

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



INFORME TÉCNICO ENFEN

AÑO 11 N° 06

16 ABRIL 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. 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: Grinia Ávalos (SENAMHI)

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

SENAMHI: Grinia Ávalos, Nelson Quispe, Yury Escajadillo, Javier Chiong, Katherine Calixto, Lourdes Menis, Félix Cubas y Wilmer Llanos

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

IGP: Kobi Mosquera y Miguel Andrade

ANA: Sigfredo Fonseca y Gastón Pantoja

INDECI: Jakie Rojas

CENEPRED: Ena Jaimes y Neil Alata

Año:11

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° 06, 14 abril de 2025, 81 p.

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

Fecha de Publicación: 16 de abril de 2025



Diagnóstico Climático y Previsión de El Niño-Oscilación del Sur en el Perú al 14 de abril 2025

ÍNDICE

I.	<u>INTRODUCCIÓN</u>	5
II.	<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>Modelo de inteligencia artificial para el pronóstico de El Niño en el Pacífico oriental</u>	8
	<u>Modelos Climáticos de Agencias Internacionales</u>	9
	<u>Pronóstico de C3S multi-sistemas</u>	9
	<u>Pronóstico Probabilístico de Juicio Experto</u>	9
III.	<u>CONDICIONES OBSERVADAS AL 14 DE ABRIL 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>	12
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
IV.	<u>PERSPECTIVAS</u>	20
V.	<u>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</u>	22
VI.	<u>TABLAS Y FIGURAS</u>	23
VI.	<u>REFERENCIAS</u>	79

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

II. MÉTODOS

Variables

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

Temperatura Superficial del Mar (TSM)

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

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

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

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

Índices

Índice Costero El Niño (ICEN)

Es calculado a partir de la media 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 re-análisis 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 re-análisis 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 14 DE ABRIL DE 2025

3.1. Condiciones océano atmosféricas en el Pacífico tropical

Durante la primera quincena de abril, las anomalías negativas de Temperatura Superficial del Mar (TSM) disminuyeron ligeramente en el Pacífico ecuatorial occidental y central (150°E - 130°W). Por otro lado, en la región oriental persistieron las anomalías positivas de TSM, manteniendo un escenario cálido anómalo al este de los 100°W (Figura 1 y Tabla 1). Según los datos de OISST, las anomalías en la segunda semana de abril alcanzaron -0,1 °C y +1,2 °C en las regiones Niño 3.4 y Niño 1+2, respectivamente (Tabla 2).

El valor del Índice Costero El Niño (ICEN) de febrero 2025 se encuentra dentro del rango de la categoría Neutra, mientras que el valor del ICEN temporal (ICEN-tmp) de marzo, por lo pronto, se ubica en la categoría cálida débil. Por otro lado, tanto el valor del ONI de febrero como el valor del ONI temporal (ONItmp) de marzo de 2025 corresponden a la categoría Neutra (Tabla 3).

En el Pacífico ecuatorial, desde la segunda quincena de marzo hasta lo que va de abril, las anomalías del esfuerzo del viento han tendido a debilitarse, persistiendo ligeras anomalías del oeste en el Pacífico oriental y ligeras anomalías del este en el sector occidental. En el extremo oriental de la región se observó el arribo de ondas Kelvin cálidas, evidenciado en las señales de la anomalía del nivel del mar, la anomalía térmica en la columna de agua y los flujos zonales. La onda Kelvin fría, generada por las anomalías del este en el esfuerzo del viento en el Pacífico occidental y central durante la primera quincena de marzo, ha continuado su propagación hacia el este y actualmente se encuentra en torno a los 120°W. Por otro lado, en el Pacífico central (160°W), se identifica una onda Kelvin cálida en la anomalía del nivel del mar, la cual fue generada por la reflexión de una onda de Rossby en el Pacífico occidental (Figuras 2 y 3).

En lo que va de abril (1 al 12 de abril), se ha observado la persistencia de anomalías de presión positivas en el Pacífico occidental y parte del Pacífico central, con valores de hasta +3 hPa (120°E - 180°, Figura 6 d). Este aumento de la presión favoreció condiciones subsidentes en dichas regiones (Figura 6 c). Por el contrario, en el Pacífico oriental, la región norte del Perú y la Amazonía de Sudamérica se presentaron patrones convectivos, lo que propició superávits de lluvias en la sierra norte, selva norte y Tumbes, principalmente (Figuras 6 c y 12).

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

En el nivel de 1000 hPa, en lo que va de abril, también persistieron las anomalías de vientos del este en el Pacífico Occidental y parte del Central ($120^{\circ}\text{E} - 170^{\circ}\text{W}$). Sin embargo, respecto al mes de marzo, la magnitud de estas anomalías disminuyó significativamente (de -4 a -2 m s^{-1} aprox.), lo que propició un ligero incremento de anomalías de TSM en la región Niño 3.4, pero persistiendo en las condiciones neutras (Figura 7 a y 14). Desde la línea de pronóstico (12 de abril 2025) y hasta la tercera semana de abril, se espera que las anomalías de vientos del este persistan confinadas hacia el Pacífico occidental, lo que probablemente favorecerá que se mantenga la tendencia actual de ligeros incrementos de la TSM en la región Niño 3.4. Finalmente, en la última semana de abril se presentará un cambio de patrón hacia el desarrollo de anomalías de vientos del oeste en el Pacífico Occidental lo que podría propiciar aún más los incrementos en las anomalías de TSM en la región Niño 3.4 (Figura 7 a).

Respecto a la velocidad potencial en la región ecuatorial ($5^{\circ}\text{N} - 5^{\circ}\text{S}$), en lo que va de abril, persistió brevemente la fase divergente en altura (200 hPa) en la zona ecuatorial de Sudamérica y norte del Perú, favoreciendo la convección, desarrollo vertical de nubes y en consecuencia lluvias, lo que se reflejó principalmente en Tumbes, la sierra y selva norte del Perú con anomalías predominantemente de $+30\%$ a $+400\%$ (Figuras 7 b y 12). Desde la línea de pronóstico (12 abril), en la región ecuatorial de Sudamérica ($5^{\circ}\text{N} - 5^{\circ}\text{S}$ y $90^{\circ}\text{W} - 60^{\circ}\text{W}$) se esperaría la propagación de la fase convergente hasta aproximadamente el 19 de abril, lo que podría limitar el desarrollo vertical de nubes y la probable ocurrencia de lluvias. Finalmente, del 20 al 26 de abril, nuevamente se desarrollaría una fase divergente, lo que propiciaría condiciones más favorables para el desarrollo de nubosidad y posibles lluvias (Figura 7 b).

Durante el trimestre enero-marzo 2025 (EFM), el núcleo del Anticiclón del Pacífico Sur (APS) se mantuvo, en promedio, dentro de su rango climatológico, aunque con un ligero desplazamiento hacia el oeste.

En marzo, considerando el promedio mensual, el núcleo del APS se ubicó en los 95°W y 35°S, más al oeste de su posición habitual, alcanzando una intensidad de 1022,8 hPa y una anomalía positiva de +1,2 hPa respecto a lo normal (Figura 8).

A una escala temporal semanal, a inicios de abril (31 marzo al 6 de abril), el APS se ubicó al sureste de su posición climática entre los 40°S - 90°W aproximadamente, lo que favoreció un fortalecimiento de vientos alisios en la costa sur, sin embargo, los vientos en la costa norte se mantuvieron por debajo de sus valores climáticos, lo que no generó cambios significativos en las anomalías de TSM en la región Niño 1+2. Posteriormente, del 7 al 13 de abril, el APS migró hacia el noreste, situándose entre los 35°S - 88°W, generando una intensificación de los vientos alisios tanto en la costa norte como en la costa central, lo que podría haber favorecido un descenso de las anomalías de TSM en la región Niño 1+2. No obstante, solo el producto OSTIA reflejó esa disminución (Figuras 9,10,11 y 13). Desde la línea de pronóstico (14 al 20 y 21 al 27 de abril), se prevé que el APS se va a situar entre los 35°S - 90°W aproximadamente, lo que favorecería un incremento de los vientos alisios, que luego se debilitarían entre el 24 y el 28 de abril (Figura 9, 10 y 11). Esto generaría, en un primer momento, un descenso de las anomalías de TSM en la región Niño 1+2, seguido de un posible incremento. Sin embargo, MERCATOR solo pronostica un descenso en las anomalías de TSM en dicha región (Figuras 9,10,11 y 13).

3.2. Condiciones oceánicas y atmosféricas locales

Entre marzo y lo que va de abril, frente a la costa de Ecuador y Perú hasta San Juan de Marcona, se registró el predominio de vientos moderados ($4,1-6,8 \text{ m s}^{-1}$) a fuertes ($6,8-10,4 \text{ m s}^{-1}$), acompañados de anomalías positivas de la velocidad del viento (VV) superiores a $+1,0 \text{ m s}^{-1}$ (Figura 15). Adicionalmente, se observaron anomalías VV del norte y noroeste al norte del ecuador, tanto frente a la costa como en la región oceánica adyacente. En la franja de 110 km próxima a la costa peruana, predominaron vientos moderados con anomalías positivas de VV, aunque se mantuvieron vientos débiles ($< 4,1 \text{ m s}^{-1}$) frente a los sectores norte y sur del litoral (Figura 16).

El afloramiento costero mostró una recuperación progresiva en las últimas semanas, especialmente frente a la costa norte. Por otro lado, el índice de bombeo de Ekman permaneció en valores bajos, con anomalías negativas persistentes, mientras que el transporte de Ekman se incrementó de manera sostenida, registrando anomalías positivas (Figura 17).

Por otro lado, entre el 1 al 10 de abril, se observó una reducción de las anomalías de las temperaturas máximas y mínimas a lo largo del litoral peruano, con un descenso promedio de 0,3 °C y 0,4 °C, respectivamente, en comparación con el promedio de las anomalías registradas en marzo. Este comportamiento se asoció a la intensificación del APS, que fortaleció los vientos alisios del sudeste, favoreciendo la advección de aire frío y la consecuente disminución de la temperatura superficial del mar. Además, la mayor cobertura nubosa contribuyó a la moderación térmica. En cuanto a las temperaturas máximas, se registraron anomalías de +0,7 °C en la costa norte y +0,3 °C en la costa central y sur, valores considerados dentro del rango de variabilidad climática ($\pm 1,0$ °C). La estación con la anomalía promedio más alta fue Jayanca (Lambayeque, costa norte), con +2,3 °C. Respecto a las temperaturas mínimas, las anomalías promedio fueron de +0,4 °C en la costa norte, +0,1 °C en la costa central y -1,2 °C en la costa sur, siendo esta última la que reportó una menor anomalía. La estación con la anomalía promedio más baja se presentó en Fonagro (Ica, costa sur), con -1,7 °C (Figura 18).

Frente a la costa norte (dentro de las primeras 100 millas), desde febrero 2025, se presentó un rápido calentamiento de la TSM (Figura 20), evidenciado en los incrementos de anomalías, para luego alcanzar un valor pico de +3 °C en el mes de marzo. Posteriormente desde la tercera semana de marzo, la TSM presentó un enfriamiento frente a la costa peruana, por lo que disminuyeron las intensas anomalías positivas frente a la costa norte y la región Niño 1+2 (Figura 19, OSTIA). Luego, desde inicios de abril, las anomalías de TSM continuaron disminuyendo; no obstante, en la costa norte aún persisten anomalías positivas (Figura 19). Por otro lado, frente a la costa central (en una extensión de 100 millas) y sur se mantienen anomalías negativas de hasta -2 °C, las cuales en el mes de abril se intensificaron frente a la costa central (respecto a marzo, Figura 20).

Respecto a las anomalías en el litoral costero, desde inicios de marzo, se registró un calentamiento de la TSM con anomalías positivas que oscilaron entre +1 °C en la costa central y hasta +4 °C en la costa norte. En la cuarta semana de marzo, dichas anomalías disminuyeron hasta alcanzar valores cercanos a 0 °C. Posteriormente, desde inicios de abril, se presentó un nuevo repunte de las anomalías, superando nuevamente los +4 °C, principalmente en la costa norte, desde Lobos de Afuera hasta Talara (Figuras 21 y 22).

Según los datos *in situ* obtenidos durante el “Crucero de Evaluación Hidroacústica de Anchoqueta y otros Recursos Pelágicos 2502-04”, entre fines de marzo y lo que va de abril, se observaron temperaturas superficiales del mar (TSM) entre 16 °C y 19 °C desde Pisco hasta el extremo sur de la costa peruana, dentro de las 40 millas náuticas, registrándose los valores más bajos frente a Punta Cabanillas.

Estas TSM se asociaron a anomalías negativas de hasta $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ entre Pisco y San Juan de Marcona, condiciones neutras entre Chala y Atico, y anomalías negativas nuevamente desde Atico hacia el sur. En contraste, más allá de las 40 millas náuticas mar adentro, se identificaron anomalías positivas entre $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Por otro lado, los valores de salinidad se mantuvieron dentro de su rango climatológico (Figura 23).

Las anomalías del nivel del mar (ANM) en la franja de 60 millas náuticas (mn) adyacente a la costa peruana mostraron un incremento desde fines de marzo, evidenciando el arribo de una onda Kelvin cálida hacia la costa sudamericana. Durante abril, dicha onda se propagó frente al litoral peruano, extendiendo su influencia hasta aproximadamente Huacho, con valores promedio de ANM entre $+5$ y $+10$ cm. Hacia el sur, las anomalías disminuyeron ligeramente, predominando valores cercanos a cero, posiblemente como resultado de la intensificación de los vientos costeros durante abril (Figura 24).

Durante marzo de 2025, el índice LABCOS (Quispe & Vásquez, 2015), calculado a partir de la media móvil de tres meses de las anomalías mensuales de TSM registradas en estaciones costeras desde Paita hasta Ilo, presentó un valor temporal de $+0,04\text{ }^{\circ}\text{C}$. Por su parte, el índice ITCP (Quispe-Ccallauri et al., 2018), basado en anomalías mensuales de TSM satelital en la banda de 40 km adyacente a la costa, registró un valor de $-0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ambos indicadores señalan una condición neutra para el mes analizado (Figura 25). Asimismo, el ITNC (Índice Térmico Norte-Centro), que se basa en anomalías mensuales de TSM en la franja costera de 40 km entre los 4°S y 14°S , mostró un valor de $-0,23\text{ }^{\circ}\text{C}$ en febrero, también dentro del rango de condiciones neutras (Figura 26).

Respecto a la temperatura subsuperficial, entre fines de marzo e inicios de abril, se observaron anomalías positivas de hasta $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ por encima de los 20 m de profundidad frente a Paita, se identificó una capa fría con anomalías de hasta $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ entre los 30 y 100 m, y núcleos cálidos con anomalías de hasta $+0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ por debajo de los 200 m, en la plataforma continental. Frente a Chicama, predominaron núcleos con anomalías positivas de hasta $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$ por debajo de los 500 m. En comparación con el mes anterior, la termoclina —representada por la isoterma de $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ — mostró una leve profundización, ubicándose en una posición en el rango normal a ligeramente más profunda que lo normal, en promedio (Figura 27). Asimismo, a 83 millas náuticas de Casma se detectaron anomalías positivas por debajo de los 100 m, destacando el núcleo entre los 300 y 400 m, donde superaron los $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Figura 30). Al sur de Callao, entre fines de marzo y lo que va de abril, también se identificaron anomalías cálidas subsuperficiales entre los 100 y 150 m, así como sobre el talud continental, con valores de hasta $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Estas anomalías cálidas estuvieron asociadas a flujos intensos hacia el sur en las secciones de Paita, Chicama, Pisco y Atico, en coherencia con el paso de una onda Kelvin cálida durante este periodo (Figuras 27, 28 y 29).

De acuerdo a información *in situ* registrada por DIHIDRONAV, entre fines de marzo e inicios de abril 2025, frente a Callao (fuera de las 50 Km o 27 millas), Pisco y San Juan de Marcona (fuera de los 100 Km o 54 millas), la temperatura registró más de 20 °C en superficie a 50 km (27 mn) que se relaciona con anomalías negativas de hasta -2,0 °C, estando presentes las Aguas Costeras Frías (ACF) cerca de costa. Por otro lado, se presentó una capa de mezcla entre las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) y las Aguas Costeras Frías (ACF) entre 150 km y 50 km (81–27 millas) frente a Pisco y San Juan. Las ASS dominan por fuera de los 150 km con un alcance vertical de 40 m en promedio, en relación con las anomalías térmicas positivas de hasta +2,5 °C, desarrollando una anomalía de hasta +5 °C a 200 km (108 millas) de Pisco en la costa centro (Figura 31).

A corto plazo, hasta el 23 de abril, el modelo MERCATOR pronostica un descenso de la anomalía de la TSM en la región Niño 1+2 hasta aproximadamente +0,6 °C (Figura 32). Asimismo, se prevé un incremento de las anomalías positivas del nivel del mar, propagándose hasta los 110 km frente a la costa norte del Perú, asociado al paso de una onda Kelvin cálida (Figura 33). La tasa de cambio de la anomalía de la TSM con respecto al tiempo mostraría una tendencia negativa frente a la costa peruana hasta el 19 de abril, para luego cambiar a una tendencia positiva (Figura 34).

El pronóstico de TSM a 30 millas frente a la costa norte (Paita) indica un enfriamiento de la temperatura sobre los 50 m que disminuiría la anomalía positiva hasta una condición normal, mientras que a 100 millas se tendría una anomalía de +2 °C (Figura 38 a-b). Por otro lado, frente a la costa centro, a 30 mn de Chicama y 40 mn de Chimbote, se espera la profundización de las isotermas, que se reflejaría en un mayor alcance vertical de las anomalías térmicas positivas entre +1 °C y +2 °C; mientras que, a 40 mn de Callao, se mantendrían las temperaturas con valores de 18 °C en superficie y condición normal (Figura 38 c-e).

En cuanto a la salinidad superficial del mar (SSM), el modelo MERCATOR indicó que, desde finales de marzo e inicios de abril, las Aguas Tropicales Superficiales (ATS; SSM < 33,8) y las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES; SSM < 34,8) se habrían desplazado hacia el sur, alcanzando las costas de Lambayeque y Chimbote, respectivamente, favoreciendo el incremento del calentamiento térmico frente a la costa norte (Figuras 30 y 39).

De acuerdo con la información *in situ* registrada por el IMARPE (Figura 27), entre el 1 y 2 de abril se confirmó la presencia de ATS y AES hasta los 30 m de profundidad, dentro de las 100 millas náuticas frente a Paita, generando anomalías halinas negativas de hasta -1,8 en superficie, cerca de la costa. En la capa de 50 m de profundidad, dentro de las 40 millas náuticas frente a Chicama (29 y 30 de marzo), aún predominaban las Aguas Costeras Frías (ACF; SSM > 34,8), junto con aguas de mezcla asociadas a las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS; SSM > 35,1) hacia el oeste. Hacia el sur, las ASS tendieron a replegarse al oeste, según el modelo MERCATOR, aunque se mantuvieron proyecciones de su presencia cerca de la costa central y frente a Ilo (Figura 39). Por su parte, la información *in situ* de IMARPE indicó el acercamiento de las ASS a la costa entre Huarmey y Huacho, así como al norte de Pisco durante la segunda quincena de marzo, y frente a San Juan y Chala en lo que va de abril, aunque dentro de su rango climatológico (Figura 23).

En cuanto a la salinidad superficial, el modelo prevé que continuará la presencia de las AES hasta los 8°S en la franja de las 60 mn costeras, aunque con menor influencia en comparación con lo observado a inicios de abril (Figura 35). Asimismo, el pronóstico espacial frente a la costa norte y centro de Perú indica la presencia de las ATS al norte de los 4°S con un ligero repliegue hacia el norte para los próximos días; mientras que, se espera que las AES se presenten hasta los 8°S y con un alcance oceánico, aunque disminuyendo su valor halino. Esta dinámica guarda relación con el pronóstico de corrientes marinas que indica un incremento de flujos con dirección norte y noroeste frente a la costa norte y parte de la costa central de Perú (Figura 36 y 37).

Respecto al oxígeno disuelto (OD), en los primeros días de abril de 2025, se observaron en la sección de Paita concentraciones típicas de aguas cálidas, entre 4,0 y 5,0 mL L⁻¹, asociadas a temperaturas superiores a 24 °C sobre la capa de los 10 m. Asimismo, se identificó la iso-oxígena de 1 mL L⁻¹ —indicador de la oxiclina— desde los 50 m de profundidad en la zona oceánica y hasta los 300 m en la zona costera. En la sección de Chicama, a fines de marzo de 2025, se presentaron tres zonas bien diferenciadas sobre la capa de los 10 m: fuera de las 50 millas náuticas, las aguas cálidas (T > 24 °C) mostraron concentraciones de OD cercanas a 5,0 mL L⁻¹; entre las 25 y 60 millas náuticas se registraron concentraciones de 6,0 mL L⁻¹, asociadas a una alta actividad fotosintética; y dentro de las 20 millas náuticas los valores fueron inferiores a 4,0 mL L⁻¹, debido a la intensidad del afloramiento costero. La oxiclina se ubicó entre los 60 y 20 m de profundidad, mientras que el límite superior de la Zona Mínima de Oxígeno (ZMO; OD < 0,5 mL L⁻¹) se posicionó inmediatamente por debajo de ella (Figura 27).

A diferencia de la termoclina, y en comparación con el mes anterior, la oxiclina se mantuvo a menor profundidad de lo normal frente a Paita, mientras que frente a Chicama se profundizó ligeramente, manteniéndose dentro del rango climatológico (Figura 27 c).

3.3. Productividad marina y condiciones biológico-pesqueras

La clorofila-a, indicador de la producción de fitoplancton, presentó en promedio durante marzo concentraciones superiores a $10 \mu\text{g L}^{-1}$ a lo largo de la costa dentro de las 60 millas náuticas, según la información satelital. Se identificaron núcleos con valores de hasta $20 \mu\text{g L}^{-1}$ frente a Chicama y entre Huacho y Pisco (Figura 40), lo que representa un aumento significativo respecto a febrero (Figura 41). Estas concentraciones estuvieron asociadas a anomalías positivas mayores a $+10 \mu\text{g L}^{-1}$ a lo largo de la costa, excepto en Paita, donde se registraron anomalías de $-1 \mu\text{g L}^{-1}$. En lo que va de abril, las concentraciones continúan aumentando, con una expansión de los núcleos superiores a $20 \mu\text{g L}^{-1}$ entre Chicama y Pisco, asociadas a anomalías positivas mayores a $+12 \mu\text{g L}^{-1}$ en casi todo el litoral (Figura 40). Estas altas concentraciones observadas posiblemente se deben al incremento de los vientos y del afloramiento costero, así como al arribo de una onda Kelvin de afloramiento entre finales de marzo e inicios de abril.

Respecto a los recursos pesqueros pelágicos, desde el inicio de la primera temporada de pesca de anchoveta (2 de enero) en la región sur, el recurso se distribuyó entre Ático y Morro Sama, dentro de las 15 millas náuticas de la costa. Las mayores capturas se registraron entre Mollendo e Ilo (Figura 42). La estructura de tallas abarcó de 7,5 a 15,5 cm de longitud total (LT), con una moda de 12,0 cm LT. La incidencia de juveniles fue del 49,2 % en número y del 38,4 % en peso. Frente a Ático se reportó la mayor incidencia de juveniles (57,2 %), mientras que frente a Mollendo e Ilo esta fue del 48,2 % y 37,7 %, respectivamente, con una moda de adultos de 12,0 cm LT (Figura 43). En general, la actividad extractiva ha mostrado un buen desempeño durante la temporada, alcanzando un desembarque total de 184 610 toneladas, equivalente al 73,5 % del Límite Máximo Total de Captura por Permiso (LMTCP) establecido en 251000 toneladas. Los desembarques diarios promediaron alrededor de 2000 toneladas entre enero y marzo (Figura 44). Por otro lado, los indicadores reproductivos de la anchoveta del stock norte-centro mostraron en marzo procesos menores de maduración gonadal y desove, lo que confirma la finalización del periodo de desove de verano (Figura 45).

Respecto a las especies transzonales, el jurel (*Trachurus murphyi*) se distribuyó principalmente frente al sur del litoral, dentro de las 30 mn de la costa.

La caballa (*Scomber japonicus*) y el bonito (*Sarda chiliensis chiliensis*) presentaron una mayor cobertura espacial entre Punta La Negra y Morro Sama, dentro de las 30 y 65 mn, respectivamente. En el caso del perico (*Coryphaena hippurus*), se evidenció un alejamiento hacia zonas oceánicas, con mayor concentración frente a Ilo. El pez sierra (*Scomberomorus sierra*) continuó ampliando su área de distribución hacia el centro del litoral (Figura 46). En cuanto a la actividad reproductiva, la caballa se encontró en la fase de declive de su principal periodo reproductivo, comportamiento esperado para la época del año. El jurel se mantuvo en un periodo de reposo gonadal, mientras que el bonito mostró una disminución de sus valores de índice gonadosomático (IGS), lo que indica una reducción en los procesos de madurez gonadal y desove (Figura 47).

Respecto a los recursos demersales, entre el 1 de marzo y el 9 de abril, la actividad de la flota industrial arrastrera estuvo condicionada por la veda reproductiva espacializada iniciada a fines de febrero. La veda reproductiva de la merluza, en el área marítima comprendida entre el límite norte del dominio marítimo peruano y los 4°S, así como entre los 5°S y 6°S, se aplicó del 21 de febrero al 22 de marzo. Adicionalmente, entre el 7 de marzo y el 5 de abril, se estableció una veda reproductiva entre los 4°S y 5°S. En este contexto, la actividad de la flota se concentró entre el extremo norte del litoral y el sur de Paita durante marzo, y entre el extremo norte, Punta Sal y frente a Paita en lo que va de abril. Durante este periodo, los valores más altos de Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) se registraron al norte de Paita en marzo y frente a Puerto Pizarro en abril. En términos generales, se observa una ligera tendencia negativa en los valores de CPUE desde septiembre de 2024 hasta la fecha, tanto al norte de los 4°S como al sur de los 5°S (Figuras 48 y 49). En cuanto a la estructura de tallas, continúa predominando la presencia de ejemplares menores a 28 cm LT, especialmente al sur de los 5°S (Figura 50).

En lo que respecta a los recursos invertebrados, el calamar gigante se distribuyó desde Punta Sal hasta Morro Sama, entre 2 y 195 mn de la costa, con mayor concentración en la zona norte, particularmente entre Chimbote y Huarney. Se identificaron altas concentraciones en la zona norte-centro, especialmente entre Chimbote y Supe (50–75 mn), así como en áreas alejadas de la costa (160–180 mn) frente a la bahía de Independencia. En la zona sur, la presencia fue menor, con concentración frente a Ilo, entre 10 y 30 mn (Figura 51). Asimismo, se evidenció un aumento en los desembarques respecto al mes anterior. En relación con la estructura de tallas, se observó una moda de 37 cm en la zona norte y centro, lo que sugiere una tendencia positiva en el crecimiento del recurso.

3.4. Condiciones hidrológicas

Durante el mes de marzo y hasta el 10 de abril de 2025, se registraron caudales significativamente por encima de lo normal en los principales ríos del país, especialmente en los ríos de la vertiente del Pacífico norte y en los tributarios del lago Titicaca, lo que refleja condiciones de superávit hídrico en dichas regiones. En contraste, el río Amazonas presentó niveles dentro de su rango normal para esta época del año. En cuanto al nivel de los ríos del lago Titicaca, se ha observado un incremento notable respecto a los tres últimos años hidrológicos, indicando una recuperación progresiva tras un periodo prolongado de condiciones muy secas (Tabla 4).

Con respecto al almacenamiento de agua, al 14 de abril de 2025, los principales embalses del país alcanzaban en conjunto un 92,1 % de su capacidad hidráulica total, con la mayoría de ellos completamente llenos o muy próximos a su capacidad máxima. Una excepción importante es el embalse Poechos, que registra solo un 55,1 % de llenado, muy por debajo del valor esperado para esta época del año (83 %) (Tabla 5).

3.5. Condiciones agrometeorológicas

En las zonas productoras de mango de la costa norte (Lambayeque y Piura), las condiciones térmicas entre normales a ligeramente superiores a su normal, junto con las precipitaciones registradas durante la primera década del mes de abril, favorecieron la emisión de brotes vegetativos y foliares. No obstante, dicha condición podría generar retrasos en la ejecución oportuna de las labores de poda y deshierbos en la campaña 2025/2026. En el caso del cultivo de arroz, las condiciones térmicas cálidas promovieron el desarrollo vegetativo (macollaje, elongación del tallo e inicio de floración), así como la realización de labores culturales como el deshierbo. En la costa sur, en la localidad de La Yarada (Tacna), las plantaciones de olivo continúan en fase de maduración de aceituna verde, favorecido por temperaturas del aire dentro del rango normal a ligeramente cálidas (Figura 52).

IV. PERSPECTIVAS

El modelo de IA del IGP, con condiciones iniciales de febrero de 2025, indica que el índice E, relacionado a El Niño en la región oriental del Pacífico (Niño E), tiene en promedio valores por encima de lo normal hasta octubre. Por lo pronto, la probabilidad del desarrollo de un evento Niño E fuerte es muy baja. En lo que respecta al índice C, relacionado a El Niño en el Pacífico central (Niño C), esta muestra valores negativos que se extienden, por lo pronto, hasta inicios del 2026 (Figura 53).

Los pronósticos de los modelos climáticos del NMME (CFSv2, CanESM5, GEM5.2--NEMO, GFDL_SPEAR, COLA-RSMAS-CCSM4, COLA-RSMAS-CESM1); con condiciones iniciales de abril de 2025 y para el Pacífico central (Niño 3.4); indican la categoría Neutra entre abril y noviembre de 2025. Cabe resaltar, que aún está presente la barrera de predictibilidad, por lo que los pronósticos más allá de abril son menos precisos (Tabla 6).

Según los datos de altimetría satelital obtenidos hasta la fecha, se espera aún la presencia de una onda de Kelvin cálida para la siguiente semana de abril. Luego, solo se observan anomalías positivas y negativas pero muy débiles, de las cuales una de ellas arribaría en junio (Figura 4). En el extremo occidental se sigue observando la presencia de ondas de Rossby cálidas y es probable que sigan reflejándose en nuevas ondas de Kelvin cálidas, las que podrían llegar a partir de junio (Figura 5a). En lo que respecta a la profundidad de la termoclina, se espera aún en la siguiente semana la presencia de una onda de Kelvin cálida a lo largo de la costa, aunque su principal impacto se manifieste en el cambio de la temperatura del mar por debajo de la superficie.

Los resultados del modelo de ondas del IGP —forzado con el reanálisis de NCEP para el diagnóstico (hasta el 8 de abril) y, posteriormente, con vientos iguales a cero para el pronóstico— indican que se espera la llegada de una onda Kelvin fría, aunque débil por el momento. Luego, hacia finales de mayo, arribaría una onda Kelvin cálida, siempre y cuando no se desarrollen anomalías significativas del viento. Es importante tener en cuenta que estos modelos no simulan los procesos de dispersión modal asociados a la inclinación de la termoclina (Figuras 54 y 55). Asimismo, debe considerarse que los vientos del reanálisis de NCEP (el forzante del modelo de ondas) no estarían representando adecuadamente los vientos del oeste observados recientemente, en las últimas semanas, en la zona oriental (ver Figura 4a).

La simulación del modelo de ondas, aplicada por el IMARPE y forzada con anomalías del esfuerzo zonal del viento hasta el 10 de abril de 2025, junto con condiciones climatológicas para el resto del periodo, indica que durante lo que queda de abril, así como en los meses de mayo y junio de 2025, se espera la llegada a las costas sudamericanas de tres ondas Kelvin frías y una onda Kelvin cálida. tras el paso de la actual onda Kelvin cálida, se espera el arribo de una onda Kelvin fría (modo 2) en abril, la cual estaría debilitada debido a las anomalías de vientos del oeste registradas en el Pacífico ecuatorial oriental durante marzo. Posteriormente, entre abril y mayo, se prevé la llegada de una onda Kelvin fría (modo 1), generada en el Pacífico ecuatorial occidental por las anomalías de vientos del este durante marzo. En mayo, arribaría una nueva onda Kelvin cálida (modo 2) y finalmente, en junio, podría presentarse otra onda Kelvin fría (modo 2), también generada en el Pacífico ecuatorial occidental por anomalías de vientos del este observadas en marzo. Es importante señalar que la intensidad de estas ondas Kelvin dependerá de las condiciones del viento en el Pacífico ecuatorial oriental (Figura 56).

De acuerdo con el análisis experto de la Comisión Multisectorial del ENFEN, basado en datos observados y los pronósticos de modelos climáticos internacionales disponibles hasta la fecha, en el Pacífico central (región Niño 3.4) es más probable que la condición neutra continúe hasta diciembre de 2025 (Tabla 8 y Figura 57). Para la región Niño 1+2, es más probable que las condiciones cálidas débiles actuales se atenúen progresivamente, con una transición a la condición neutra durante mayo, manteniéndose así hasta diciembre de 2025 (Tabla 9 y Figura 57).

Para el trimestre abril – junio de 2025³, hay una mayor probabilidad de lluvias normales y sobre lo normal en la costa norte y la sierra noroccidental. No se descartan lluvias de ligera a moderada intensidad en lo que resta de abril en Tumbes y Piura.

Asimismo, según el pronóstico hidrológico⁴, se prevé que en la región hidrográfica del Pacífico predominen caudales muy sobre lo normal en abril, con una tendencia hacia condiciones normales en los meses siguientes. No se descarta la ocurrencia de crecidas repentinas, especialmente del río Tumbes. En cuanto a la región hidrográfica del Titicaca, se anticipan caudales muy sobre lo normal, principalmente en abril y mayo, con una progresiva tendencia a la normalización en los meses posteriores, conforme a la estacionalidad.

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

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

En cuanto a los recursos pesqueros, para las próximas semanas se espera que la anchoveta de la región norte centro, continúe con la disminución de sus procesos de maduración y desove conforme a su patrón histórico. En el caso de las especies transzonales como jurel, caballa y bonito, se prevé su disponibilidad a lo largo del litoral peruano, de acuerdo con su estacionalidad. Con respecto al calamar gigante, se prevé un incremento en los desembarques en el próximo mes, manteniendo sus zonas de pesca.

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, cambia el estado del “sistema de alerta ante El Niño costero”⁵ de “Vigilancia” a “No Activo” en la región Niño 1+2, debido a que es más probable que las condiciones cálidas débiles actuales se atenúen progresivamente, con una transición a la condición neutra durante mayo, manteniéndose así hasta diciembre de 2025.

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

Se recomienda a los tomadores de decisiones adoptar medidas correspondientes a la prevención y reducción del riesgo de desastres, durante el periodo de condiciones neutras. Asimismo, hacer seguimiento de los avisos meteorológicos⁶ y pronósticos estacionales⁷, para las acciones correspondientes. Por otro lado, se exhorta a la población a mantenerse informada a través de las fuentes oficiales del ENFEN.

La Comisión Multisectorial del ENFEN continuará monitoreando la evolución de las condiciones oceánicas, atmosféricas y biológicas-pesqueras, y actualizando las perspectivas. La emisión del próximo Comunicado Oficial ordinario será el viernes 16 de mayo de 2025.

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

⁶ <https://doi.org/10.1002/joc.3513>

VI. TABLAS Y FIGURAS

6.1. Tablas

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

TSM-ATSM Mensual 2021-2022 (ERSSTv5)				
R. Niño	Niño 1+2	Niño 3	Niño 3.4	Niño 4
Oct. 2024	20.70 -0.32	24.82 -0.16	26.44 -0.27	28.88 0.12
Nov.	21.72 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	24.25 -0.32	25.37 -0.29	25.81 -0.74	27.75 -0.57
Feb	26.69 0.59	26.42 0.02	26.32 -0.43	27.66 -0.54
Mar	27.58 1.09	27.66 0.46	27.28 -0.01	27.92 -0.40

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

TSM – ATSM Semanal 2022 (OISST.v2)		
R. Niño	Niño 1+2	Niño 3.4
05-Mar-25	28.1 1.6	27.0 0.0
12-Mar-25	27.9 1.3	27.4 0.3
19-Mar-25	27.3 0.9	27.1 -0.1
26-Mar-25	27.5 1.2	27.6 0.2
02-Abr-25	27.5 1.3	27.5 -0.1
09-Abr-25	27.0 1.2	27.5 -0.1

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

Valores del índice Costero El Niño			ONI	
Mes	ICEN	Categoría	ONI	Categoría
Mar-24	0.38	Neutra	1.15	Cálida Moderada
Abr-24	-0.38	Neutra	0.75	Cálida Débil
May-24	-0.78	Fría Débil	0.39	Neutra
Jun-24	-0.97	Fría Débil	0.17	Neutra
Jul-24	-0.72	Fría Débil	0.05	Neutra
Ago-24	-0.65	Neutra	-0.11	Neutra
Set-24	-0.50	Neutra	-0.22	Neutra
Oct-24	-0.35	Neutra	-0.24	Neutra
Nov-24	-0.10	Neutra	-0.36	Neutra
Dic-24	-0.11	Neutra	-0.53	Fría Débil
Ene-25	0.00	Neutra	-0.64	Fría Débil
Feb-25	0.45	Neutra	-0.39	Neutra
Mes	ICENtmp	Mes	ONItmp	Mes
Mar-25	0.72	Cálida Débil	-0.26	Neutra

Fuente: IGP

Tabla 4. Caudales de los principales ríos del país al 14 de abril del 2025

Zona	Ríos	Pentadarios (m3/s)						Promedio (m3/s)	Anomalia (%)	Condición	Pentadarios (m3/s)		Promedio (m3/s)	Anomalia (%)	Condición
		Marzo 2025									Abril 2025				
Pacífico Norte	Tumbes Cabo Inga	853.81	496.92	455.24	373.92	217.34	469.03	477.71	81.47	Significativamente sobre lo normal	698.39	698.12	698.26	282.39	Significativamente sobre lo normal
	Tumbes El Tigre	1093.68	567.00	490.30	407.91	258.79	514.58	555.38	92.78	Significativamente sobre lo normal	750.77	797.11	773.94	177.20	Significativamente sobre lo normal
	Chira (Ardilla)	1398.59	653.26	543.97	744.52	390.354	1737.423333	911.35	251.34	Significativamente sobre lo normal	1611.13	979.33	1295.23	339.72	Significativamente sobre lo normal
	Chira (Puente Suallana)	1443.92	468.17	190.92	652.41	202.73	1806.36	794.08	710.74	Significativamente sobre lo normal	1715.58	866.75	1291.17	927.76	Significativamente sobre lo normal
	Chira (río Quiroz)	179.53	97.53	110.91	106.22	87.46	122.02	117.28	136.34	Significativamente sobre lo normal	174.69	139.50	157.09	197.52	Significativamente sobre lo normal
	Puente Internacional	70.81	46.20	50.12	52.21	37.41	71.69	54.74	-18.27	Ligeramente por debajo de lo normal	69.62	51.46	60.54	-8.08	Normal
	Piura (Shanchez Cerro)	285.25	140.52	117.89	119.49	65.31	326.25	175.78	157.84	Significativamente sobre lo normal	577.78	192.80	385.29	297.77	Significativamente sobre lo normal
	Piura (Puente Ñacara)	321.02	205.75	197.12	190.38	113.77	245.29	212.22	136.83	Significativamente sobre lo normal	403.59	175.13	289.36	462.75	Significativamente sobre lo normal
	Piura (Hacienda Barrios)	85.85	69.36	58.76	59.66	43.29	60.14	62.84	514.54	Significativamente sobre lo normal	82.01	29.58	55.79	500.71	Significativamente sobre lo normal
	Motupe (Marripon)	3.65	3.27	2.96	3.43	2.94	5.44	3.61	110.90	Significativamente sobre lo normal	8.39		8.39	110.90	Significativamente sobre lo normal
	La Leche_Puchaca	24.55	14.40	17.40	20.35	21.65	52.63	25.16	94.59	Significativamente sobre lo normal	67.81		67.81	346.97	Significativamente sobre lo normal
	Chancay Lambayeque	185.52	105.86	85.52	166.82	96.14	188.90	138.13	78.92	Significativamente sobre lo normal	210.06	148.28	179.17	96.96	Significativamente sobre lo normal
	Batan_Zaña	18.94	9.92	8.22	15.68	12.23	32.53	16.26	32.78	Ligeramente sobre lo normal	19.58	22.65	21.11	36.23	Ligeramente sobre lo normal
	Jequetepeque	175.83	119.02	122.95	228.63	147.61	181.40	162.57	94.41	Significativamente sobre lo normal	177.64	130.76	154.20	49.94	Ligeramente sobre lo normal
	Chicama (Tambo)	71.03	52.62	36.35	54.27	40.83	57.56	52.11	-5.80	Normal	124.60	97.95	111.27	160.74	Significativamente sobre lo normal
Moche	76.60	30.42	11.75	19.47	30.06	17.53	30.97	56.63	Significativamente sobre lo normal	27.40	34.44	30.92	40.53	Ligeramente sobre lo normal	
Santa	475.10	367.48	268.01	347.11	260.43	293.19	335.22	14.86	Normal	399.62	280.35	339.99	13.74	Normal	
Pacífico Centro	Pativilca	125.05	95.52	77.63	84.72	75.22	73.39	88.59	4.63	Normal	93.36	74.23	83.80	14.02	Normal
	Huaura	56.43	58.01	42.55	58.36	47.00	43.03	50.90	9.35	Normal	61.62	45.59	53.61	13.58	Normal
	Huaral	10.96	10.22	8.73	13.02	8.73	7.46	9.85	32.77	Ligeramente sobre lo normal	13.64	8.31	10.97	39.95	Ligeramente sobre lo normal
	Chillon (Obrajillo)	14.57	14.42	11.24	17.14	12.79	14.40	14.09	8.95	Normal	22.72	12.62	17.67	67.17	Significativamente sobre lo normal
	Chillon (Puente Magdalena)	28.10	25.11	19.08	28.00	12.79	14.40	21.25	18.67	Ligeramente sobre lo normal	22.72	12.62	17.67	24.27	Significativamente sobre lo normal
	Rimac	88.47	85.60	68.15	82.78	72.28	68.36	77.60	28.44	Ligeramente sobre lo normal	94.14	71.41	82.77	68.89	Significativamente sobre lo normal
	Lurin	20.76	19.22	17.14	21.38	17.36	15.75	18.60	21.00	Ligeramente sobre lo normal	22.39	16.99	19.69	62.14	Significativamente sobre lo normal
	Mala	77.23	76.83	45.23	72.52	49.73	55.74	62.88	48.84	Ligeramente sobre lo normal	98.77	70.47	84.62	143.23	Significativamente sobre lo normal
	Cañete	169.77	186.35	130.88	154.85	89.62	105.54	139.50	8.13	Normal	201.02	174.31	187.67	70.92	Significativamente sobre lo normal
	San Juan_Conta	53.66	60.55	34.87	60.52	44.55	55.03	51.53	-16.02	Ligeramente por debajo de lo normal	48.46	67.76	58.11	149.95	Significativamente sobre lo normal
	Pisco	150.99	182.04	34.87	60.52	56.10	120.12	100.77	82.84	Significativamente sobre lo normal	154.56	128.99	141.78	370.41	Significativamente sobre lo normal
	Pacífico Sur	Ica	50.2462	29.69	18.36	37.88	26.78	29.96	32.15	52.86	Significativamente sobre lo normal	24.72	24.24	24.48	79.34
Acari		73.67	97.67	63.67	77.00	55.67	73.89	73.59	-47.20	Ligeramente por debajo de lo normal	52.67	53.00	52.83	-46.60	Ligeramente por debajo de lo normal
Yauca		37.20	54.72	35.73	39.93	32.60	29.56	38.29	-7.53	Normal	31.93	32.87	32.40	29.99	Ligeramente sobre lo normal
Ocoña		344.08	533.87	379.08	493.34	428.62	286.87	410.98	81.51	Significativamente sobre lo normal	245.87	308.74	277.31	56.82	Significativamente sobre lo normal
Camana		175.55	551.18	462.38	415.37	287.11	167.36	343.16	90.31	Significativamente sobre lo normal	141.34	225.47	183.41	60.12	Significativamente sobre lo normal
Pte.El diablo_Chili		52.78	103.50	72.06	74.64	78.49	61.55	73.84	85.56	Significativamente sobre lo normal	53.13		53.13	81.16	Significativamente sobre lo normal
Tambo La Pascana		58.84	130.62	126.11	115.08	80.30	77.71	98.11	42.14	Ligeramente sobre lo normal	77.13	80.06	78.60	53.13	Significativamente sobre lo normal
Tumilaca		8.07	8.67	7.79	7.46	7.07	6.79	7.64	82.96	Significativamente sobre lo normal	6.67	6.74	6.70	83.10	Significativamente sobre lo normal
Locumba		8.63	7.14	3.09	2.53	3.21	3.08	4.61	59.57	Significativamente sobre lo normal	3.19		3.19	5.09	Normal
Sama		9.13	8.00	6.23	5.07	4.73	4.23	6.23	93.58	Significativamente sobre lo normal	3.81	5.17	4.49	205.87	Significativamente sobre lo normal
Caplina	1.09	1.42	1.23	1.24	0.68	0.59	1.04	21.02	Ligeramente sobre lo normal	0.57	0.63	0.60	-8.25	Normal	
Rios Amazonicos	Amazonas (Tanshiyacu)	38551.07	40125.19	41050.42	41576.97	42144.44	43086.25	41089.06	4.14	Normal	44260.10	45843.09	45051.60	4.93	Normal
	Napo (Cotas)	88.97	89.32	89.24	88.98	88.86	89.04	89.07	17.17	Ligeramente sobre lo normal	89.13	89.55	89.34	6.53	Normal
	Nanay (Cotas)	126.78	126.75	126.70	126.28	126.02	126.09	126.43	5.27	Normal	126.45	126.34	126.40	-2.09	Normal
	Marañón (San Regis)	27076.53	27882.07	28516.11	28997.89	29527.89	30290.20	28715.12	23.64	Ligeramente sobre lo normal	30976.01	31947.58	31461.80	28.98	Ligeramente sobre lo normal

Zona	Rios	Pentadiarios (m3/s)						Promedio (m3/s)	Anomalia (%)	Condición	Pentadiarios (m3/s)		Promedio (m3/s)	Anomalia (%)	Condición
		Marzo 2025									Abril 2025				
	Marañon (San Lorenzo)	130.82	130.96	130.57	129.71	129.18	128.58	129.97	3.51	Normal					
	Ucayali ANA (msnm)	146.65	146.75	146.94	147.09	147.08	146.96	146.91	5.51	Normal					
	Ucayali SENAMHI (msnm)	11.23	11.30	11.46	11.66	11.65	11.49	11.46	10.55	Normal	11.19	11.33	11.26	13.18	Normal
	Contamana (msnm)	133.08	133.27	133.45	133.83	134.12	133.98	133.62	19.06	Ligeramente sobre lo normal	133.76	133.77	133.76	17.94	Ligeramente sobre lo normal
	Requena (msnm)	129.22	129.52	129.70	129.86	130.07	130.22	129.76	16.47	Ligeramente sobre lo normal	130.39	130.64	130.51	23.44	Ligeramente sobre lo normal
	Madre de Dios	12257.51	14316.90	16795.01	13780.60	13385.83	11556.98	13682.14	70.82	Significativamente sobre lo normal	13317.45	11341.63	12329.54	66.80	Significativamente sobre lo normal
	Marañon (Balsas)	240.49	103.85	86.78	186.19	95.60	160.79	145.62	42.72	Ligeramente sobre lo normal	1099.67	885.08	992.38	33.84	Ligeramente sobre lo normal
	Llucano Orellano	240.49	103.85	86.78	186.19	95.60	160.79	145.62	74.53	Significativamente sobre lo normal	197.10	101.26	149.18	84.95	Significativamente sobre lo normal
	Crisnejas	296.18	104.77	121.15	204.09	95.98	127.24	158.23	73.22	Significativamente sobre lo normal	199.77	131.14	165.46	95.52	Significativamente sobre lo normal
	Crisnejas (Jesus Tunel)	49.22	26.34	22.78	41.84	24.53	21.78	31.08	63.90	Significativamente sobre lo normal	33.09	18.58	25.84	66.92	Significativamente sobre lo normal
	Masgom	9.10	4.63	3.77	8.09	5.39	5.62	6.10	112.87	Significativamente sobre lo normal	8.02	5.53	6.78	172.83	Significativamente sobre lo normal
	Namora	53.51	22.01	21.65	41.93	28.92	25.83	32.31	235.18	Significativamente sobre lo normal	35.17	25.79	30.48	197.63	Significativamente sobre lo normal
Huallaga	Huallaga (Picota)	4535.93	4180.45	4482.10	4570.74	3806.07	3262.44	4139.62	-13.52	Normal	3325.00	3617.08	3471.04	-22.04	Ligeramente por debajo de lo normal
	Shanac	520.72	380.76	403.22				434.90	-19.83	Ligeramente por debajo de lo normal					
	Cumbaza	10.10	3.23	13.03	12.77	8.09	2.66	8.31	21.99	Ligeramente sobre lo normal	13.69	7.87	10.78	46.11	Ligeramente sobre lo normal
	Rio Sisa	19.67	13.80	16.33	62.80	37.93	15.33	27.64	-39.53	Ligeramente por debajo de lo normal	18.17	40.20	29.18	-64.87	Significativamente por debajo de lo normal
	Huallaga (Huallabamba)	2338.82	1588.35	1868.93	2020.11	1425.42	1124.92	1727.76	38.47	Ligeramente sobre lo normal	1321.88	1306.61	1314.25	2.48	Normal
	Huallaga (Tocache)	2269.51	2642.18	2691.66	2804.89	2096.16	1886.88	2398.55	8.75	Normal	2027.98	2078.93	2053.45	10.71	Normal
	Huallaga (Tingo Maria)	926.74	1049.17	991.59	1020.85	838.87	782.01	934.87	16.92	Ligeramente sobre lo normal	871.14	769.65	820.39	13.00	Normal
Huallaga (taruca)	248.31	275.35	251.11	254.41	200.71	157.33	231.20	29.34	Ligeramente sobre lo normal	214.92	164.23	189.58	14.27	Normal	
Mantaro	Pongor	1025.68	1574.81	1202.41	1054.33	751.44	628.47	1039.52	84.99	Significativamente sobre lo normal	986.60	782.23	884.41	97.64	Significativamente sobre lo normal
	La Mejorada	819.87	1095.91	775.12	672.97	487.88	441.26	715.50	79.33	Significativamente sobre lo normal	723.62	519.55	621.58	90.81	Significativamente sobre lo normal
	Stuart	242.74	274.17	211.27	201.93	168.32	137.01	205.91	14.86	Normal	221.58	162.92	192.25	-2.00	Normal
	Chulec	229.98	275.46	224.70	226.74	194.93	170.13	220.32	71.30	Significativamente sobre lo normal	253.60	181.26	217.43	28.90	Ligeramente sobre lo normal
	Rio Pallanga	4.23	5.33	3.61	4.85	5.61	3.28	4.48	-20.76	Ligeramente por debajo de lo normal	3.92	4.71	4.32	-2.14	Normal
Pampas	Puente Pampas	417.38	573.40	330.18	324.33	232.27	162.04	339.93	-9.16	Normal	232.83	194.48	213.66	-6.85	Normal
Apurimac	Puente Cuyac	968.24	1791.90	1529.70	1271.68	537.66	517.94	1102.85	49.48	Ligeramente sobre lo normal	572.19	746.45	659.32	24.34	Ligeramente sobre lo normal
Urubamba Vilcanota	Estación Egemsa Km 105	399.07	516.69	649.25	432.17	302.53	264.84	427.42	50.76	Significativamente sobre lo normal	316.47	278.94	297.71	40.26	Ligeramente sobre lo normal
	Mapoche	107.98	127.04	127.78	96.59	104.28	61.48	104.19	33.48	Ligeramente sobre lo normal	105.37	69.38	87.38	35.00	Ligeramente sobre lo normal
	Pisac	269.03	317.56	402.90	270.93	209.88	194.51	277.47	65.97	Significativamente sobre lo normal	226.73	198.48	212.61	46.62	Ligeramente sobre lo normal
Titicaca	Huancane	73.11	175.11	200.90	153.51	64.49	76.40	123.92	224.32	Significativamente sobre lo normal	102.03	90.13	96.08	201.98	Significativamente sobre lo normal
	Ramis	269.45	463.19	491.55	514.19	314.59	255.45	384.74	119.27	Significativamente sobre lo normal	374.67	315.23	344.95	150.29	Significativamente sobre lo normal
	Coata	151.29	400.97	400.33	367.65	176.64	140.76	272.94	246.42	Significativamente sobre lo normal	130.47	187.51	158.99	116.09	Significativamente sobre lo normal
	Ilave	127.83	504.06	530.85	241.92	86.80	64.89	259.39	454.36	Significativamente sobre lo normal	68.92	101.23	85.08	175.05	Significativamente sobre lo normal
	Lampa	56.27	159.96	190.64	165.78	56.96	39.18	111.47	213.07	Significativamente sobre lo normal	43.08	59.16	51.12	130.30	Significativamente sobre lo normal
	Cabanillas	91.09	345.31	281.79	232.80	112.93	109.65	195.59	238.27	Significativamente sobre lo normal	85.01	122.20	103.61	155.90	Significativamente sobre lo normal

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

Tabla 5. Estado situacional de los reservorios al 14 de abril del 2025.

Zona	Reservorio	Fecha Reporte	Departamento de Influencia	Capacidad Hidráulica (hm ³)		Capacidad Hidráulica Almacenada (%)
				Útil	Almacenada	
Costa - Norte	Poechos	14-Abr	Piura	445.5	248.0	55.7
	San Lorenzo	12-Abr	Piura	195.6	190.0	97.1
	Tinajones	14-Abr	Lambayeque	331.6	331.6	100.0
	Gallito Ciego	12-Abr	La Libertad	366.1	366.1	100.0
	SUB TOTAL			1338.7	1135.7	84.8
Costa - Centro	Viconga	12-Abr	Lima	30.0	25.1	83.7
	Sistema Rímac	30-Mar	Lima, Junín	282.4	275.0	97.4
	Choclococha	12-Abr	Ica	131.1	131.1	100.0
	Ccaracocha	12-Abr	Ica	40.0	31.6	79.0
	SUB TOTAL			483.5	462.8	95.7
Costa - Sur	Condorama	12-Abr	Arequipa	259.0	259.0	100.0
	El Pañe	12-Abr	Arequipa	99.6	99.6	100.0
	Dique Los Españoles	12-Abr	Arequipa	9.1	9.1	100.0
	Pillones	12-Abr	Arequipa	78.5	78.5	100.0
	El Frayle	12-Abr	Arequipa	127.2	127.2	100.0
	Aguada Blanca	12-Abr	Arequipa	22.1	22.1	100.0
	Chalhuanca	12-Abr	Arequipa	25.0	25.0	100.0
	Bamputañe	12-Abr	Arequipa	40.0	38.9	97.3
	Pasto Grande	12-Abr	Moquegua	200.0	200.0	100.0
	Paucarani	12-Abr	Tacna	10.5	10.2	97.1
	Laguna Aricota	12-Abr	Tacna	280.0	243.0	86.8
	Jarumas	12-Abr	Tacna	13.0	13.0	100.0
SUB TOTAL			1164.0	1125.6	96.7	
Sierra - Centro	Cuchoquesera	12-Abr	Ayacucho	80.0	80.5	100.0
	Lago Junín	12-Abr	Junín	314.7	314.7	100.0
	SUB TOTAL			394.7	395.2	100.0
Sierra - Sur	Lagunillas	12-Abr	Puno	585.1	525.0	89.7
	Sibinacocha	12-Abr	Cusco	110.0	110.00	100.0
	SUB TOTAL			695.1	635.0	91.3
Situación Nacional				4,076.1	3,754.3	92.1

Fuente: Proyectos Especiales y operadores hidráulicos. Elaborado: ANA.

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

Modelo	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND
CFS2	-0.30	-0.41	-0.36	-0.31	-0.29	-0.27	-0.24	-0.15
CanESM5	-0.41	-0.08	0.00	0.05	0.05	0.01	-0.04	-0.03
GEM5_NEMO	-0.36	-0.34	-0.48	-0.55	-0.50	-0.45	-0.36	-0.21
GFDL_SPEARE	0.15	0.37	0.56	0.60	0.43	0.18	0.01	-0.06
COLA-CCSM4	-0.12	-0.17	-0.15	-0.28	-0.49	-0.71	-0.83	-0.82
COLA_CESM	-0.14	-0.15	-0.10	-0.20	-0.43	-0.62	-0.71	-0.64
Promedio								
NMME	-0.11	-0.13	-0.09	-0.12	-0.21	-0.31	-0.36	-0.32

Fuente: IGP.

Para el Pacífico oriental (región Niño 1+2), el pronóstico del ICEN para abril indica la categoría Cálida Débil. En los siguientes meses el valor del ICEN estaría en la categoría sería Neutra (Tabla 7).

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

Modelo	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND
CFS2	-0.39	-0.02	-0.24	-0.26	-0.35	-0.38	-0.39	-0.35
CanESM5	0.67	0.40	0.29	0.27	0.24	0.21	0.16	0.09
GEM5.2_NEMO	0.93	0.72	0.43	0.21	0.05	-0.02	0.03	0.06
GFDL_SPEARE	1.36	1.43	1.21	0.91	0.66	0.54	0.48	0.39
COLA-CCSM4	0.44	0.19	0.15	0.02	-0.23	-0.40	-0.54	-0.69
COLA_CESM	0.51	0.22	0.05	0.00	-0.10	-0.08	-0.04	-0.07
Promedio								
NMME	0.71	0.49	0.32	0.19	0.05	-0.02	-0.05	-0.10

Fuente: IGP.

6.2. Figuras

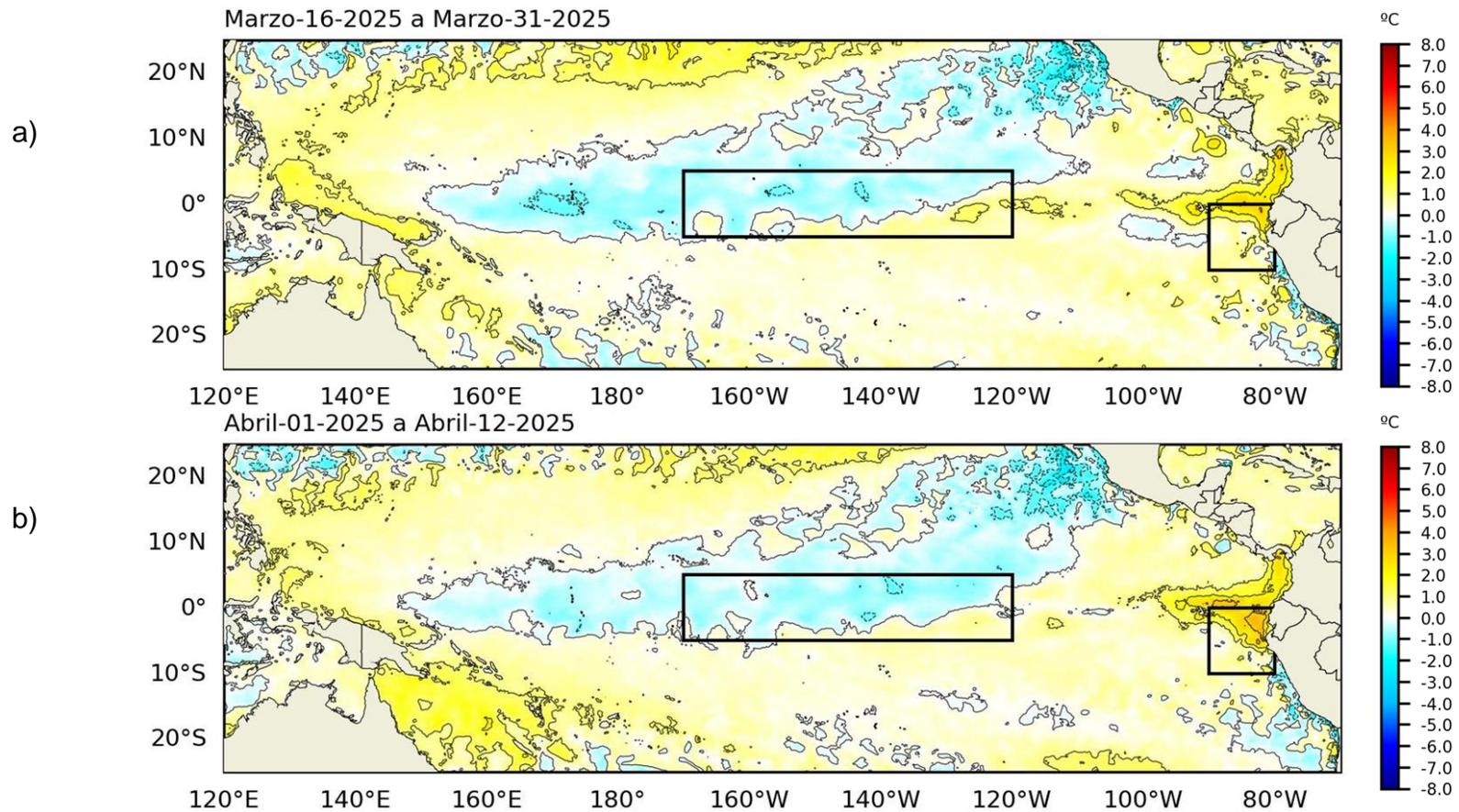


Figura 1. Anomalía de la TSM quincenal en el Pacífico Tropical a) 16 al 31 de marzo 2025, y b) 1 al 12 de abril 2025. Fuente: OSTIA. Procesamiento: DIHIDRONAV. Climatología: 1991-2020.

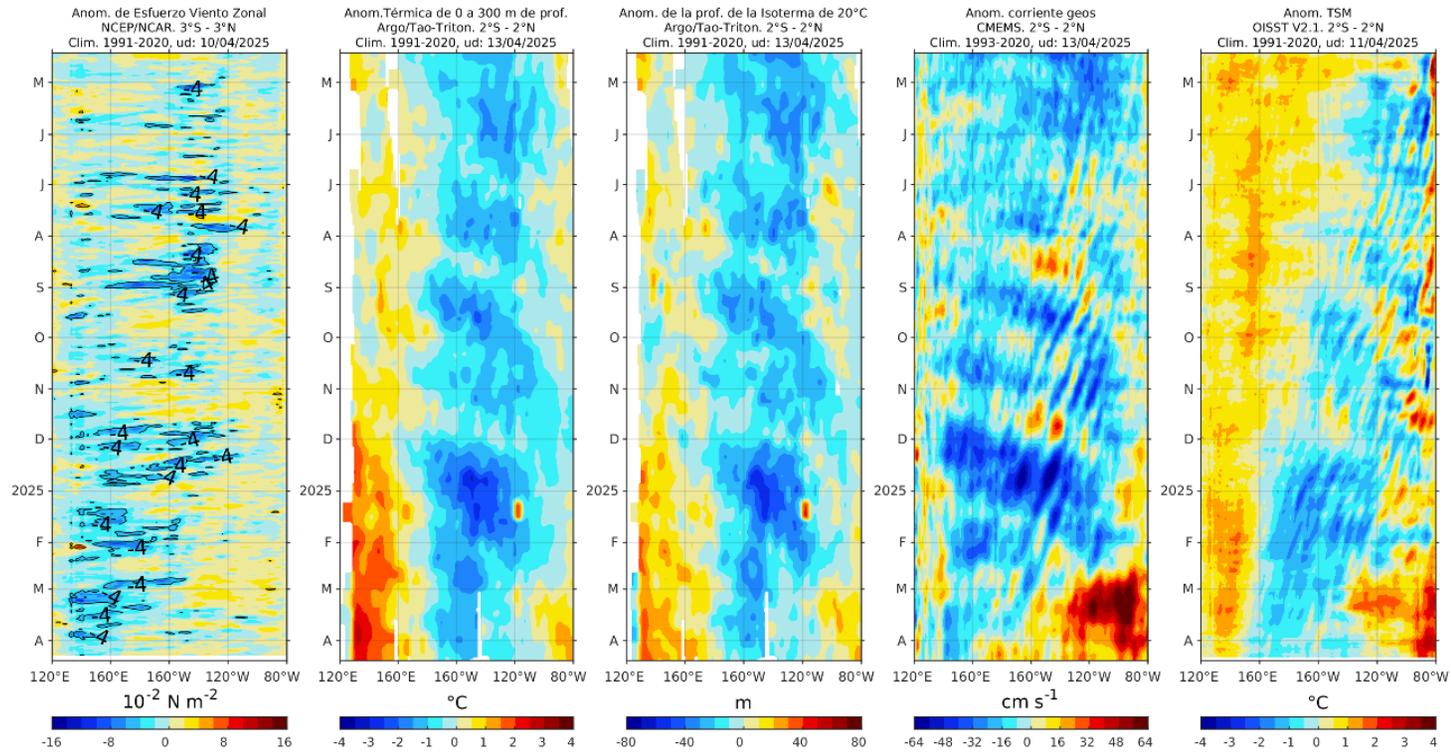


Figura 2. Diagramas Hovmöller en el Pacífico ecuatorial de a) anomalía de esfuerzo de viento. Fuente: ECMWF-ASCAT; b) anomalía térmica sobre los 300 m de profundidad. Fuente: ARGO; c) anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C; Fuente: ARGO; d) anomalía de corrientes geostróficas (cm); y e) anomalía de la TSM. Fuente: CMEMS. Fuente: OISST V2.1. Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

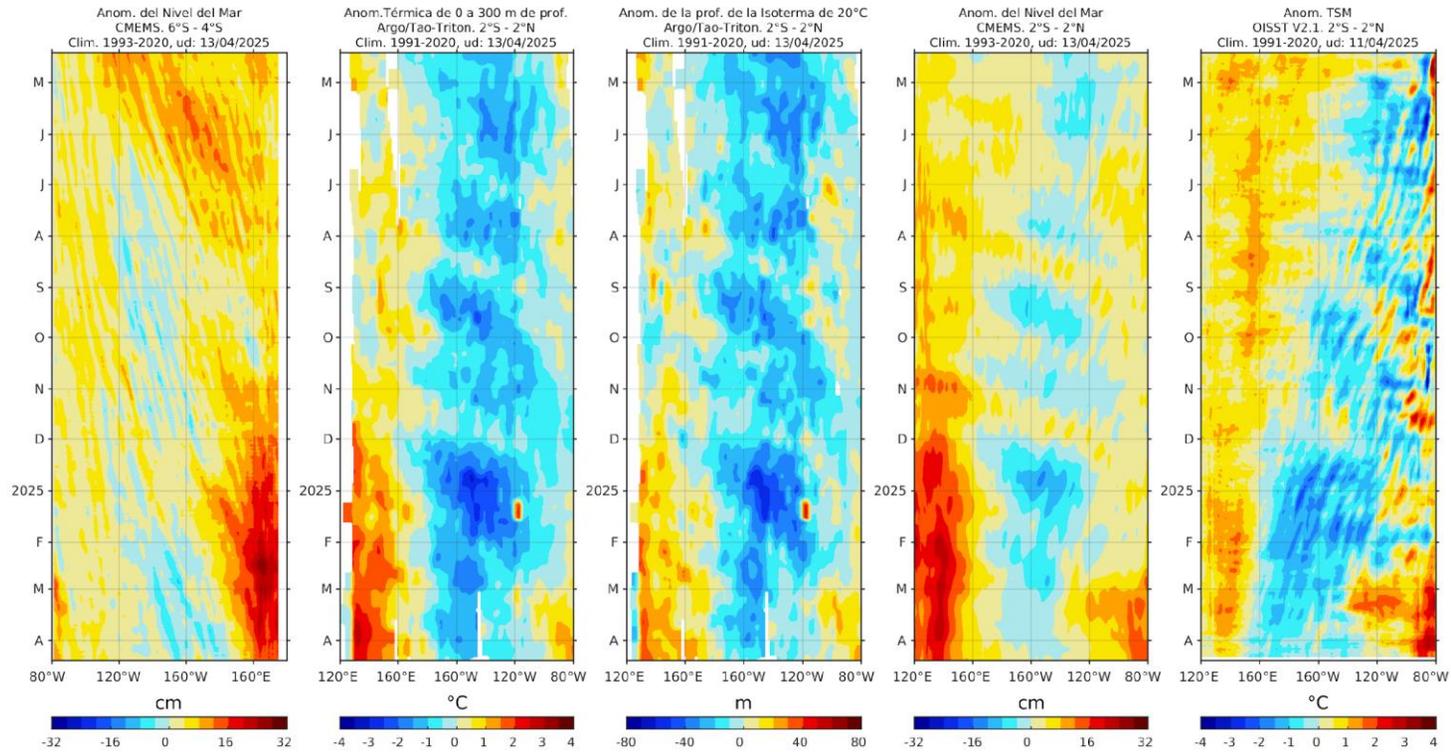


Figura 3. Diagrama Hovmöller de a) anomalía del nivel del mar entre los 4°S y 6°S que recoge la señal de las ondas Rossby (cm); b) anomalía térmica sobre los 300 m de profundidad. Fuente: ARGO; c) anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C; Fuente: ARGO; d) anomalía del nivel del mar (cm); y e) anomalía de la TSM. fuente: CMEMS. Diagramas (b-d) similares a los de la Figura 2. Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

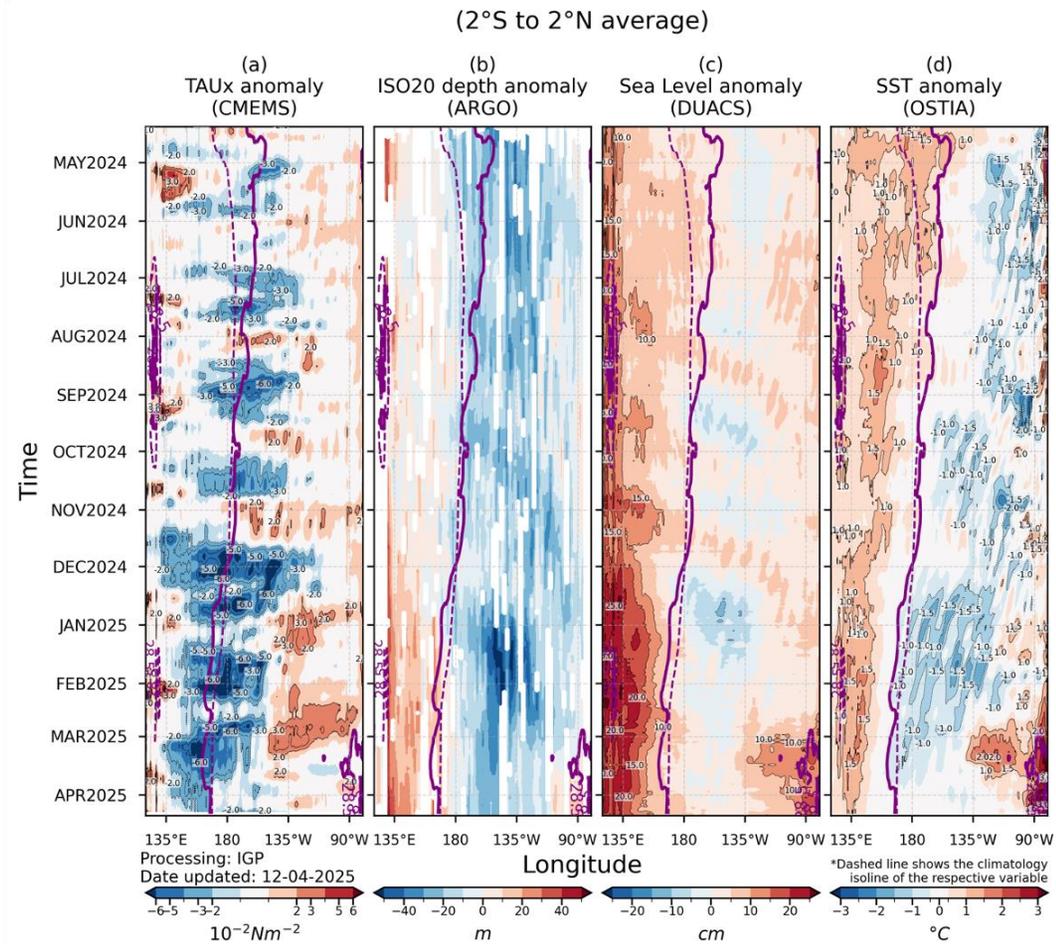


Figura 4. Diagrama Hovmöller: a) anomalía de esfuerzo de viento, Fuente: CMEMS, b) anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C, Fuente: ARGO, c) anomalía del nivel del mar diario (cm) Fuente: DUACS, y d) anomalía de temperatura superficial del mar (°C) Fuente: OSTIA. Elaboración: IGP.

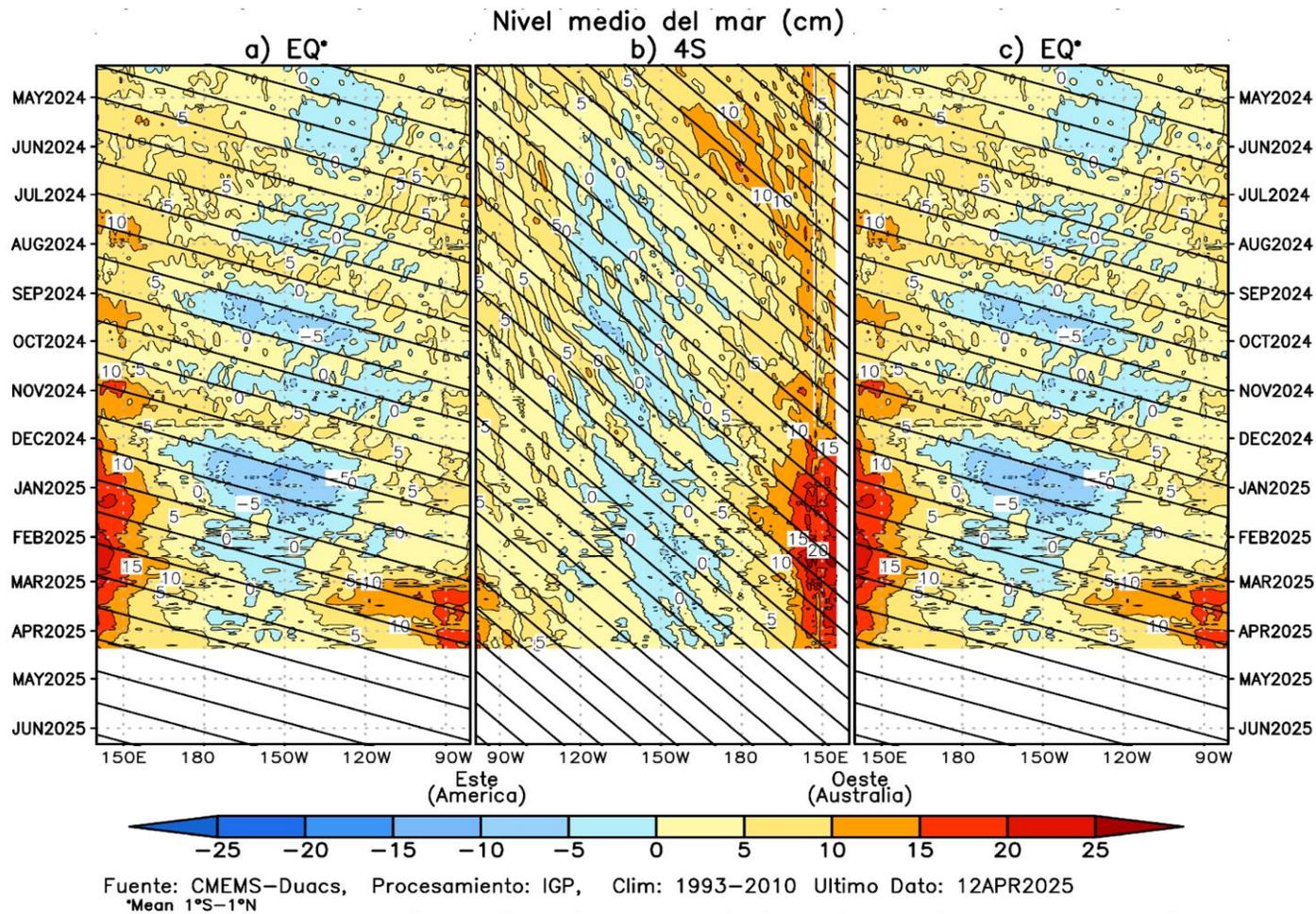


Figura 5. Diagrama Hovmöller de la anomalía del nivel del mar del producto CMEMS–Duacs a lo largo de la línea ecuatorial (a y c) y en 4°S (b). El panel del centro tiene el eje de la longitud invertido para apreciar mejor la secuencia de ondas Kelvin y Rossby producidas por reflexión en las fronteras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

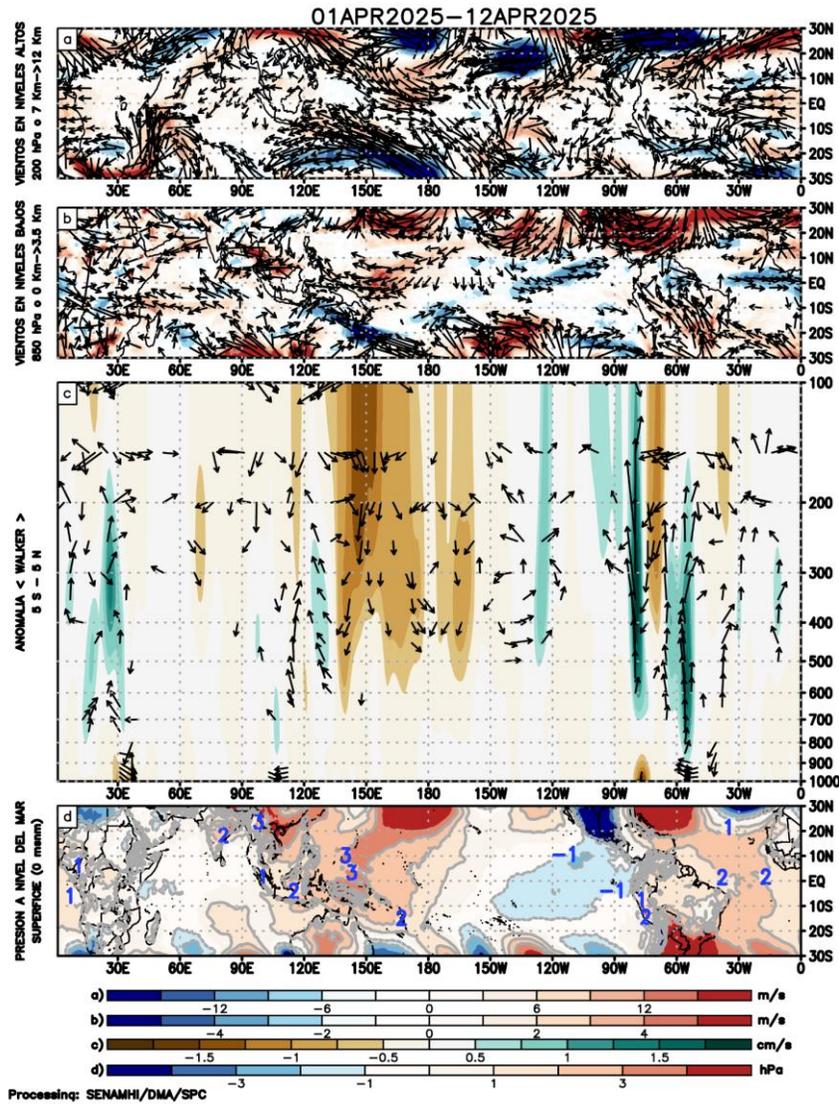
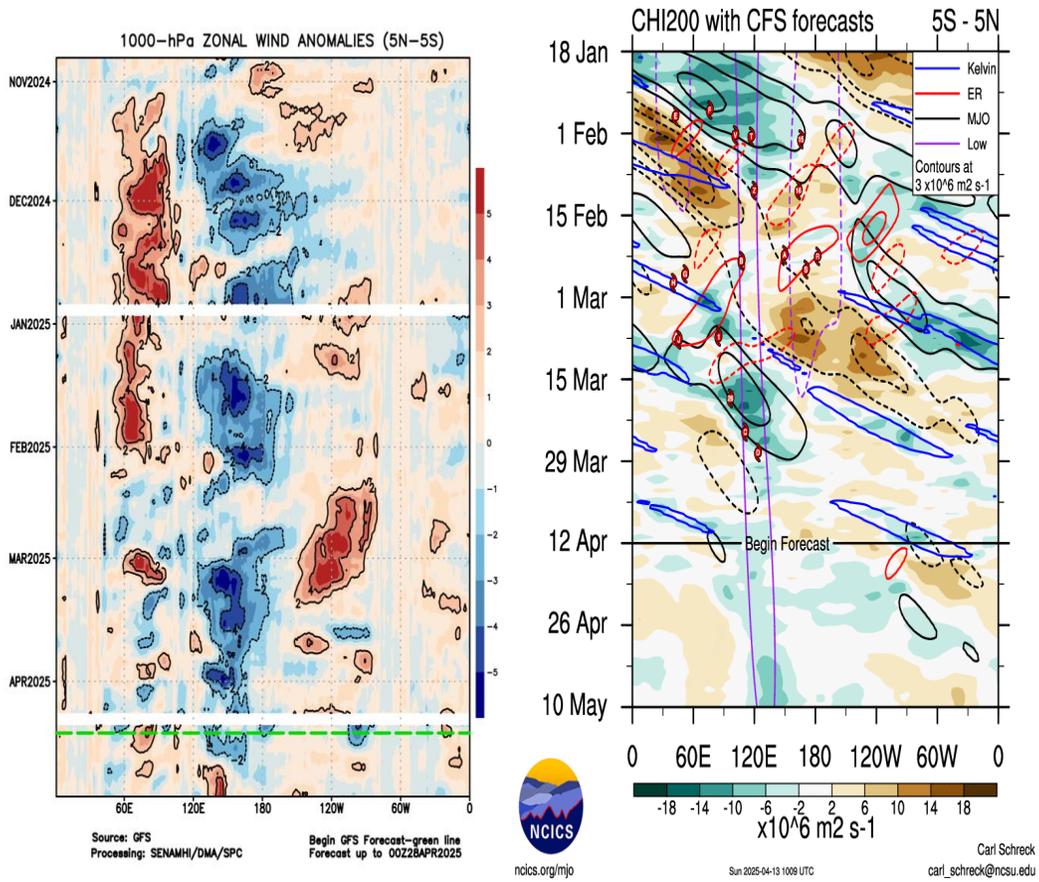


Figura 6. Análisis de la circulación atmosférica (Walker) del 1 al 12 de abril 2025 (izq.). (a) Anomalías de los vientos (colores) y su dirección (flechas) en niveles altos (200 hPa) y (b) bajos (850 hPa) de la atmósfera; c) Patrón anómalo de la circulación atmosférica ecuatorial (Walker), (d) Anomalías de presión a nivel del mar. Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI.



Figura

(a)

(b)

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

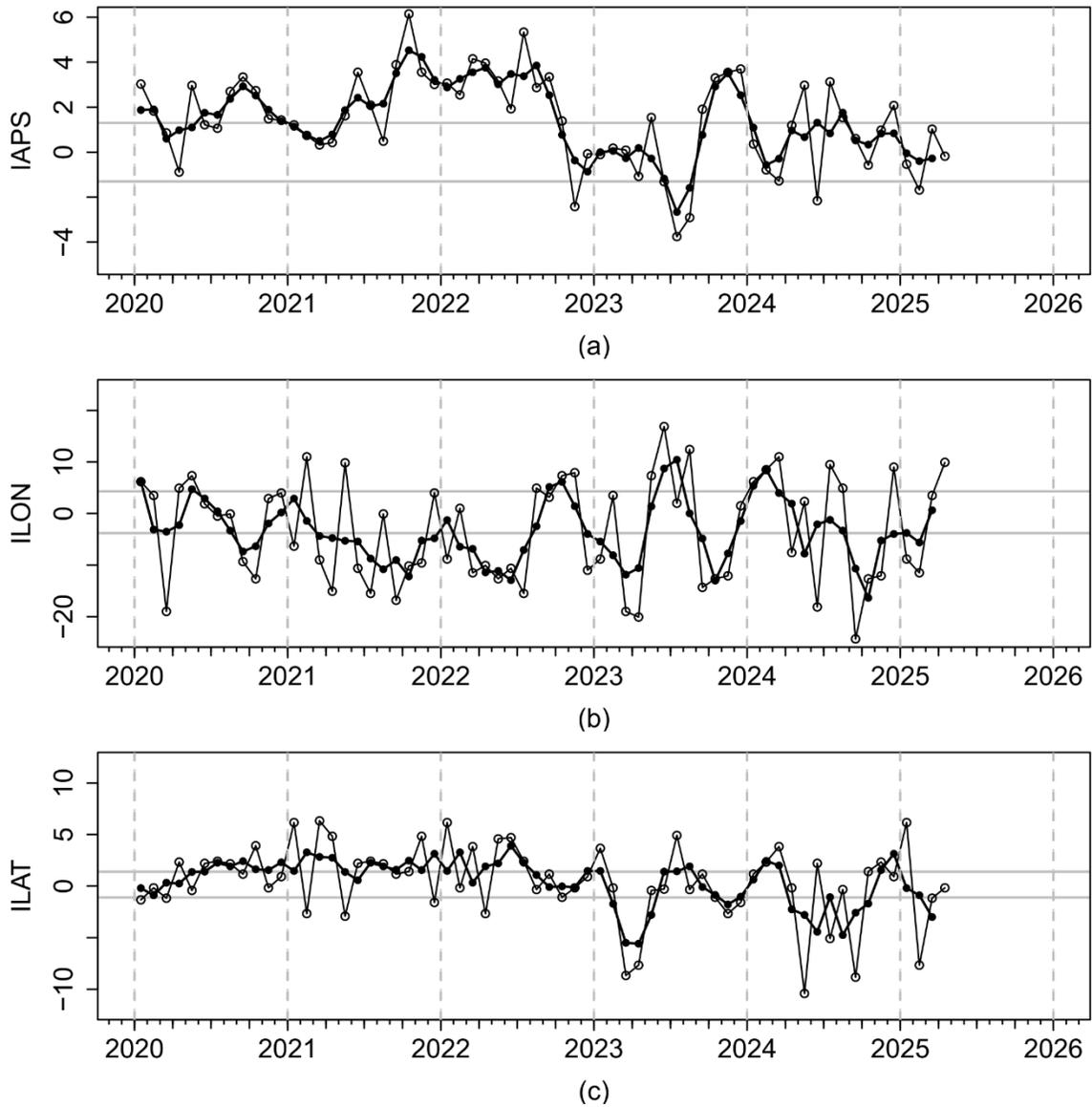


Figura 8. Variación temporal de los índices del APS: a) índice de intensidad (IAPS) e índices de posición b) longitudinal (ILON) y c) latitudinal (ILAT) hasta el trimestre FMA 2025 (círculos negros). Los círculos blancos indican las anomalías mensuales en el periodo enero 2020 hasta abril 2025. Los círculos blancos y negros correspondientes al último valor de cada serie de tiempo indican valores preliminares, calculados al 11 de abril del 2025. Climatología 1991-2020. Fuente: NCEP/NCAR. Procesamiento: AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

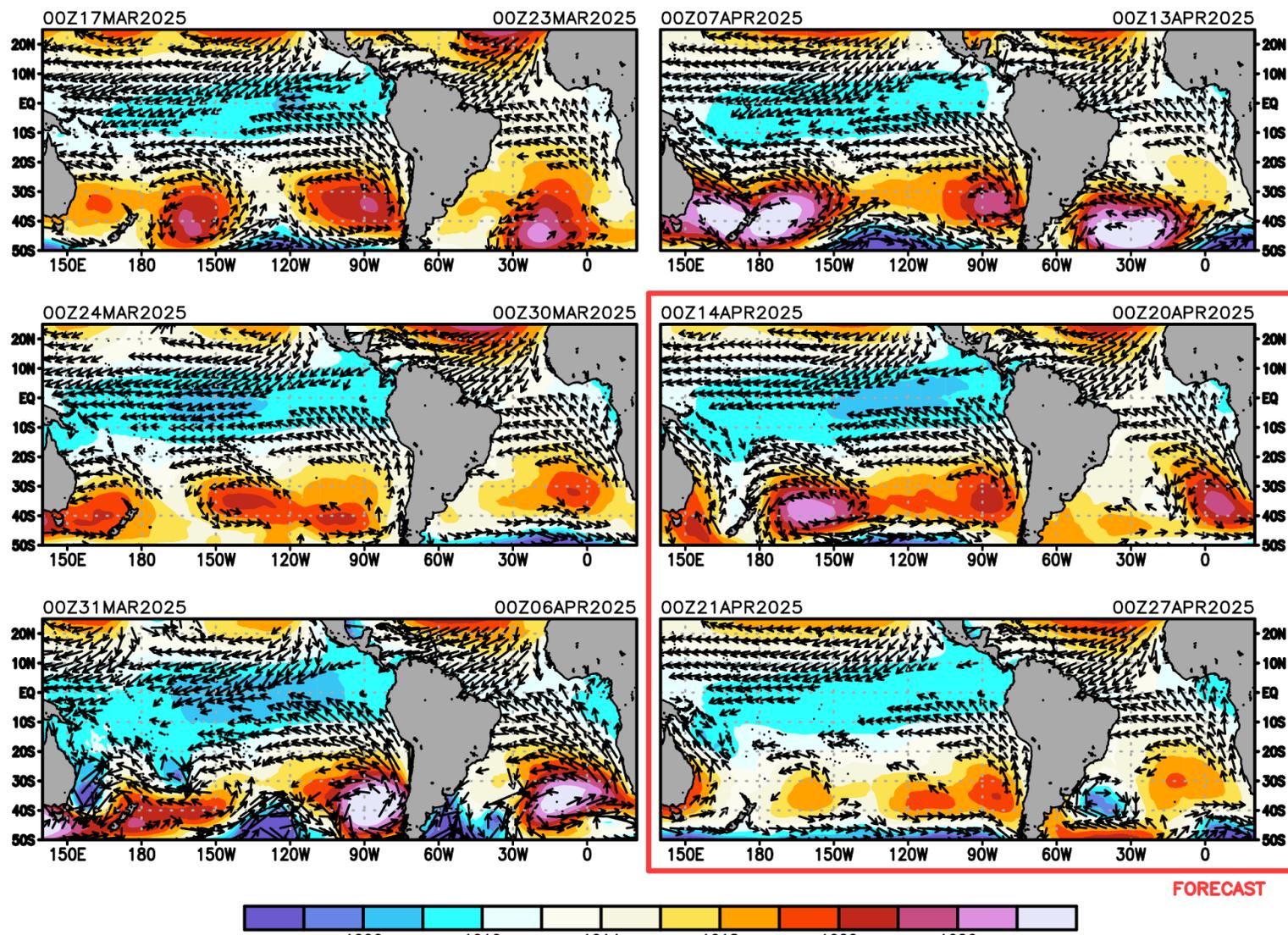


Figura 9. Promedio semanal de la presión atmosférica reducida a nivel del mar (colores) y vientos (flechas). Análisis: 17 de marzo al 13 de abril de 2025. Pronóstico: del 14 al 27 de abril del 2025. Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI.

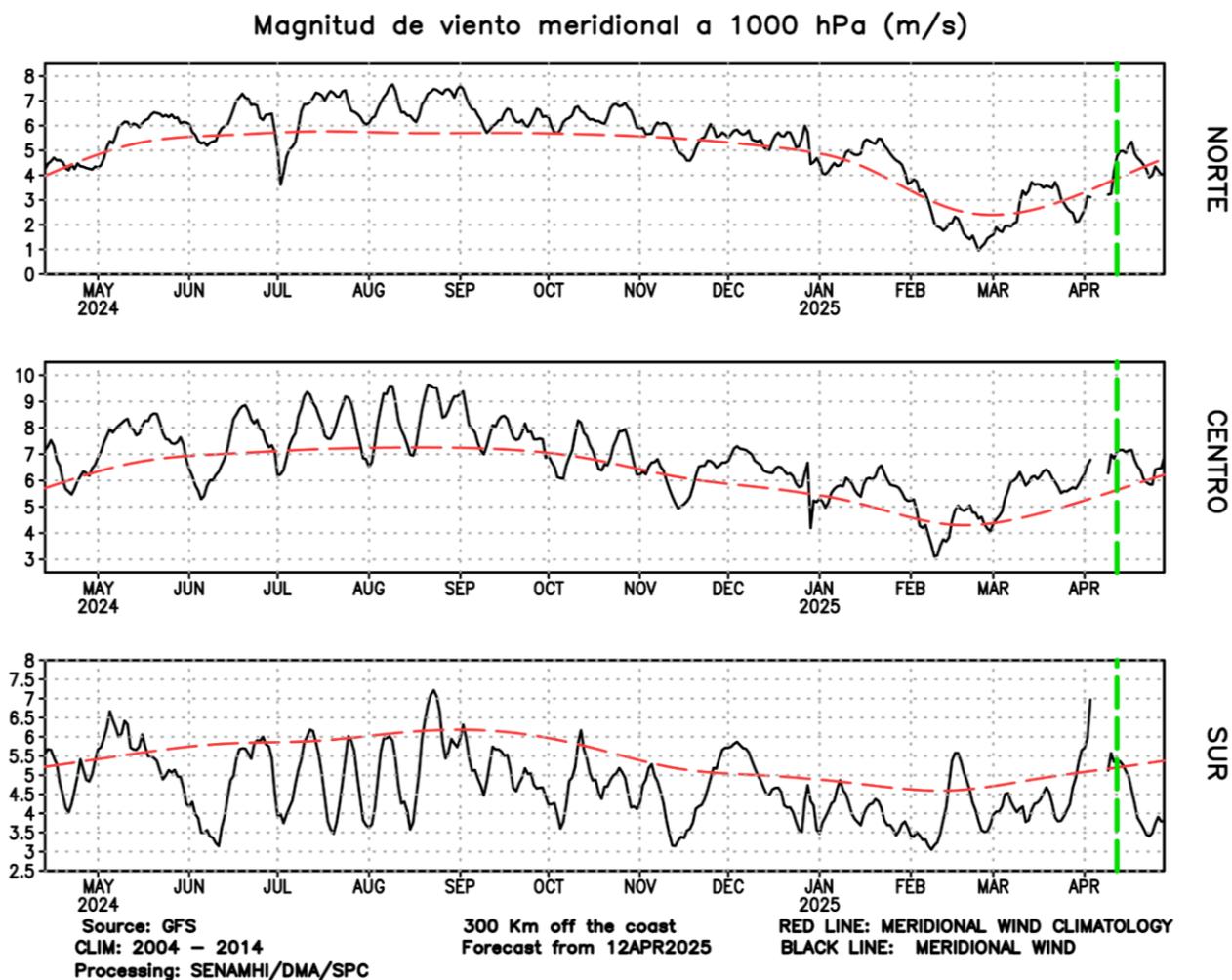


Figura 10. Magnitud de viento meridional (línea negra sólida) y Climatología (línea roja discontinua) (m/s) a 1000 hPa frente a la costa norte, centro y sur del Perú (300 Km fuera de la costa). Fuente: GFS. Análisis: 11 de abril del 2024 al 11 de abril del 2025. Pronóstico: del 12 de abril al 27 de abril del 2025. Procesamiento: SENAMHI.

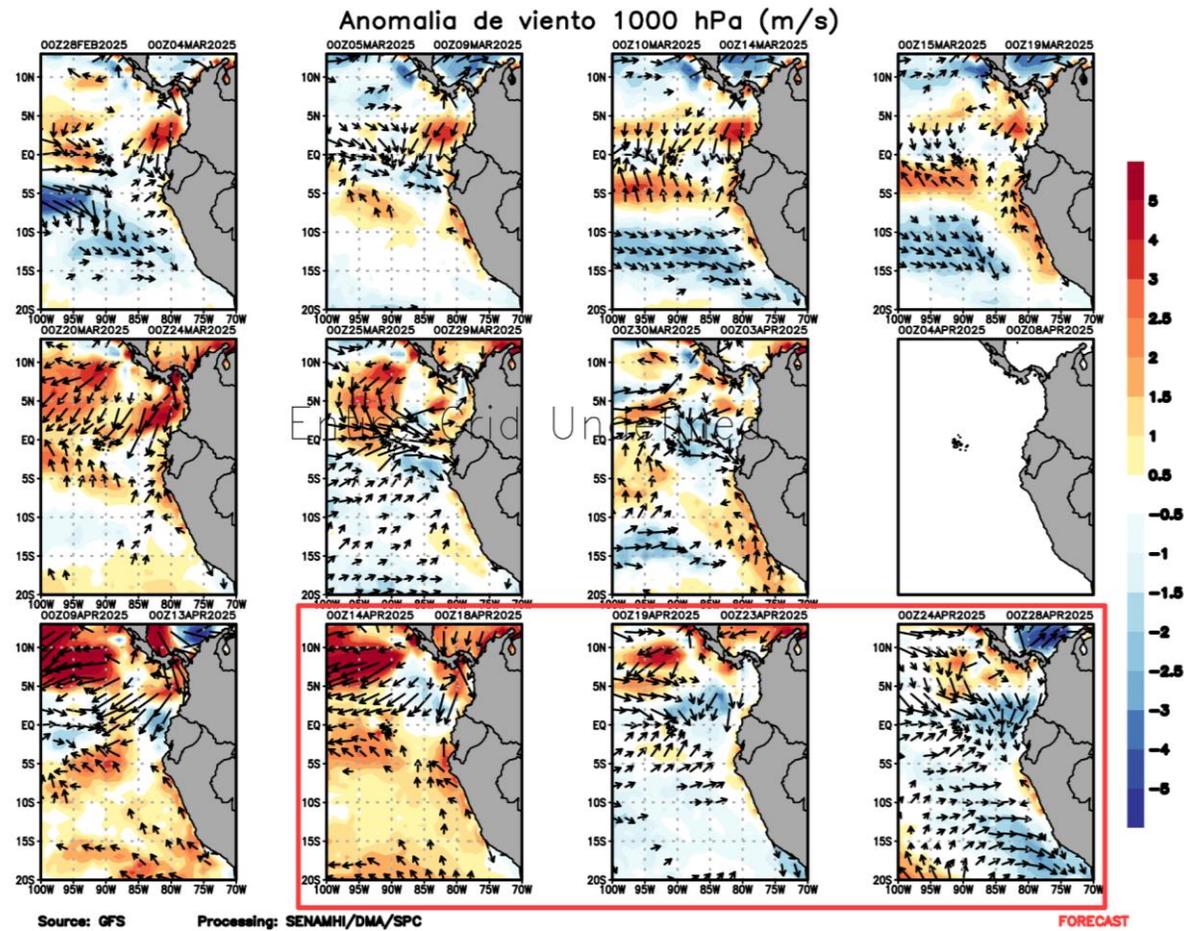


Figura 11. Anomalia de viento a 1000 hPa (flechas negras sólidas) y magnitud de la anomalía (sombreado) (m/s) a 1000 hPa frente a la costa norte, centro y sur del Perú. Fuente: GFS. Análisis: 28 de febrero al 13 abril del 2025. Pronóstico: del 14 abril al 28 de abril del 2025. Procesamiento: SENAMHI.

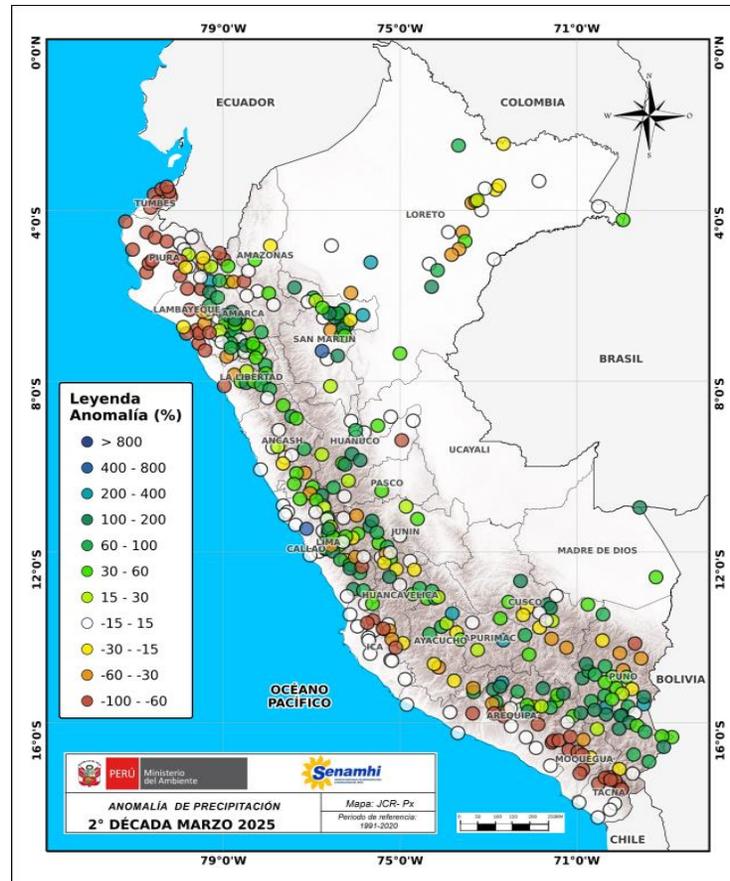


Figura 12. Anomalía decadal de precipitación para la 1ra década de abril a nivel nacional de la red de estaciones SENAMHI. Procesamiento: SENAMHI.

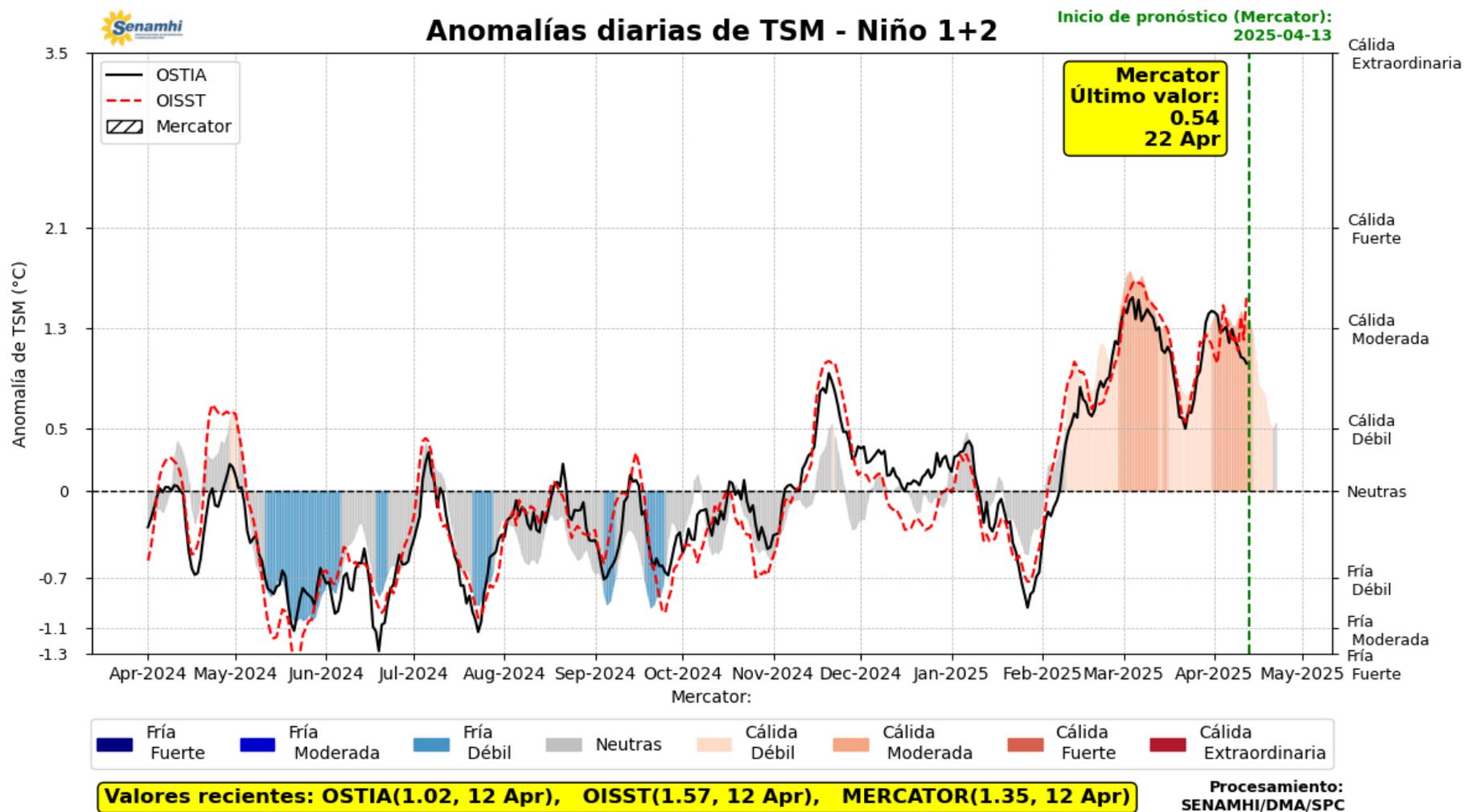


Figura 13. Promedio diario de anomalías de TSM en la región Niño 1+2. Período: 01 abril 2024 al 12 abril 2025. Pronóstico: 13 al 22 de abril 2025. Fuente OSTIA, OISST, MERCATOR. Procesamiento SENAMHI.

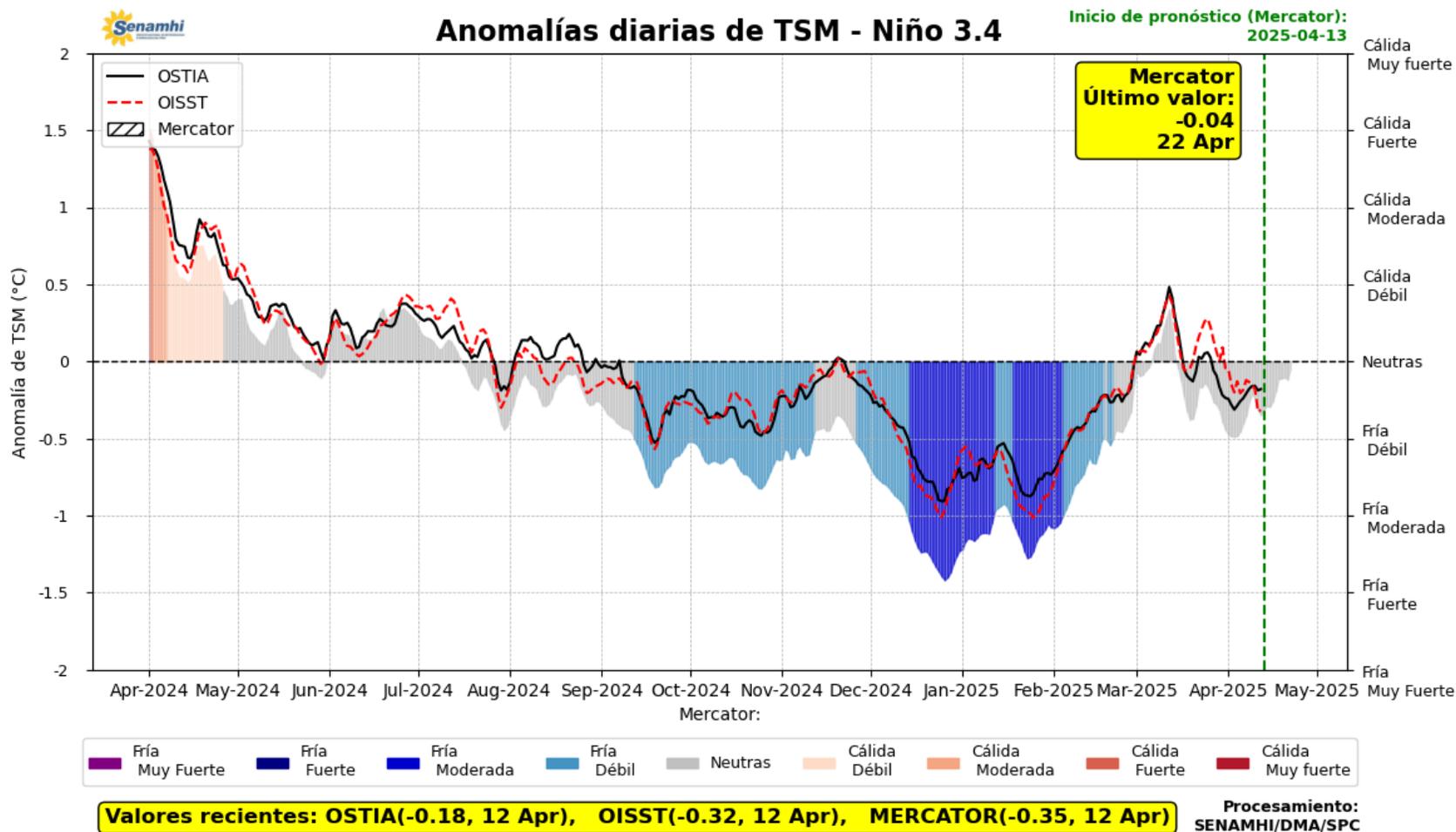


Figura 14. Promedio diario de anomalías de TSM en la región Niño 3.4. Período: 01 abril 2024 al 12 abril 2025. Pronóstico: 13 al 22 de abril 2025. Fuente OSTIA, OISST, MERCATOR. Procesamiento SENAMHI.

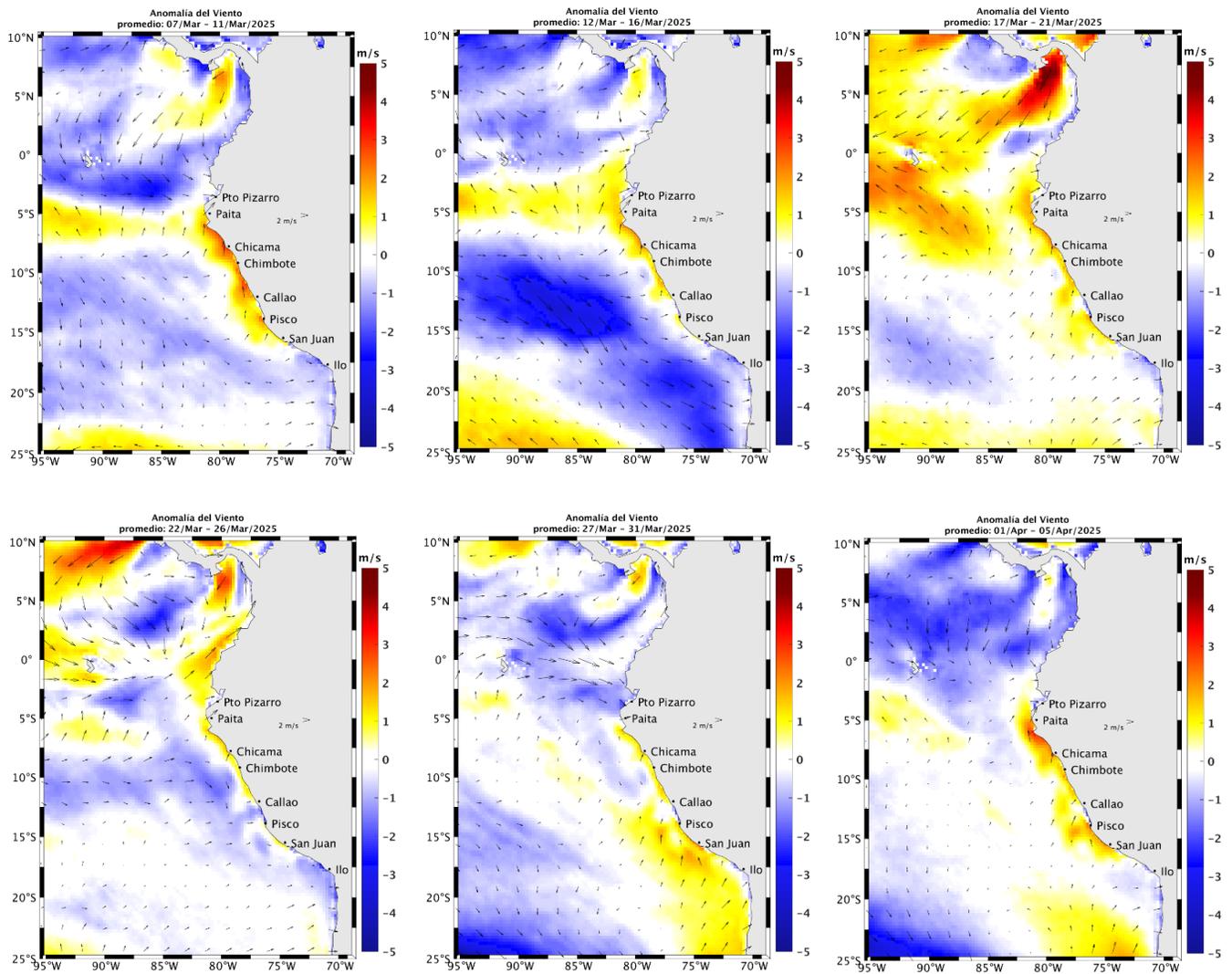
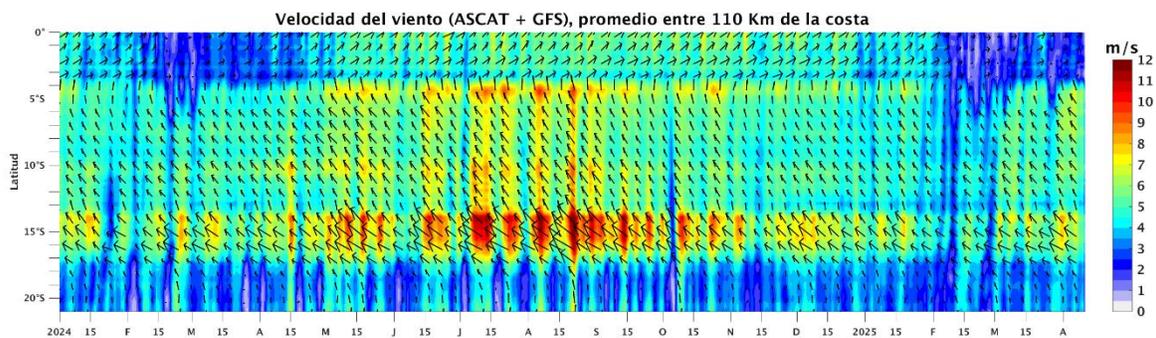


Figura 15. Mapas pentadales de la anomalía del viento superficial frente a la costa entre el Norte de Panamá y el norte de Chile (07 de marzo al 5 de abril 2025). Fuente: modelo GFS. Climatología 2000 – 2014. Procesamiento: AFIOF/DGIOCC, IMARPE

a)



b)

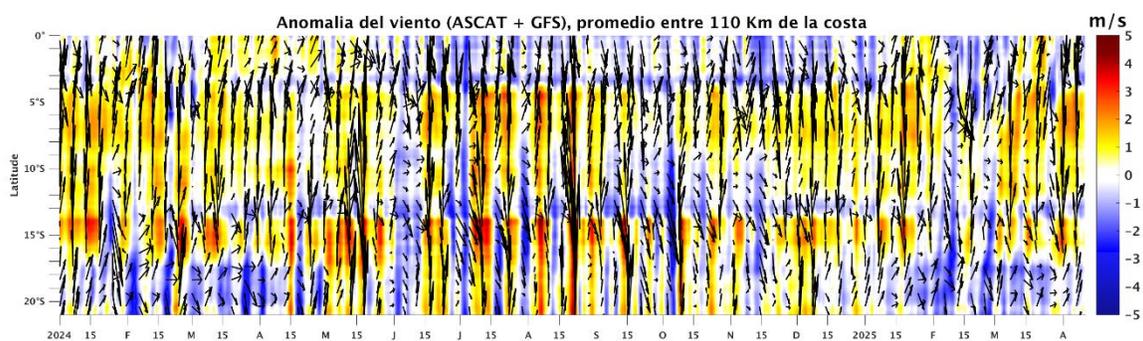


Figura 16. Viento satelital (110 Km frente a la costa del Perú): a) Velocidad del viento (ms^{-1}), b) Anomalia de la velocidad del viento (m s^{-1}). Fuente: GFS (desde 1 de enero del 2024), Procesamiento: AFIOF/DGIOCC/IMARPE. Climatología 2000 – 2014. Actualizado al 10 de abril 2025.

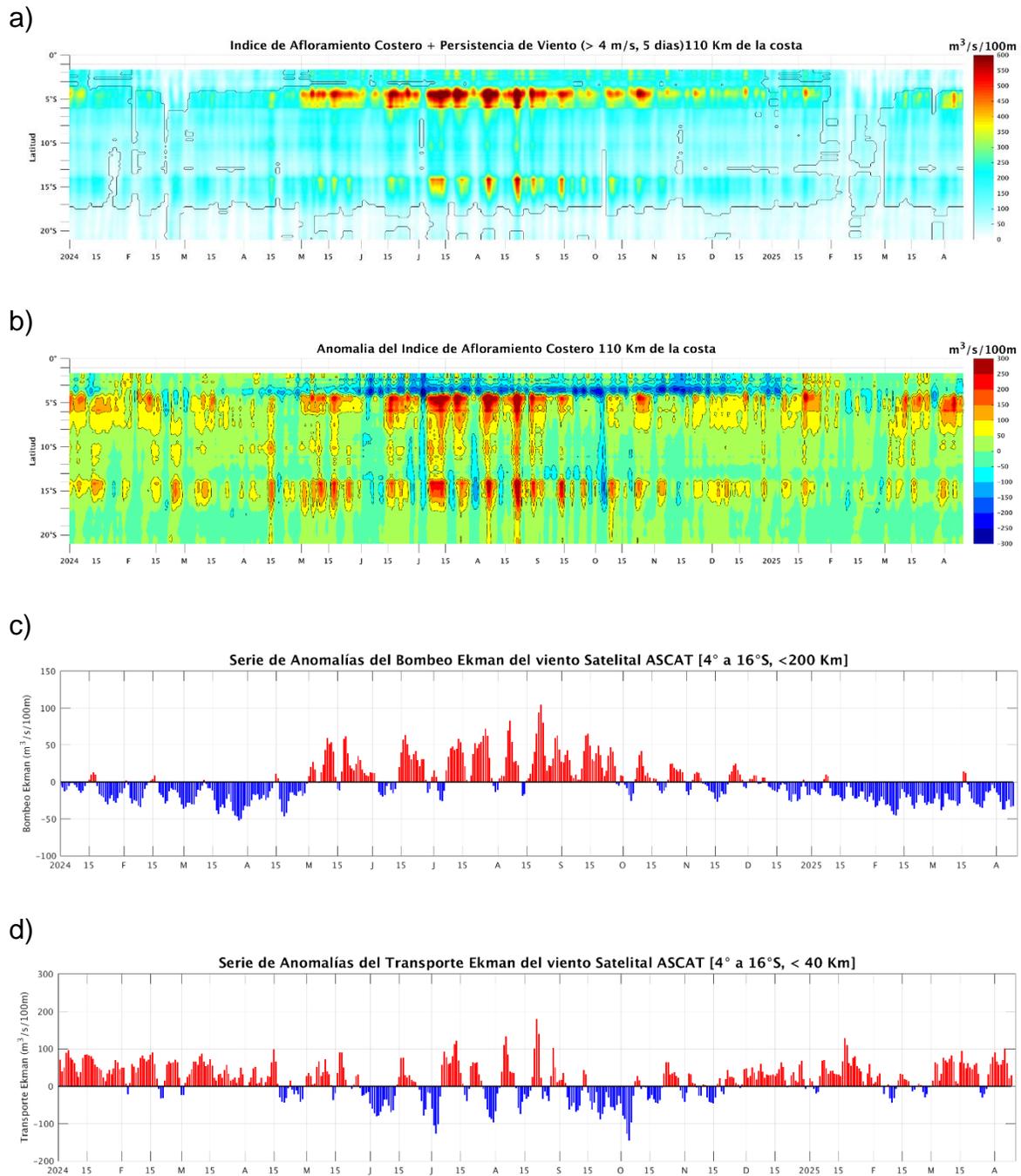


Figura 17. Índice de Afloramiento Costero (IAC), calculado a partir del viento satelital a 110 km frente a la costa del Perú: a) Índice de Afloramiento Costero - IAC ($\text{m}^3 \text{s}^{-1} 100 \text{ m}^{-1}$), b) Anomalia del IAC ($\text{m}^3 \text{s}^{-1} 100 \text{ m}^{-1}$), c) Anomalías del Índice del Bombeo Ekman y d) Anomalia del Transporte Ekman dentro de los 200 km ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$). Fuente: GFS, Procesamiento: AFIOF/DGIOCC/IMARPE. Climatología 2000 – 2014. Actualizado al 10 de abril 2025.

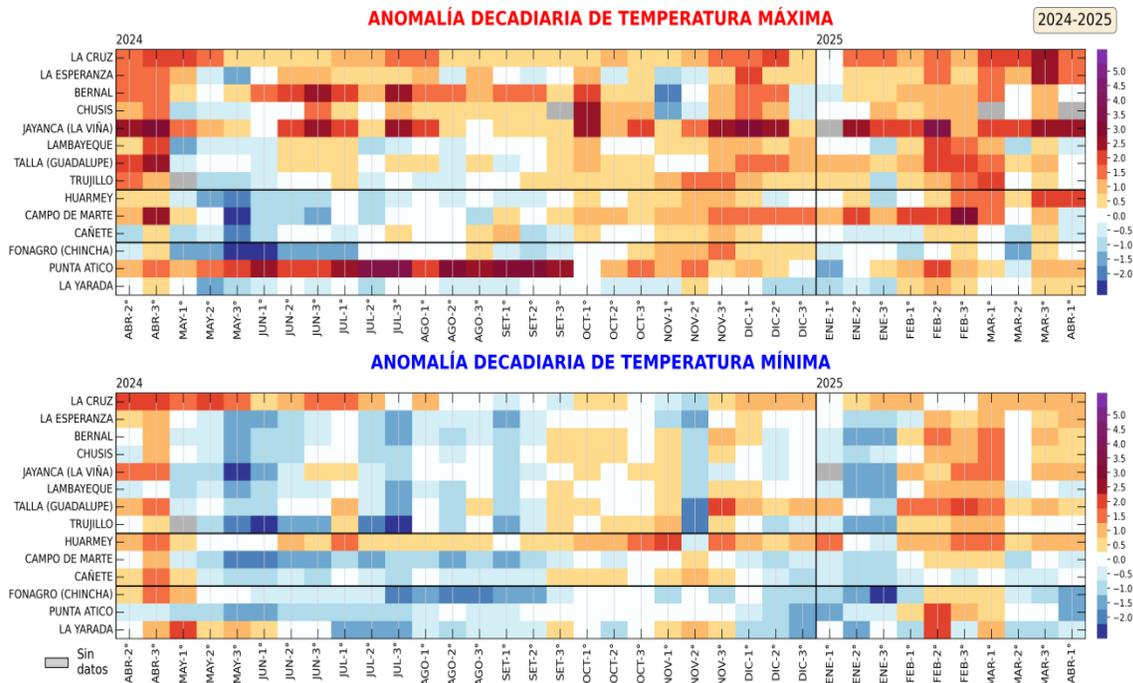


Figura 18. Anomalías decadiarias (°C) de las temperaturas extremas del aire a lo largo de la costa peruana desde la 2da década de abril del 2024 hasta la 1ra década de abril del 2025. Climatología: 1991-2020. Fuente: SENAMHI.

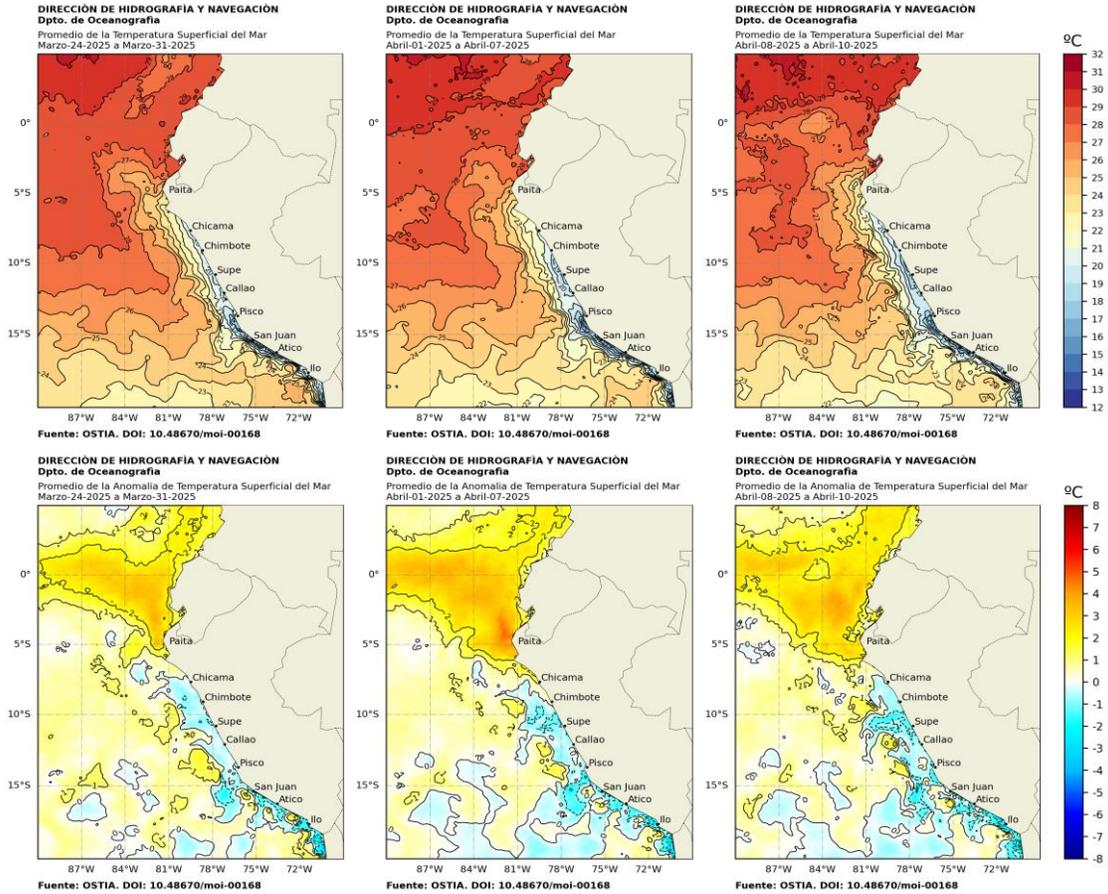


Figura 19. Distribución semanal de temperatura superficial del mar (TSM) y su anomalía, del 01 de marzo 2025 al 23 de marzo 2025. Fuente: OSTIA, Climatología: 1991-2020. Elaboración: DIHIDRONAV.

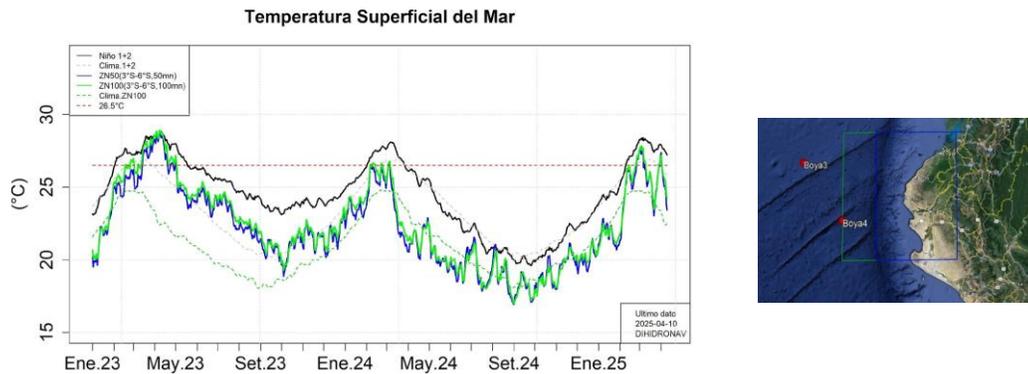


Figura 20. Temperatura superficial del mar diario en la región Niño 1+2 (línea negra), promedio entre la latitud de 3°S - 6°S a 50 millas (línea azul) y 100 millas (línea verde) desde enero 2023 al 24 de abril 2025.

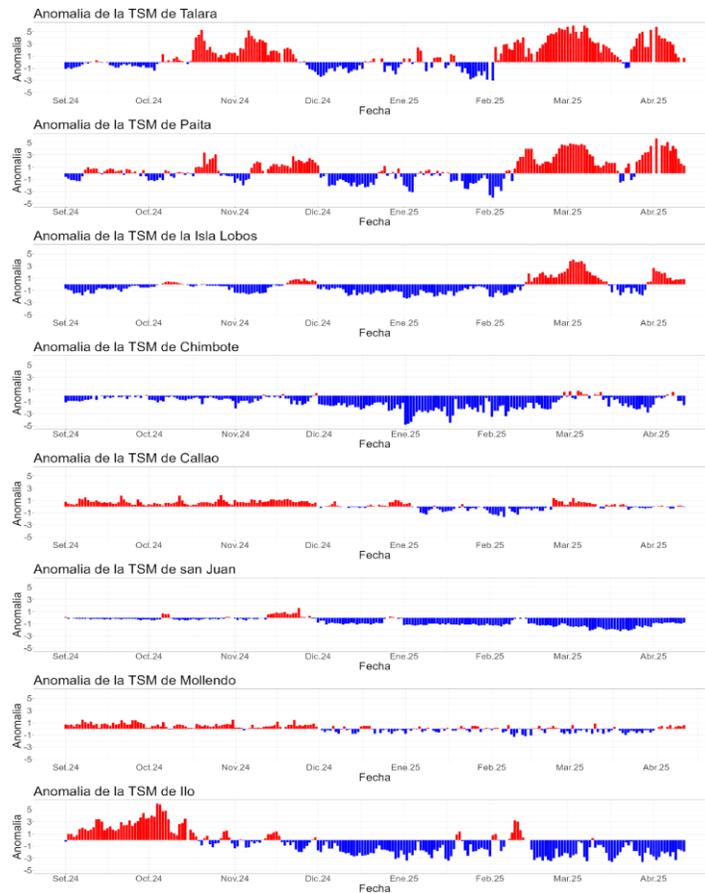


Figura 21. Anomalía de la TSM diaria a lo largo del litoral de Perú de setiembre 2024 al 12 de abril 2025. Fuente: OSTIA, Climatología: 1991-2020. Elaboración: DIHIDRONAV.

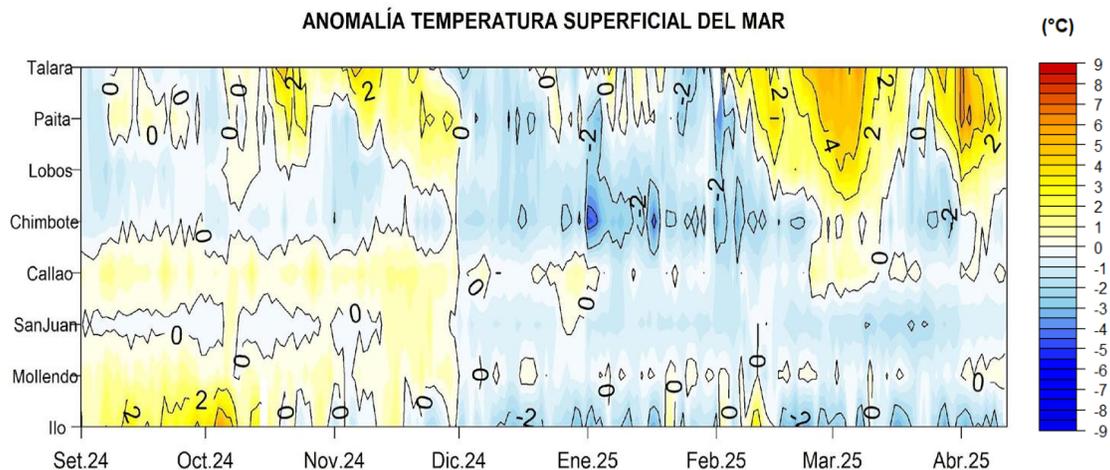


Figura 22. Diagrama Hovmöller de la anomalía de TSM diaria en el litoral peruano del 01 setiembre 2024 al 12 de abril 2025 Climatología: 1991-2020. Fuente y procesamiento: DIHIDRONAV.

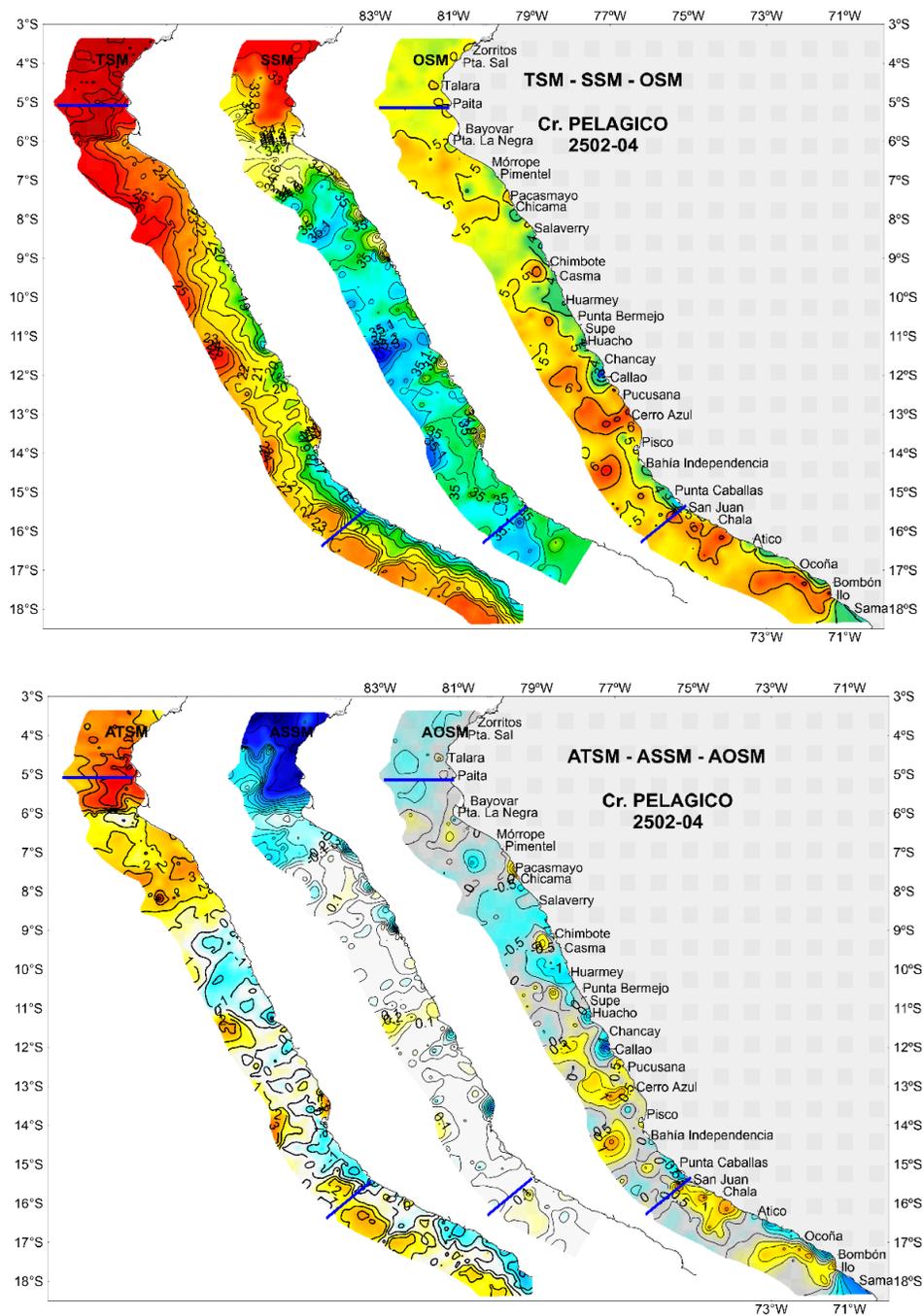


Figura 23. Distribución de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad, oxígeno disuelto (mL L^{-1}) en superficie (panel superior), con sus respectivas anomalías (panel inferior) registrado en el “Crucero de Evaluación Hidroacústica de Anchoqueta y otros Recursos Pelágicos 2502-04”. Las anomalías en el panel del centro fueron calculadas respecto al periodo 1991-2020 (Domínguez, et al; 2023).

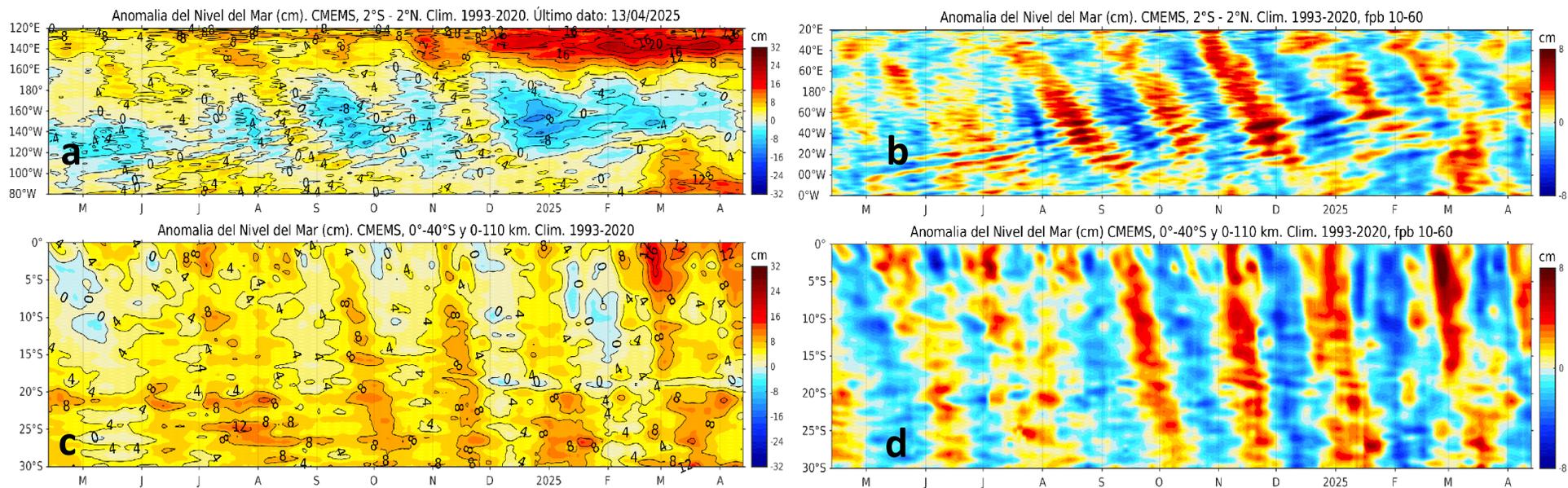


Figura 24. Variación longitudinal de las anomalías del nivel del mar (ANM, cm) para una franja de 2°S - 2°N en el sector ecuatorial (a y b, panel superior) y variación latitudinal para una franja de 60 mn (111 km) adyacentes a la costa peruana (c y d, panel inferior), para los últimos trece meses hasta el 13 de abril de 2025, sin filtrar (a, c, lado izquierdo) y con un filtro pasa-banda 10-60 días (b y d, lado derecho). Fuente: CMEMS-DUACS. Climatología: 1993-2020. Procesamiento: LHF/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

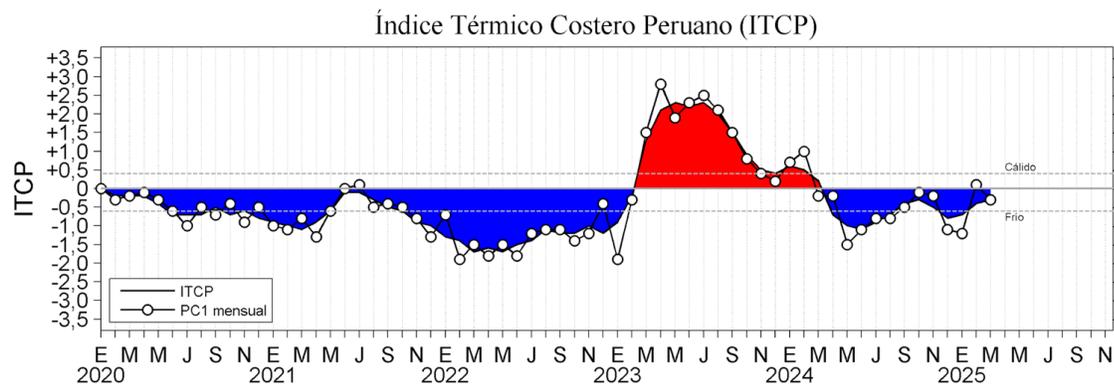
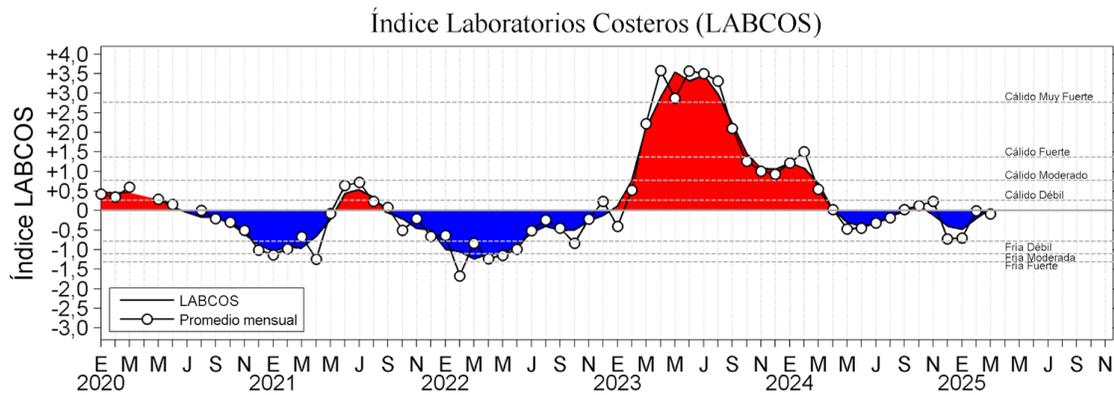


Figura 25. a) Índice Térmico Costero Peruano (ITCP; Quispe et al., 2016), y b) Índice LABCOS (Quispe y Vásquez, 2015) de enero del 2020 a marzo del 2025.

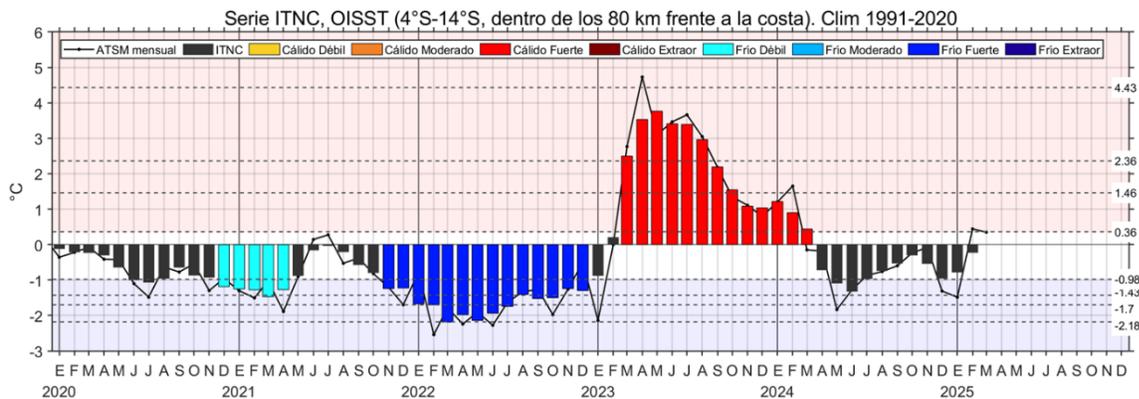


Figura 26. Serie de tiempo del Índice Térmico Norte-Centro (ITNC), en base a la media móvil de tres meses de la anomalía de TSM mensual para la banda de 40 km adyacente a la costa entre los 4°S y 14°S. Climatología 1991-2020. Fuente de datos: OISST. Umbrales: Fría Extraordinaria: -2,18; Fría Fuerte: -1,70; Fría Moderada: -1,43; Fría Débil: -0,98; Cálido Débil: 0,36; Cálido Moderado: +1,46; Cálido Fuerte: +2,36; y Cálido Extraordinario: +4,43.

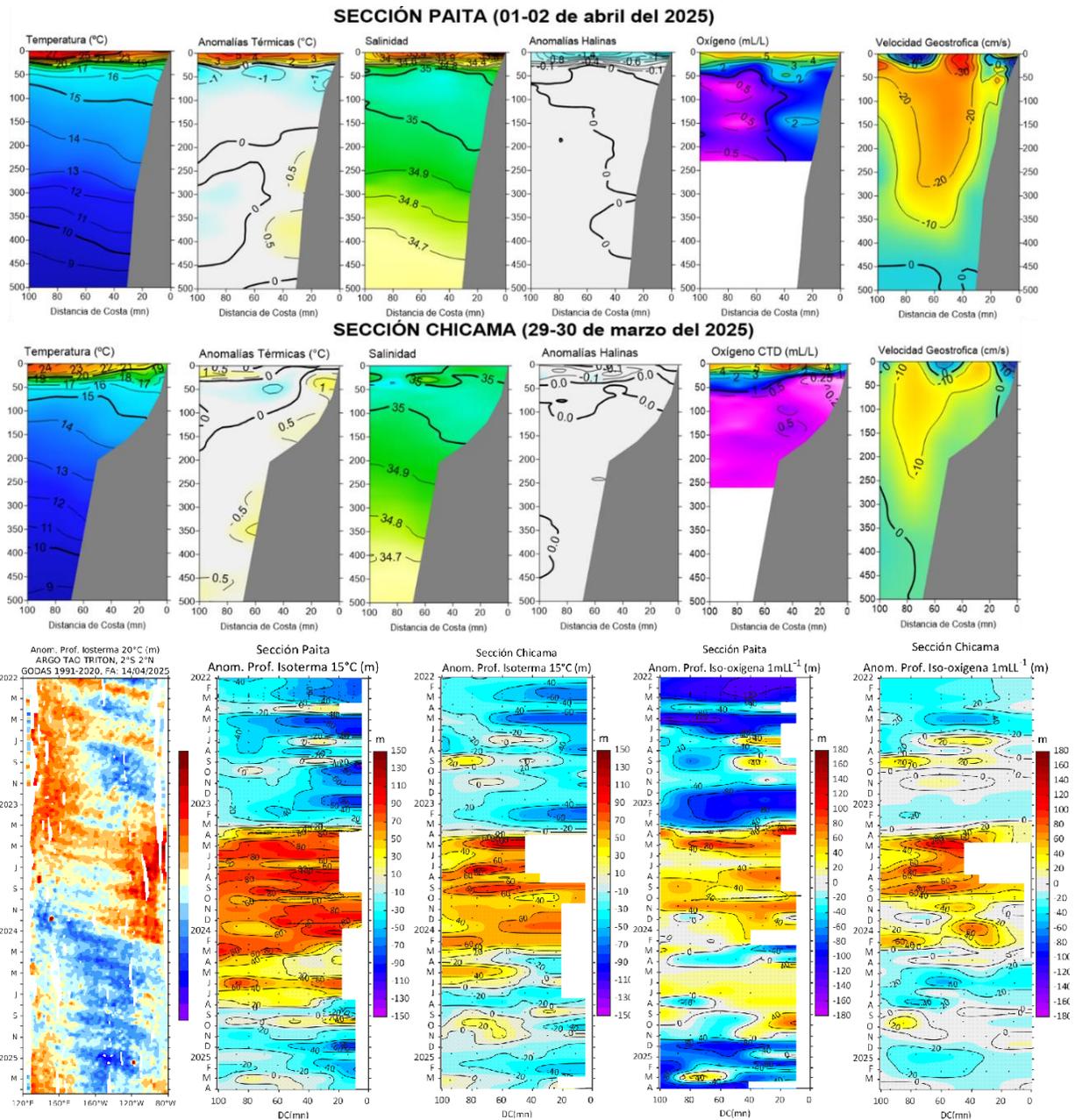


Figura 27. (a – b) Secciones oceanográficas de temperatura, anomalía térmica, salinidad, anomalía halina, y oxígeno disuelto, realizadas frente a Paíta y Chicama dentro de las 100 mn, entre el 29 de marzo y 02 de abril del 2025; c) diagramas Hovmöller de la anomalía de la profundidad de la termoclina (isoterma de 15 °C) y de la profundidad de la oxiclina (iso-oxígena de 1mL L⁻¹) frente a Paíta y a Chicama. Climatología: (Dominguez et al., 2023).

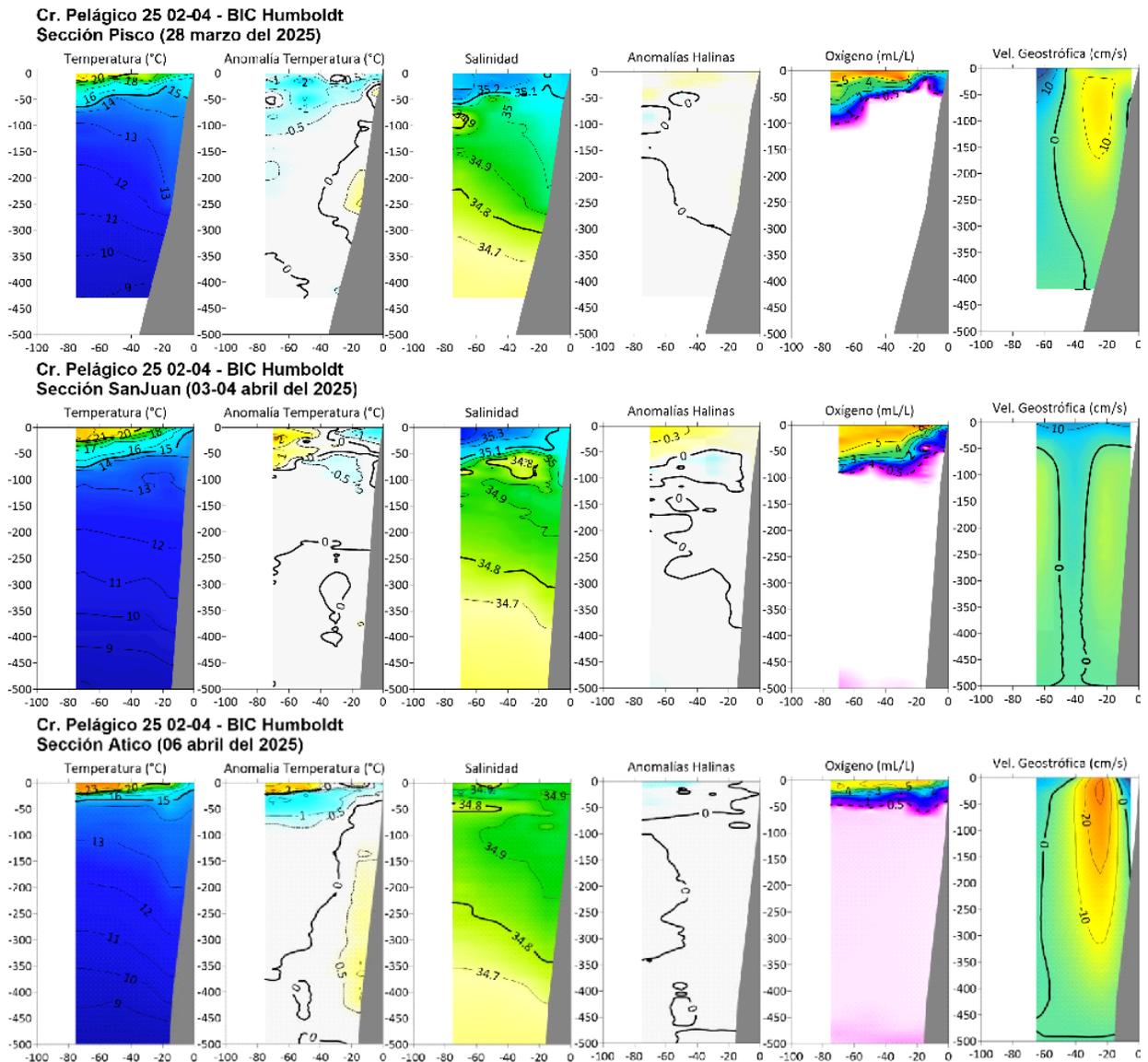


Figura 28. Secciones oceanográficas de temperatura, anomalía térmica, salinidad, anomalía halina, y oxígeno disuelto, realizadas frente a Pisco, San Juan y Atico dentro de las 100 mn, entre el 28 de marzo y 06 de abril del 2025. Climatología: 1991-2020 (Domínguez et al., 2023).

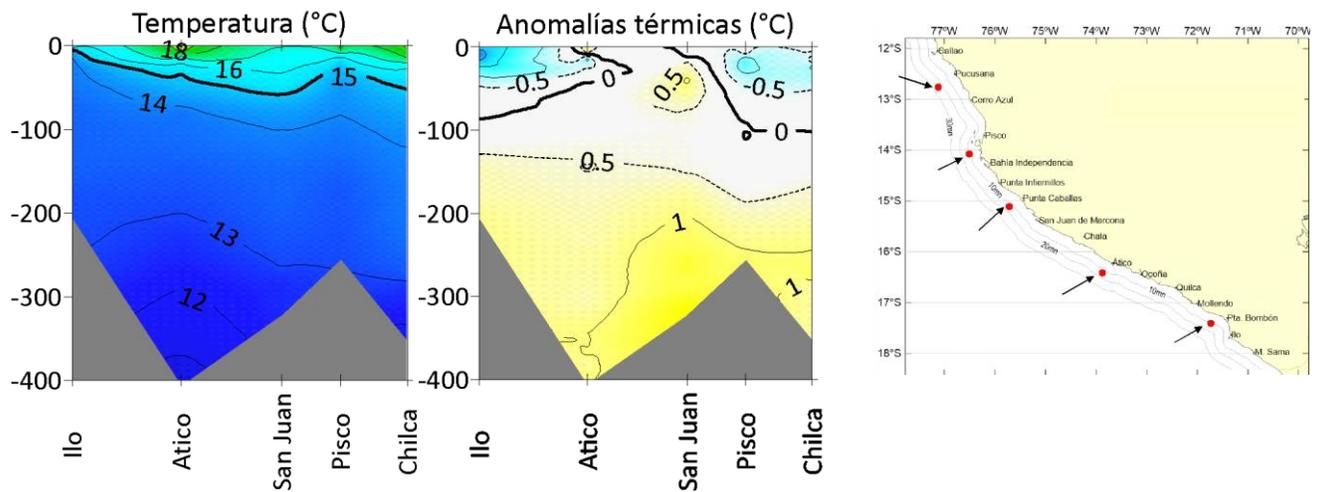


Figura 29. Sección paralela a la costa de la temperatura y la anomalía térmica entre Chilca e Ilo obtenida de estaciones oceanográficas realizadas en el Crucero 2502-04 entre el 28 de marzo y el 12 de abril de 2025; derecha: ubicación de las estaciones y fechas de los perfiles (BIC José Olaya y BIC Flores). Climatología: 1991-2020 (Domínguez et al., 2023).

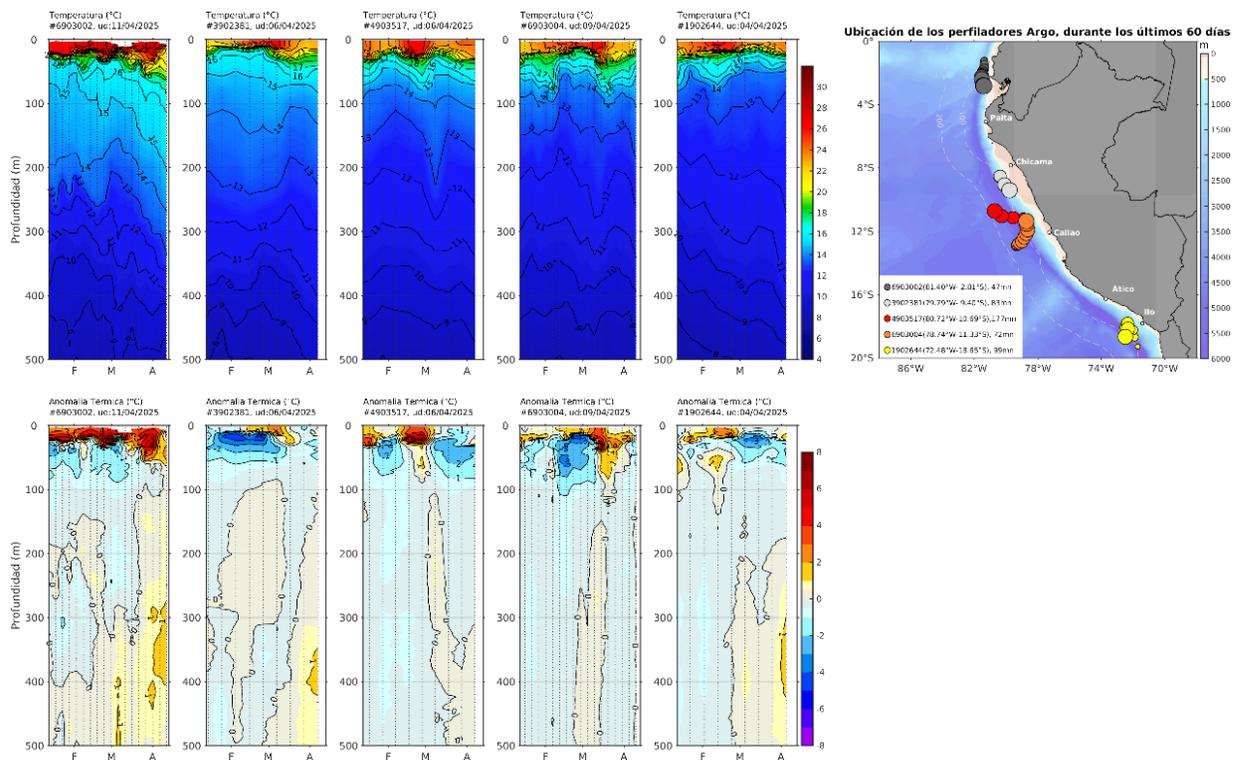


Figura 30. Evolución de la anomalía de la temperatura del agua de mar en flotadores Argo en la zona costera (dentro de las 200 mn) y ubicación de sus últimas posiciones (enero a inicios de abril de 2025). Climatología: 1991-2020. Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

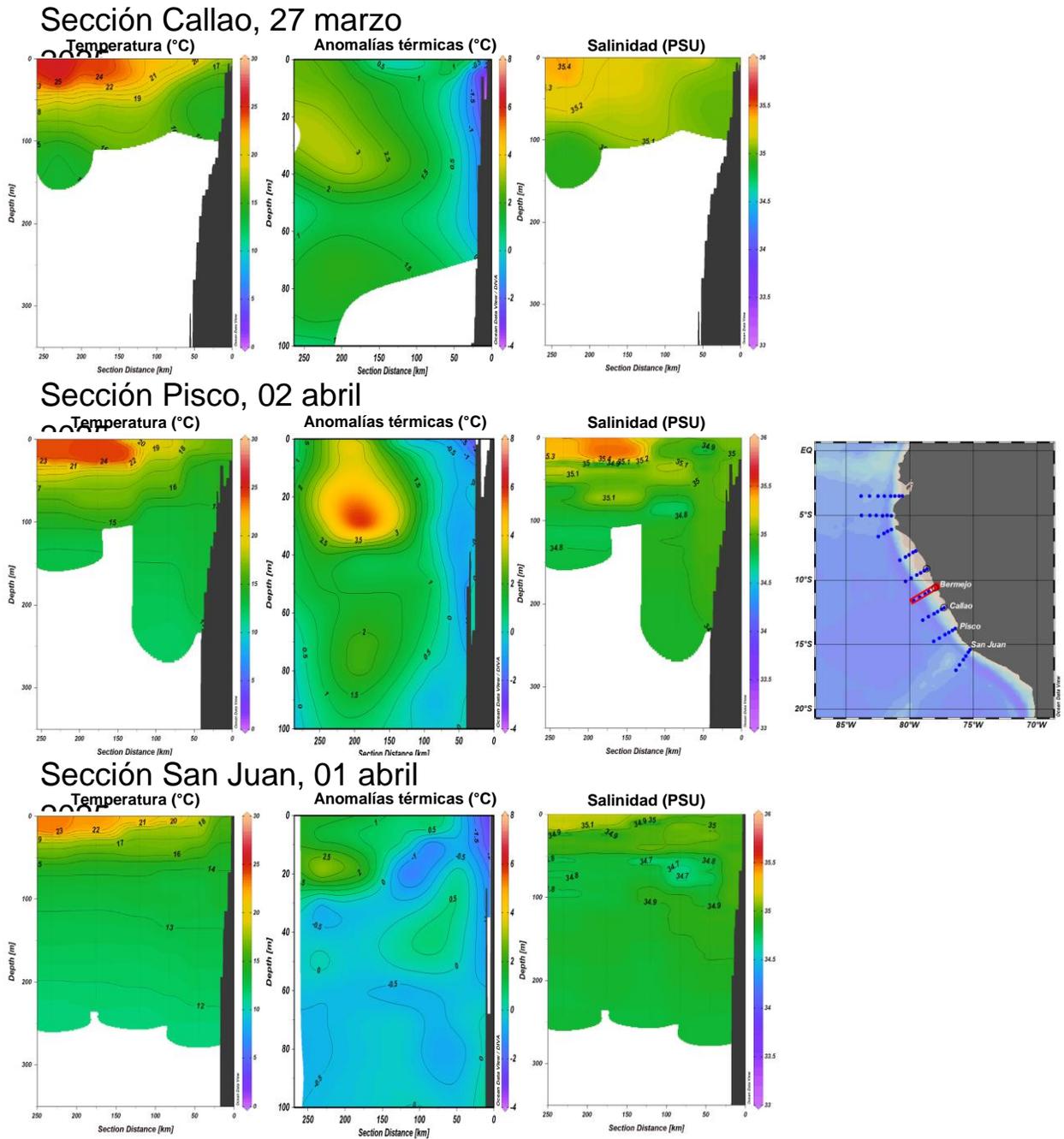


Figura 31. Perfiles de temperatura y salinidad de frente a Callao, Pisco y San Juan de Marcona, hasta los 300 metros de profundidad, y anomalía térmica hasta los 100 metros. Fuente y procesamiento: DIHIDRONAV.

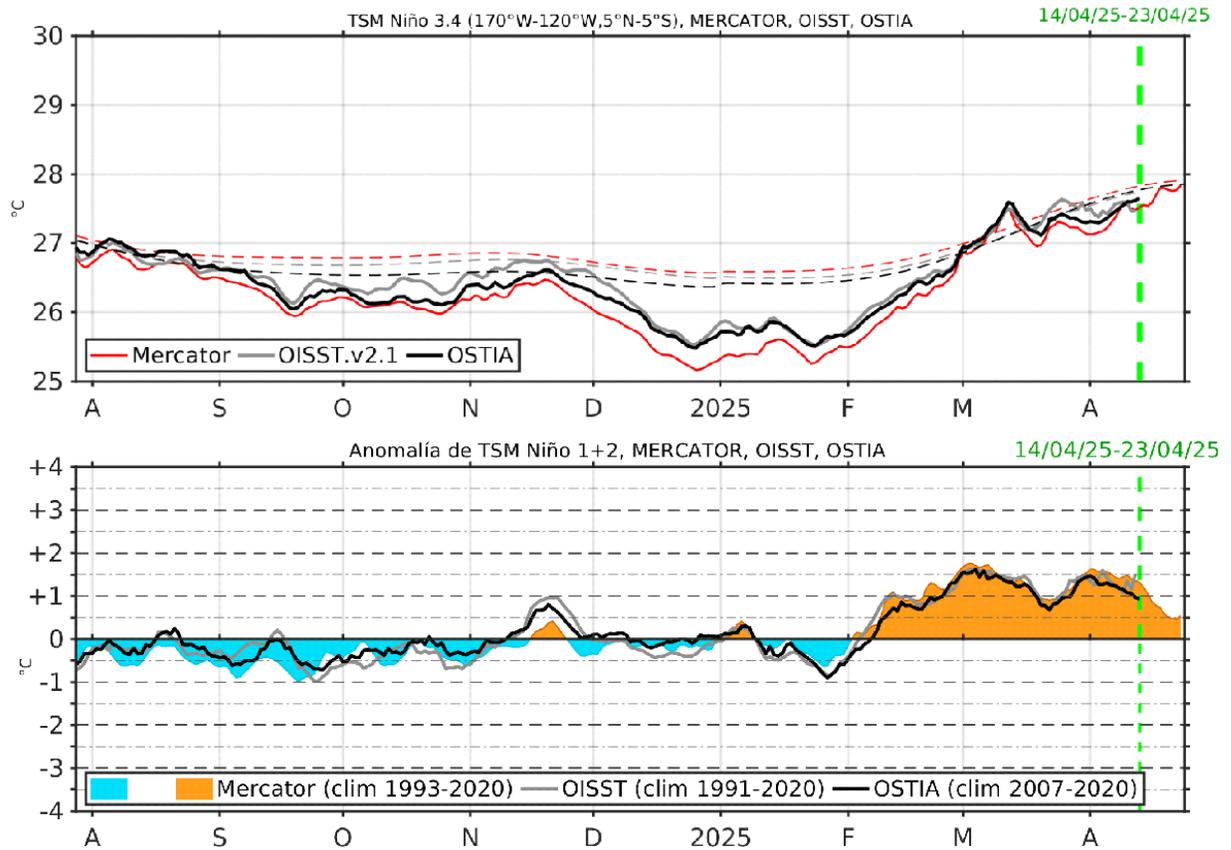


Figura 32. Pronóstico a corto plazo de la temperatura superficial del mar (TSM) según el modelo MERCATOR (rojo); y series de tiempo observadas de TSM según OISST (gris), OSTIA (negro), (arriba); y pronóstico de la anomalía de TSM según modelo MERCATOR (sombreado rojo y azul), y series de tiempo observadas de la anomalía de TSM según OISST (gris), OSTIA (negro), (abajo), en la región Niño 1+2. Procesamiento: LMOECC/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

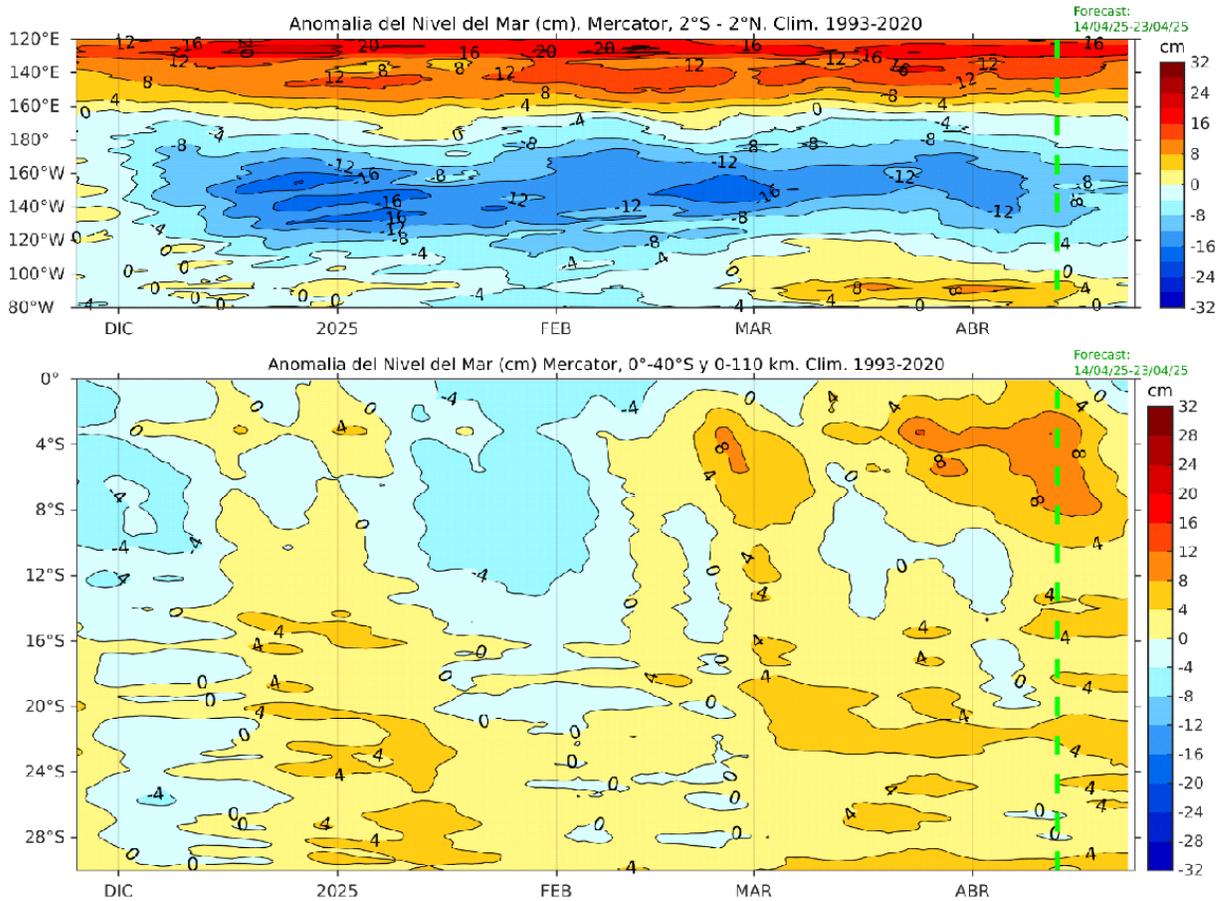


Figura 33. Pronóstico a corto plazo de la anomalía de nivel del mar en el Pacífico ecuatorial, entre los 120°E - 80°W y 2°N - 2°S (arriba), y dentro de los 110 km frente a la costa entre los 0° - 40°S (abajo). Climatología de 1993-2020. Fuente: MERCATOR. Procesamiento: LMOECC/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

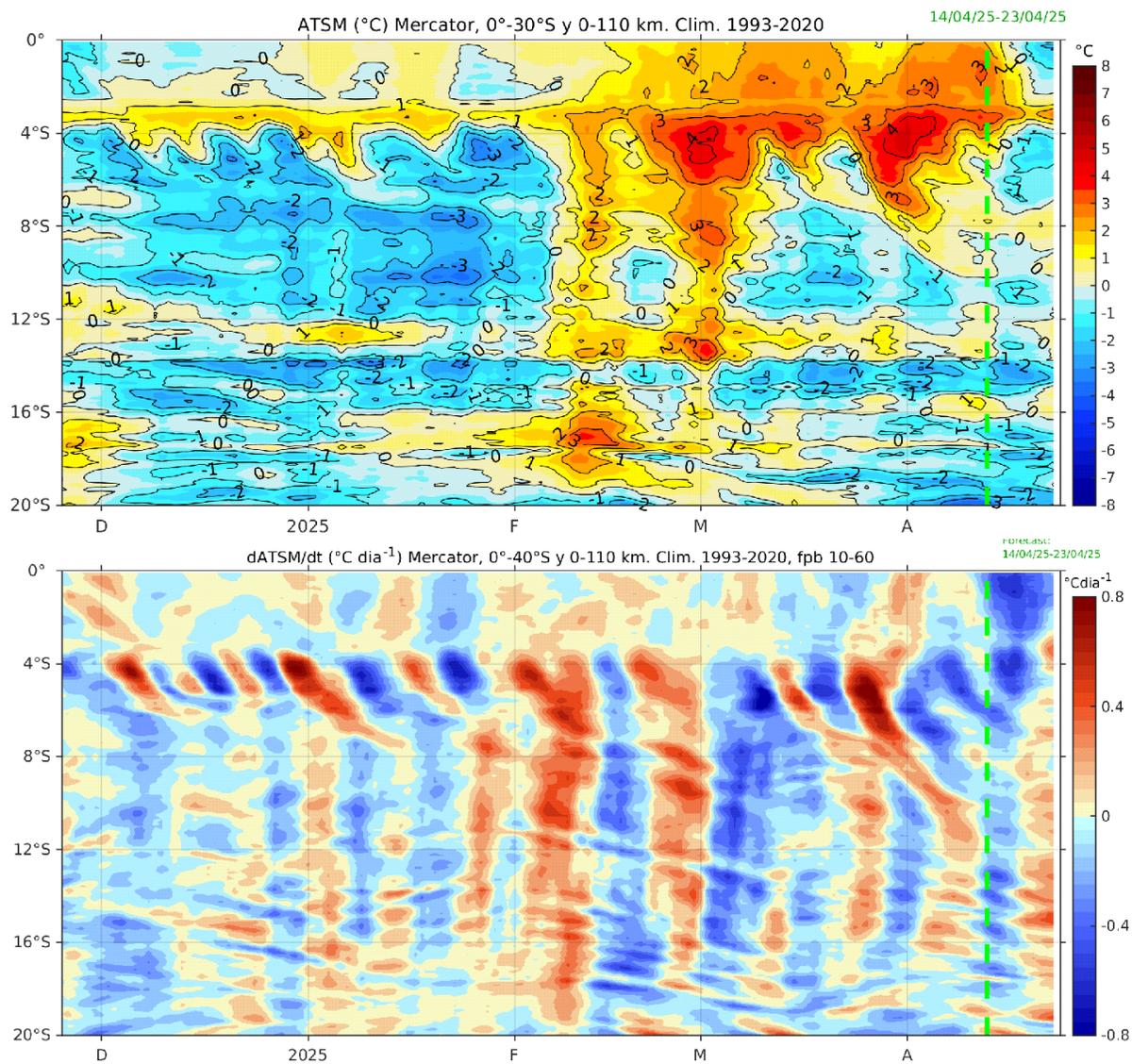


Figura 34. Pronóstico a corto plazo de la anomalía de la profundidad de la termoclina (isoterma de 15 °C) dentro de los 80 mn frente a la costa (arriba) y de la tasa de cambio de la anomalía de TSM respecto al tiempo dentro de los 60 km frente a la costa (abajo). Climatología de 1993-2020. Fuente: MERCATOR. Procesamiento: LMOECC/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

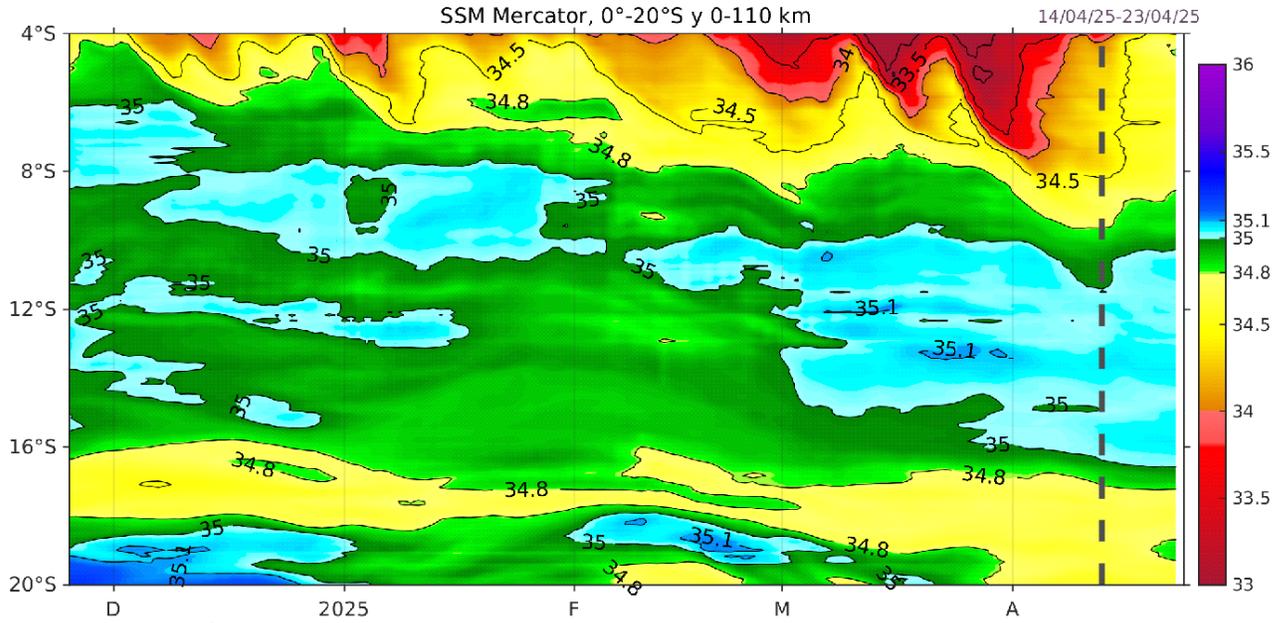


Figura 35. Pronóstico a corto plazo de la salinidad superficial del mar dentro de los 60 mn frente a la costa. Fuente: MERCATOR.

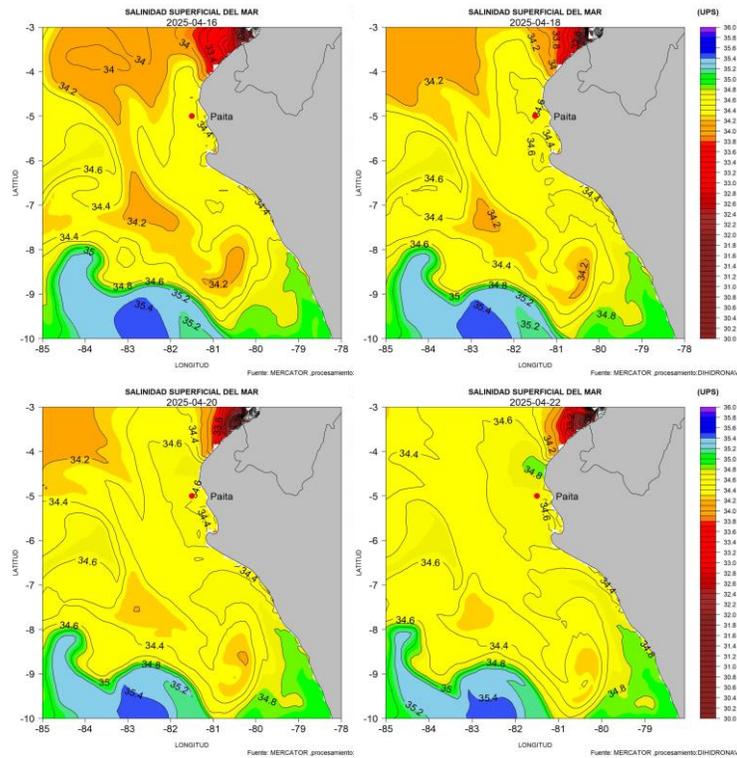


Figura 36. Pronóstico espacial de salinidad del mar superficial frente a la costa norte y centro de Perú para el periodo del 10 de abril 2025 al 22 de abril 2025. Fuente: Mercator. Procesamiento: DIHIDRONAV.

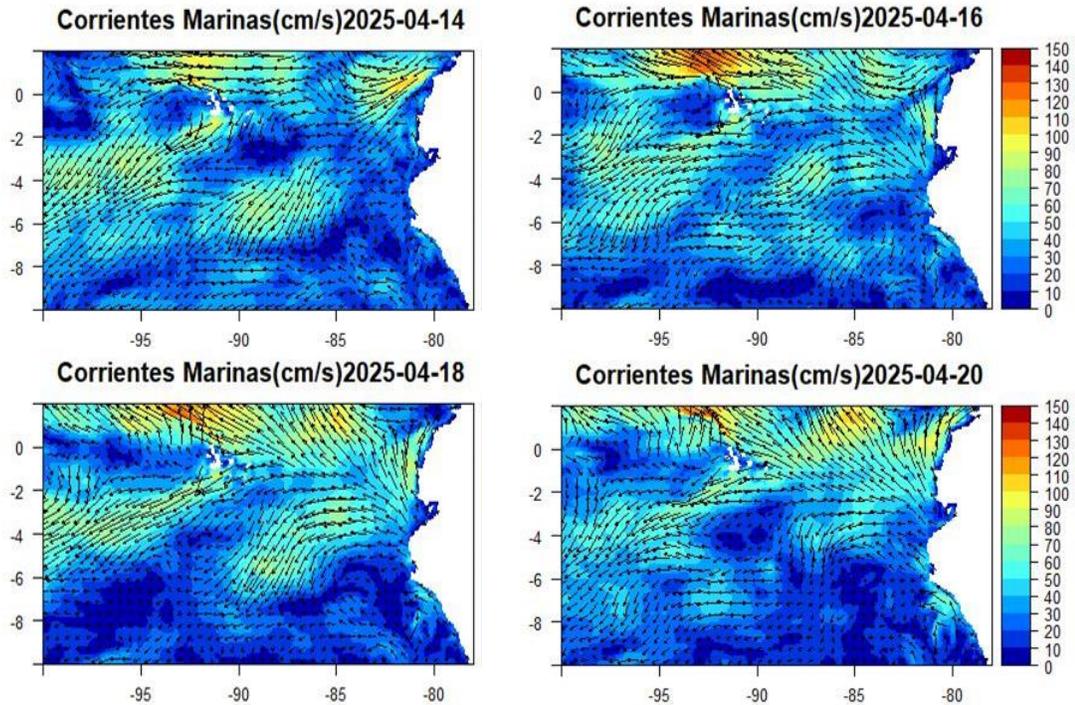


Figura 37. Pronóstico espacial de corriente superficial del mar frente a la costa norte y centro de Perú para el periodo del 10 de abril 2025 al 20 de abril 2025. Fuente: Mercator. Procesamiento: DIHIDRONAV.

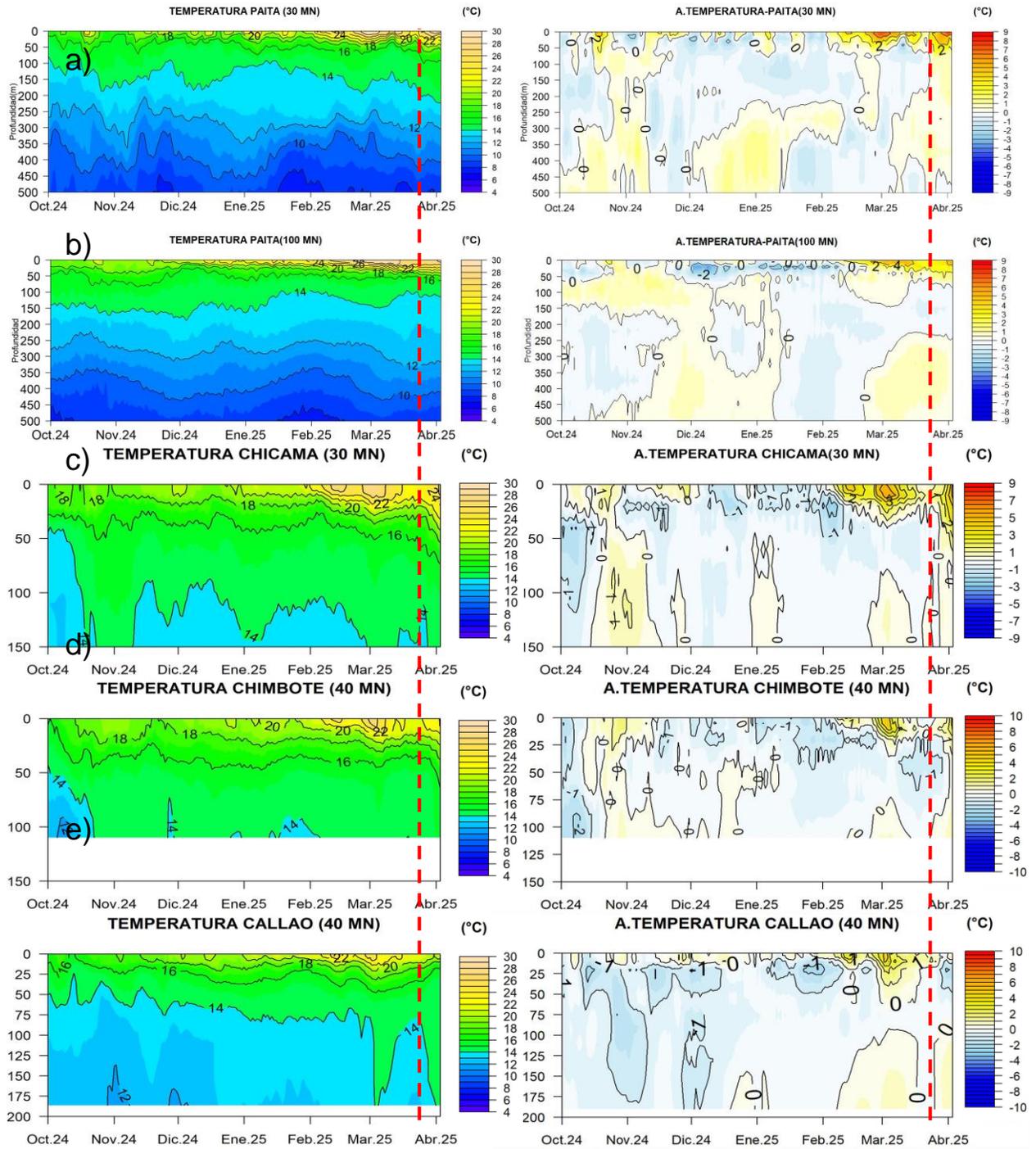


Figura 38. Pronóstico de temperatura subsuperficial del mar y su anomalía hasta los 500 m de profundidad frente a) Paita (30 mn), b) Paita (100 mn), c) Chicama (30 mn), d) Chimbote (40 mn) y e) Callao (40 mn). Fuente: Mercator. Procesamiento: DIHIDRONAV.

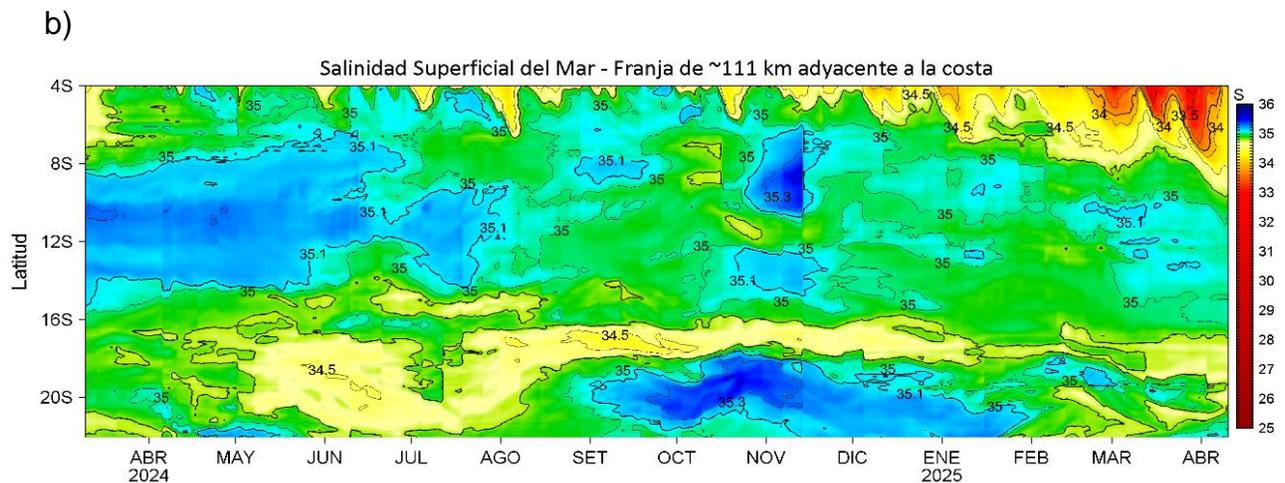
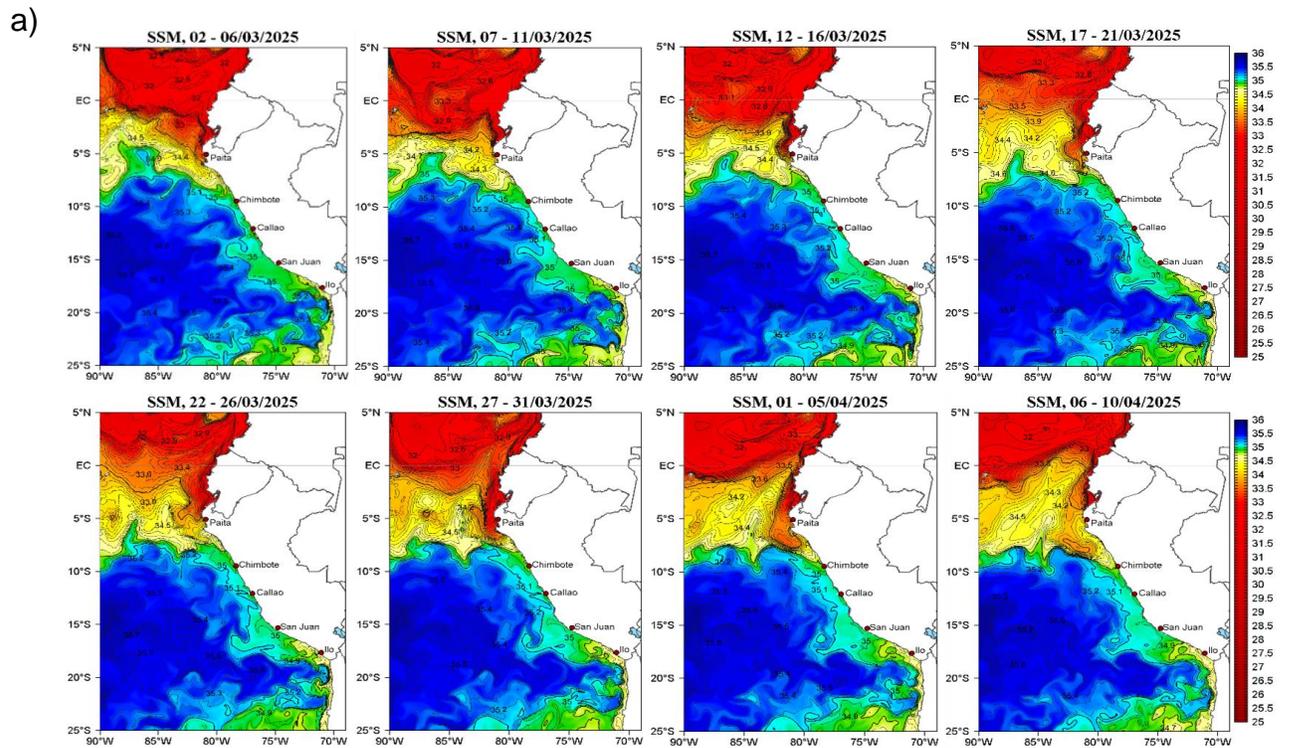


Figura 39. (a) Distribución pentadal de la salinidad superficial del mar (SSM) en el Pacífico Sudeste, durante el 02 de marzo y 10 de abril del 2025. (b) Diagrama Hovmöller de la SSM en la franja de las 60 millas costeras, al 10 de abril del 2025. Datos: GLOBAL_ANALYSIS_FORECAST_PHY_001_024 (Lellouche, 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: LHF/M/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

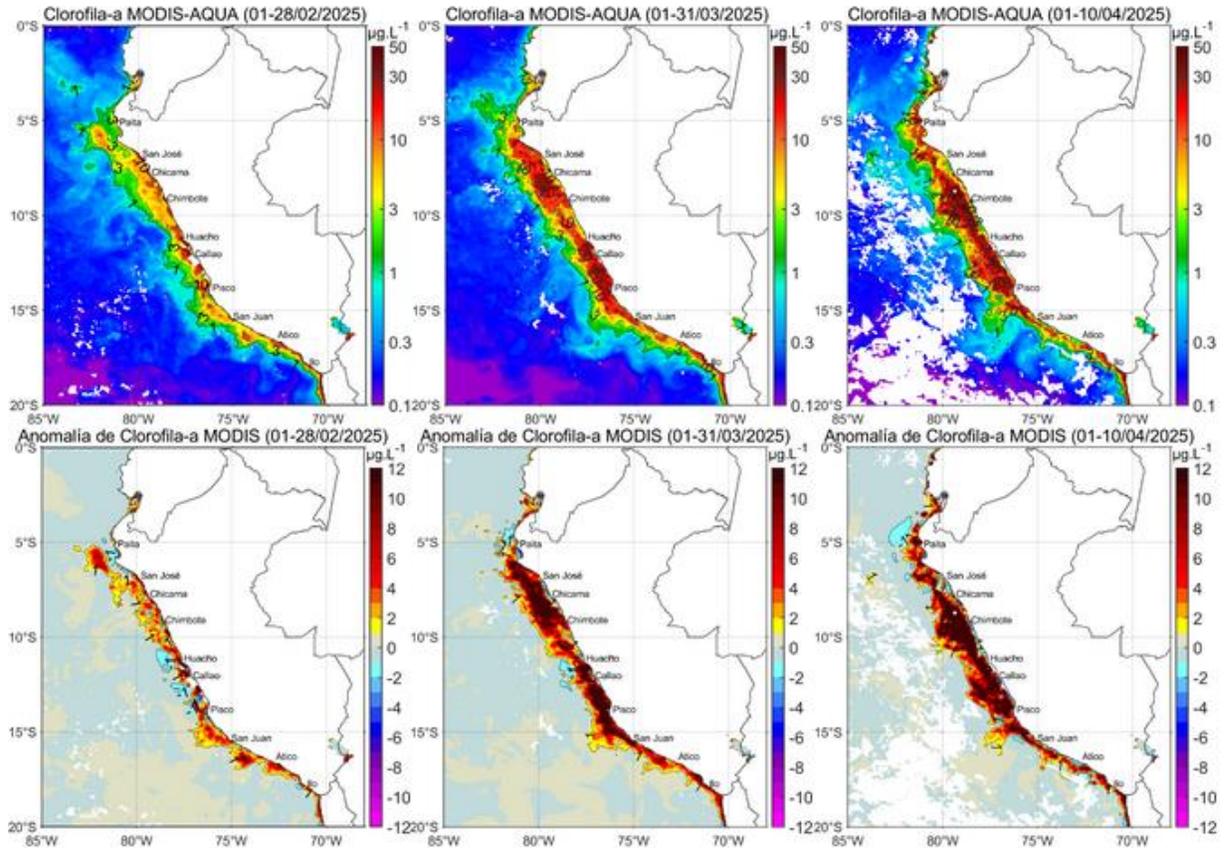


Figura 40. Distribución de la concentración de clorofila-a superficial satelital ($\mu\text{g L}^{-1}$, panel superior) y su anomalía ($\mu\text{g L}^{-1}$, panel inferior), durante febrero, marzo y del 1 al 10 abril de 2025 (de izquierda a derecha), proveniente de MODIS-AQUA. Fuente: Fuente: Satélite MODIS. Procesamiento: LHQ/AFIOQG/DGIOCC/IMARPE.

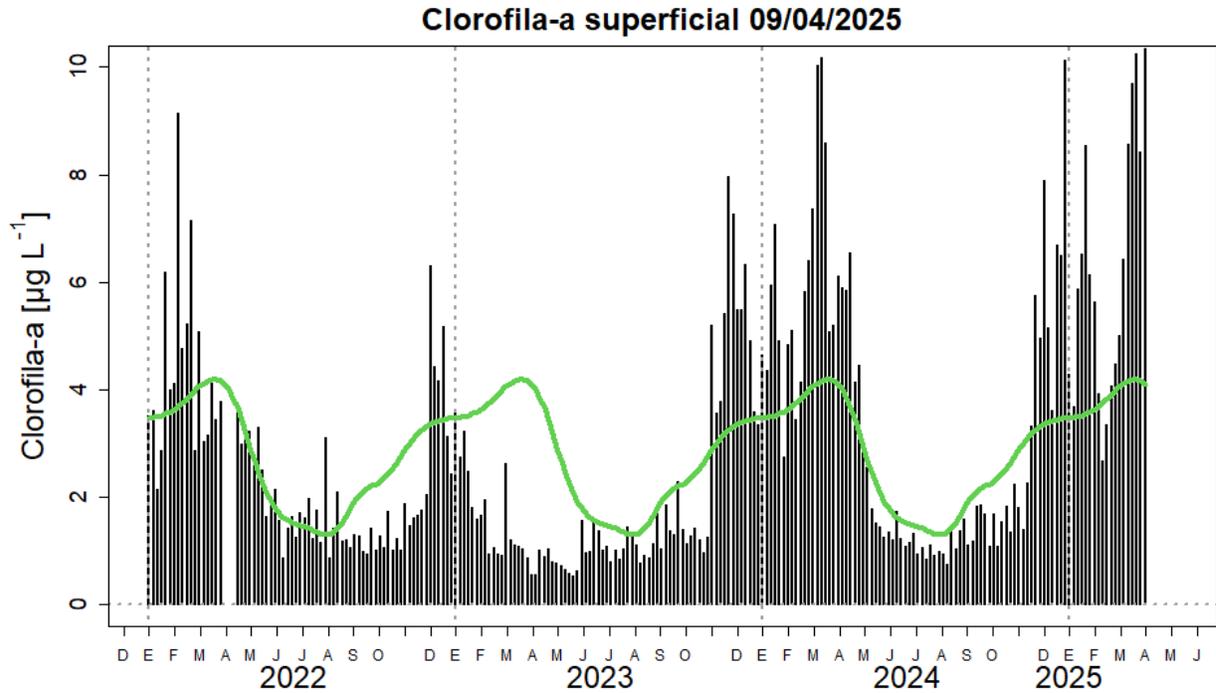


Figura 41. Serie de tiempo de las concentraciones de clorofila-a satelital (barra negra) y su climatología (línea verde) proveniente de SeaWIFS-MODIS ($\mu\text{g L}^{-1}$) entre $4^{\circ}\text{S} - 16^{\circ}\text{S}$ y dentro de los 100 km de la costa. Fuente: IMARPE.

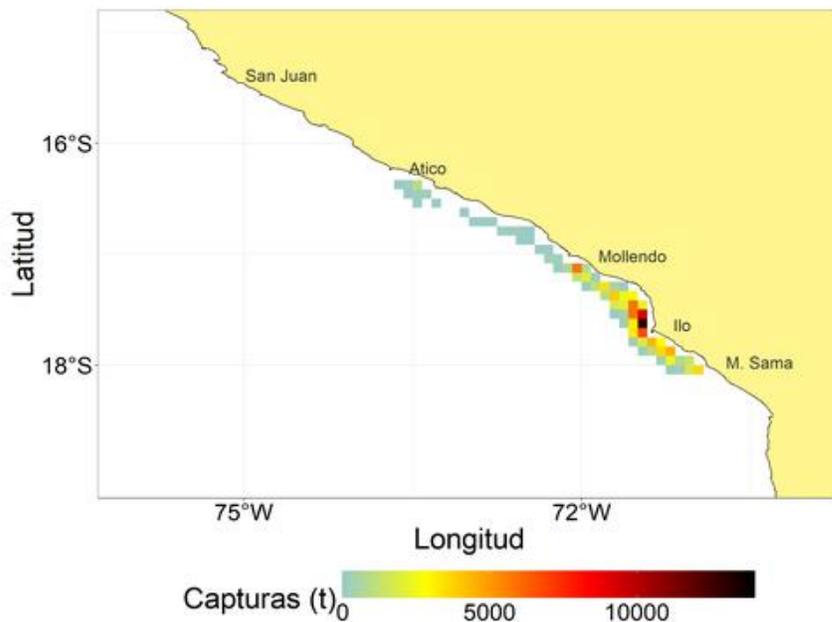


Figura 42. Distribución espacial de la anchoveta, durante la primera temporada de pesca de anchoveta, de la región sur 2025.

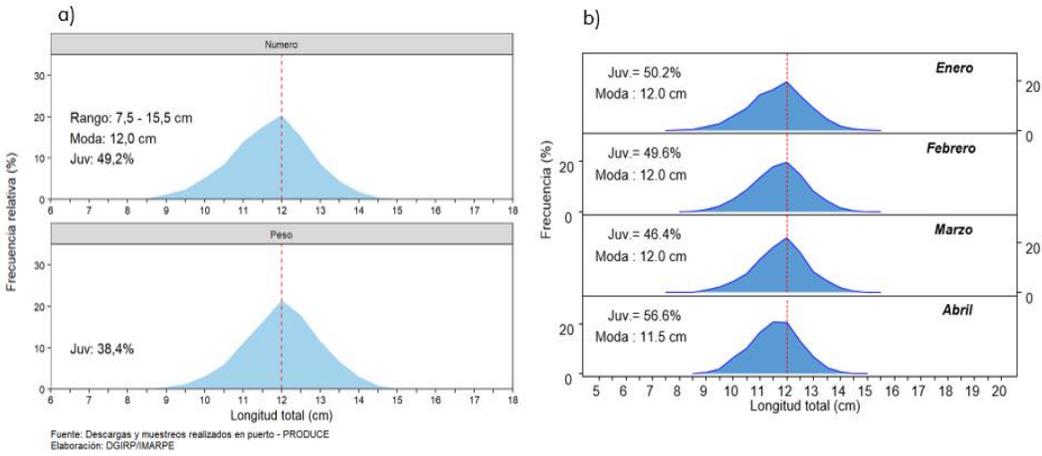


Figura 43. Estructura de tallas de anchoveta a) total, b) según grado latitudinal durante la primera temporada de pesca de anchoveta, de la región sur 2025.

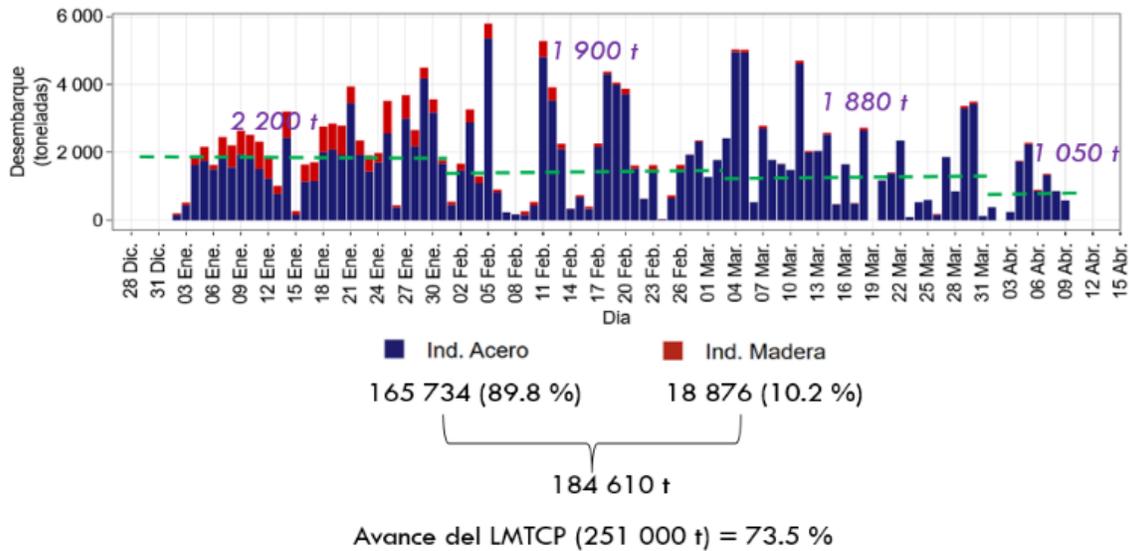


Figura 44. Desembarques diarios de anchoveta según tipo de flota durante la primera temporada de pesca de anchoveta, de la región sur 2025.

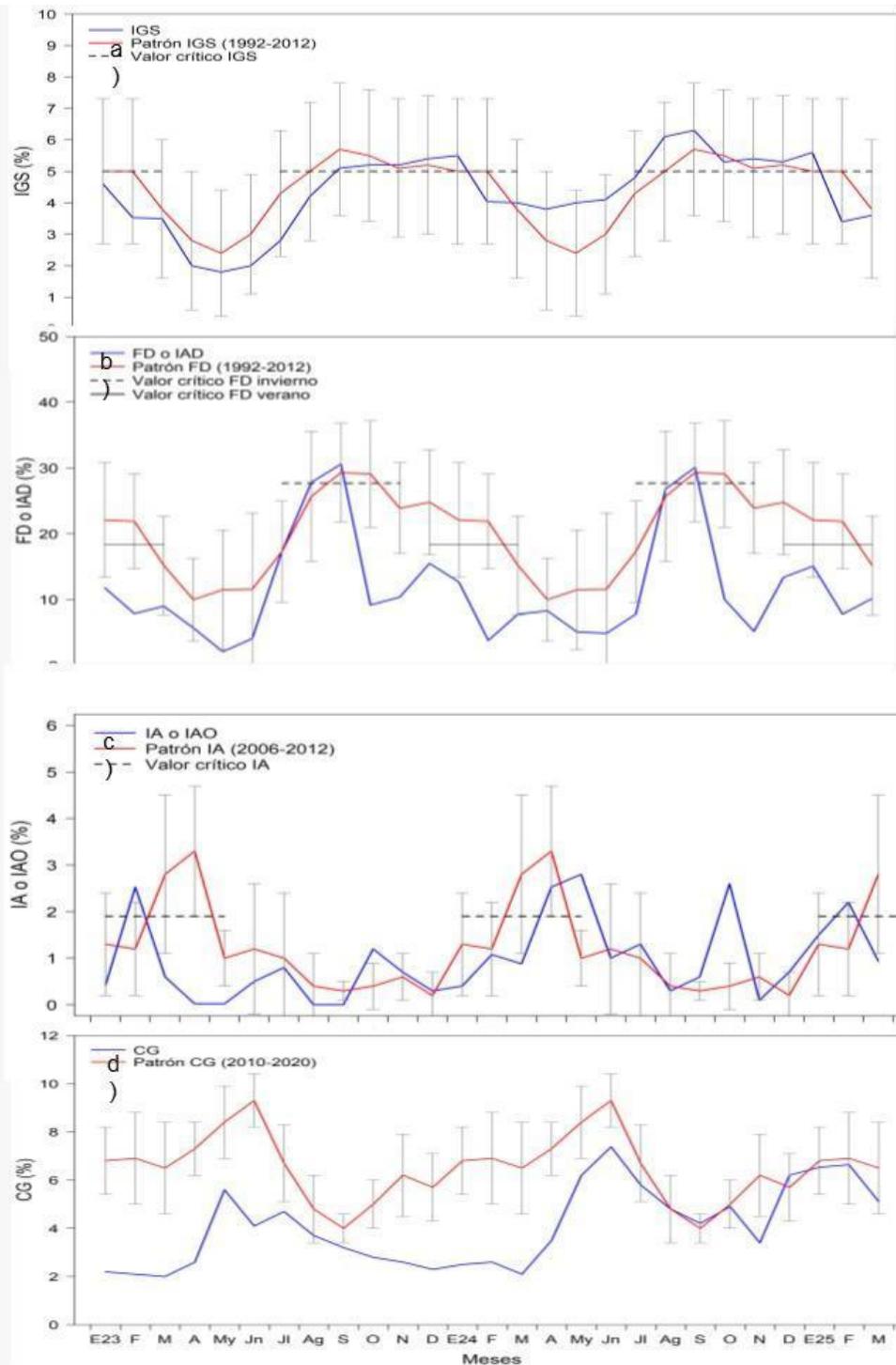


Figura 45. Indicadores reproductivos a) índice gonadosomático, b) fracción desovante, c) índice de atresia y de condición somática d) contenido graso de anchoveta peruana *Engraulis ringens* de enero del 2022 a marzo del 2025.

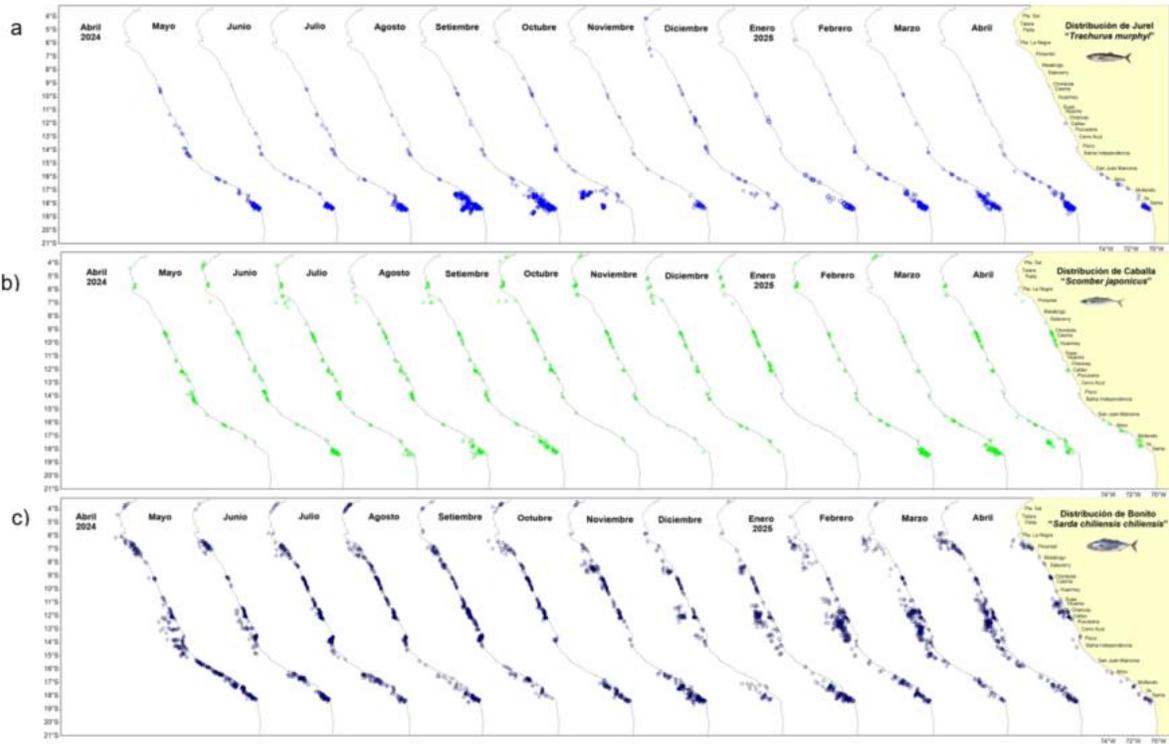


Figura 44. Distribución de los recursos transzonales: a) jurel, b) caballa, c) bonito y d) perico durante noviembre 2023 a marzo del 2025.

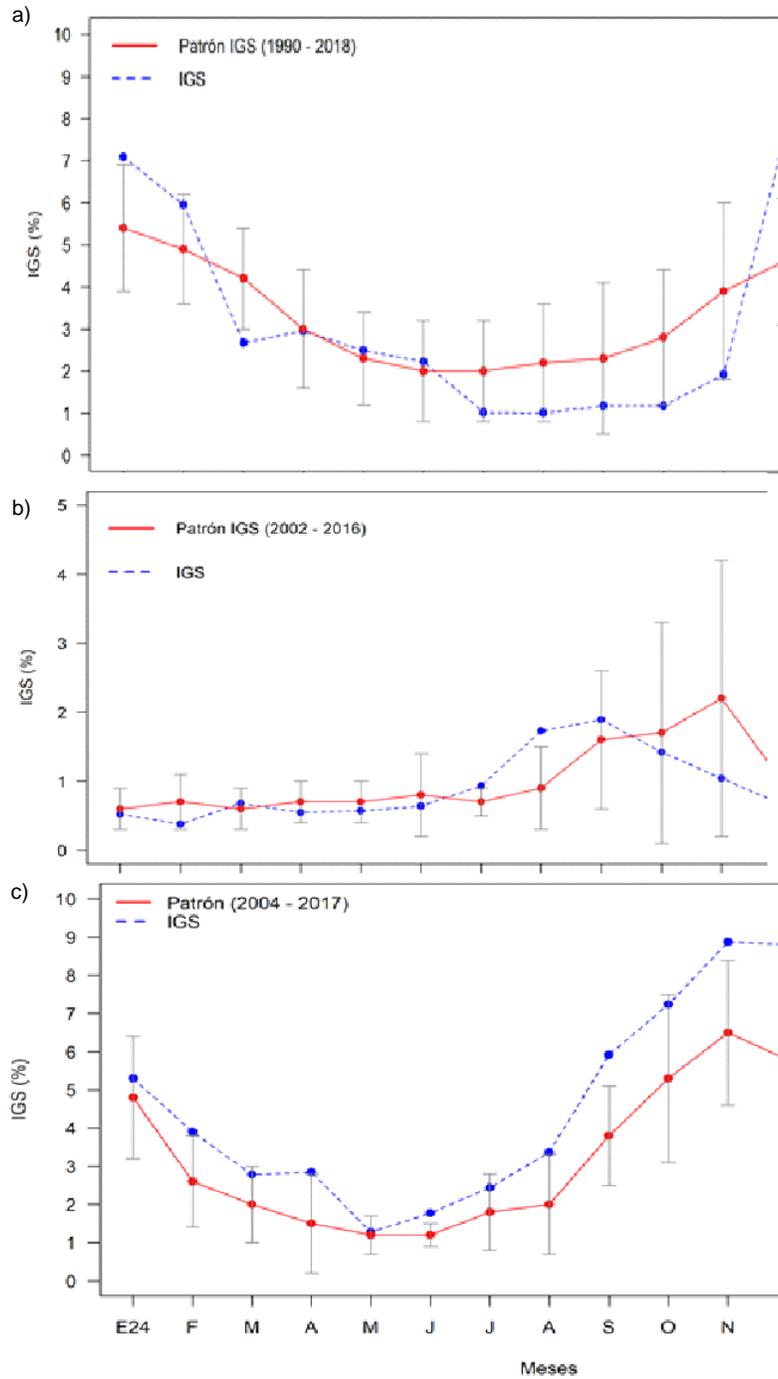


Figura 47. Índice gonadosomático (IGS) de a) caballa, b) jurel y c) bonito de enero del 2024 a marzo del 2025.

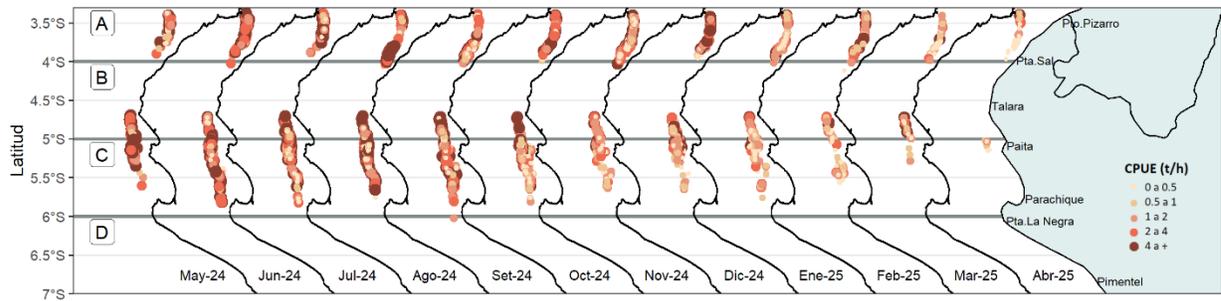


Figura 48. Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE en $t\ h^{-1}$) por lance de pesca entre mayo del 2024 al 09 de abril de 2025 (de izquierda a derecha) de la flota industrial de arrastre de merluza.

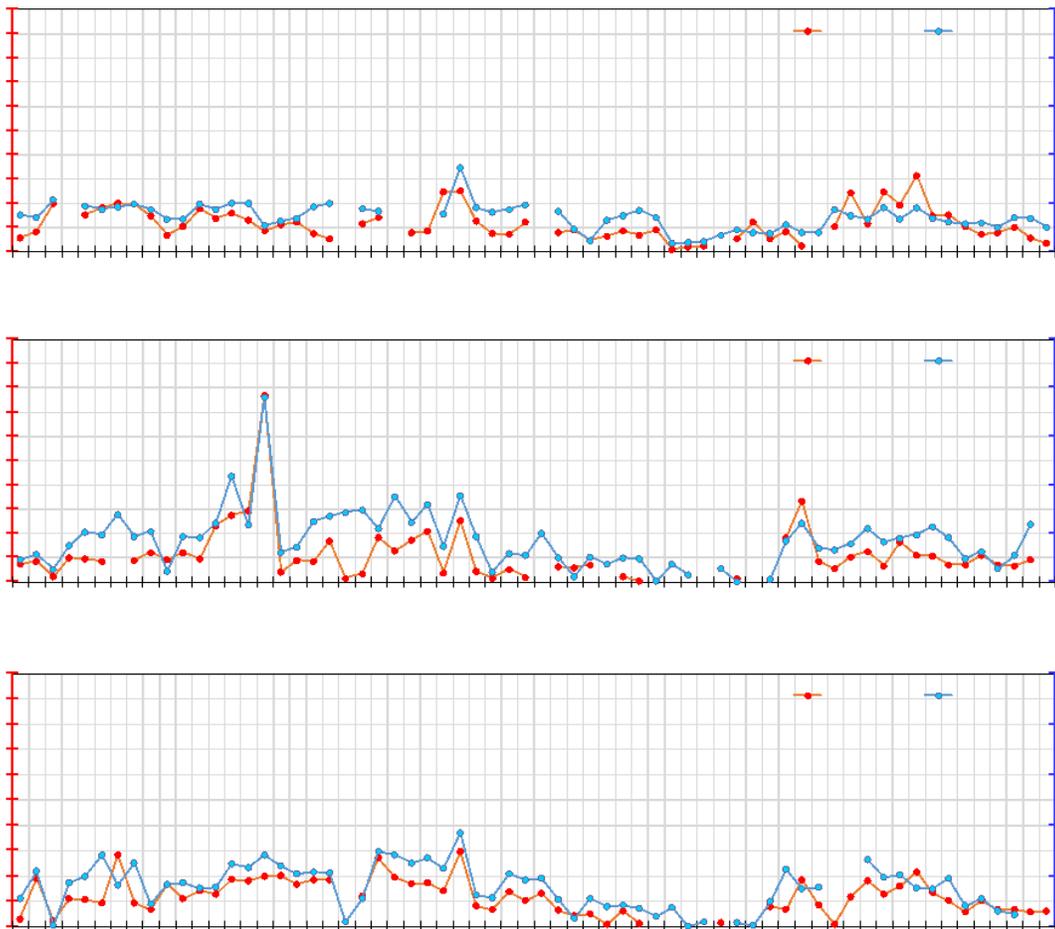


Figura 49. CPUE mensual ($t\ h^{-1}$) por subárea de pesca y tipo de embarcación de la flota industrial de arrastre de merluza.

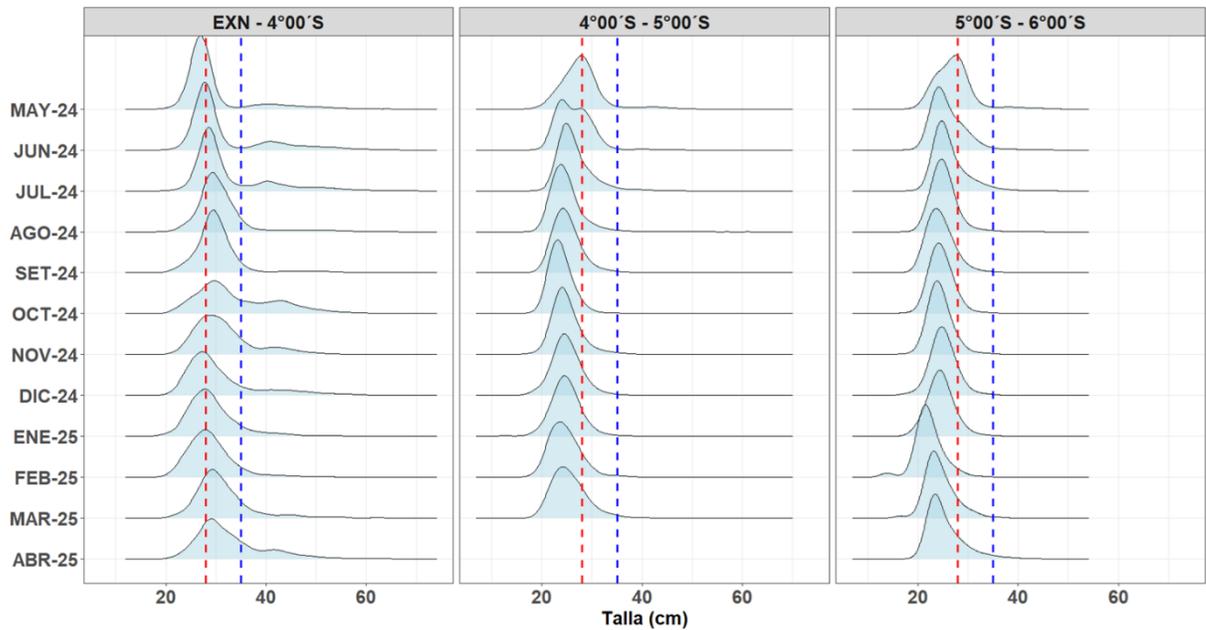


Figura 50. Distribución de tallas de merluza por sub-área (latitud) de mayo 2024 al 09 de abril 2025, capturada por la flota industrial de arrastre.

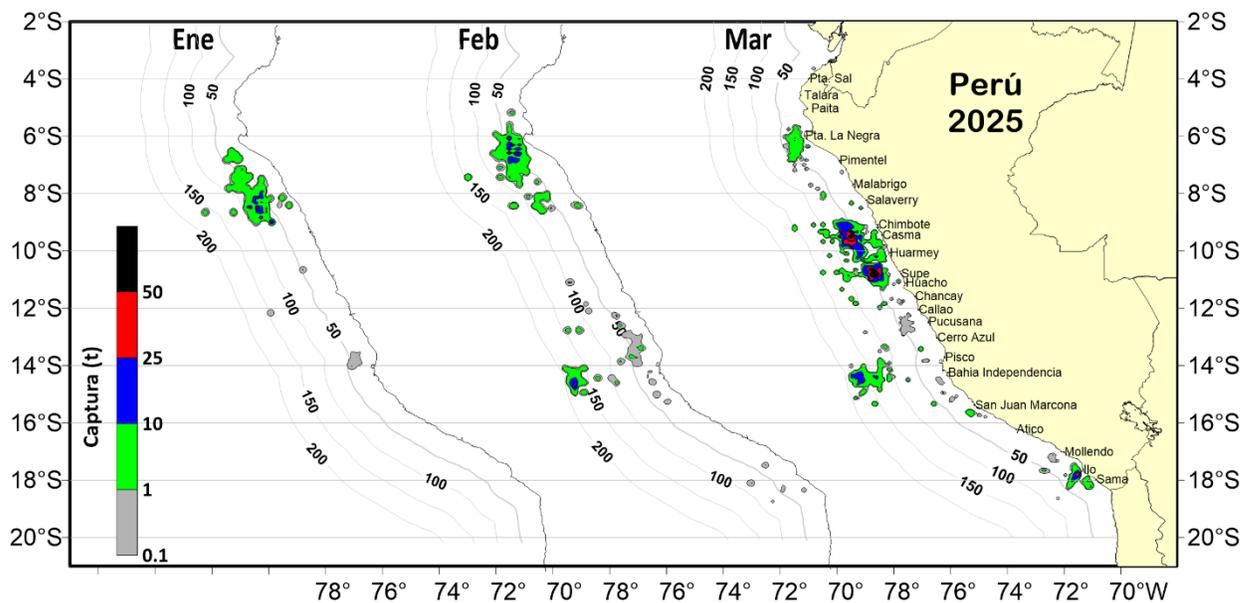


Figura 51. Distribución de la flota artesanal del calamar gigante *Dosidicus gigas*, enero – marzo 2025. Fuente: IMARPE – ROSPAS – Oficina de Pesca Artesanal. información preliminar para uso científico.

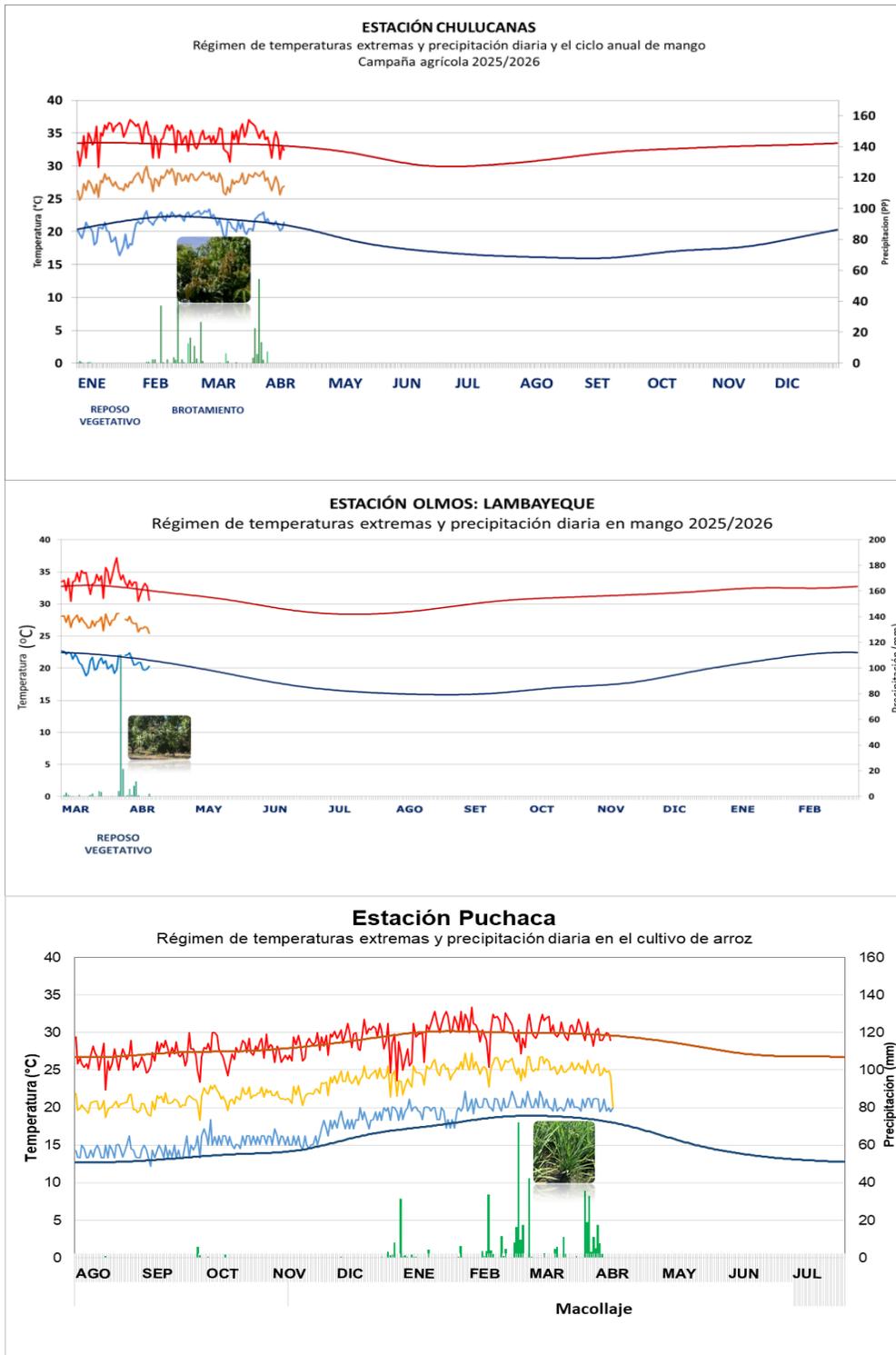


Figura 52. Monitoreo agrometeorológico del mango (Campaña 2025-2026) y arroz (Campaña 2024/2025). Fuente: SENAMHI.

IGP-UHM IA model v1.0: Probability of a strong EP EN event ($E > 1.5$) in the following Jan:
 0.20% (classif.), 0.00% (regress.) IC: February (Final) FT 1871-1984. Processing date: 28-03-2025

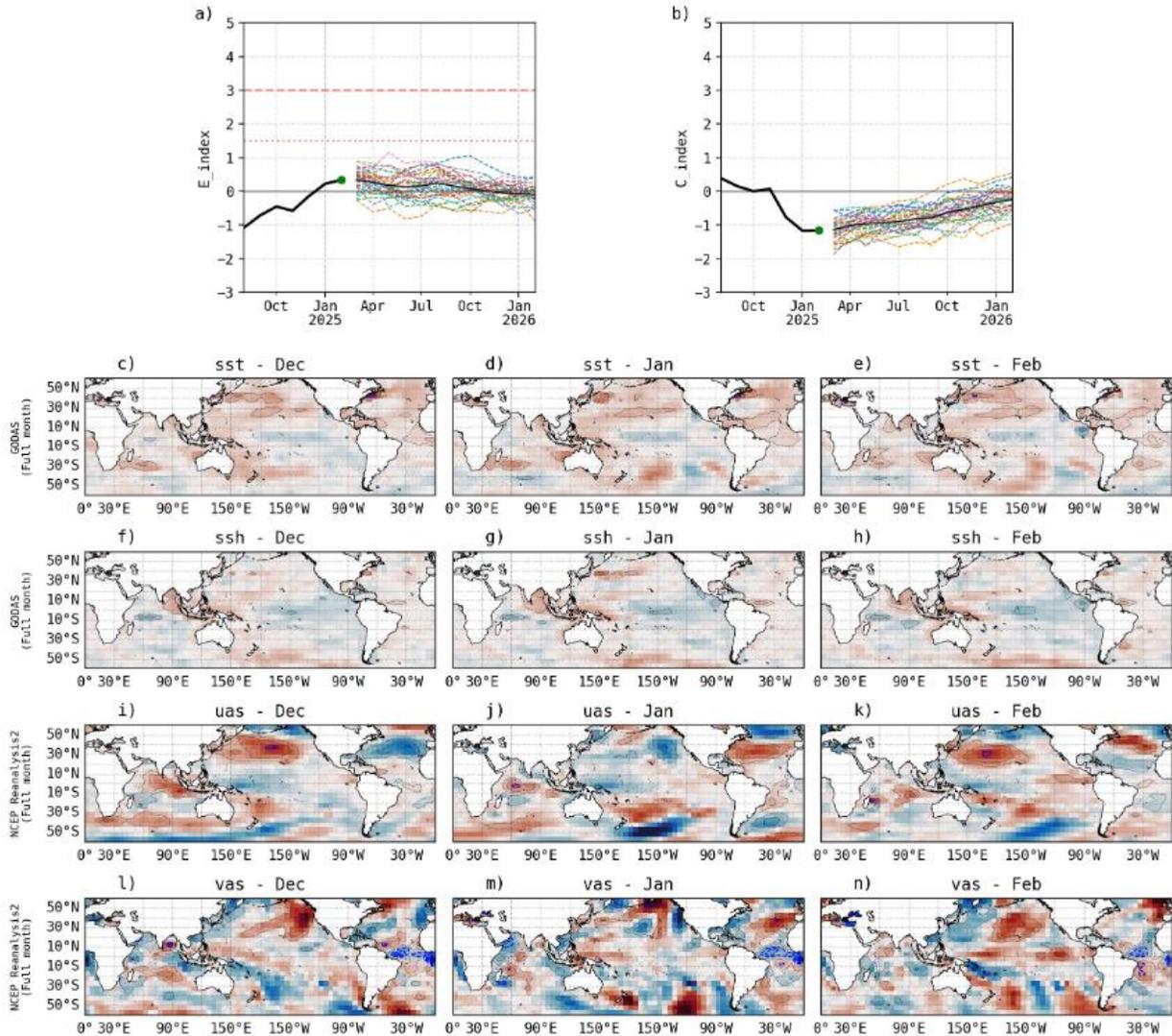


Figura 53. Pronóstico del índice E (Takahashi et al., 2011) a doce meses basado en un modelo de inteligencia artificial (Rivera Tello et al., 2023) para el pronóstico de El Niño extremo. (a) Muestra la evolución del índice E, representado con una línea gruesa de color negro, desde agosto de 2024 a febrero de 2025; el conjunto de líneas entrecortadas de colores indica el pronóstico del índice E desde marzo de 2025 a febrero 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 de 2024 (primera columna), enero de 2025 (segunda columna) y febrero de 2025 (tercera columna). Los contornos rojos (morados) de estos paneles indican regiones que favorecen (desfavorecen) al pronóstico de El Niño extremo.

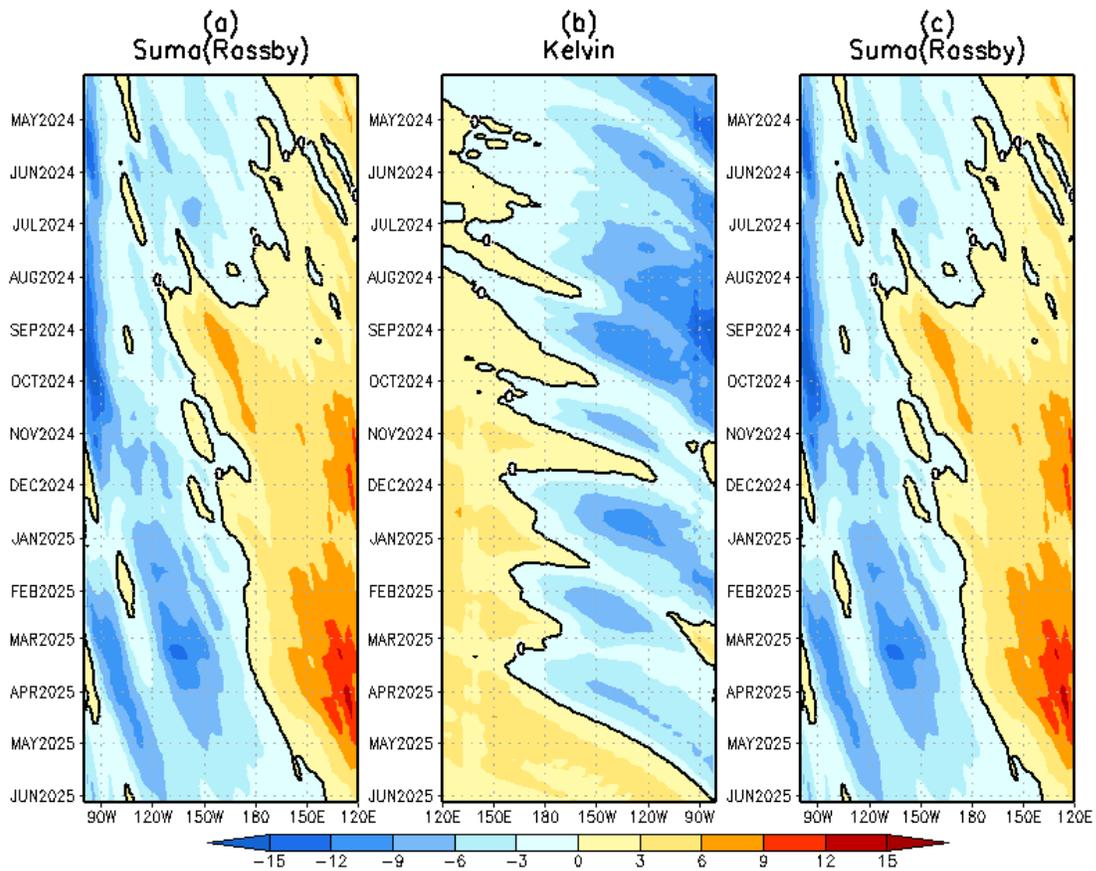


Figura 54. Diagrama longitud–tiempo de (a), diagrama de la onda de Rossby (b) diagrama de la onda de Kelvin, (c) diagrama de la onda de Rossby, calculado con el Modelo oceánico lineal (LOMIGP), forzando por NCEP y termoclina variable. El pronóstico se inicia luego del 08 de abril de 2025. Fuente: IGP.

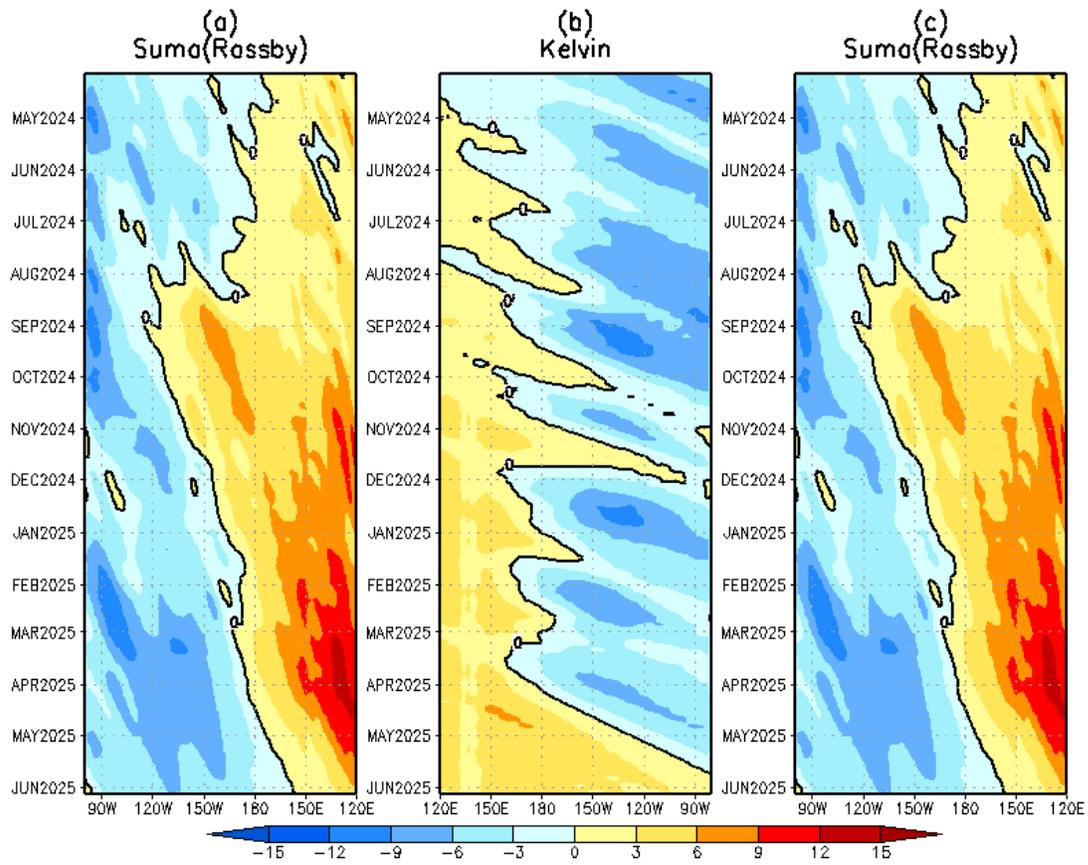


Figura 55. Igual que la Figura 54 pero el modelo es forzado con termoclina constante. Fuente: IGP.

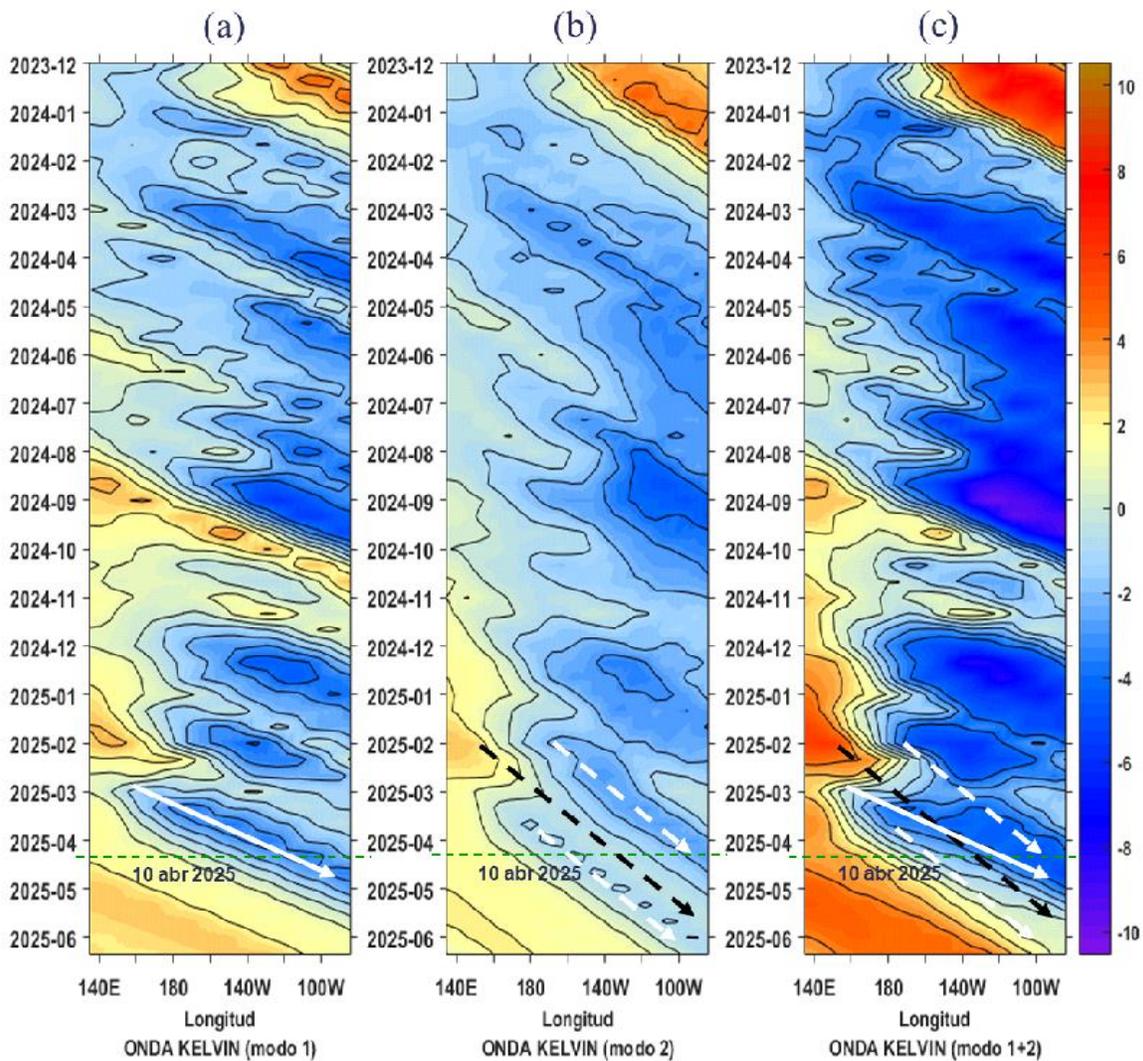


Figura 56. Diagrama Hovmöller longitud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacífico ecuatorial (0°N): (a) Modo 1 (flechas con líneas continuas), (b) Modo 2 (flechas con líneas discontinuas), (c) Modos 1+2. Se presentan las ondas de hundimiento “cálidas” (flechas negras), y las ondas de afloramiento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

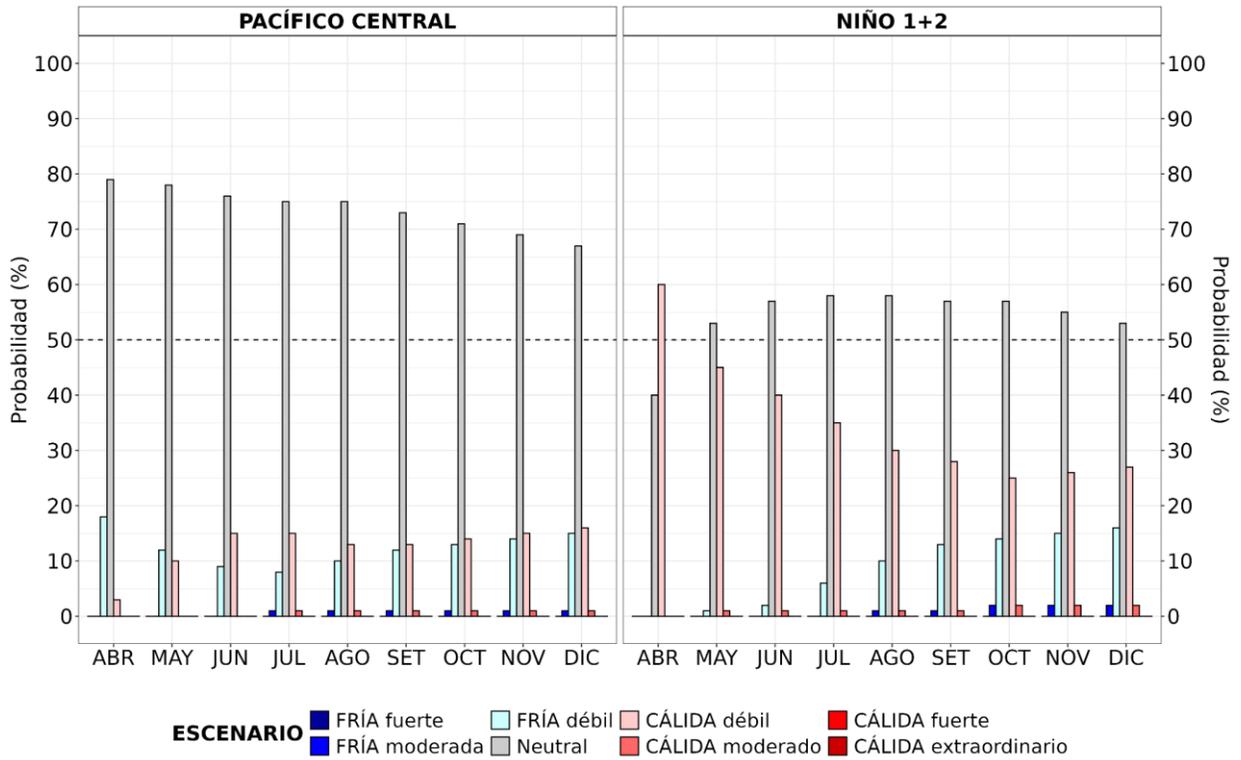


Figura 57. Probabilidades mensuales estimadas para condiciones cálidas, neutras y frías en el Pacífico central (región Niño 3.4, izquierda) y en el extremo del Pacífico oriental (región Niño 1+2, frente a la costa de Perú, derecha) entre abril y diciembre de 2025.

VII. REFERENCIAS

- Behringer, D., & Xue, Y. (2003). *EVALUATION OF THE GLOBAL OCEAN DATA ASSIMILATION SYSTEM AT NCEP: THE PACIFIC OCEAN*. <https://www.semanticscholar.org/paper/EVALUATION-OF-THE-GLOBAL-OCEAN-DATA-ASSIMILATION-AT-Behringer-Xue/2824da5d850b9c12d20ec304919c311b508d909e>
- Bentamy, A., Croize-Fillon, D., & Perigaud, C. (2008). Characterization of ASCAT measurements based on buoy and QuikSCAT wind vector observations. *Ocean Science*, 4(4), 265–274. <https://doi.org/10.5194/os-4-265-2008>
- Boulanger, J.-P., & Menkes, C. (1995). Propagation and reflection of long equatorial waves in the Pacific Ocean during the 1992–1993 El Niño. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 100(C12), 25041–25059. <https://doi.org/10.1029/95JC02956>
- Buitrón, B., Perea, A., Mori, J., Sánchez, J. & Roque, C. 2011. Protocolo para estudios sobre el proceso reproductivo de peces pelágicos y demersales. Protocol for studies on the reproductive process of pelagic and demersal fishes. *Boletín Instituto del Mar Perú*, 38: 373-384.
- Carton, J. A., & Giese, B. S. (2008). A Reanalysis of Ocean Climate Using Simple Ocean Data Assimilation (SODA). *Monthly Weather Review*, 136(8), 2999–3017. <https://doi.org/10.1175/2007MWR1978.1>
- Dewitte, B., Gushchina, D., duPenhoat, Y., & Lakeev, S. (2002). On the importance of subsurface variability for ENSO simulation and prediction with intermediate coupled models of the Tropical Pacific: A case study for the 1997–1998 El Niño. *Geophysical Research Letters*, 29(14), 11-1-11–15. <https://doi.org/10.1029/2001GL014452>
- Dewitte, B., Reverdin, G., & Maes, C. (1999). Vertical Structure of an OGCM Simulation of the Equatorial Pacific Ocean in 1985–94. *Journal of Physical Oceanography*, 29(7), 1542–1570. [https://doi.org/10.1175/1520-0485\(1999\)029<1542:VSOAOS>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0485(1999)029<1542:VSOAOS>2.0.CO;2)
- Domínguez, N., Asto, C. y Gutiérrez, D. (2023). Climatología termohalina frente a las costas del Perú. Período: 1991 – 2020. *Inf Inst Mar Perú*, 50(1), 19-35
- ENFEN. (2024). Definición Operacional de los Eventos El Niño Costero y La Niña Costera en el Perú. Nota Técnica ENFEN 01 2024. 07 pp. <https://enfen.imarpe.gob.pe/download/nota-tecnica-enfen-01-2024-definicion-operacional-de-los-eventos-el-nino-costero-y-la-nina-costera-en-el-peru/>

- Ham, Y.-G., Kim, J.-H. & Luo, J.-J. (2019), Deep learning for multi-year ENSO forecasts. *Nature* <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1559-7>.
- Ham, Y.-G., Kim, J.-H., Kim, E.-S. & On, K.-W. (2021). Unified deep learning model for El Niño/southern oscillation forecasts by incorporating seasonality in climate data. *Sci. Bull.* 66, 1358–1366. <https://doi.org/10.1016/j.scib.2021.03.009>.
- Helrich, K. (1990). *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists* (15a ed., Vol. 1). Association of Official Analytical Chemists, Inc.
- Huang B., Thorne P.W., Banzon V.F., Boyer T., Chepurin G., Lawrimore J.H., Menne M.J., Smith T.M., Vose R.S. and Zhang H.M. 2017. Extended Reconstructed Sea Surface Temperature, Version 5 (ERSSTv5): Upgrades, Validations, and Intercomparisons. *Journal of Climate*. 30(20): 8179–8205. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-16-0836.1>
- Illig, S., Dewitte, B., Ayoub, N., du Penhoat, Y., Reverdin, G., De Mey, P., Bonjean, F., & Lagerloef, G. S. E. (2004). Interannual long equatorial waves in the tropical Atlantic from a high-resolution ocean general circulation model experiment in 1981–2000. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 109(C2). <https://doi.org/10.1029/2003JC001771>
- Kalnay, E., Kanamitsu, M., Kistler, R., Collins, W., Deaven, D., Gandin, L., Iredell, M., Saha, S., White, G., Woollen, J., Zhu, Y., Chelliah, M., Ebisuzaki, W., Higgins, W., Janowiak, J., Mo, K. C., Ropelewski, C., Wang, J., Leetmaa, A., ... Joseph, D. (1996). The NCEP/NCAR 40-Year Reanalysis Project. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 77(3), 437–472. [https://doi.org/10.1175/1520-0477\(1996\)077<0437:TNYRP>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0477(1996)077<0437:TNYRP>2.0.CO;2)
- Kirtman, B. P., Min, D., Infanti, J. M., Kinter, J. L., Paolino, D. A., Zhang, Q., Dool, H. van den, Saha, S., Mendez, M. P., Becker, E., Peng, P., Tripp, P., Huang, J., DeWitt, D. G., Tippett, M. K., Barnston, A. G., Li, S., Rosati, A., Schubert, S. D., ... Wood, E. F. (2014). The North American Multimodel Ensemble: Phase-1 Seasonal-to-Interannual Prediction; Phase-2 toward Developing Intraseasonal Prediction. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 95(4), 585–601. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-12-00050.1>
- Lellouche, J.-M., Le Galloudec, O., Drévillon, M., Régnier, C., Greiner, E., Garric, G., Ferry, N., Desportes, C., Testut, C.-E., Bricaud, C., Bourdallé-Badie, R., Tranchant, B., Benkiran, M., Drillet, Y., Daudin, A., and De Nicola, C. 2013. Evaluation of global monitoring and forecasting systems at Mercator Océan, *Ocean Sci.*, 9, 57-81.
- Mosquera, K. A. (2009). Variabilidad Intra-estacional de la Onda Kelvin Ecuatorial en el Pacífico (2000-2007): Simulación Numérica y datos observados. *Universidad Nacional Mayor de San Marcos*. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/3594>

- Mosquera, K. A. (2014). *Ondas Kelvin oceánicas y un modelo oceánico simple para su diagnóstico y pronóstico*. <https://repositorio.igp.gob.pe/handle/20.500.12816/4638>
- Mosquera, K. A., Dewitte, B., & Lagos Enríquez, P. (2010). *Variabilidad intra-estacional de la onda Kelvin ecuatorial en el Pacífico (2000-2007): Simulación numérica y datos observados*. <https://repositorio.igp.gob.pe/handle/20.500.12816/949>
- Quispe, J. y L. Vásquez (2015). Índice “LABCOS” para la caracterización de evento El Niño y La Niña frente a la costa del Perú, 1976-2015. En: Boletín Trimestral Oceanográfico, Volumen 1, Números 1-4, pp.: 14-18.
- Quispe Ccallauri, C, J. Tam, H. Demarcq, C. Romero, D. Espinoza, A. Chamorro, J. Ramos, R. Oliveros (2016). El Índice Térmico Costero Peruano. En: Boletín Trimestral Oceanográfico, Volumen 2, Número 1, pp: 7-11.
- Quispe, C., Tam, J., Arrellano, C., Chamorro, A., Espinoza, D., Romero, C., & Ramos, J. (2017). Desarrollo y aplicación de índices y simulaciones para la vigilancia y el pronóstico a mediano plazo del impacto del ENOS frente a la costa peruana. *Instituto del Mar del Perú - IMARPE*. <https://repositorio.IMARPE.gob.pe/handle/20.500.12958/3149>
- Rivera Tello, G.A., Takahashi, K. & Karamperidou, C. Explained predictions of strong eastern Pacific El Niño events using deep learning. *Sci Rep* 13, 21150 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-45739-3>
- Takahashi, K.; Montecinos, A.; Goubanova, K.; Dewitte, B. ENSO regimes: Reinterpreting the canonical and Modoki El Niño. *Geophys. Res. Lett.* 2011, 38, L10704. <https://doi.org/10.1029/2011GL047364>
- Vazzoler, A. E. A. de M. (1982). Manual de métodos para estudos biológicos de populações de peixes: Reprodução e crescimento.