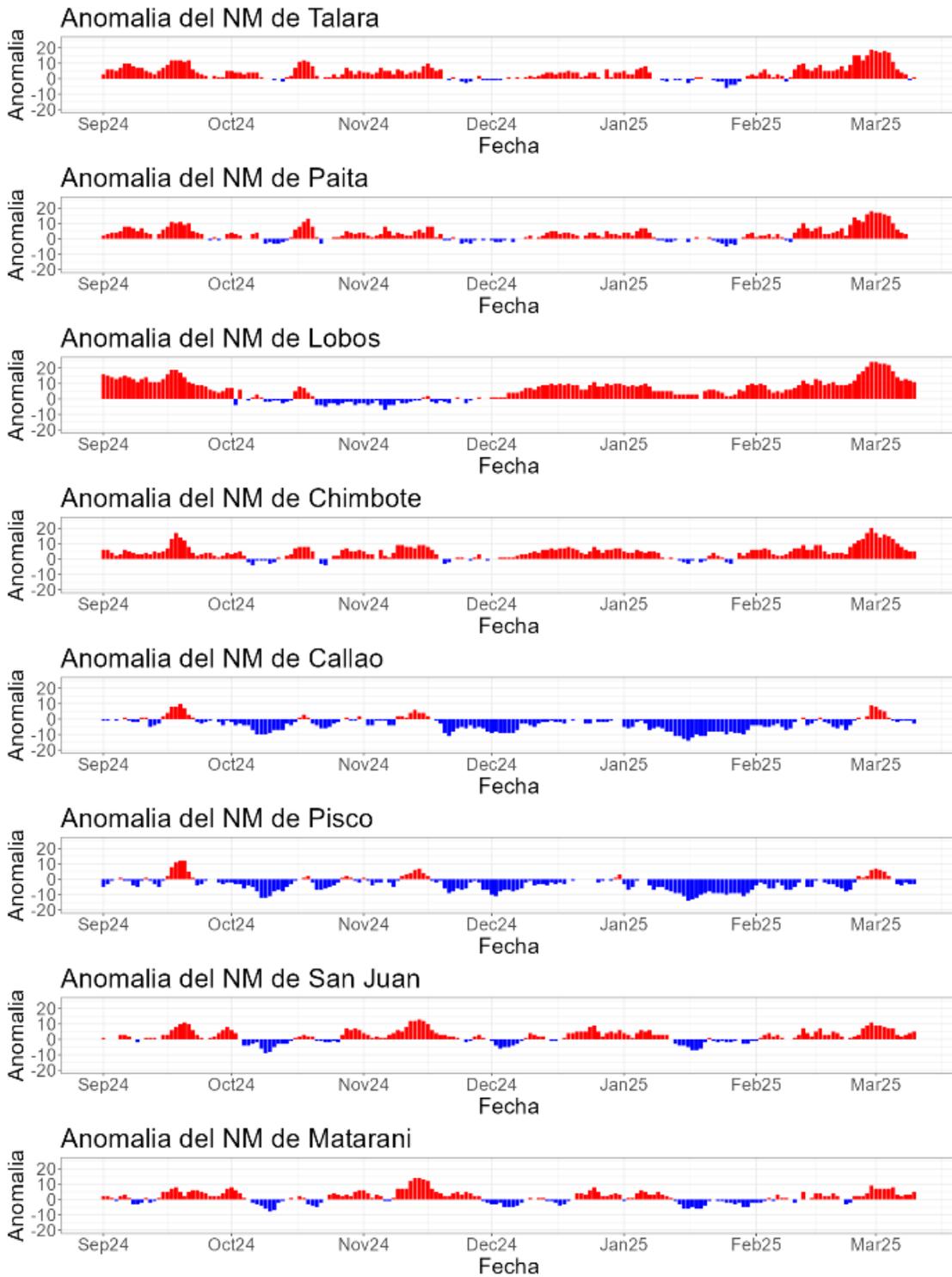


Figura 26. Anomalia de la NM diario a lo largo del litoral de Perú de setiembre 2024 al 10 de marzo 2025. Fuente y procesamiento: DIHIDRONAV.

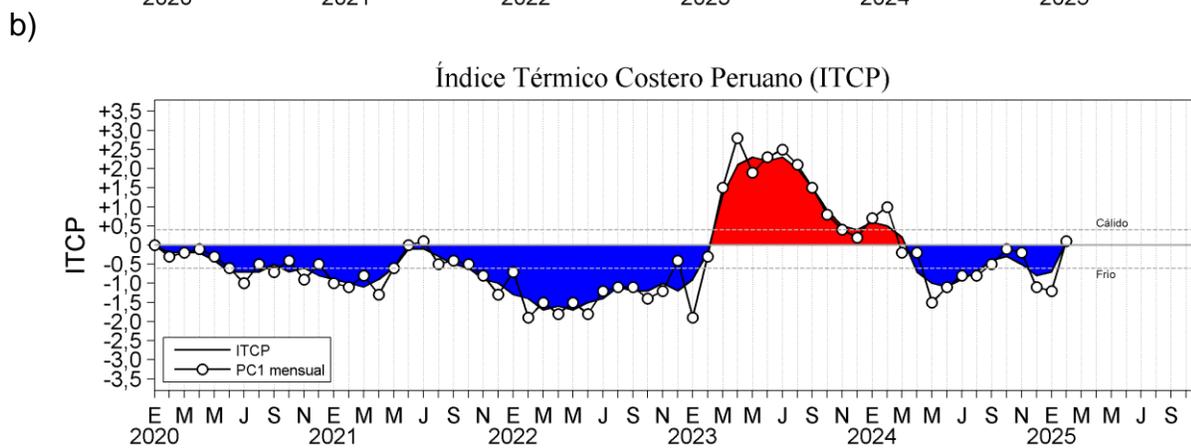
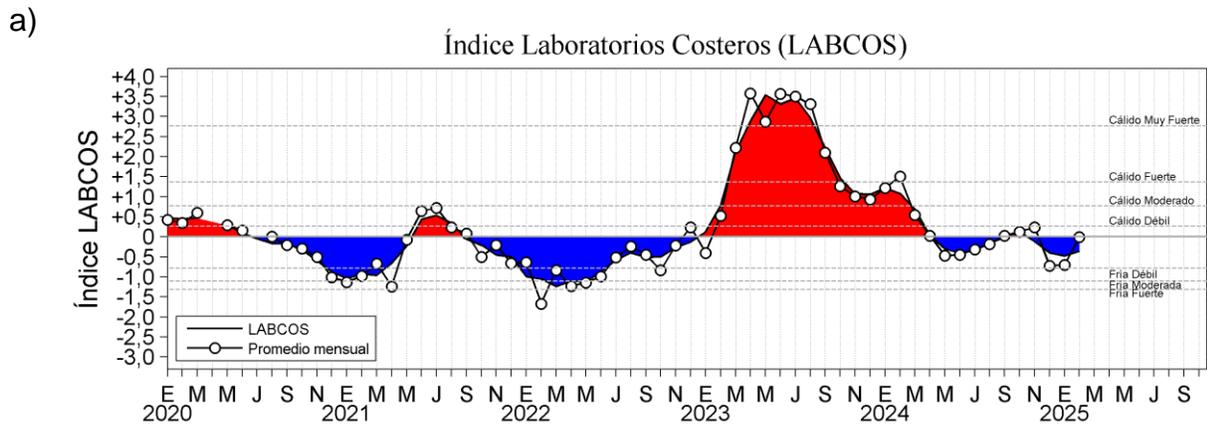


Figura 27. a) Índice Térmico Costero Peruano (ITCP; Quispe et al., 2016), y b) Índice LABCOS (Quispe y Vásquez, 2015) de enero del 2020 a febrero del 2025.

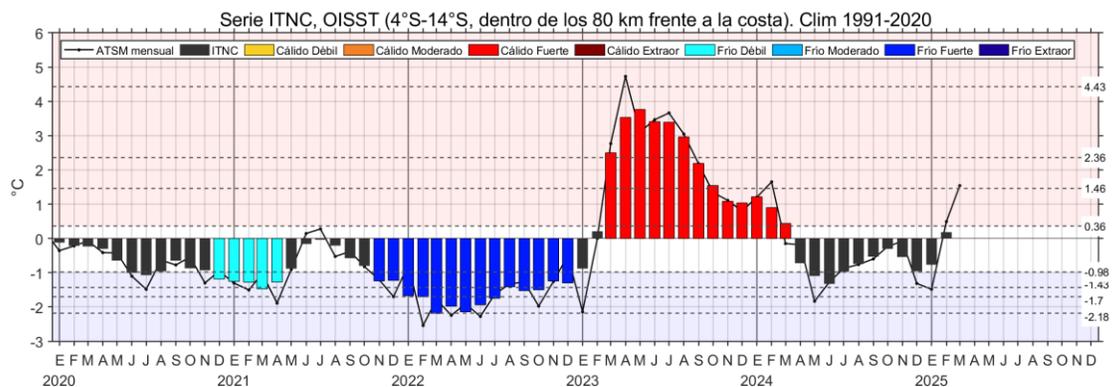


Figura 28. Serie de tiempo del Índice Térmico Norte-Centro (ITNC), en base a la media móvil de tres meses de la anomalía de TSM mensual para la banda de 40 km adyacente a la costa entre los 4°S y 14°S. Climatología 1991-2020. Fuente de datos: OISST. Umbrales: Fria Extraordinaria: -2,18; Fria Fuerte: -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.

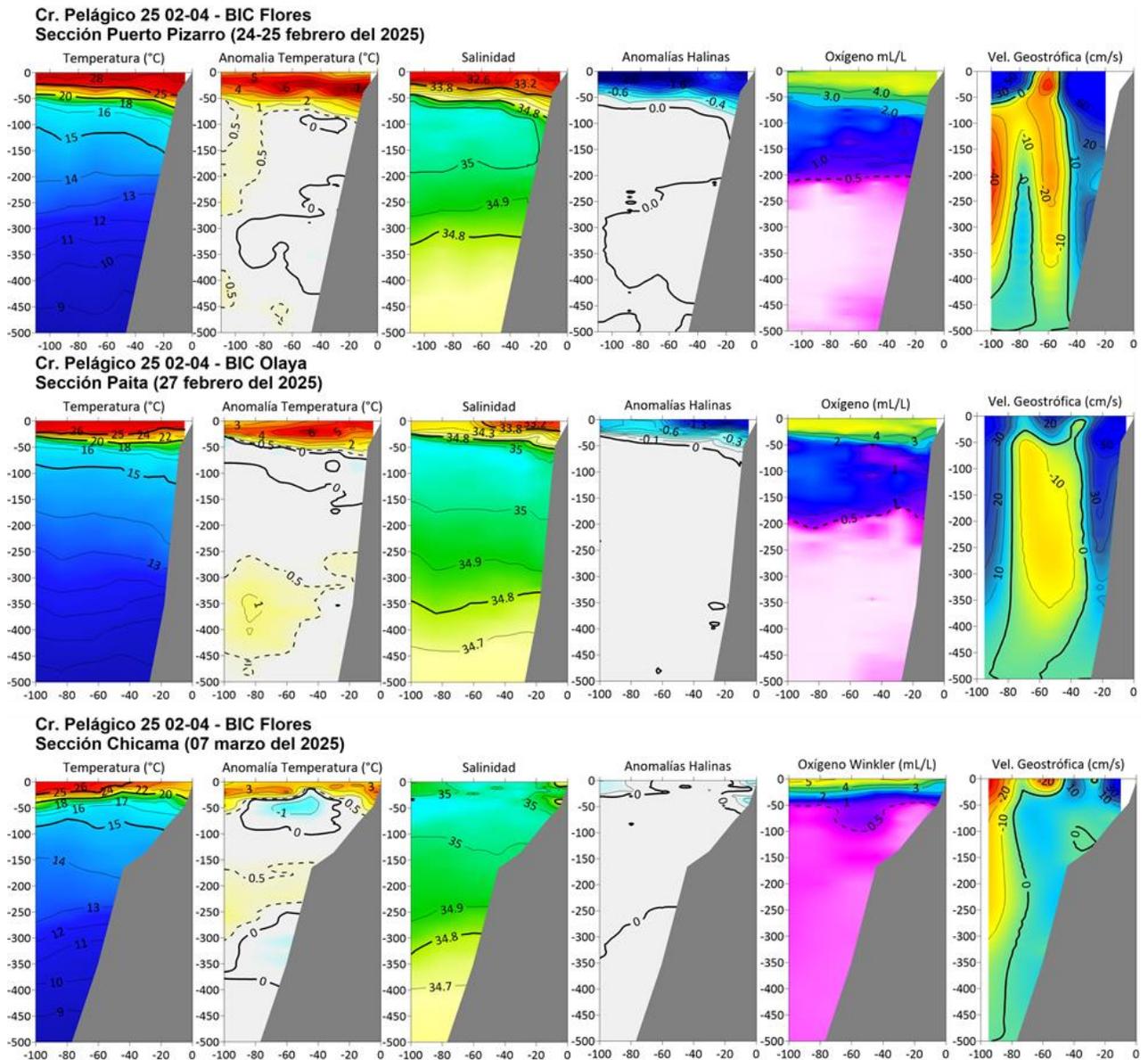


Figura 29. Secciones oceanográficas de temperatura, anomalía térmica, salinidad, anomalía halina, y oxígeno disuelto, realizadas frente a Puerto Pizarro, Paita y Chicama dentro de las 100 mn, entre el 24 de febrero y 07 de marzo de 2025. Climatología: 1991-2020.

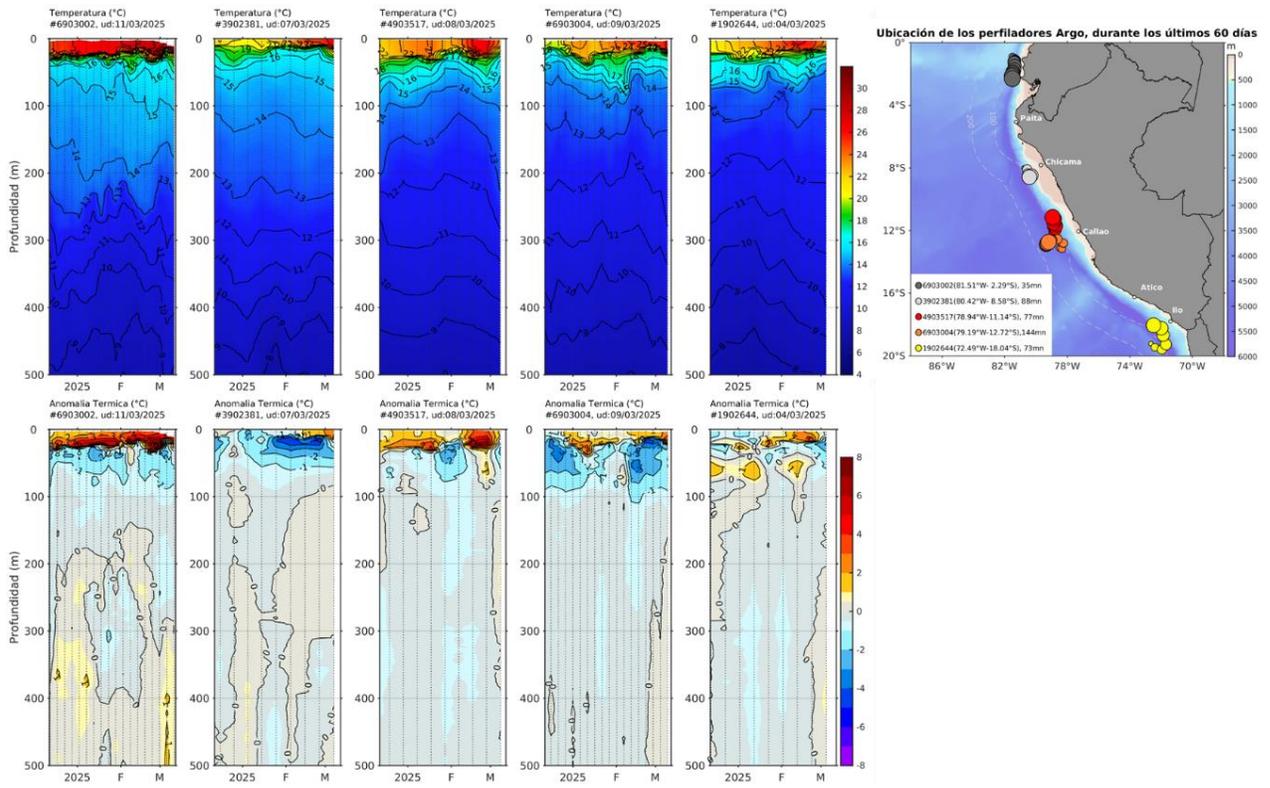


Figura 30. Evolución de la anomalía de la temperatura del agua de mar en flotadores Argo en la zona costera (dentro de las 200 mn) y ubicación de sus últimas posiciones (diciembre 2024 y enero 2025). Climatología: 1991-2020. Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

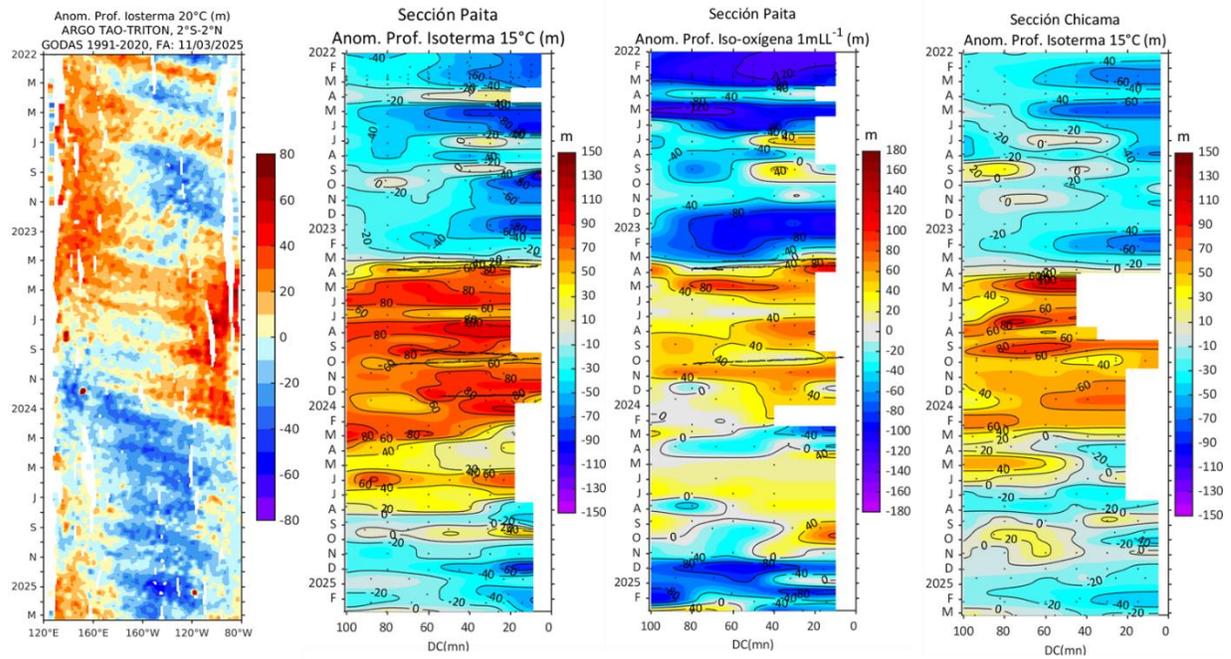
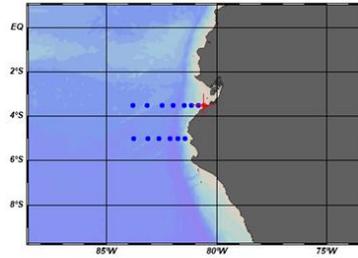
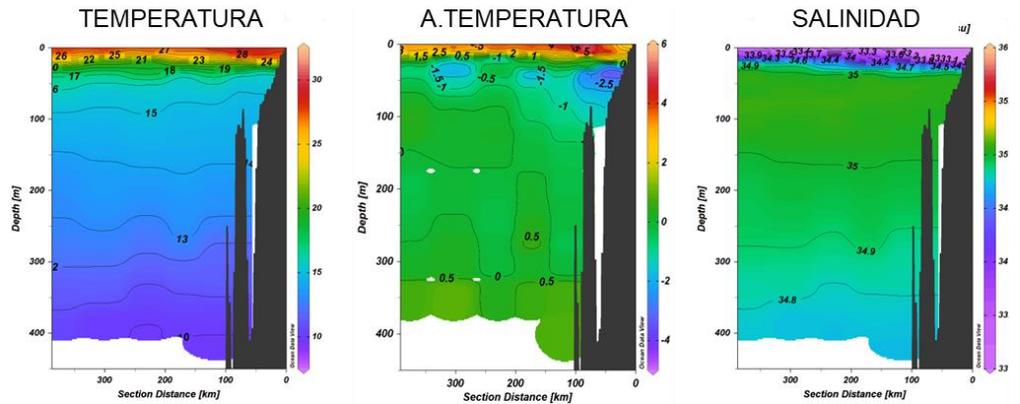


Figura 31. Anomalia de la profundidad de la isoterma de 20 en el Pacifico ecuatorial (ARGO/TAO Triton) y anomalías de la profundidad de la isoterma de 15 °C y de la iso-oxigena de 1 mL L⁻¹, indicadores de la termoclina y de la oxiclina.



PIZARRO 6/03/25



PAITA 8-9/03/25

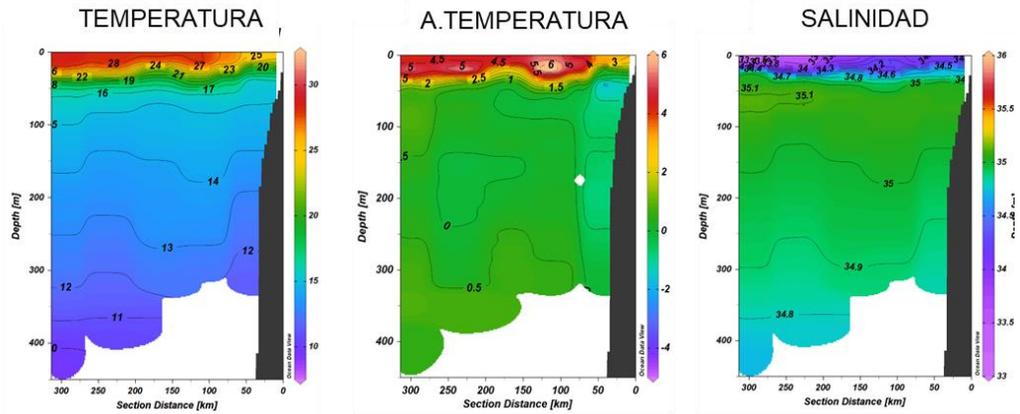


Figura 32. Perfiles frente a Puerto Pizarro y Paíta para a) temperatura sub-superficial del mar, b) anomalía de la temperatura, y c) Salinidad, hasta los 500 metros de profundidad. Fuente y procesamiento: DIHIDRONAV.

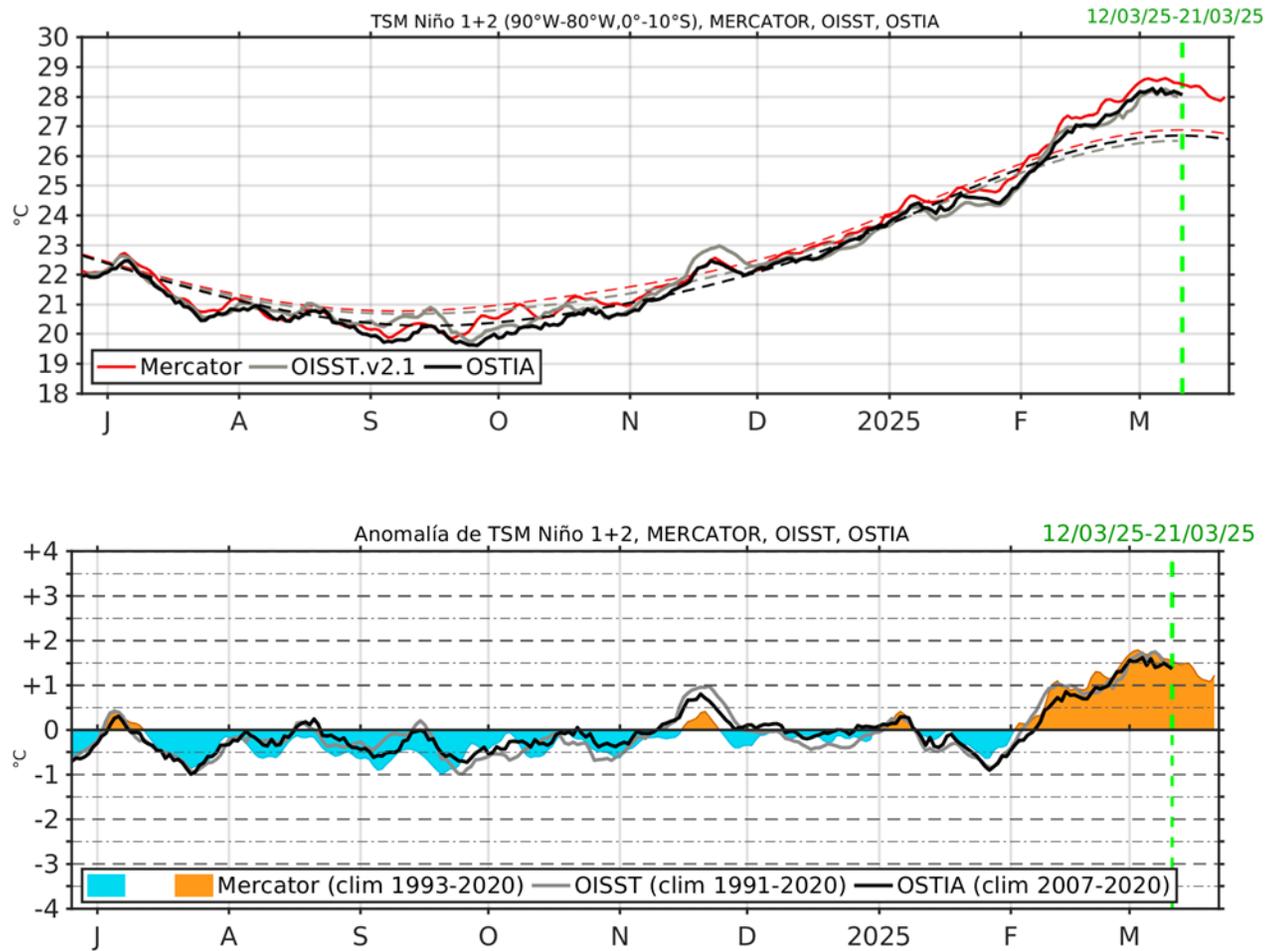


Figura 33. Temperatura superficial del Mar (TSM), MERCATOR (rojo), OISST (gris), OSTIA (negro), (arriba); y Anomalía de TSM, Mercator (sombreado rojo y azul), OISST (gris), OSTIA (negro), (abajo), en la región Niño 1+2.

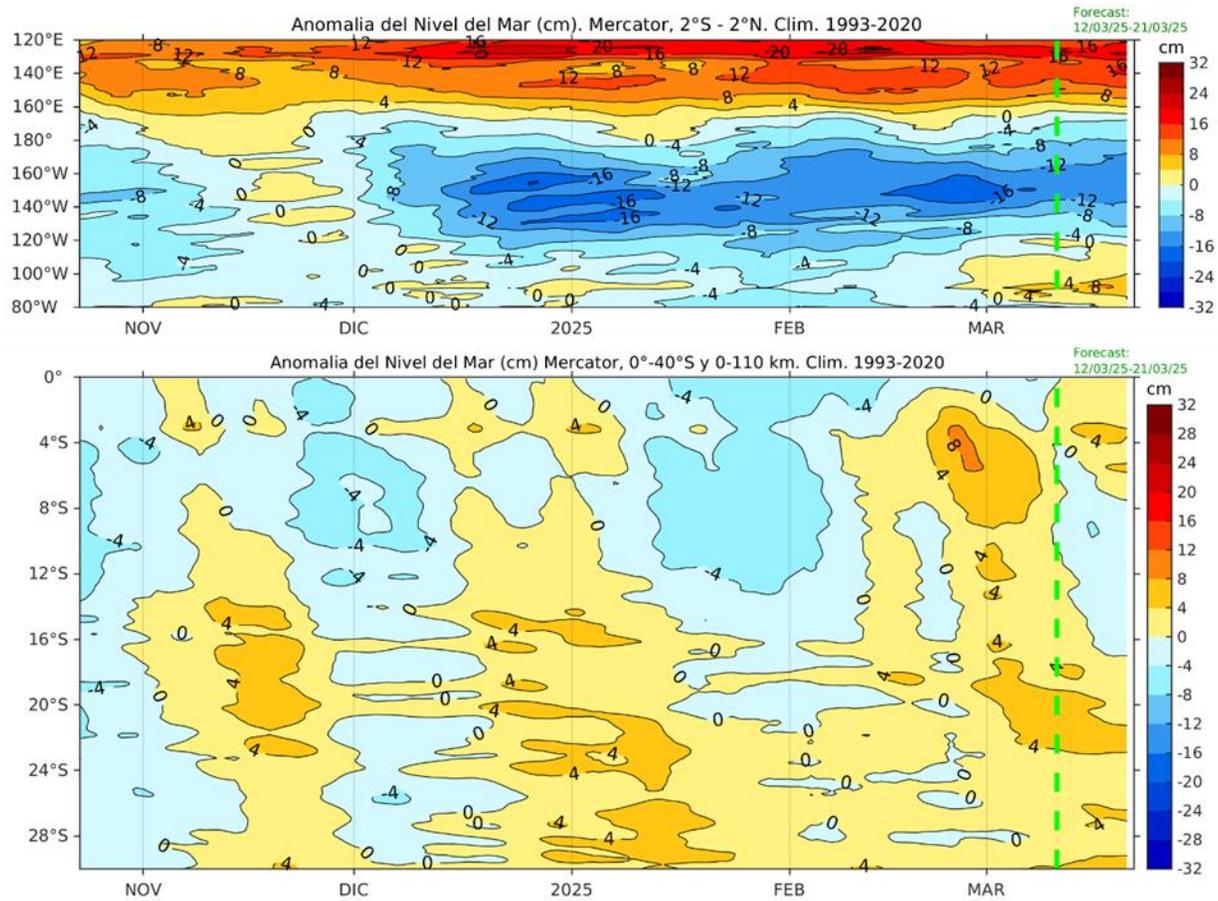


Figura 34. Anomalia de nivel del mar en el Pacífico ecuatorial, entre los 120°E - 80°W y 2°N - 2°S (arriba), y dentro de los 110 km frente a la costa entre los 0° - 40°S (abajo). Climatología de 1993-2020. Fuente: MERCATOR.

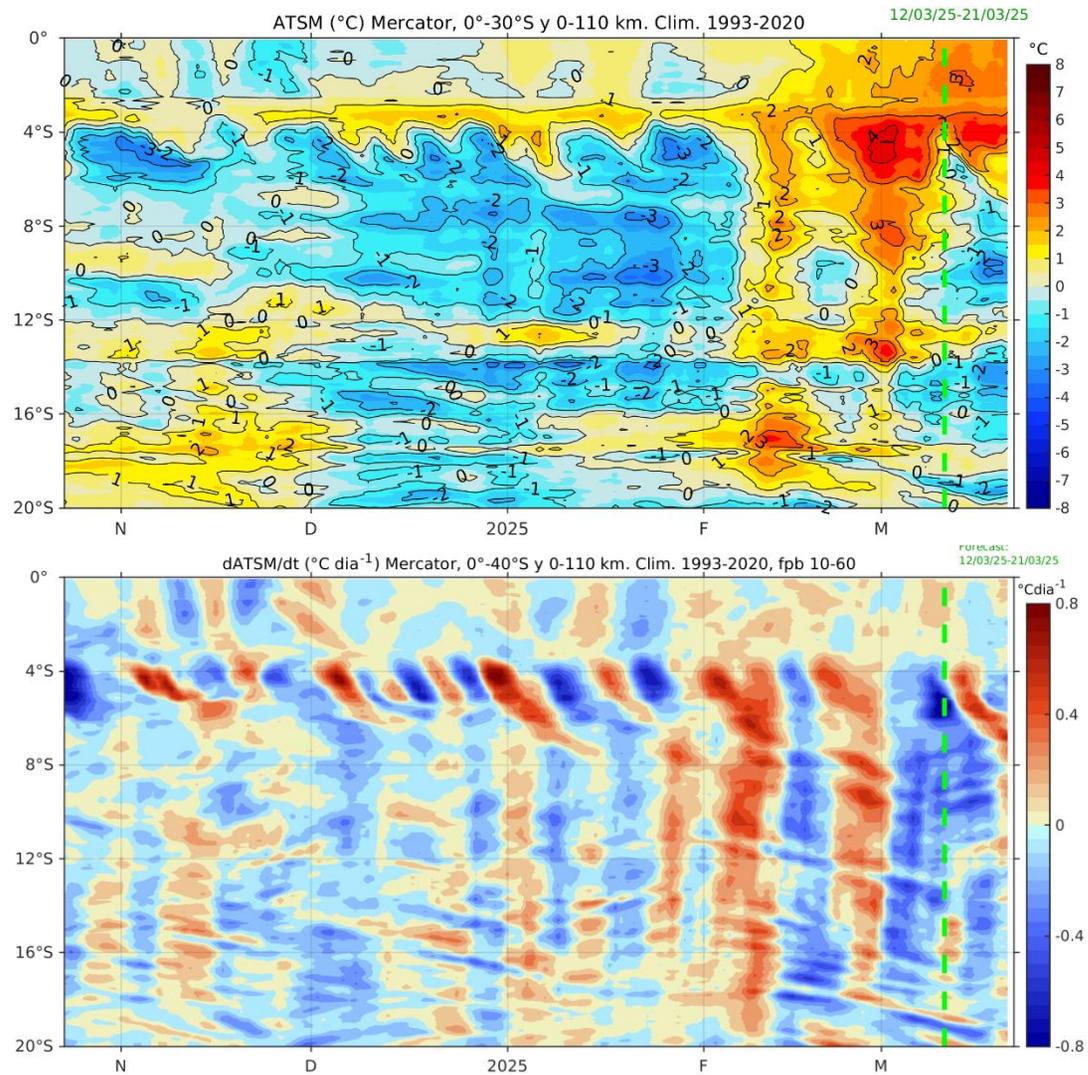


Figura 35. Anomalía de la profundidad de la termoclina (isoterma de 15 °C) dentro de los 80 mn frente a la costa (arriba) y tasa de cambio de anomalía de TSM respecto al tiempo dentro de los 60 km frente a la costa (abajo). Climatología de 1993-2020. Fuente: MERCATOR.

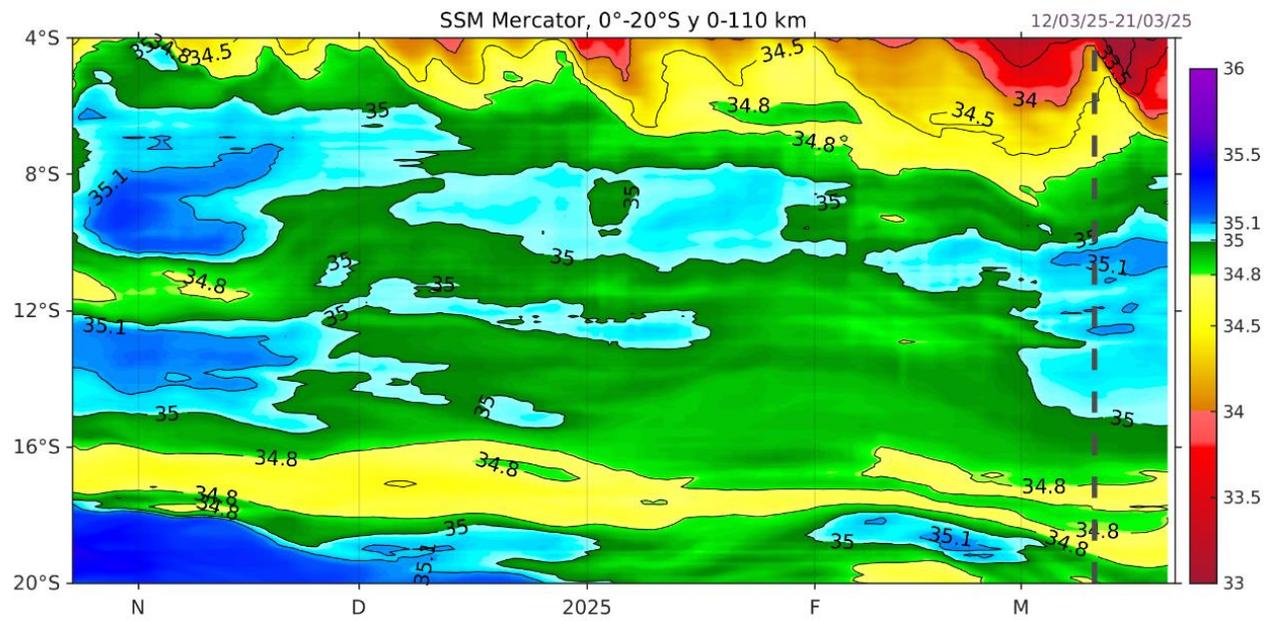


Figura 36. Salinidad superficial del mar dentro de los 110 km frente a la costa, pronosticada hasta el 9 de marzo. Climatología de 1993-2020. Fuente: MERCATOR.

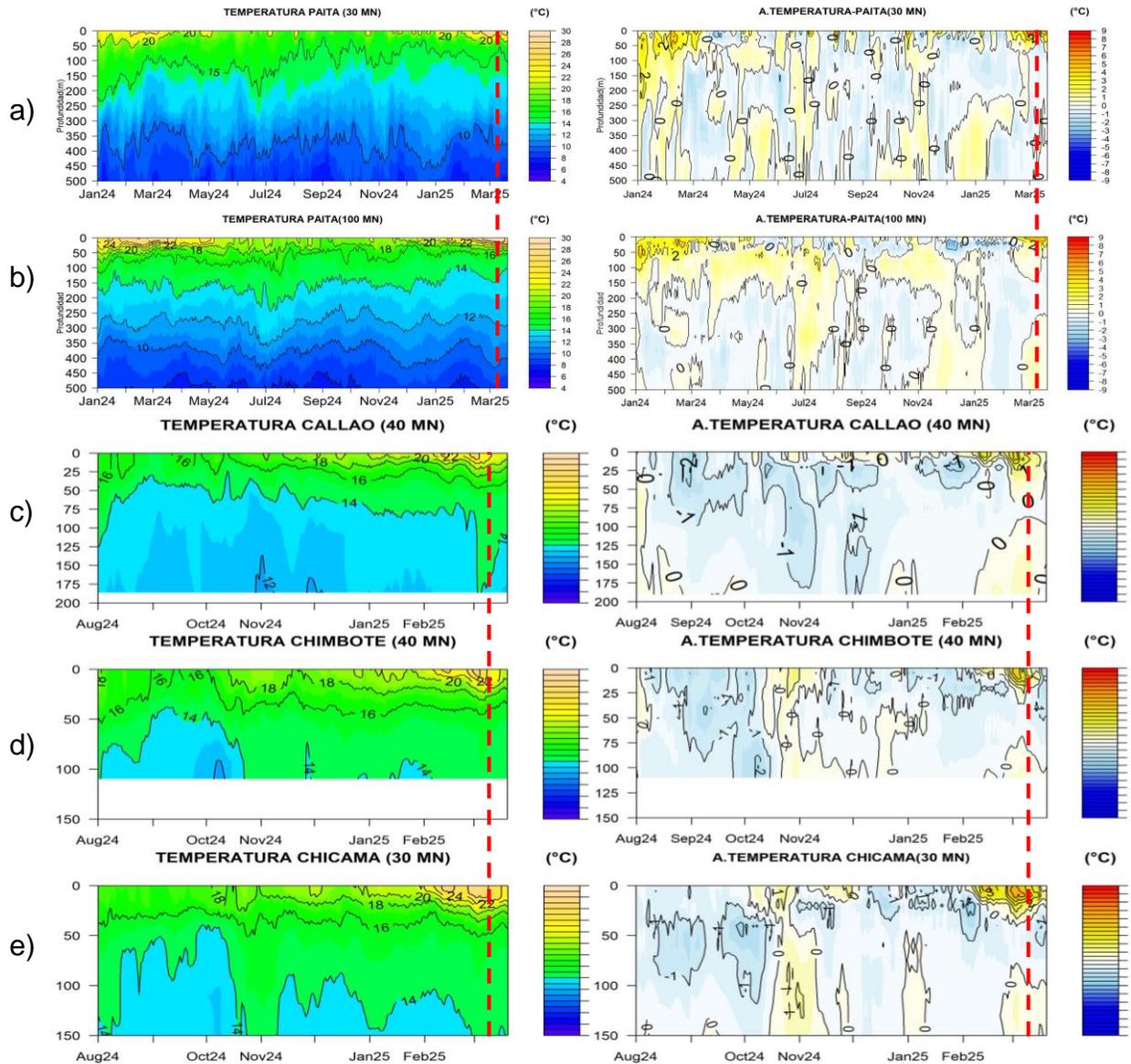
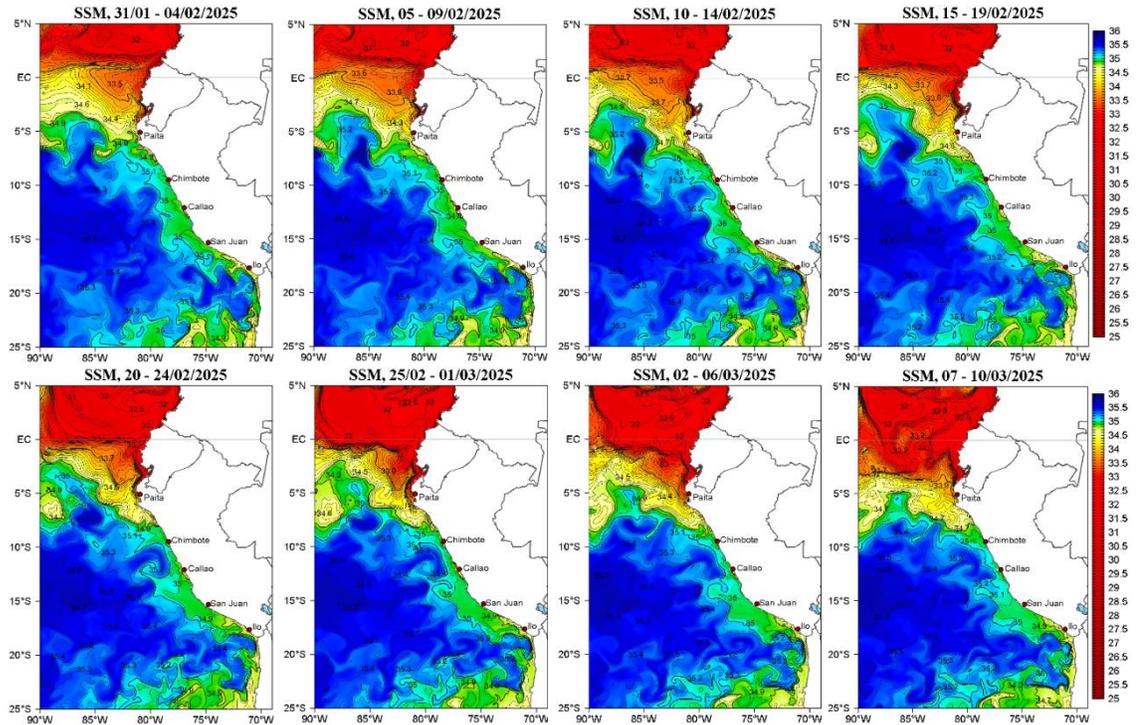


Figura 37. Pronóstico de temperatura sub-superficial del mar y su anomalía hasta los 500 m de profundidad frente a) Paita (30 mn), b) Paita (100 mn), c) Chicama (30 mn), d) Chimbote (40 mn) y e) Callao (40 mn). Fuente: Mercator. Procesamiento: DIHIDRONAV.

a)



b)

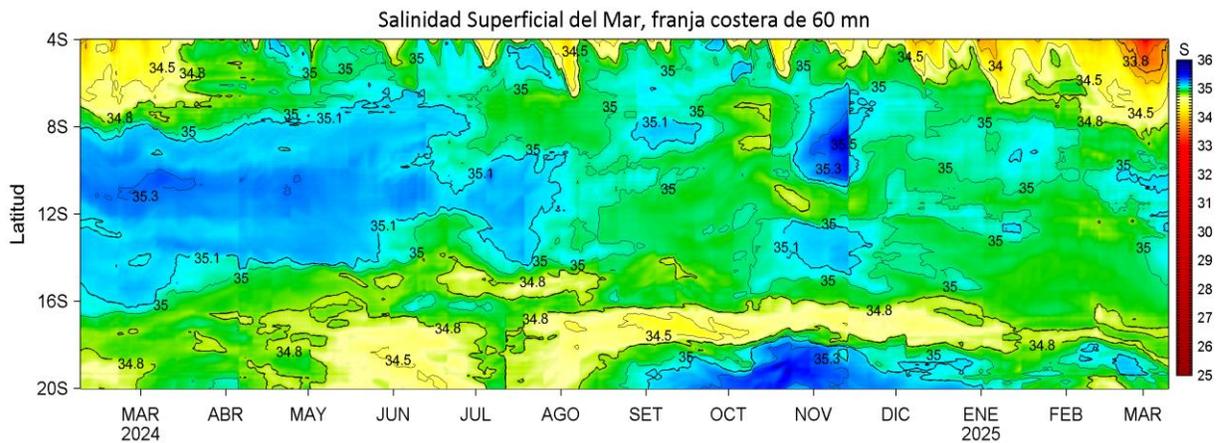


Figura 38. (a) Distribución pentadal de la salinidad superficial del mar (SSM) en el Pacífico Sudeste, durante el 31 de enero y 10 de marzo del 2025. (b) Diagrama Hovmöller de la SSM en la franja de las 60 millas costeras, al 10 de marzo del 2025. Datos: GLOBAL_ANALYSIS_FORECAST_PHY_001_024 (Lellouche, 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.

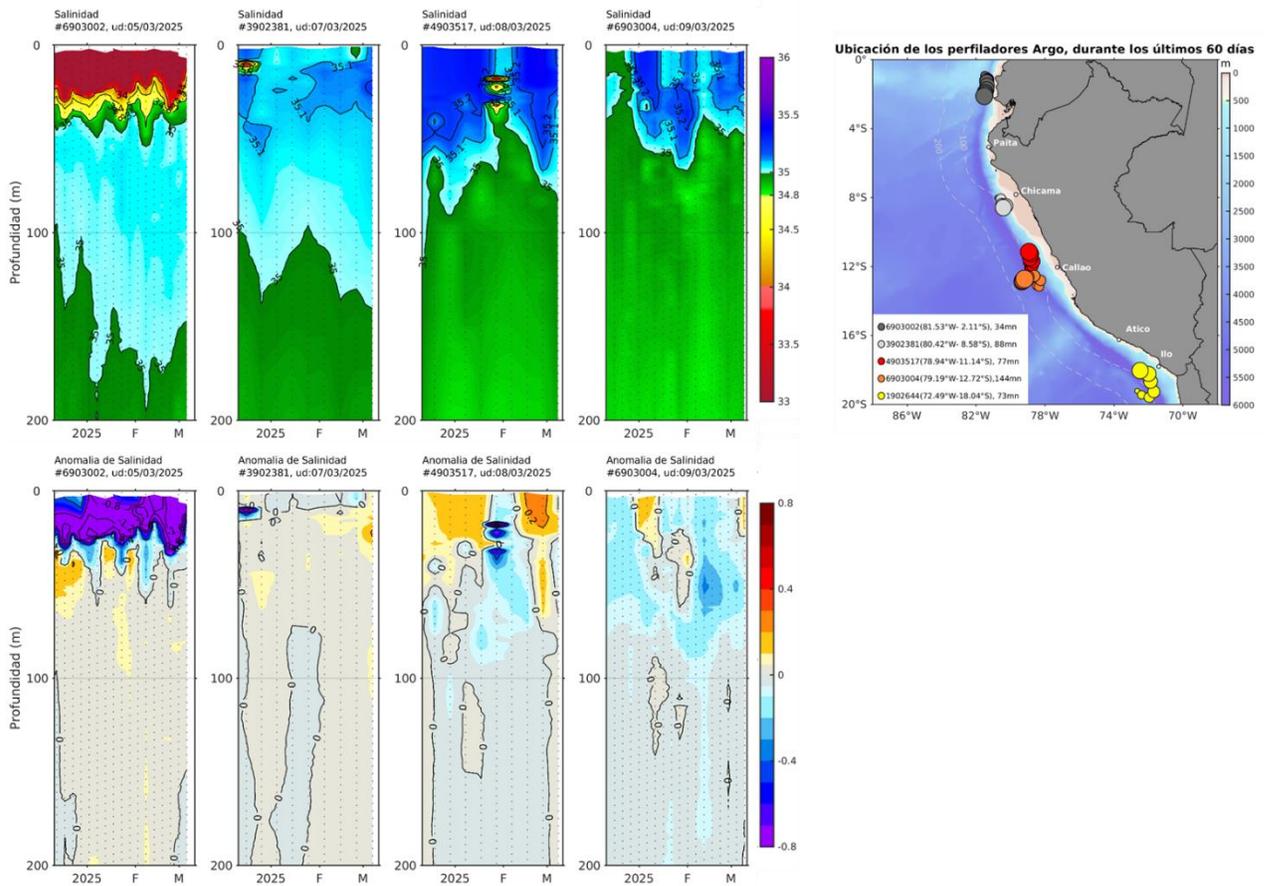
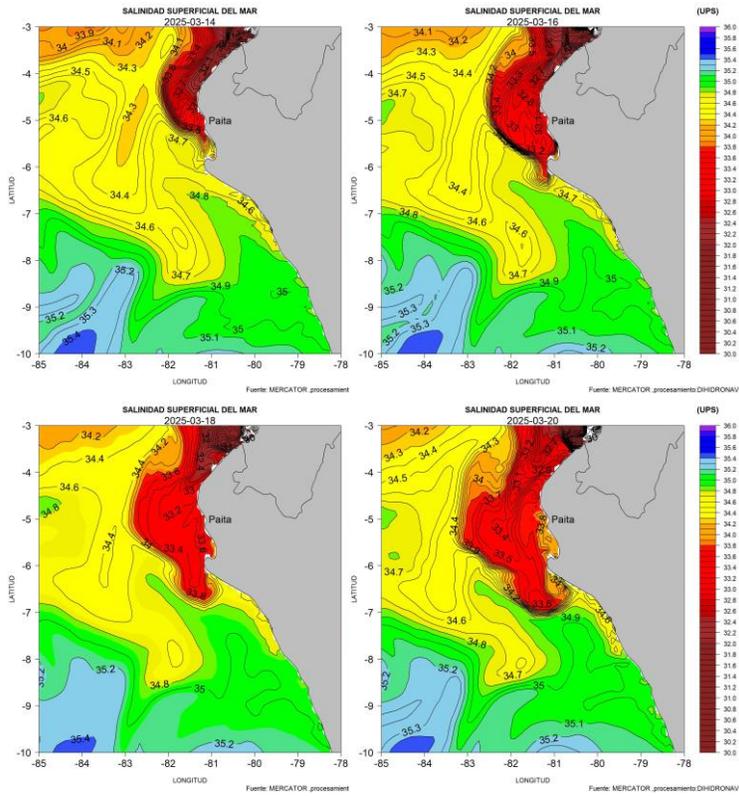


Figura 39. Evolución de la salinidad del agua de mar y sus anomalías en perfiladores ARGO en la zona costera (dentro de las 100 mn) y ubicación de las últimas posiciones y coordenadas geográficas donde brindaron información. Fuente: ARGO, climatología: 1991- 2020 (Domínguez et al., 2023). Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE

a)



b)

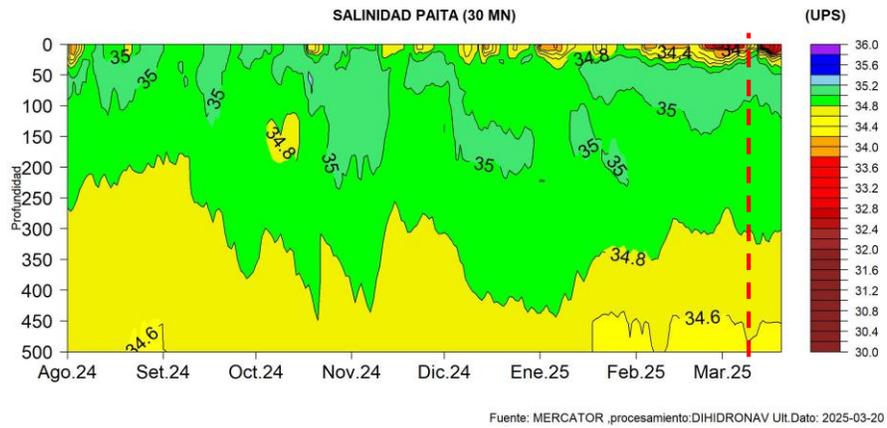
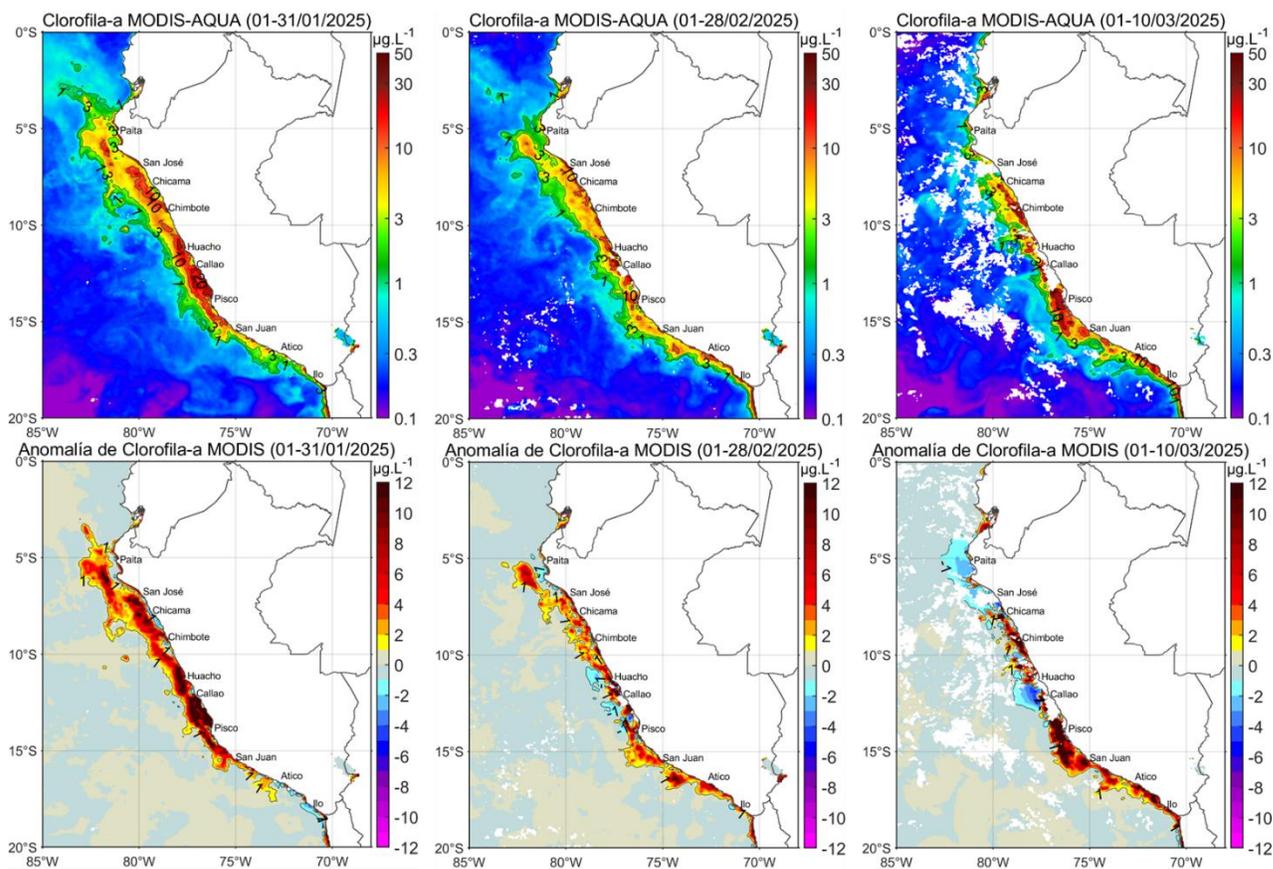


Figura 40. Pronóstico espacial de salinidad del mar superficial frente a la costa norte y centro de Perú para el periodo del 14 al 20 de marzo 2025. Fuente: Mercator. Procesamiento: DIHIDRONAV.

a)



b)

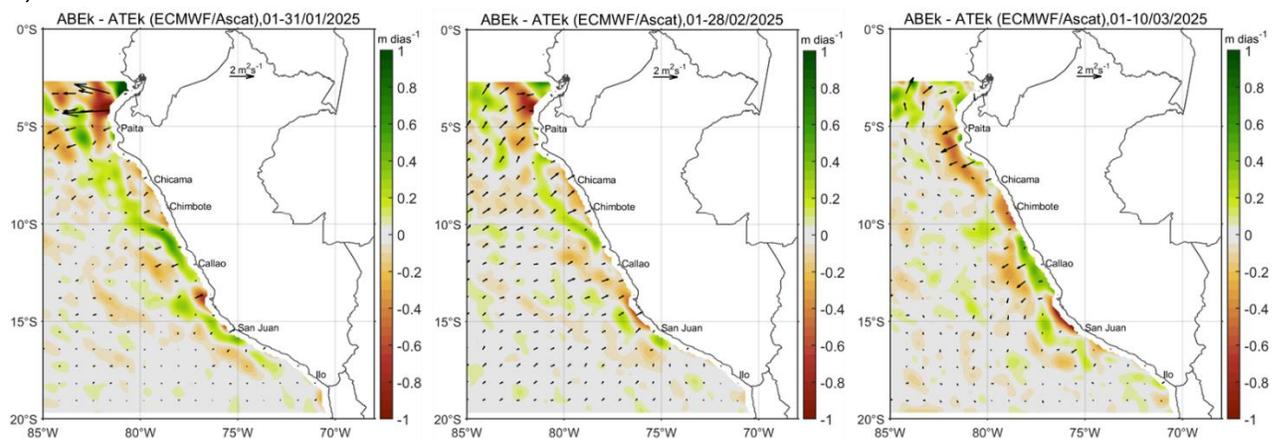


Figura 41. Distribución de la concentración de clorofila-a (a) superficial satelital ($\mu\text{g L}^{-1}$, panel superior) y su anomalía ($\mu\text{g L}^{-1}$, panel central); así como en (b) las anomalías de Bombeo de Ekman (color) y anomalías del Transporte de Ekman (flechas) (panel inferior) durante 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.

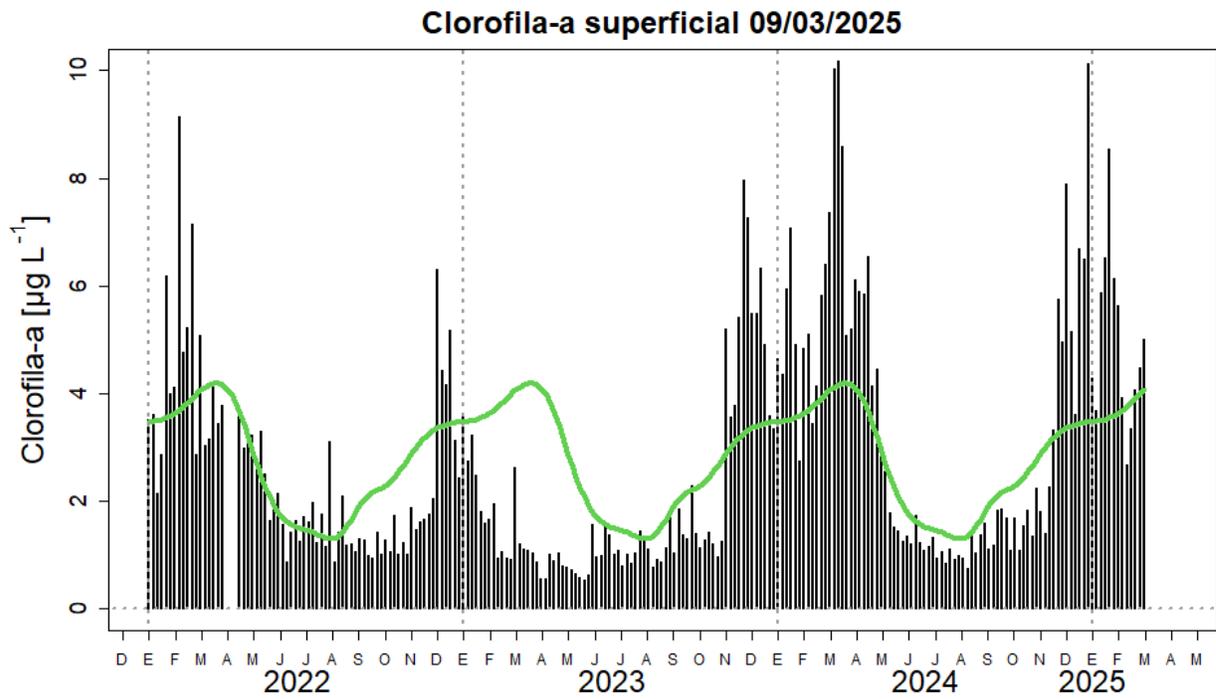


Figura 42. Serie de tiempo de las concentraciones de clorofila-a satelital (barra negra) y su climatología (línea verde) proveniente de SeaWIFS-MODIS ($\mu\text{g L}^{-1}$) entre $4^{\circ}\text{S} - 16^{\circ}\text{S}$ y dentro de los 100 km de la costa. Fuente: IMARPE.

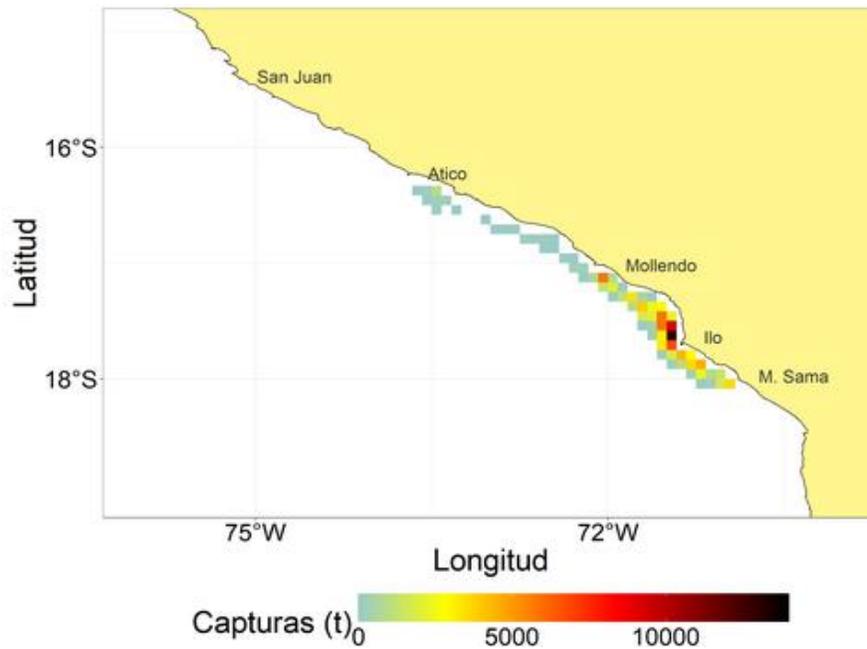


Figura 43. Distribución de la flota industrial de cerco dirigido a la pesca de anchoveta durante la Primera temporada de pesca en la Región Sur.

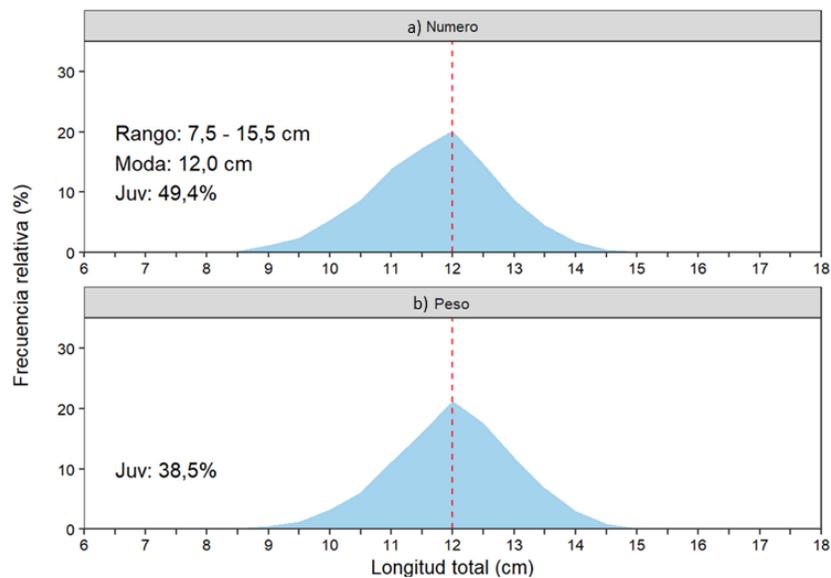


Figura 44. Estructura por tallas de la anchoveta a) en número y b) en peso durante la Primera temporada de pesca en la Región Sur.

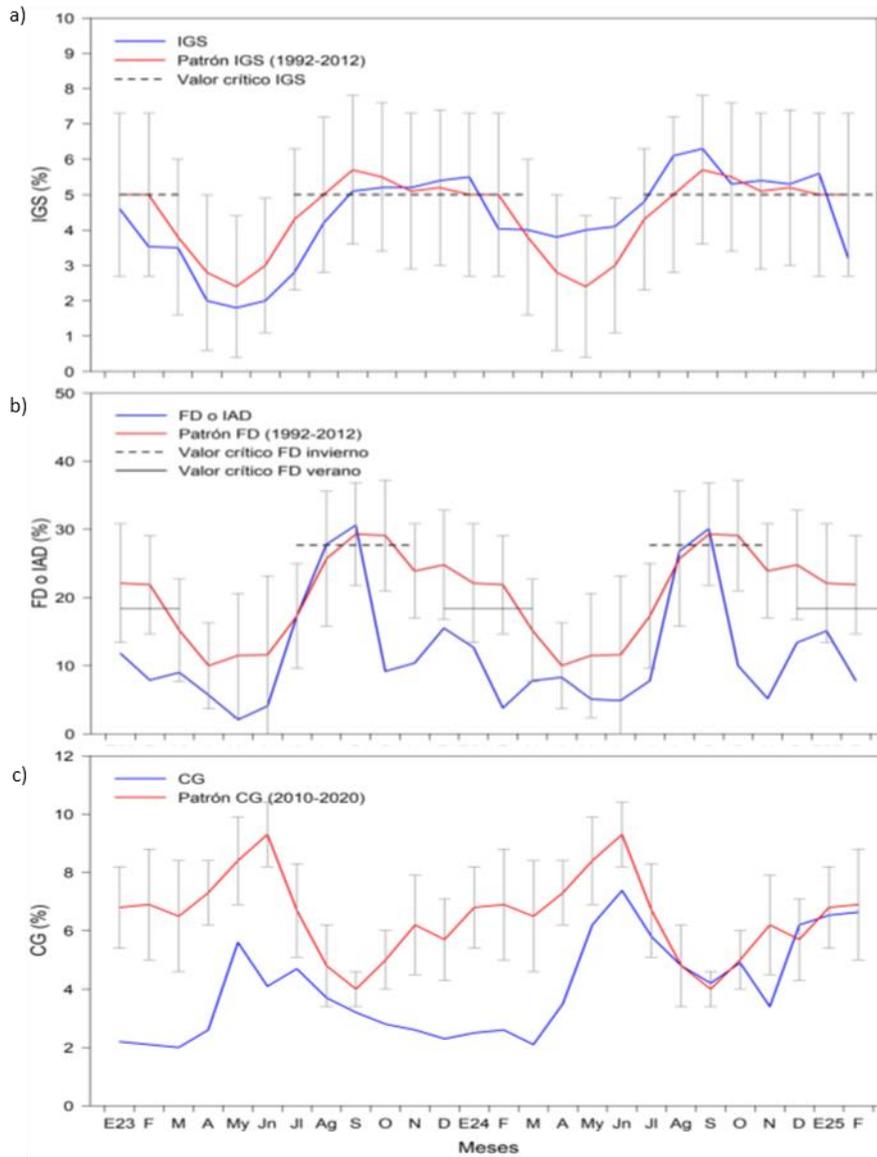


Figura 45. Indicadores reproductivos de la anchoveta a) Índice Gonadosomático, b) Fracción Desovante e indicador somático c) Contenido Grado en la región Norte Centro.

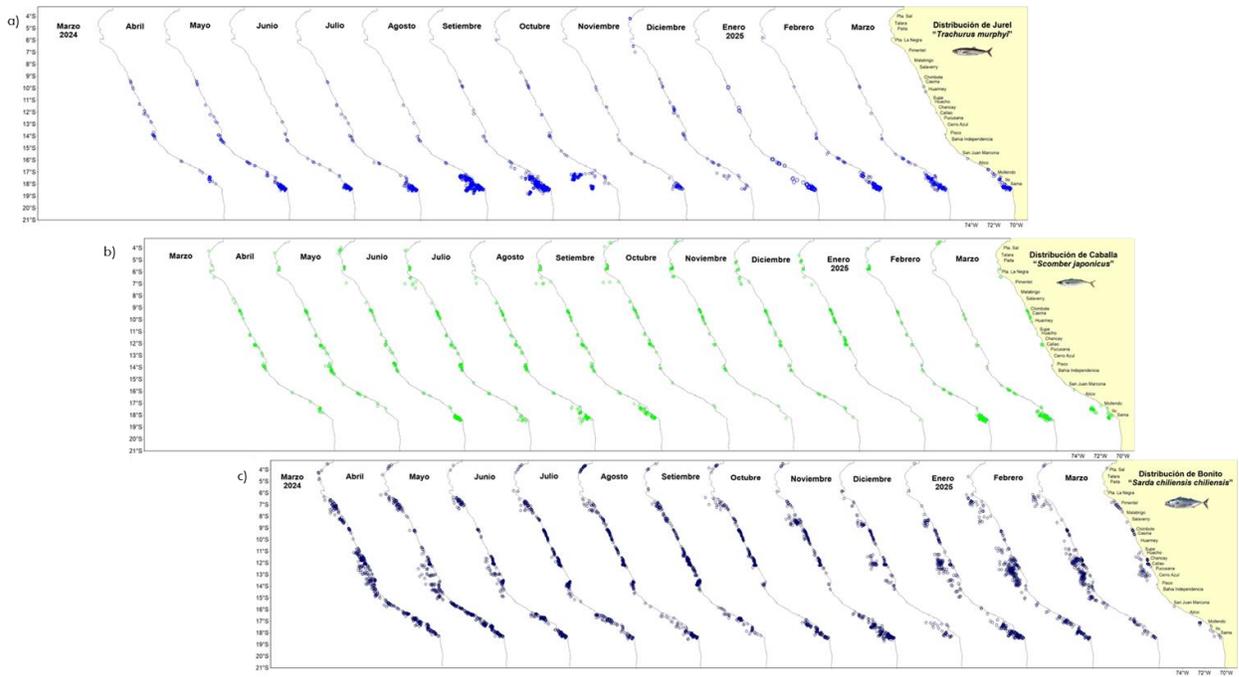


Figura 46. Distribución espacial mensual de a) jurel, b) caballa y c) bonito durante el periodo marzo 2024 – marzo 2025.

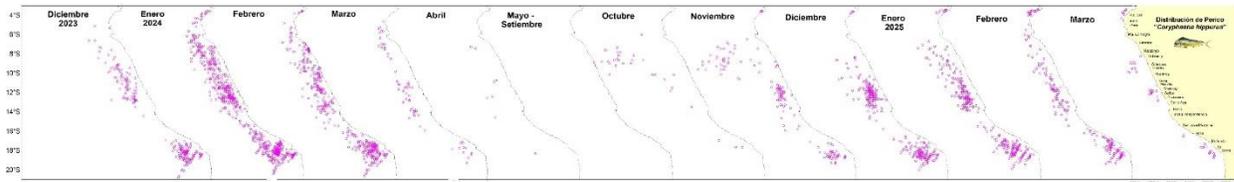


Figura 47. Distribución espacial mensual de perico durante el periodo marzo 2024 – marzo 2025.

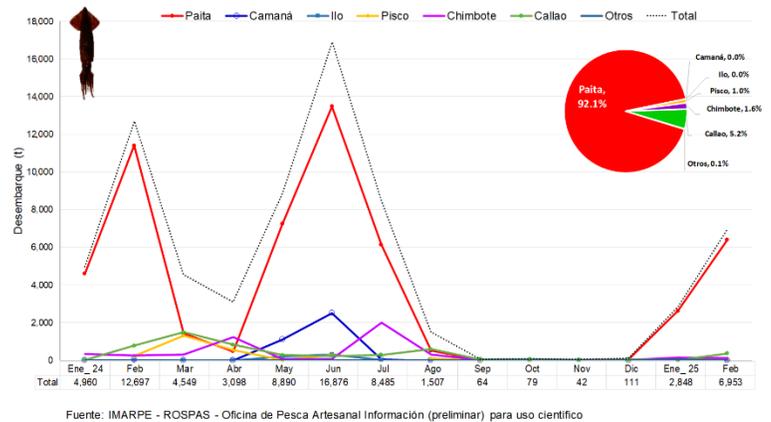
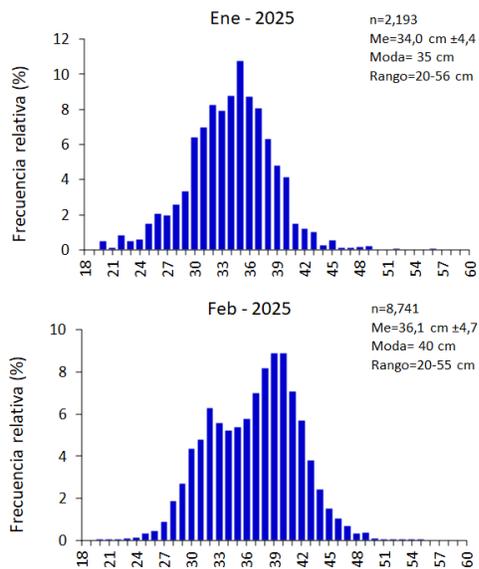
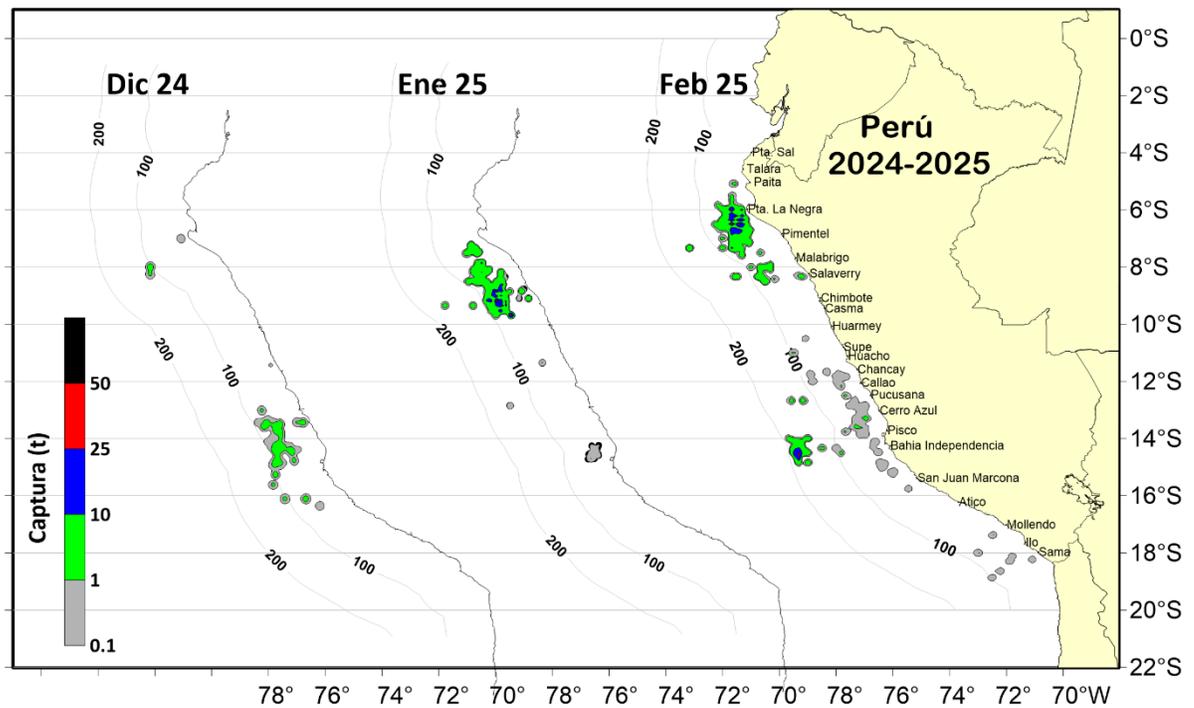
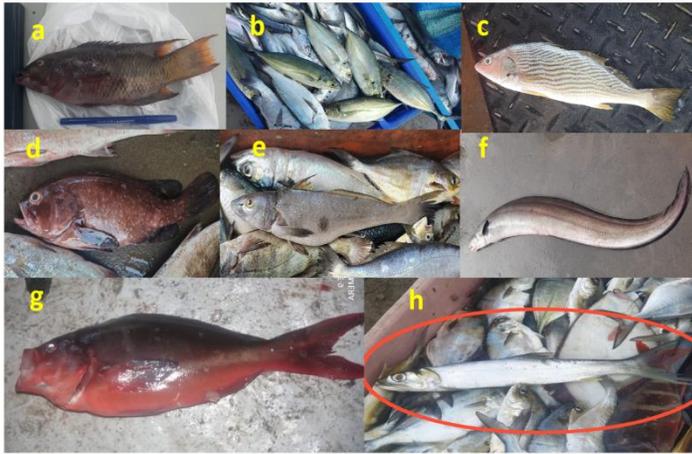


Figura 48. Arriba: Distribución de la flota artesanal del calamar gigante *Dosidicus gigas*, diciembre 2024 – febrero 2025; abajo (izquierda): distribución de longitud del manto en enero y febrero 2025; abajo (derecha): desembarques en los principales puertos. Fuente: IMARPE – ROSPAS – Oficina de Pesca Artesanal. información preliminar para uso científico.



DISTRIBUCIÓN EN CONDICIONES NORMALES

- a. *Bodianus diplotaenia* "vieja colorada"
Baja California (México) a Pimentel
- b. *Caranx caballus* "cocinero"
Isla Santa Cruz (EEUU.) - Isla Lobos de Tierra (Perú)
- c. *Umbrina xanti* "polla rayada"
Baja California (México) a Pimentel
- d. *Hyporthodus acanthistius* "mero colorado"
Golfo de California (México) a Isla Lobos de Tierra (Perú)
- e. *Menticirrhus panamensis* "viña"
Baja California (México) a Punta Malpelo (Perú)
- f. *Cynoponticus coniceps* "bio bio"
Cabo San Lucas (México) a Máncora (Perú)
- g. *Cephalopholis colonus* "cabinza roja"
Golfo de California (México) a Chimbote
- h. *Elops affinis* "pez torpedo"
Mandalay Beach (EE.UU.); Golfo de California (México) Talara y Chimbote (Perú)

Figura 49. Especies de aguas cálidas reportadas más al sur de su límite de distribución usual, febrero – marzo 2025. a. *Bodianus diplotaenia* "vieja colorada", b. *Caranx caballus* "cocinero", c. *Umbrina xanti* "polla rayada" d. *Hyporthodus acanthistius* "mero colorado", e. *Menticirrhus panamensis* "viña". f. *Cynoponticus coniceps* "bio bio", g. *Cephalopholis colonus* "cabinza roja", h. *Elops affinis* "pez torpedo".

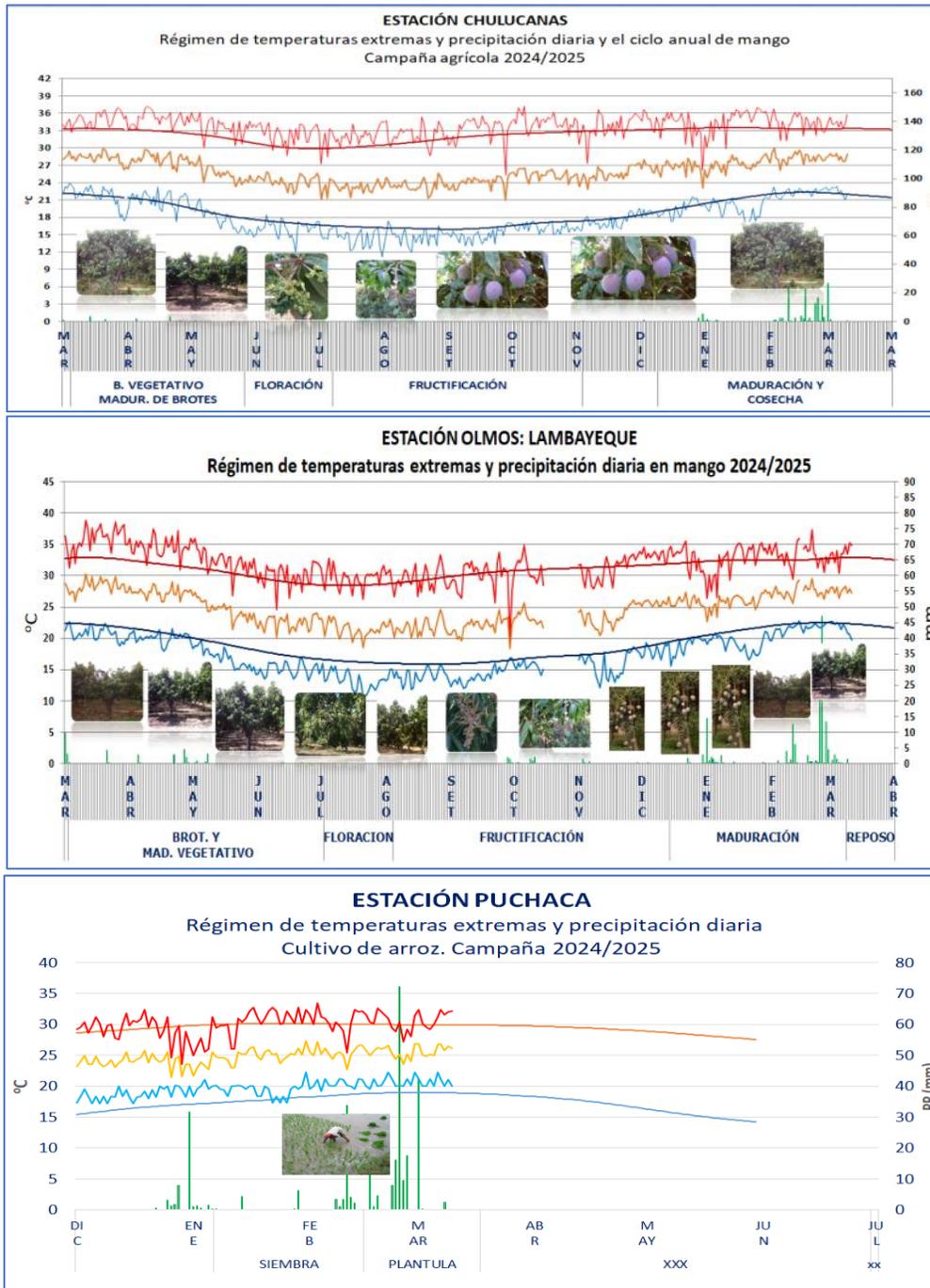


Figura 50. Monitoreo agrometeorológico del mango (Campaña 2024-2025) y arroz (Campaña 2024/2025). Fuente: SENAMHI.

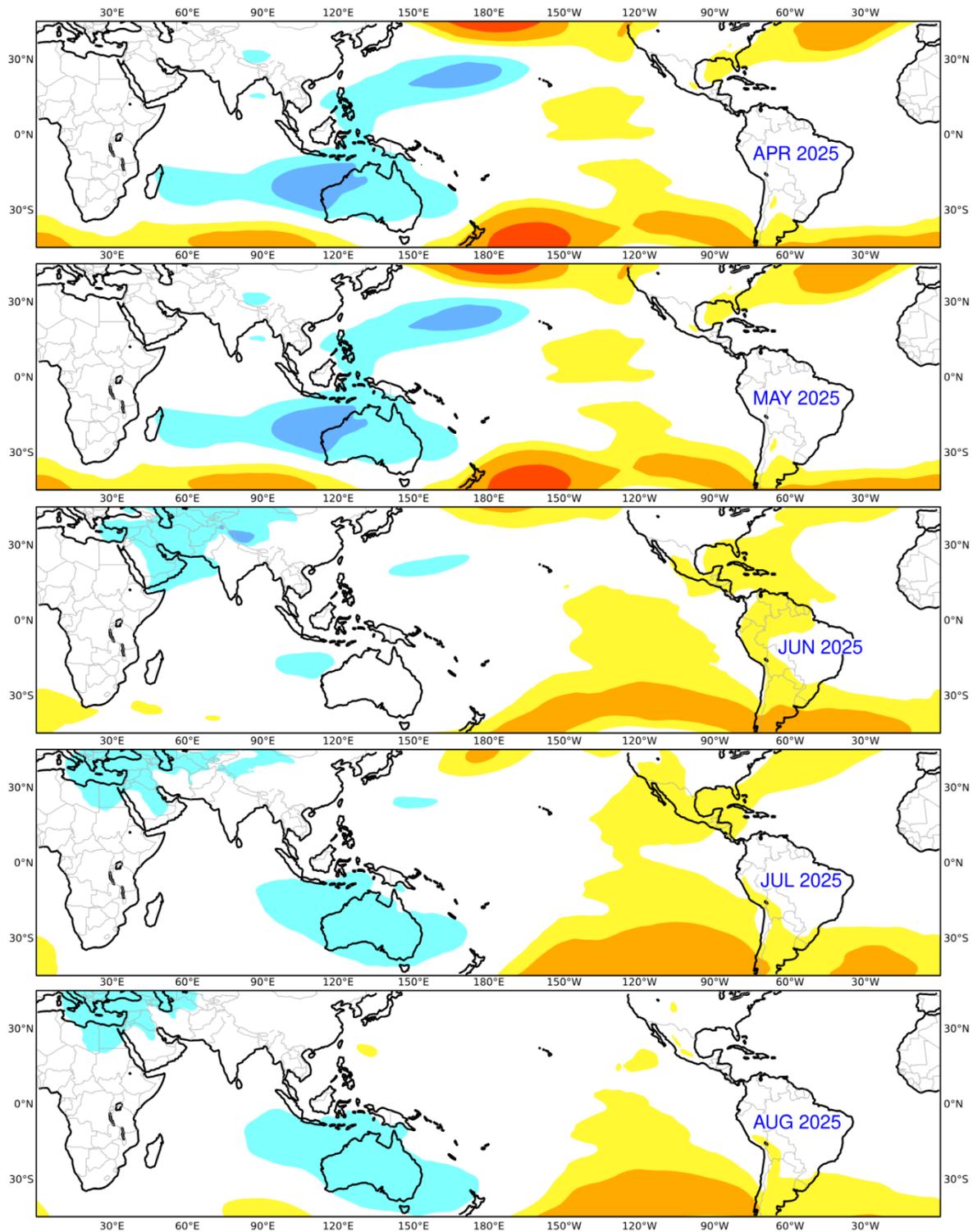


Figura 51. Mapas de pronóstico mensual del ensamblado de las anomalías de la presión atmosférica a nivel del mar en hPa, desde abril hasta agosto 2025, usando el producto C3S multi-system proporcionados por the Copernicus Climate Change Service iniciados el 01 marzo del 2025. Adaptado por IMARPE.

IGP-UHM IA model v1.0: Probability of a strong EP EN event ($E > 1.5$) in the following Jan:
 0.15% (classif.), 0.00% (regress.) IC: February (Temporal) FT 1871-1984. Processing date: 13-03-2025

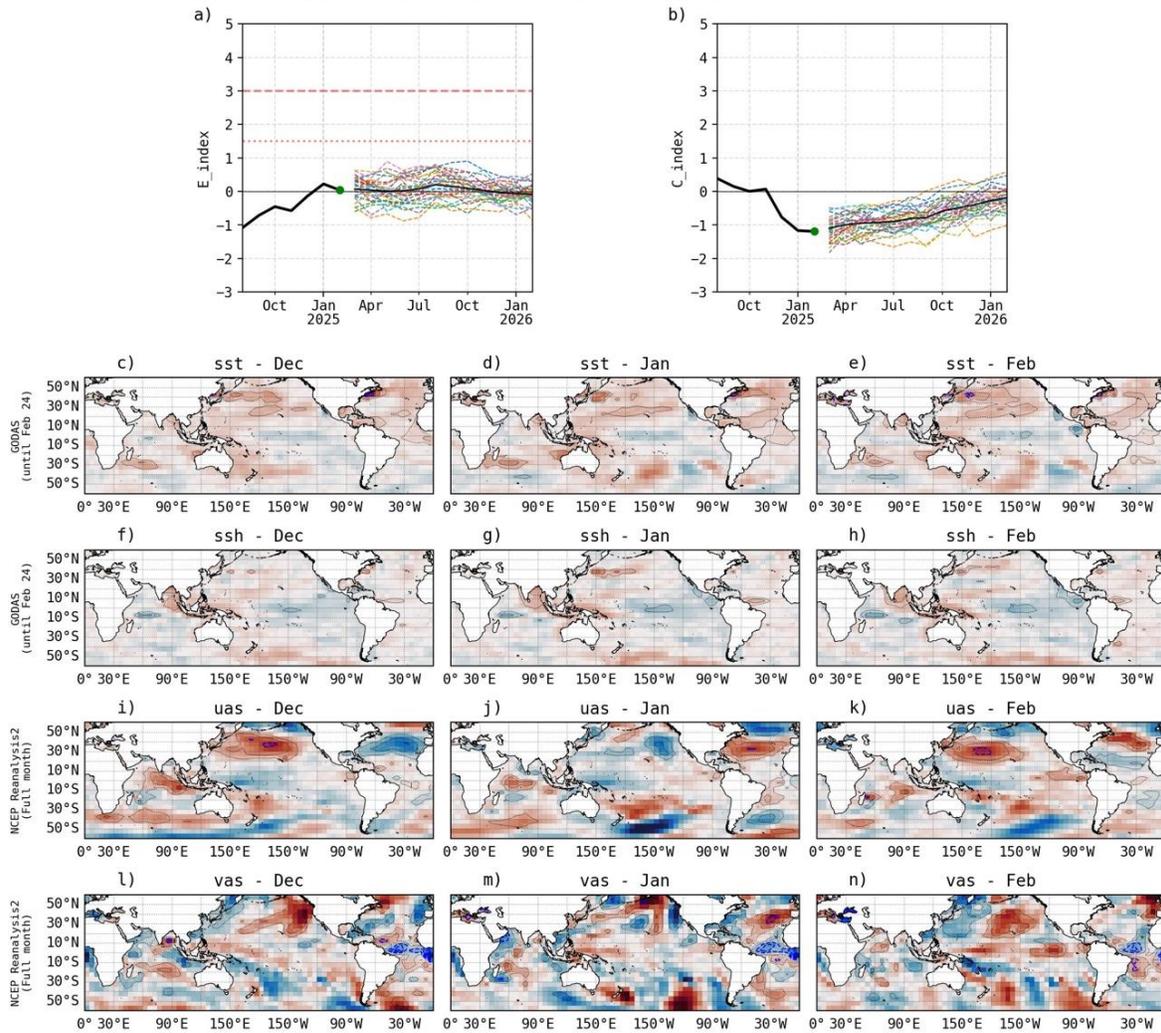


Figura 52. Pronóstico del índice E (Takahashi et al., 2011) a doce meses basado en un modelo de inteligencia artificial (Rivera Tello et al., 2023) para el pronóstico de El Niño extremo. (a) Muestra la evolución del índice E, representado con una línea gruesa de color negro, desde agosto a febrero de 2025; el conjunto de líneas entrecortadas de colores indica el pronóstico del índice E desde febrero a enero de 2026. (b) Es lo mismo que (a) pero para el índice C (Takahashi et al., 2011). Desde (c) a (n), se muestra la “Explicabilidad” (explainability) de cuatro variables, en anomalías, usadas para el pronóstico: temperatura superficial del mar (primera fila), nivel del mar (segunda fila), viento zonal (tercera fila) y viento meridional (cuarta fila). Estas variables se obtienen de distintos meses: diciembre (primera columna), enero (segunda columna) y febrero (tercera columna). Los contornos rojos (morados) de estos paneles indican regiones que favorecen (desfavorecen) al pronóstico de El Niño extremo.

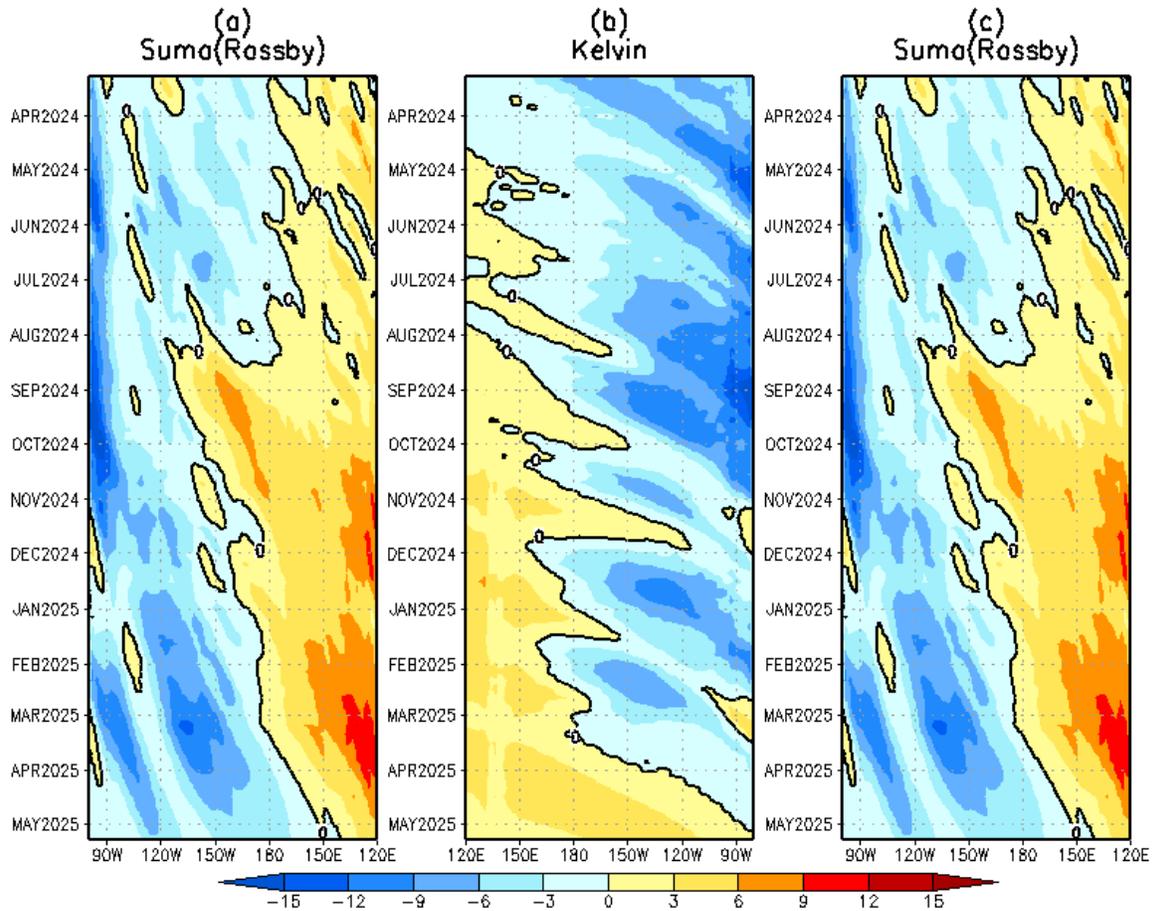


Figura 53. Diagrama longitud–tiempo de (a), diagrama de la onda de Rossby (b) diagrama de la onda de Kelvin, (c) diagrama de la onda de Rossby, calculado con el Modelo oceánico lineal (LOMIGP), forzando por NCEP y termoclina variable. El pronóstico se inicia luego del 08 de marzo de 2025. Fuente: IGP.

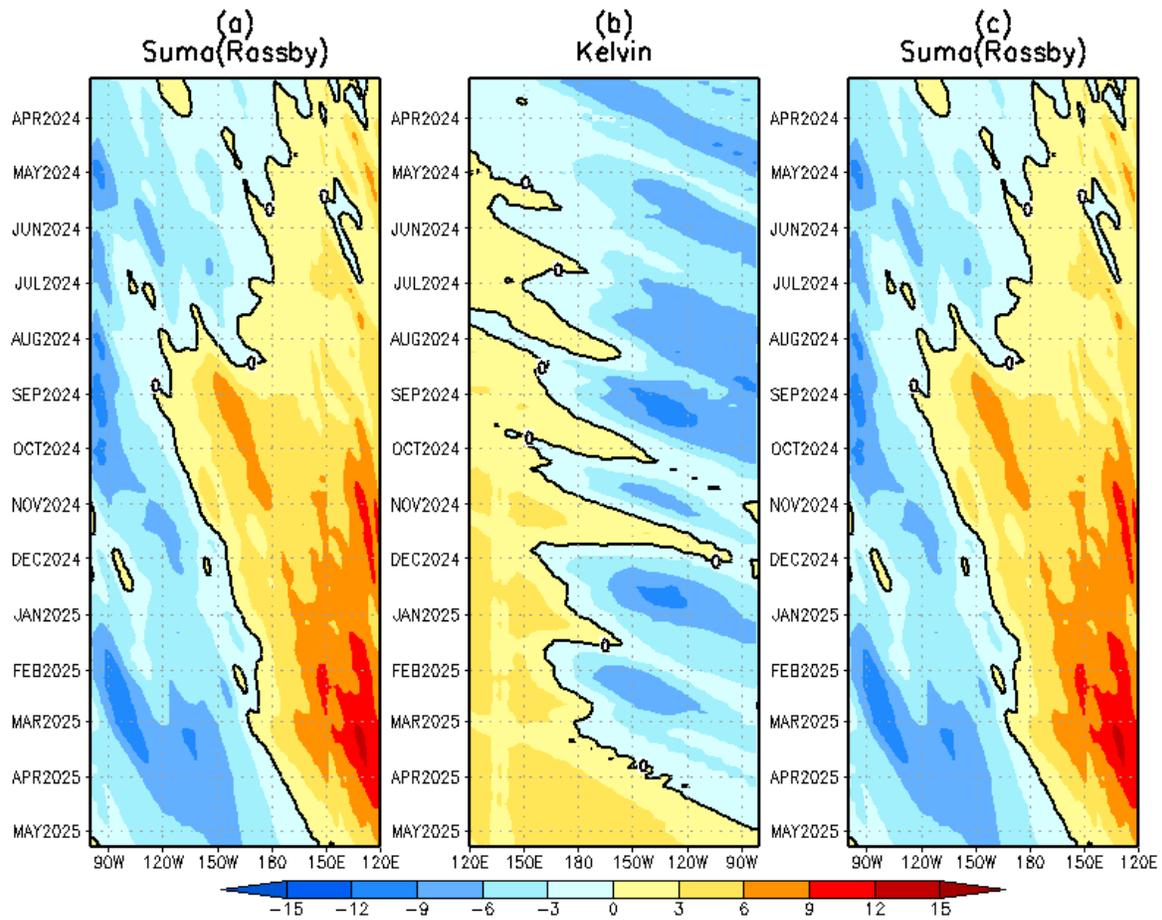


Figura 54. Igual que la Figura 53 pero el modelo es forzado con termoclina constante. Fuente: IGP.

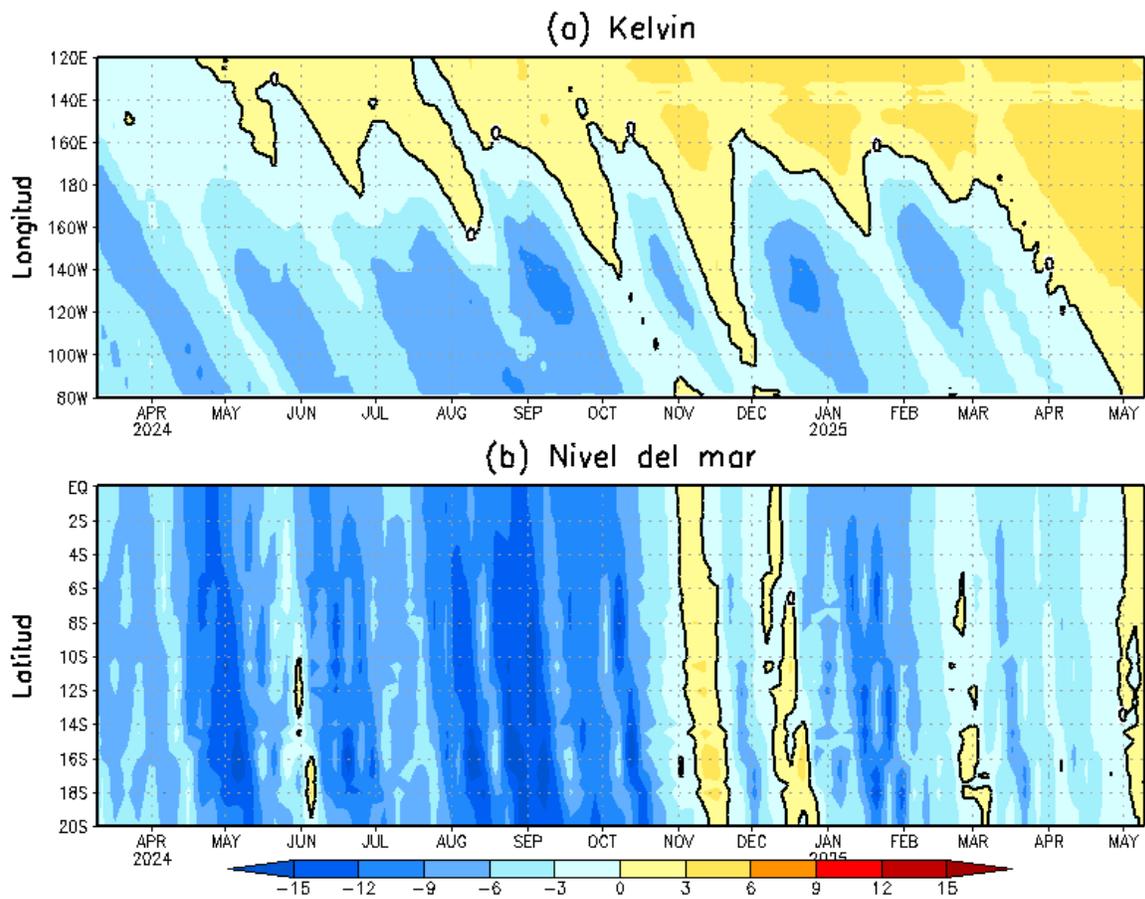


Figura 55. Simulación numérica de la anomalía del nivel del mar (cm) a lo largo de la franja ecuatorial del océano Pacífico (panel superior) y a lo largo de la costa peruana (panel inferior). Esta simulación se realizó con el modelo oceánico lineal (LOM) forzado con esfuerzo de viento del re-análisis de NCEP. El pronóstico se inicia luego del 08 de marzo de 2025. Elaborado por el IGP.

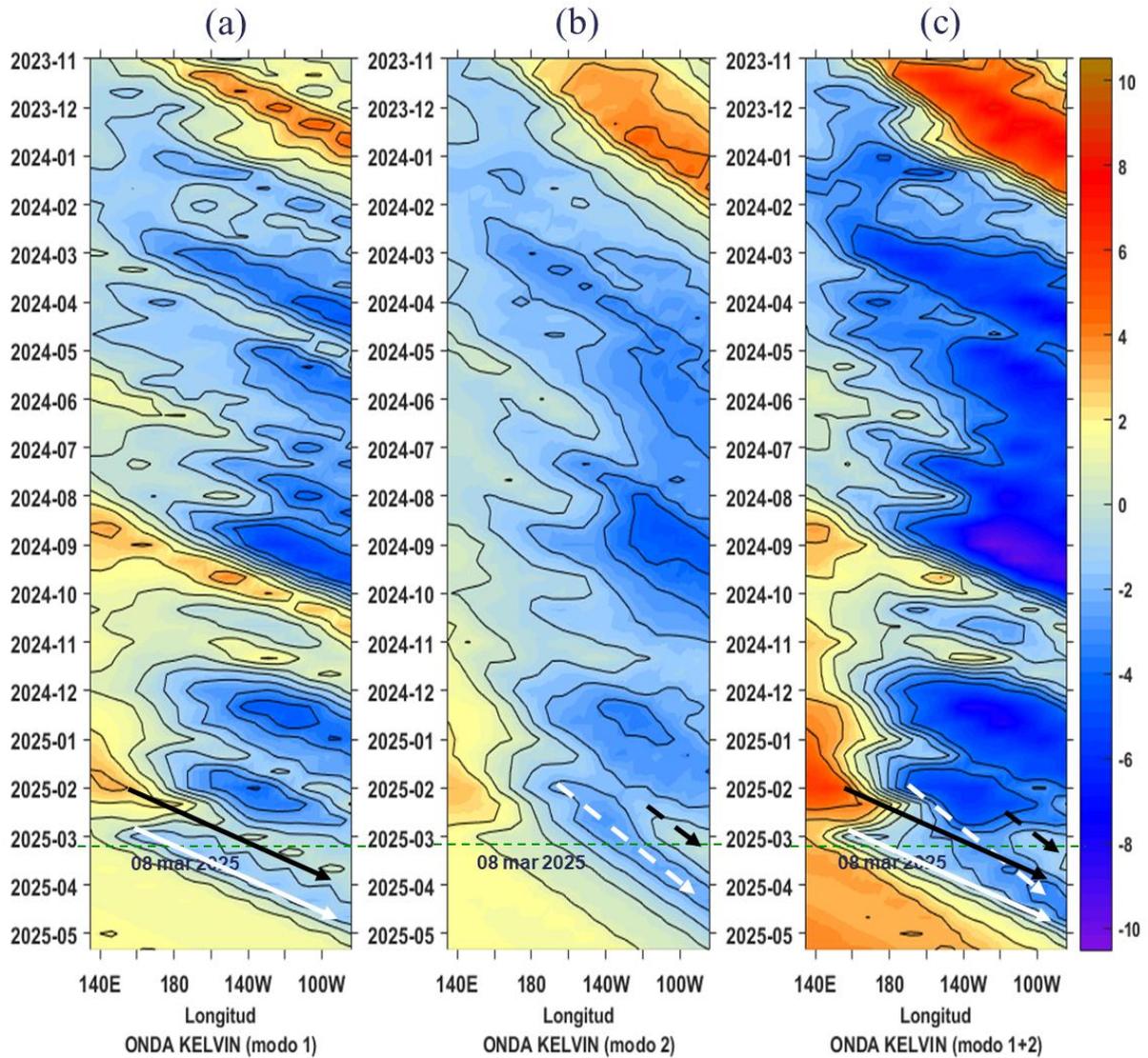


Figura 56. Diagrama Hovmöller longitud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacífico ecuatorial (0°N): (a) Modo 1 (flechas con líneas continuas), (b) Modo 2 (flechas con líneas discontinuas), (c) Modos 1+2. Se presentan las ondas de hundimiento “cálidas” (flechas negras), y las ondas de afloramiento “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

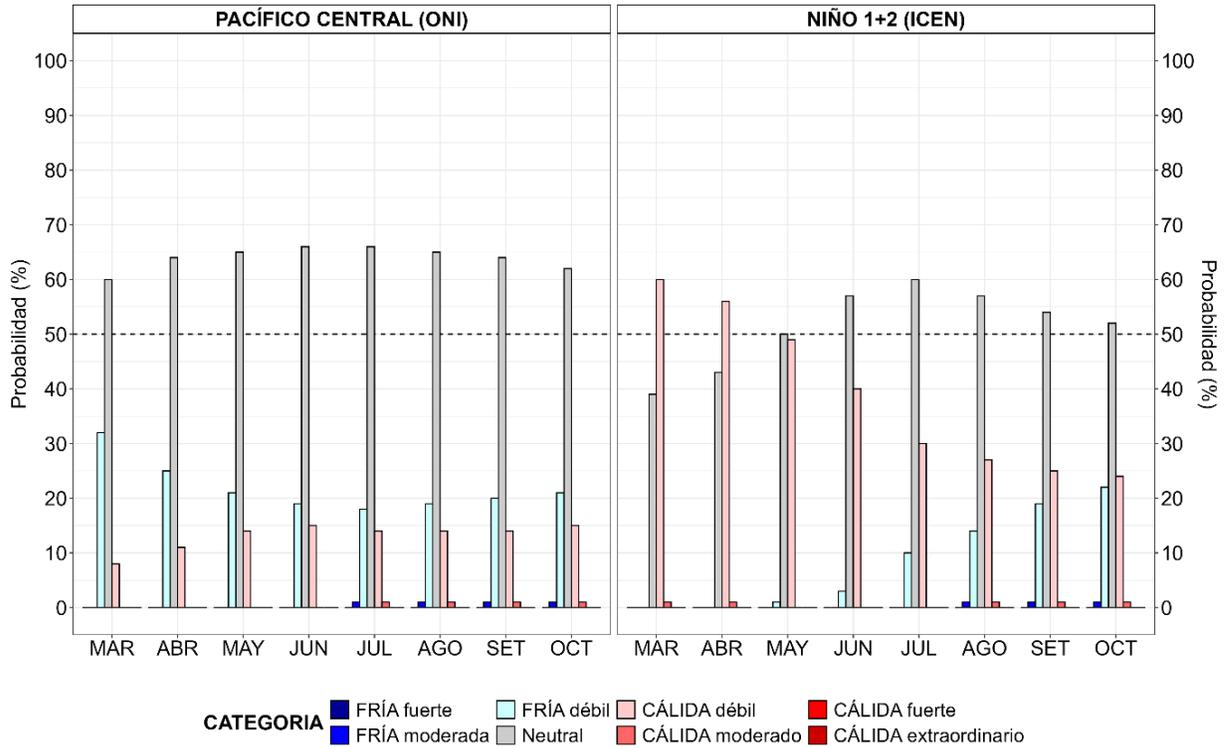


Figura 57. Probabilidades mensuales estimadas para condiciones cálidas, neutras y frías en el Pacífico central (región Niño 3.4, izquierda) y en el extremo del Pacífico oriental (región Niño 1+2, frente a la costa de Perú, derecha) entre marzo y octubre de 2025.

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., Tippet, 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., Drévilion, M., Régnier, C., Greiner, E., Garric, G., Ferry, N., Desportes, C., Testut, C.-E., Bricaud, C., Bourdallé-Badie, R., Tranchant, B., Benkiran, M., Drillet, Y., Daudin, A., and De Nicola, C. 2013. Evaluation of global monitoring and forecasting systems at Mercator Océan, *Ocean Sci.*, 9, 57-81.
- 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.*