

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



INFORME TÉCNICO ENFEN

AÑO 11 N° 02

12 FEBRERO DE 2025

Programa Presupuestal por Resultados 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)

Vicepresidente:

Dra. Raquel Hilianova Soto Torres
Presidenta Ejecutiva (e), 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: Dimitri Gutiérrez (IMARPE)

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

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

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

IGP: Kobi Mosquera y Jorge Reupo

ANA: Sigfredo Fonseca, Lucio Vergara y Manuel Collas

INDECI: Jackie Rojas

CENEPRED: Ena Jaimes y Neil Alata

Año:10

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

Edición y Producción: Luis Pizarro (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° 02, 12 febrero de 2025, 86 p.

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

Fecha de Publicación: 14 de febrero de 2025



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

Índice

| | |
|--|----|
| <u>I. INTRODUCCIÓN</u> | 5 |
| <u>II. MÉTODOS</u> | 5 |
| <u>2.1. Variables</u> | 5 |
| <u>Temperatura Superficial del Mar (TSM)</u> | 5 |
| <u>2.2. Índices</u> | 6 |
| <u>Índice Costero El Niño (ICEN)</u> | 6 |
| <u>Índice Oceánico El Niño (ONI por sus siglas en inglés)</u> | 7 |
| <u>Índices reproductivos de anchoveta</u> | 7 |
| <u>2.3. Modelos y Pronósticos</u> | 7 |
| Modelo Oceánico Lineal (LOM-IGP) | 7 |
| <u>Modelo Oceánico de Complejidad Intermedia</u> | 8 |
| <u>Modelo Oceánico Multimodal (MOMM)</u> | 8 |
| <u>Modelos Climáticos de Agencias Internacionales</u> | 9 |
| <u>Pronóstico Probabilístico de Juicio Experto</u> | 9 |
| <u>III. <u>CONDICIONES OBSERVADAS AL 12 DE FEBRERO DE 2025</u></u> | 10 |
| <u>3.1. <u>Condiciones océano atmosféricas en el Pacífico tropical</u></u> | 10 |
| <u>3.2. <u>Condiciones oceánicas y atmosféricas locales</u></u> | 12 |
| <u>3.3. <u>Productividad marina y condiciones biológico-pesqueras</u></u> | 16 |
| <u>3.4. <u>Condiciones hidrológicas</u></u> | 18 |
| <u>3.5. <u>Condiciones agrometeorológicas</u></u> | 18 |
| <u>IV. <u>PERSPECTIVAS</u></u> | 19 |
| <u>V. <u>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</u></u> | 22 |
| <u>VI. <u>TABLAS Y FIGURAS</u></u> | 23 |
| <u>VII. <u>REFERENCIAS</u></u> | 83 |

I. INTRODUCCIÓN

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

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

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

II. MÉTODOS

2.1 Variables

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

Temperatura Superficial del Mar (TSM)

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

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

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

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

2.2 Índices

Índice Costero El Niño (ICEN)

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

Para caracterizar cada condición mensual se han establecido categorías en base al valor del ICEN y el percentil que corresponda respecto al periodo base 1950 a 2023. Se identifican: La categoría "Condiciones Cálidas" la cual incluye las magnitudes de "Débil" ($>P75$ y $\leq P90$), "Moderada" ($>P90$ y $\leq P95$), "Fuerte" ($>P95$ y $\leq P99$) y "Extraordinaria" ($>P99$); y, La categoría de "Condiciones Frías" que incluye las magnitudes de "Débil" ($\geq P10$ y $< P25$), "Moderada" ($\geq P4$ y $< P10$), y "Fuerte" ($< P4$). Por otro lado, para la estimación en tiempo real del ICEN se utiliza un valor aproximado, al cual se le denomina ICENtmp. Este se calcula incluyendo los valores mensuales observados de las anomalías de la TSM (ERSST.v5) y reemplazando los datos mensuales faltantes con los pronósticos del ensamble de modelos North American Multi-Model Ensemble (NMME, Kirtman et al., 2014) (ENFEN, 2024).

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

El ONI es una medida de El Niño-Oscilación del Sur que es calculado a partir de la media móvil de 3 meses de las anomalías de temperatura superficial del mar (ERSST.v5) en la región del Niño 3.4 (5°N - 5°S , 120° - 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.

2.3 Modelos y Pronósticos

Modelo Oceánico Lineal (LOM-IGP)

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

Para calcular la contribución de las ondas Kelvin y Rossby sobre el nivel del mar y las corrientes zonales se usa la metodología de Boulanger & Menkes (1995). Para el pronóstico, el modelo continúa integrándose numéricamente en el tiempo usando dos artificios: 1) esfuerzo de viento igual a cero y 2) promedio de los últimos 30 días de la anomalía del esfuerzo de viento (Mosquera, 2009, 2014; Mosquera et al., 2010).

Modelo Oceánico de Complejidad Intermedia

El modelo se utiliza para representar la propagación de la onda Kelvin ecuatorial (OKE) en 3 modos baroclínicos, forzado con anomalías de vientos del *reanalysis* NCEP-CDAS (Kalnay et al., 1996) y siguiendo la metodología de Illig et al. (2004), Dewitte et al. (2002) y Quispe et al. (2017).

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

Modelo Oceánico Multimodal (MOMM)

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

Modelo de inteligencia artificial para el pronóstico de El Niño en el Pacífico oriental 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, reescalándose 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 HASTA EL 13 DE FEBRERO DE 2025

3.1. Condiciones océano atmosféricas en el Pacífico tropical

Durante enero, la Temperatura Superficial del Mar (TSM) continuó con anomalías negativas, mostrando un escenario más frío en relación diciembre 2024 en la región occidental y central del Pacífico ecuatorial. Por otro lado, en la región oriental se mantuvo el predominio de anomalías cercanas a cero (Figura 1 y Tabla 1). La anomalía mensual de la TSM (ERSST v5) en el Pacífico central (región Niño 3.4) fue $-0,77$ °C y en el Pacífico oriental (región Niño 1+2) fue $-0,35$ °C. Según los datos semanales de TSM (OISST), para la primera semana de febrero en las regiones Niño 3.4 y Niño 1+2, la anomalía de TSM alcanzó $-0,6$ °C y $+0,1$ °C, respectivamente (Tabla 2).

Los valores del Índice Costero El Niño (ICEN) de diciembre de 2024 y del ICEN temporal (ICEN-tmp) de enero de 2025 se encuentran dentro del rango de la categoría neutra. Por otro lado, los valores del ONI de diciembre de 2024 y el ONI temporal (ONItmp) de enero de 2025, corresponden a las condiciones frías débiles (Tabla 3).

La información de altimetría satelital a lo largo de la franja ecuatorial, en el Pacífico ecuatorial, durante el mes de enero y primeros 10 días de febrero, registró la propagación de una onda de Kelvin fría que arribó al Pacífico oriental y de una onda de Kelvin cálida cuya señal se detecta en la anomalía del nivel del mar a 110°W ; esta última generada por la reflexión de una onda Rossby cálida en el Pacífico occidental entre diciembre 2024 y enero 2025. Por otro lado, una nueva onda de Kelvin fría está presente en el Pacífico central (160°W), aunque, por ahora, presenta poca intensidad. Cabe indicar que continúan observándose ondas de Rossby cálidas relevantes en el extremo occidental del Pacífico ecuatorial que se reflejarían en ondas de Kelvin cálidas dentro de las próximas semanas. Según la información de los flotadores ARGO, la profundidad de la termoclina muestra la presencia dominante de las ondas de Kelvin frías en la región central, tendiendo a perder intensidad hacia la región oriental (Figuras 2 a 4).

En enero de 2025, se registró un incremento en las anomalías de presión en el Pacífico ecuatorial central y occidental, con valores de $+1$ a $+2$ hPa (180° - 120°E , Figura 5 d). Este aumento favoreció condiciones subsidentes en dichas regiones (Figura 5 c), las cuales también fueron propiciadas por anomalías negativas de la TSM. Cabe indicar, que este patrón espacial de la subsidencia no es propio de La Niña, en la cual la convección se intensifica en el Pacífico occidental.

Entre tanto, en el Océano Índico se presentaron anomalías de presión negativas las cuales contribuyeron a desarrollar convección en la región (Figuras 5 c y 5 d).

Respecto a los vientos, en niveles bajos (850 hPa), en el Pacífico ecuatorial occidental y parte del central, en enero se observaron anomalías de vientos del este ($120^{\circ}\text{E} - 180^{\circ}$ y $10^{\circ}\text{N} - 10^{\circ}\text{S}$) (Figura 5 b). Por otro lado, en niveles altos (200 hPa) se detectaron anomalías de vientos del este, entre $0^{\circ} - 20^{\circ}\text{S}$ y $80^{\circ}\text{W} - 60^{\circ}\text{W}$ en la vertiente oriental del Perú, que propiciaron superávits de precipitación principalmente en la sierra norte y sur oriental del Perú (Figuras 5 a, 14 a).

En promedio, en el transcurso de enero, en la circulación a 1000 hPa, se han observado principalmente una predominancia de anomalías de vientos del este a $170^{\circ}\text{W} - 120^{\circ}\text{E}$, con valores de -1 a -4 m s^{-1} , Figura 6 a). Este patrón, similar al de los vientos a 850 hPa, favoreció la ocurrencia de anomalías negativas de TSM en el Pacífico ecuatorial central y occidental. Posteriormente, en los diez primeros días de febrero, persistieron las anomalías de vientos del este con mayor intensidad, pero más confinadas hacia el oeste ($180^{\circ} - 120^{\circ}\text{E}$, aprox. de -1 a -5 m s^{-1}), en tanto se presentaron algunas anomalías de vientos del oeste al este de los 160°W ; estas condiciones permitieron la persistencia de las condiciones frías en el Pacífico central, pero con una menor intensidad (Figura 6 a). De acuerdo al modelo GFS, desde la línea de pronóstico, desde mediados a fines de febrero 2025, se espera una mayor disminución en magnitud y en área de las anomalías de vientos del este ($170^{\circ}\text{E} - 120^{\circ}\text{E}$, aprox. de -1 a -2 m s^{-1} , Figura 6 a), así como el desarrollo de pulsos de anomalías del oeste en el Pacífico oriental, propiciando las condiciones cálidas anómalas en dicha región.

Respecto a la velocidad potencial en la región ecuatorial ($5^{\circ}\text{N} - 5^{\circ}\text{S}$), desde mediados de enero 2025 hasta el 10 de febrero 2025, se propagó la fase divergente en altura (200 hPa) desde el Océano Índico y el continente de Oceanía hacia la zona ecuatorial de Sudamérica y norte del Perú, asociada principalmente a la Oscilación Madden-Julian (MJO por sus siglas en inglés), favoreciendo la convección, desarrollo vertical de nubes y en consecuencia, de las lluvias, lo que se reflejó principalmente en la sierra y selva norte del Perú con anomalías predominantemente de $+30\%$ a $+200\%$ en enero 2024 y los primeros 10 días de febrero 2025 (Figuras 6 b y ver Figura 14). Desde la línea de pronóstico, persistirá la fase divergente hasta fines de febrero, favorable a la convección y a las anomalías de vientos del oeste en niveles bajos, para luego, en los primeros diez días de marzo 2025, se propague la fase convergente desde el Índico y Oceanía que posiblemente limitará la convección y el desarrollo vertical nuboso en la región norte del Perú (Figura 6 b).

Para el trimestre NDE 2024-2025, el núcleo del Anticiclón del Pacífico Sur (APS) se encontró en promedio dentro del rango normal y con un desplazamiento ligeramente al noroeste (Figura 7). Asimismo, el APS, en promedio, durante enero, si bien presentó anomalías de -1 hPa en su núcleo, tendió a una configuración cercana a costa y al noreste de su posición climática habitual (Figura 8a), particularmente entre la tercera y cuarta semanas del mes, lo que condicionó el fortalecimiento de la componente meridional de los vientos costeros en enero 2025 en la zona norte y central del Perú (Figura 9a). En los primeros diez días de febrero, el APS se desplazó al oeste de su posición habitual y con anomalías de -1 hPa en su núcleo, favoreciendo el debilitamiento de los vientos superficiales frente a la costa peruana (Figuras 8b y 9b).

En detalle, desde el 31 de enero al 6 de febrero, el APS migró hacia el oeste de su posición climática (centrado en 35°S - 110°W) lo que favoreció un debilitamiento de la componente meridional de los vientos alisios del sudeste. Posteriormente del 7 al 13 de febrero el APS migró nuevamente hacia el este, más cercano a su posición climática habitual y con una intensidad mayor a 1028 hPa en su núcleo, por encima de su valor climático habitual de entre 1020 a 1022 hPa, propiciando el fortalecimiento de la componente meridional de los vientos alisios del sudeste; sin embargo, debido a la persistencia de las anomalías del oeste en la región tropical oriental (Figuras 10 a 12), continuó el incremento de la TSM en la región Niño 1+2 (Figura 13).

Según el pronóstico del GFS, entre el 14 al 20 de febrero 2025, el APS se ubicará alrededor de los 40°S centrado en 95°W, con una configuración ligeramente meridional y una intensidad mayor a 1028 hPa en su núcleo; no obstante, persistiría la componente zonal del oeste, manteniendo el calentamiento de la región Niño 1+2. Finalmente, desde el 21 al 27 de febrero, nuevamente el APS migraría hacia el oeste de su posición climática en 35°S - 105°W, lo que propiciaría un nuevo debilitamiento de los vientos, y con ello el calentamiento oceánico (Figuras 10 a 12).

3.2. Condiciones oceánicas y atmosféricas locales

En la franja de 110 km adyacente a la costa peruana, durante el mes de enero, se registraron predominantemente vientos moderados y anomalías positivas. En cambio, en lo que va de febrero se observó un debilitamiento de los vientos a lo largo de la costa, alcanzando anomalías negativas de las velocidades de viento (Figura 15). En consecuencia, el afloramiento costero mostró un debilitamiento en los primeros diez días de febrero. Para la franja costera entre Talara y San Juan de Marcona, el bombeo de Ekman mantuvo una tendencia decreciente, con anomalías negativas durante gran parte de enero y lo que va de febrero, mientras que el transporte Ekman también disminuyó, pasando de anomalías positivas al rango neutro (Figura 16).

Entre el 1 y el 10 de febrero de 2025, a lo largo del litoral costero, la anomalía promedio de la temperatura máxima aumentó en 0,3 °C respecto a la de enero, debido a una menor cobertura nubosa. Por otro lado, la anomalía promedio de la temperatura mínima se incrementó en 0,9 °C, lo cual se asocia a un ligero calentamiento de la TSM cerca de la costa. Las temperaturas máximas presentaron anomalías promedio de +0,7 °C en la costa norte, +0,6 °C en la costa central y +0,2 °C en la costa sur, todas dentro de la variabilidad climática ($\pm 1,0$ °C). Las mayores anomalías positivas se registraron en las estaciones meteorológicas Jayanca (Lambayeque, costa norte), con +1,9 °C, Campo de Marte (Lima, costa central), con +2,1 °C, y en Punta Ático (Arequipa, costa sur), con 1,2 °C. En cuanto a las temperaturas mínimas, las anomalías promedio alcanzaron +0,5 °C en la costa norte, +0,2 °C en la costa central y -0,4 °C en la costa sur, valores considerados dentro de la variabilidad climática ($\pm 1,0$ °C). El mayor incremento en las temperaturas mínimas ocurrió en la estación meteorológica Talla Guadalupe (La Libertad, costa norte), alcanzando una anomalía promedio de +1,5 °C (Figura 17).

En el mar peruano, la TSM (OSTIA) disminuyó cerca de la costa en enero, generando un escenario frío hasta 200 millas y 100 millas en el norte y centro-sur, respectivamente. Frente a Tumbes, el escenario fue cálido, con anomalías de +1 °C. Entre finales de enero y los primeros diez días de febrero, el escenario frío perdió intensidad en el norte y centro; mientras que, en el sur el escenario cambió, entre normal y cálido; finalmente al 13 de febrero las anomalías cálidas ocuparon la mayor parte del mar peruano (Figuras 18 y 19 a). A otra escala, en el litoral se mantuvieron por debajo de lo normal, con anomalías de hasta -3 °C, principalmente entre Isla Lobos de Afuera y Callao en enero. En lo que va de febrero, el escenario cambió de frío a cálido, detectándose anomalías positivas de hasta +3 °C en el litoral norte y sur (Figura 19 b), asociadas principalmente al debilitamiento de los vientos costeros.

De acuerdo a la información observada *in situ* del “Crucero de Investigación de Calamar Gigante *Dosidicus gigas* Cr. 2501-02” del IMARPE, del 19 de enero al 04 de febrero, en la zona norte-centro por fuera de las 30 mn y hasta las 200 mn de la costa, las anomalías de TSM variaron entre -1,2 y +1,5 °C, siendo las más negativas las que se encontraron frente a la costa norte y al inicio del crucero. La Salinidad Superficial del Mar (SSM) mostró tres tipos de masas de agua: Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) al norte de Paita, aguas costeras frías (ACF) al sur de Paita y Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) desde Punta Falsa hasta Chimbote. Del 26 de enero al 07 de febrero, entre Punta Caballas y el extremo sur del mar peruano, la TSM varió entre 19 y 25,7 °C, con un promedio de 24,3 °C. En esta zona sur, predominaron las anomalías positivas de TSM con valores superiores a +2 °C a 100 mn frente a Quilca.

Dichas anomalías estuvieron asociadas al acercamiento de las ASS hacia la costa por sobre lo habitual (Figura 20).

Las anomalías del nivel de mar (ANM) en la franja de 60 mn adyacente a la costa peruana, presentaron un aumento generalizado durante la primera quincena de enero, asociado a la propagación de una onda de Kelvin cálida. Posteriormente y hasta los primeros días de febrero, se registró una disminución significativa de las ANM al norte de San Juan de Marcona, debido al paso de la onda de Kelvin fría. En la segunda semana de febrero, las ANM tendieron a normalizarse, señalando el término del paso de la onda de Kelvin fría (Figura 21). Asimismo, en el litoral, la ANM mostró una tendencia positiva desde la cuarta semana de enero, aunque dentro del rango neutro y principalmente entre Talara y Chimbote. Entre Callao y San Juan de Marcona persistieron valores negativos de la ANM, mientras que en Matarani la ANM fluctuó alrededor de su climatología, en promedio (Figura 22).

El índice LABCOS (Quispe & Vásquez, 2015), basado en la media móvil de tres meses de las anomalías mensuales de TSM registradas en estaciones costeras ubicadas desde Paita hasta Ilo, mostró un valor temporal de $-0,70\text{ }^{\circ}\text{C}$ para el mes de enero del 2025, manteniéndose dentro del rango de las condiciones neutras, mientras que, el índice ITCP (Quispe-Ccallauri et al., 2016), basado en las anomalías mensuales de TSM satelital para la banda de 40 km adyacente a la costa, presentó el valor temporal de $-1,2$ para enero, manteniéndose en el rango frío desde el mes anterior (Figura 23). Por otro lado, el ITNC (Índice Térmico Norte-Centro; fuente: IMARPE), basado en la media móvil de tres meses de anomalías mensuales de TSM (banda de 40 km frente a costa entre los 4°S y 14°S), mostró un valor temporal de $-1,21\text{ }^{\circ}\text{C}$ para enero, indicando una condición fría débil (Figura 24).

Respecto a la temperatura subsuperficial, durante el mes de enero, entre Paita y Chicama y dentro de las 200 mn frente a la costa, se observó el predominio de anomalías negativas sobre los 500 m de profundidad, detectándose principalmente anomalías entre $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ sobre los 70 m. En lo que va de febrero, frente a la costa y dentro de las 200 mn, se observó la atenuación de las anomalías negativas sobre los 500 m, con valores entre $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$, sobre los 100 m de profundidad, mientras que, por debajo de los 100 m, las condiciones térmicas estuvieron en el rango neutro (Figuras 25, 26 y 27). Sin embargo, la profundidad de la termoclina continuó presentando una posición por encima de su climatología frente a Paita y a Chicama, dentro de las 100 mn (Figura 28).

A corto plazo, hasta el 22 de febrero, de acuerdo con el modelo MERCATOR se espera el incremento de anomalías positivas de la TSM en la región Niño 1+2 hasta $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Figura 29).

Asimismo, el modelo pronostica la disminución de las ANM negativas y la aparición de ANM positivas dentro de los 110 km frente a la costa norte y centro de Perú, lo que estaría asociado a la finalización del paso de la onda de Kelvin fría y al inicio del arribo de la onda de Kelvin cálida (Figura 30). En la misma franja continuarían las anomalías positivas de TSM, tendiendo a revertirse frente a la costa central. Sin embargo, frente a la costa norte, las anomalías se reforzarían hacia el final del horizonte del pronóstico (Figura 31).

El pronóstico de TSM a 30 y 100 millas frente de la costa norte (Paita) indica un calentamiento sobre los 50 m, lo que cambiaría de anomalía negativa a positiva para el 20 de febrero (Figuras 32 a y b). Frente de la costa centro, a 30 millas de Chicama, se espera un ligero calentamiento sobre los 30 m, pero que desarrollaría una anomalía positiva de hasta +3 °C (Figura 32 c); mientras que, a 40 millas de Chimbote y de Callao se esperaría el calentamiento en los primeros 10 m de profundidad, lo que normalizaría las temperaturas (Figuras 32 d y e).

En cuanto a la SSM, de acuerdo con el modelo MERCATOR, las AES se desplazaron hasta las costas de Lambayeque durante la primera quincena de enero, disminuyendo su influencia durante la segunda quincena hasta Paita (Figura 33), generando allí mezcla con las aguas oceánicas por fuera de las 50 mn y sobre los 100 m según las observaciones (Figura 26). En los primeros diez días de febrero estas aguas se desplazaron al sur de su posición normal, alcanzando nuevamente las costas de Lambayeque, aunque con una mayor intensidad que en enero (Figura 33). De acuerdo con las observaciones *in situ*, en dicho período, las AES se presentaron dentro de las 100 mn frente Paita y sobre los 40 m, mientras que frente a Chicama habrían ocasionado mezcla con las ASS, reduciendo la salinidad en la capa superficial a comparación de fines de enero (Figuras 25, 26 y 34).

El pronóstico de salinidad, a 30 millas frente de la costa norte en el mar peruano (Paita), indica un incremento en el alcance vertical de las AES hasta los 50 m, esperándose continúe su presencia en la costa norte hasta el 20 de febrero. Asimismo, el pronóstico espacial frente de la costa norte y centro de Perú indica la presencia de las AES hasta los 8° S y su extensión oceánica durante los próximos días; asimismo, se espera la extensión hacia el sur de las ATS desde los 04°S a los 05°S por dentro de las primeras 50 millas (Figura 35).

Respecto al oxígeno disuelto (OD), en lo que va de febrero, en la sección Paita, se observaron concentraciones inferiores a 4,0 mL L⁻¹ por debajo de la capa de los 10 m, mientras que el límite superior de la Zona de Mínimo de Oxígeno (ZMO, OD <0,5 mL L⁻¹) se ubicó desde los 175 a 200 m de profundidad. Por otro lado, en la sección Chicama, se detectaron celdas de afloramiento reciente dentro de las 30 mn de la costa, con valores de OD inferiores a 4,0 mL L⁻¹ en la superficie del mar.

En cuanto a la ZMO, el límite superior ($OD < 0,5 \text{ mL L}^{-1}$) se ubicó a unos 200 m de profundidad en la zona oceánica y a menos de 30 m sobre la plataforma (Figura 25). La profundidad de la oxiclina, asociada a la iso-oxígena de 1 mL L^{-1} continuó presentando una posición promedio entre 20 y 60 m por encima de su climatología en ambas secciones, aunque tendiendo a normalizarse.

3.3. Productividad marina y condiciones biológico-pesqueras

La clorofila-a, indicadora de la producción de fitoplancton, de acuerdo con la información satelital, presentó en promedio para enero, concentraciones de 3 a $10 \mu\text{g L}^{-1}$ dentro de las 60 mn a lo largo de la costa, con los mayores valores entre Callao y Pisco ($\sim 20 \mu\text{g L}^{-1}$). Esto significó un ligero aumento respecto a diciembre 2024. Las anomalías fueron superiores a $+4 \mu\text{g L}^{-1}$ entre Paita y San Juan, mientras que al sur de San Juan se observaron anomalías de $-1 \mu\text{g L}^{-1}$ dentro de las 20 mn. En los primeros nueve días de febrero, predominaron concentraciones de $3 \mu\text{g L}^{-1}$ a lo largo de la costa, disminuyendo respecto a enero. La intensidad y cobertura de las anomalías positivas disminuyeron y aparecieron anomalías negativas en una franja costera frente al litoral central (Figuras 36 y 37). Esta disminución de la concentración de clorofila-a cerca de la costa estaría relacionada al menor afloramiento costero y transporte Ekman, aunado a una mayor cobertura nubosa muy cerca de la costa.

Respecto a los recursos pesqueros pelágicos, durante la segunda temporada de pesca de la anchoveta (noviembre 2024 a enero 2025), en la región norte-centro, el recurso presentó una distribución desde Pimentel hasta Bahía Independencia, dentro de las 70 mn de la costa. Las mayores capturas se registraron en los 8° S y dentro de las 30 mn de la costa (Figura 38). La estructura de tallas fue principalmente de adultos, entre 8,0 y 16,0 cm longitud total (LT), con moda en 13,0 cm LT.

La incidencia de juveniles fue de 19,4 % (en número) y 11,5 % (en peso). Al norte del Callao, las tallas menores a 12,0 cm tuvieron una incidencia menor al 20 %. Al sur del Chancay se registró mayor incidencia de tallas menores de 12,0 cm LT, superando el 40 %. En enero se observó una mayor variabilidad en la presencia de juveniles de anchoveta, por la mezcla con cardúmenes de adultos, ocasionada por el paso de la onda Kelvin cálida que arribó entre diciembre y enero, así como a procesos de reclutamiento (Figura 39). La actividad extractiva mostro buen desempeño durante la temporada de pesca, culminando con el 96,4 % del LMTCP establecido (2 510 000 t).

En la región sur, la anchoveta presentó una distribución desde Atico hasta Morro Sama, dentro de las 10 mn de la costa. Los desembarques diarios promedio fueron de 2 000 t y, en lo que va de febrero, se incrementaron a 2 800 t diarias (Figura 40). Los indicadores reproductivos de anchoveta del stock norte-centro mostraron en enero un incremento de los procesos de maduración gonadal y desove, acorde a lo esperado para esta época. El contenido graso mostró un ligero incremento alcanzando un nivel similar al patrón histórico, posiblemente asociado a una mayor oferta de alimento (Figura 41).

Respecto a las especies transzonales, la caballa (*Scomber japonicus*) y el jurel (*Trachurus murphyi*), se ubicaron principalmente en el sur del litoral dentro de las 30 mn de la costa. El bonito (*Sarda chiliensis chiliensis*), presentó una mayor cobertura espacial entre punta La Negra y Morro Sama dentro de las 70 mn. El perico (*Coryphaena hippurus*) continuó su acercamiento estacional hacia la costa y las áreas de pesca estuvieron localizadas dentro de las 150 mn, con zonas de mayor concentración frente a Callao e Ilo (Figura 42). Respecto a los procesos reproductivos, considerando la variación del IGS, la caballa continuó incrementando su actividad reproductiva y el jurel continúa presentando un declive de sus procesos de madurez gonadal y desove respecto al mes anterior. El bonito mostro la declinación de su periodo importante de reproducción, acorde a la tendencia de su patrón histórico (Figura 43).

En cuanto a los recursos demersales, del 01 de enero al 09 de febrero 2025, la actividad de la flota industrial arrastrera se desarrolló principalmente desde el extremo norte del litoral peruano hasta el norte de Punta La Negra. Los valores más altos de Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) se encontraron en dos zonas: i) el área comprendida entre el extremo norte del litoral peruano y los 4°S, y ii) el área comprendida entre los 4°30'S y los 6°S. En general, los valores de CPUE mantienen una tendencia ligeramente negativa desde setiembre 2024 hasta el 09 de febrero de 2025 (Figuras 44 y 45). En cuanto a la estructura de tallas, se observó el incremento en la presencia del grupo de ejemplares de menor tamaño (< 28 cm LT) al sur de los 4°S, con énfasis al sur de los 5°S (Figura 46).

Para los recursos invertebrados, se observó que el calamar gigante se encontró distribuido entre Punta La Negra hasta Pisco, desde 4 a 160 mn de la costa, registrando la mayor presencia en la zona norte, con mayor concentración entre Malabrigo y Salaverry (Figura 47). Así mismo se evidenció un incremento en los desembarques respecto al mes anterior (Figura 48). En cuanto a la estructura de tallas, se observó un incremento de la longitud del manto, de 34 cm en enero a 38 cm en febrero 2025, reflejando una tendencia positiva en el desarrollo del recurso (Figura 49).

3.4. Condiciones hidrológicas

Respecto a los ríos del Pacífico Norte, desde el 11 de febrero se presentaron caudales notoriamente sobre lo normal desde el río Tumbes hasta el río Moche, a excepción del río Chicama, donde el caudal se mantuvo por debajo de lo normal, y el río Santa que se encontró en condiciones normales. Los ríos del Pacífico central, se mantuvieron en condiciones normales a sobre lo normal, mientras que en los ríos del Pacífico sur predominaron condiciones normales. Para el mes de enero en los ríos del Titicaca predominaron caudales de normal a sobre lo normal; mientras que, en lo que va de febrero el comportamiento ha sido variado, tendiendo a disminuir en los últimos días. Esto contribuyó a que los niveles del lago Titicaca, se encuentren con valores muy similares al del año pasado, continuando con niveles más bajos históricos. En los ríos amazónicos, en el mes de enero, se observaron condiciones normales, mientras en lo que va de febrero en los ríos Amazonas, Napo, Marañón y Nanay, presentaron anomalías negativas. El río Ucayali continúa con condiciones normales. El río Marañón y sus afluentes, en la parte de sierra y selva alta, en el periodo de análisis se encontró en condiciones sobre lo normal. Los ríos de la cuenca del Huallaga, para el mes de enero, presentaron condiciones por debajo de lo normal, mientras que en lo que va de febrero, en la parte baja de la cuenca (San Martín y Loreto), las condiciones continúan deficientes. En la parte alta (Huánuco), se vienen presentando condiciones normales. Los ríos de la cuenca del Mantaro, Apurímac y Vilcanota, se encuentran en condiciones normales a sobre lo normal. Cabe mencionar que desde el 11 de febrero se vienen registrando avenidas en varios ríos del país, especialmente en los ríos de Tumbes, Chira, Piura, Motupe, Zaña, Acari, el Huallaga y Mapoche (Tabla 4).

Los principales embalses del país, al 11 de febrero se encuentran al 61,5 % de la capacidad hidráulica nacional. Todos los embalses del país vienen incrementando sus volúmenes almacenados y la gran mayoría tienen un comportamiento dentro de lo esperado (Tabla 5).

3.5. Condiciones agrometeorológicas

En el departamento de Piura, las plantaciones de mango se encuentran mayoritariamente en reposo vegetativo. Sin embargo, todavía se vienen reportado algunas plantaciones en fructificación, maduración y cosechas, propiciadas por las temperaturas diurnas entre normales a ligeramente cálidas; en tanto que, en las zonas productoras de mango de Lambayeque (Jayanca, Pasabar y Motupe), dichas condiciones térmicas vienen favoreciendo la continuidad de la fase de fructificación del mango Kent para exportación.

El inicio de la campaña 2024-2025, en el caso de cultivos transitorios como el arroz, maíz amarillo duro, entre otros en los valles de Piura y Lambayeque, se dio de manera retrasada debido a la escasa disponibilidad hídrica de sus reservorios. En la localidad de La Yarada (Tacna), las plantaciones de olivo se encuentran en plena fase de fructificación, favorecida por las temperaturas del aire de normales a ligeramente frías (Figura 50).

IV. PERSPECTIVAS

Según el pronóstico del C3S *multi-system*, se espera que, en la franja ecuatorial, se produzca un debilitamiento paulatino del gradiente de presión entre marzo y mayo y con ello, de la circulación de Walker. Entre tanto, las anomalías positivas de presión en el Pacífico tropical y subtropical oriental persistirían de marzo a julio, lo que sugiere un fortalecimiento del anticiclón del Pacífico Sur, aunque desplazado al suroeste (Figura 51).

Los pronósticos de los modelos climáticos del NMME (CFSv2, CanESM5, GEM5.2–NEMO, NASA–GEOS2S, GFDL_SPEAR, COLA–RSMAS–CCSM4, COLA–RSMAS–CESM1); con condiciones iniciales de febrero de 2025, para el Pacífico central (Niño 3.4); indican la categoría Fría Débil para marzo; mientras que entre abril y diciembre se esperan condiciones neutras. Es importante considerar que la fiabilidad de los modelos climáticos disminuye a partir de abril, debido a la barrera de predictibilidad (Duan & Wei, 2013), lo que incrementa la incertidumbre en los pronósticos estacionales. Esta limitación se reduce a partir de mayo o junio, cuando los modelos logran una mejor capacidad de proyección (Tabla 6). Para el Pacífico oriental (región Niño 1+2), el pronóstico del ICEN para los siguientes meses, obtenidos de los modelos de NMME, a pesar de mostrar anomalías negativas en dicha región, se ubican en el rango la categoría Neutra, por lo pronto, hasta finales del año (Tabla 7).

El modelo de IA del IGP, con condiciones iniciales de diciembre, indica que el índice E, relacionado a El Niño en la región oriental del Pacífico (Niño E), se mantendría en promedio con valores por debajo de lo normal y que recién alcanzaría los valores normales en la primavera de 2025. Por lo pronto, de acuerdo al modelo, no existe probabilidad de que en los próximos meses se desarrolle un evento Niño E fuerte. En lo que respecta al índice C, relacionado a El Niño en el Pacífico central (Niño C), muestra valores negativos que se extienden, por lo pronto, hasta fines de 2025 (Figura 52).

Según los datos de altimetría satelital obtenidos hasta la fecha, si bien se observan ondas de Kelvin, tanto cálida como fría, que arribarían en marzo, estas tendrían magnitudes débiles (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 (Figura 3 a). En lo que respecta a la profundidad de la termoclina, es probable que aún se observe la señal de ondas de Kelvin frías a lo largo de la costa peruana durante febrero e inicios de marzo las cuales se manifestarían principalmente por debajo de la superficie. Se observa una onda de Kelvin cálida débil en 120°W, la cual arribaría en lo que resta de febrero a inicios de marzo.

Los resultados de los modelos de ondas del IGP —forzado con el re-análisis de NCEP para el diagnóstico (hasta el 08 de febrero) y luego con vientos igual a cero para el pronóstico—indican que se espera el arribo de una onda de Kelvin fría en marzo y luego un paquete de ondas de Kelvin cálidas a partir de abril. Hay que tener en cuenta que estos modelos no simulan los procesos de dispersión modal relacionadas a la inclinación de la termoclina (Figuras 53 a 55); asimismo, hay que considerar que los vientos del re-análisis de NCEP (el forzante del modelo de ondas) no estaría simulando correctamente los vientos del oeste observados en la zona oriental en las últimas semanas (ver Figura 3 a).

La simulación del modelo de ondas aplicado por el IMARPE, forzada con anomalías del esfuerzo zonal de los vientos hasta el 08 febrero 2025 y pronosticada con condiciones climatológicas de esfuerzo zonal de los vientos, indica el arribo de la onda de Kelvin cálida débil al extremo oriental del Pacífico (modo 1) en la primera semana de febrero, la cual luego debe proyectarse a lo largo de la costa sudamericana. Entre febrero y marzo, se espera la llegada de una onda Kelvin fría (modo1) debido a las anomalías de vientos del este en enero en el Pacífico ecuatorial central; asimismo, la persistencia de estas mismas anomalías habría generado otra onda de Kelvin fría (modo 2) que llegaría al extremo del Pacífico ecuatorial oriental en abril. Por otro lado, una onda de Kelvin cálida (modo 1), que se generó por la reflexión de una onda Rossby cálida en enero y habría sido reforzada por las anomalías de vientos del oeste en el Pacífico ecuatorial occidental, arribaría al extremo del Pacífico ecuatorial oriental entre marzo y abril del 2025 (Figura 56).

Según el análisis experto de la Comisión Multisectorial del ENFEN, basado en datos observados y los pronósticos de modelos climáticos internacionales disponibles hasta la fecha, en la región del Pacífico central es más probable la condición neutra desde marzo hasta setiembre de 2025 (Tabla 8 y Figura 57). Para la región Niño 1+2, es más probable que continúe la condición neutra hasta septiembre de 2025. Sin embargo, no se descarta el desarrollo de un escenario cálido de corta duración entre febrero y marzo de 2025, asociado al posible reforzamiento de las anomalías de vientos del oeste en la región oriental del Pacífico y como consecuencia de la continuación de la fase divergente de la MJO (Figura 6).

Tales anomalías de la circulación atmosférica podrían fortalecer la advección de aguas cálidas del oeste hacia la costa norte, así como reforzar o generar ondas de Kelvin cálidas en la región y debilitar a la onda de Kelvin fría (Tabla 9 y Figura 57).

Respecto a las lluvias, el pronóstico estacional para febrero-abril de 2025 indica que, en la sierra noroccidental y la costa norte, es más probable que se presenten entre normales e inferiores a lo normal, mientras que, en el resto de la región andina, es más probable que estén dentro del rango normal a superior; no obstante, no se descartan eventos localizados de lluvias de moderada a fuerte intensidad principalmente en la vertiente occidental³.

Según el pronóstico hidrológico⁴, se prevé que, en la zona norte de la Región Hidrográfica del Pacífico, los caudales de los ríos fluctúen en el rango debajo de lo normal a sobre lo normal; particularmente, el río Tumbes presentaría caudales sobre lo normal en febrero. En cuanto a las zonas centro y sur, se esperan caudales normales a sobre lo normal. En la Región Hidrográfica del Titicaca, predominarían caudales normales. Adicionalmente, no se descartan crecidas repentinas en los ríos de la costa.

En cuanto a los recursos pesqueros, para las próximas semanas, se espera que la anchoveta de la región sur mantenga su disponibilidad a la flota de cerco. En el caso de las especies transzonales, se prevé que continúen disponibles el jurel, caballa y bonito, de acuerdo con su estacionalidad. En cuanto a la merluza, se prevé que continúe la baja disponibilidad para la pesquería industrial, principalmente al sur de los 4°S, tal como observó en enero, con el predominio de ejemplares menores de 28 cm.

³ <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02262SENA-56.pdf>

⁴ <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02694SENA-54.pdf>

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La Comisión Multisectorial del ENFEN, en base al análisis de las condiciones oceánicas y atmosféricas observadas hasta la fecha, así como de los pronósticos, mantiene el estado del “sistema de alerta ante El Niño Costero y La Niña Costera” en "No Activo" en la región Niño 1+2, que abarca la zona norte y centro del mar peruano, debido a que es más probable que, en promedio, continúe la condición neutra⁴ hasta septiembre de 2025. Sin embargo, cabe indicar que no se descarta el desarrollo de un escenario cálido de corta duración entre febrero y marzo de 2025.

Por otro lado, en el Pacífico central (región Niño 3.4) es más probable la condición neutra desde marzo hasta septiembre de 2025, por lo pronto⁵. Sin embargo, es importante considerar que la fiabilidad de los modelos climáticos disminuye a partir de abril, debido a la barrera de predictibilidad, lo que incrementa la incertidumbre en los pronósticos estacionales. Esta limitación se reduce a partir de mayo o junio, cuando los modelos logran una mejor capacidad de proyección.

Se recomienda a los tomadores de decisiones y a la población en general tener en cuenta los escenarios de riesgo basados tanto en los avisos meteorológicos⁶ y pronósticos estacionales⁷. Esto con la finalidad de que se adopten las medidas que correspondan para la preparación y reducción del riesgo de desastres, frente a los cambios súbitos de las condiciones oceánicas-atmosféricas que podrían afectar a la costa y vertiente occidental del territorio nacional.

La Comisión Multisectorial del ENFEN continuará monitoreando la evolución de las condiciones oceánicas y atmosféricas y actualizando las perspectivas. El ENFEN emitirá su próximo comunicado oficial ordinario el viernes 14 de marzo de 2025. De darse cambios relevantes en condiciones océano-atmosféricas, el ENFEN emitirá un comunicado extraordinario antes de dicha fecha.

⁴ Las condiciones mensuales se establecen en base al valor del ICEN. En el caso de la condición neutra, esta corresponde cuando el valor del ICEN es mayor o igual que -0.7 y menor o igual que +0.5 (Nota Técnica ENFEN 01-2024; <https://enfen.imarpe.gob.pe/download/nota-tecnica-enfen-01-2024-definicion-operacional-de-los-eventos-el-nino-costero-y-la-nina-costera-en-el-peru/>). Para el caso del Pacífico central, la condición neutra se considera cuando el valor del ONI es mayor que -0.5 y menor que +0.5 (https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php).

⁵ De acuerdo con la NOAA, los eventos La Niña son identificados si el valor del ONI (es decir la media móvil trimestral de las anomalías de la temperatura superficial del mar en la región Niño 3.4; Figura 1) se encuentra por debajo de -0.5 °C durante al menos cinco meses consecutivos (https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php).

⁶ <https://www.senamhi.gob.pe/?p=aviso-meteorologico>

⁷ <https://www.senamhi.gob.pe/?p=pronostico-climatico>

VI. TABLAS Y FIGURAS

6.1. Tablas

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

| TSM-ATSM Mensual 2024-2025 (ERSSTv5) | | | | |
|--------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| R. Niño | Niño 1+2 | Niño 3 | Niño 3.4 | Niño 4 |
| Ago. | 20.58 -0.42 | 24.83 -0.29 | 26.73 -0.12 | 29.19 0.41 |
| Set. | 19.98 -0.75 | 24.71 -0.20 | 26.45 -0.26 | 28.91 0.15 |
| Oct. | 20.70 -0.32 | 24.82 -0.16 | 26.44 -0.27 | 28.88 0.12 |
| Nov. | 21.71 0.06 | 24.94 -0.16 | 26.45 -0.25 | 28.82 0.12 |
| Dic. | 22.78 -0.03 | 24.83 -0.39 | 26.00 -0.60 | 28.26 -0.28 |
| Ene 2025 | 24.22 -0.35 | 25.30 -0.36 | 25.78 -0.77 | 27.76 -0.56 |

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

| TSM – ATSM Semanal 2025 (OISST.v2) | | |
|------------------------------------|-----------|-----------|
| R. Niño | Niño 1+2 | Niño 3.4 |
| 08-Ene-25 | 24.3 0.3 | 25.7 -0.7 |
| 15-Ene-25 | 24.3 -0.1 | 25.9 -0.6 |
| 22-Ene-25 | 24.5 -0.4 | 25.6 -0.9 |
| 29-Ene-25 | 24.7 -0.6 | 25.7 -0.8 |
| 05-Feb-25 | 25.7 0.1 | 25.9 -0.6 |

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

| Valores del índice Costero El Niño | | | ONI | |
|------------------------------------|---------|-----------------|--------|-----------------|
| Mes | ICEN | Categoría | ONI | Categoría |
| ene-24 | 1.35 | Cálida Moderada | 1.80 | Cálida Fuerte |
| feb-24 | 0.88 | Cálida Débil | 1.50 | Cálida Fuerte |
| mar-24 | 0.38 | Neutro | 1.15 | Cálida Moderada |
| abr-24 | -0.38 | Neutro | 0.75 | Cálida Débil |
| may-24 | -0.78 | Fría Débil | 0.39 | Neutro |
| jun-24 | -0.97 | Fría Débil | 0.17 | Neutro |
| jul-24 | -0.72 | Fría Débil | 0.05 | Neutro |
| ago-24 | -0.65 | Neutro | -0.11 | Neutro |
| set-24 | -0.50 | Neutro | -0.22 | Neutro |
| oct-24 | -0.35 | Neutro | -0.24 | Neutro |
| nov-24 | -0.10 | Neutro | -0.36 | Neutro |
| dic-24 | -0.11 | Neutro | -0.53 | Fría Débil |
| Mes | ICENtmp | Mes | ONItmp | Mes |
| ene-25 | -0.21 | Neutro | -0.65 | Fría débil |

Fuente: IGP

Tabla 4. Caudales de los principales ríos del país al 10 de febrero del 2025.

| Zona | Ríos | Pentadarios (m3/s) | | | | | | Promedio (m3/s) | Anomalia (%) | Condición | Pentadarios (m3/s) | | Promedio (m3/s) | Anomalia (%) | Condición |
|-----------------|----------------------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------------|------------------------------------|--|--------------------|--------|-----------------|------------------------------------|--|
| | | Enero 2025 | | | | | | | | | Febrero 2025 | | | | |
| Pacífico Norte | Tumbes Cabo Inga | 121.81 | 136.51 | 225.44 | 199.86 | 131.70 | 82.94 | 149.71 | 109.52 | Significativamente sobre lo normal | 86.55 | 125.36 | 105.96 | 4.30 | Normal |
| | Tumbes El Tigre | 119.78 | 136.54 | 215.27 | 206.20 | 128.53 | 78.08 | 147.40 | 161.88 | Significativamente sobre lo normal | 79.96 | 122.35 | 101.16 | -5.80 | Normal |
| | Chira (Ardilla) | 217.42 | 124.55 | 144.02 | 123.31 | 70.58 | 75.98 | 125.98 | 93.46 | Significativamente sobre lo normal | 62.13 | 95.12 | 78.63 | 1.48 | Normal |
| | Chira (Puente Suallana) | 2.32 | 3.21 | 30.48 | 57.58 | 38.06 | 8.26 | 23.32 | 118.60 | Significativamente sobre lo normal | 5.50 | 5.00 | 5.25 | -62.15 | Significativamente por debajo de lo normal |
| | Chira (río Quiroz) | 87.61 | 51.67 | 47.61 | 34.21 | 18.45 | 30.99 | 45.09 | 113.63 | Significativamente sobre lo normal | 29.13 | 55.80 | 42.46 | 80.97 | Significativamente sobre lo normal |
| | El Ciruelo | 163.42 | 130.37 | 126.62 | 109.39 | 66.70 | 60.63 | 109.52 | 74.41 | Significativamente sobre lo normal | 54.12 | 74.74 | 64.43 | -35.14 | Ligeramente por debajo de lo normal |
| | Puente Internacional | 80.84 | 79.13 | 77.97 | 50.52 | 22.97 | 22.09 | 55.59 | 185.74 | Significativamente sobre lo normal | 21.75 | 31.14 | 26.44 | -25.63 | Ligeramente por debajo de lo normal |
| | Piura (Shanhez Cerro) | 1.12 | 0.00 | 1.47 | 3.71 | 0.00 | 0.00 | 1.05 | 100.00 | Significativamente sobre lo normal | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -100.00 | Significativamente por debajo de lo normal |
| | Piura (Puente Nacara) | 9.36 | 17.17 | 10.24 | 7.73 | 3.77 | 2.82 | 8.52 | 180.44 | Significativamente sobre lo normal | 1.61 | 4.30 | 2.96 | -79.22 | Significativamente por debajo de lo normal |
| | Bijote | 11.14 | 8.71 | 5.24 | 6.22 | 2.06 | 0.80 | 5.69 | 278.23 | Significativamente sobre lo normal | 2.33 | 7.92 | 5.12 | 56.75 | Significativamente sobre lo normal |
| | Motupe (Marripon) | 2.52 | 1.37 | 1.24 | 1.10 | 0.84 | 0.87 | 1.32 | 47.38 | Ligeramente sobre lo normal | 1.16 | 1.22 | -2.58 | 167.82 | Significativamente sobre lo normal |
| | La Leche_Puchaca | 17.10 | 11.70 | 8.73 | 5.35 | 2.64 | 10.38 | 9.32 | 119.20 | Significativamente sobre lo normal | 5.93 | 10.50 | 8.21 | 17.72 | Significativamente sobre lo normal |
| | Chancay Lambayeque | 98.89 | 79.19 | 58.61 | 40.66 | 25.19 | 31.05 | 55.60 | 109.10 | Significativamente sobre lo normal | 51.90 | 154.68 | 103.29 | 112.59 | Significativamente sobre lo normal |
| | Batan_Zaña | 12.78 | 9.37 | 5.35 | 4.40 | 3.33 | 6.51 | 6.96 | 41.34 | Ligeramente sobre lo normal | 7.84 | 17.84 | 12.84 | 83.72 | Significativamente sobre lo normal |
| | Jequetepeque | 87.21 | 75.42 | 52.79 | 43.00 | 29.50 | 24.06 | 51.99 | 150.09 | Significativamente sobre lo normal | 37.06 | 60.57 | 48.82 | 46.64 | Ligeramente sobre lo normal |
| | Chicama (Salinar) | 22.18 | 10.96 | 3.98 | 2.37 | 0.72 | 0.62 | 6.80 | -67.06 | Significativamente por debajo de lo normal | | | | | |
| | Chicama (Tambo) | 40.56 | 22.45 | 19.62 | 16.93 | 12.65 | 13.73 | 20.99 | 48.21 | Ligeramente sobre lo normal | 19.97 | 37.08 | 28.53 | 22.93 | Significativamente sobre lo normal |
| | Moche | 15.03 | 13.87 | 13.29 | 2.80 | 1.18 | 5.38 | 8.59 | 150.37 | Significativamente sobre lo normal | 9.73 | | 9.73 | 15.63 | Significativamente sobre lo normal |
| | Santa | 214.80 | 200.68 | 161.90 | 142.44 | 128.96 | 142.75 | 165.25 | -5.50 | Normal | 166.72 | 217.09 | 191.90 | -15.39 | Ligeramente por debajo de lo normal |
| Pacífico Centro | Pativilca | 75.72 | 75.21 | 57.53 | 42.53 | 53.31 | 51.86 | 59.36 | 12.42 | Normal | 80.47 | 106.51 | 93.49 | 34.46 | Ligeramente sobre lo normal |
| | Huaura | 46.18 | 40.19 | 25.79 | 18.08 | 18.66 | 22.65 | 28.59 | 23.24 | Ligeramente sobre lo normal | 33.40 | 48.31 | 40.85 | 14.20 | Normal |
| | Huaral | 11.78 | 7.57 | 4.50 | 3.64 | 4.17 | 4.48 | 6.02 | 50.53 | Significativamente sobre lo normal | 7.02 | 10.07 | 8.55 | 63.41 | Significativamente sobre lo normal |
| | Chillon (Obrajillo) | 17.75 | 12.17 | 7.87 | 4.75 | 5.16 | 5.74 | 8.91 | 4.28 | Normal | 9.87 | 8.90 | 9.39 | 1.65 | Normal |
| | Chillon (Puente Magdalena) | 92.75 | 72.13 | 49.49 | 25.77 | 29.84 | 62.46 | 55.41 | 11.50 | Normal | 63.72 | 73.00 | 68.36 | 30.65 | Ligeramente sobre lo normal |
| | Rímac | 69.75 | 52.07 | 39.26 | 29.70 | 29.77 | 36.86 | 42.90 | 27.28 | Ligeramente sobre lo normal | 51.24 | 49.99 | 50.62 | 14.68 | Normal |
| | Lurin | 13.77 | 9.20 | 4.55 | 2.50 | 3.78 | 8.99 | 7.13 | -7.76 | Normal | 9.87 | 11.97 | 10.92 | 0.66 | Normal |
| | Maía | 58.45 | 31.01 | 23.84 | 13.86 | 19.42 | 36.72 | 30.55 | 69.14 | Significativamente sobre lo normal | 38.75 | 38.98 | 38.86 | 27.98 | Ligeramente sobre lo normal |
| | Cañete | 102.89 | 64.91 | 56.81 | 39.28 | 50.40 | 69.87 | 64.03 | -0.24 | Normal | 73.15 | 69.71 | 71.43 | -28.42 | Ligeramente por debajo de lo normal |
| | San Juan_Conta | 19.03 | 16.04 | 15.47 | 7.94 | 16.15 | 23.01 | 16.28 | 97.78 | Significativamente sobre lo normal | 22.60 | 18.98 | 20.79 | 30.88 | Ligeramente sobre lo normal |
| Pisco | 56.81 | 22.11 | 17.91 | 10.09 | 34.87 | 65.27 | 34.51 | 63.20 | Significativamente sobre lo normal | 103.25 | 46.51 | 74.88 | 106.58 | Significativamente sobre lo normal | |
| Pacífico Sur | Ica | 22.4936 | 7.65 | 4.08 | 0.42 | 6.05 | 37.27 | 12.99 | 31.15 | Ligeramente sobre lo normal | 44.3434 | | 44.34 | 356.29 | Significativamente sobre lo normal |
| | Acari | 24.62 | 13.47 | 4.67 | 2.00 | 3.06 | 47.02 | 15.81 | -64.44 | Significativamente por debajo de lo normal | 84.50 | 56.07 | 70.28 | 17.84 | Ligeramente sobre lo normal |
| | Yauca | 0.59 | 0.43 | 0.35 | 0.15 | 0.10 | 0.63 | 0.37 | -94.93 | Significativamente por debajo de lo normal | 0.60 | 1.07 | 0.84 | -93.76 | Significativamente por debajo de lo normal |
| | Ocoña | 158.28 | 116.05 | 77.74 | 52.38 | 82.79 | 258.20 | 124.24 | 4.43 | Normal | 329.82 | 278.98 | 304.40 | 26.04 | Ligeramente sobre lo normal |
| | Camana | 50.70 | 54.36 | 43.08 | | | 122.42 | 67.64 | -21.09 | Ligeramente por debajo de lo normal | 113.87 | 89.22 | 101.54 | -9.93 | Normal |
| | Pte.El diablo_Chili | 9.40 | 9.18 | 8.53 | 9.71 | 9.53 | 9.90 | 9.38 | -9.09 | Normal | 14.59 | 13.54 | 14.07 | 21.58 | Normal |
| | Tambo La Pascana | 8.59 | 16.39 | 12.25 | 7.90 | 95.99 | 107.08 | 41.37 | 24.54 | Ligeramente sobre lo normal | 62.69 | 40.21 | 51.45 | -6.56 | Normal |
| | Tumilaca | 0.90 | 1.04 | 0.96 | 0.88 | 1.24 | 1.23 | 1.04 | -15.98 | Ligeramente por debajo de lo normal | 1.07 | | 1.07 | -21.79 | Ligeramente por debajo de lo normal |
| | Locumba | 2.79 | 2.80 | 2.81 | 2.81 | 2.72 | 2.80 | 2.79 | 9.25 | Normal | 2.78 | 3.72 | 3.25 | 14.27 | Normal |
| | Sama | 1.86 | 2.76 | 1.91 | 1.80 | 4.75 | 5.23 | 3.05 | 14.13 | Normal | 3.70 | 3.42 | 3.56 | 22.45 | Normal |
| Caplina | 0.54 | 0.63 | 0.59 | 0.60 | 2.00 | 1.86 | 1.04 | 83.53 | Normal | | | | | | |

| Zona | Ríos | Pentadiarios (m3/s) | | | | | Promedio (m3/s) | Anomalía (%) | Condición | Pentadiarios (m3/s) | | Promedio (m3/s) | Anomalía (%) | Condición | |
|--------------------|--------------------------|---------------------|----------|----------|----------|----------|-----------------|--------------|-----------|-------------------------------------|----------|-----------------|--------------|-----------|--|
| | | Enero 2025 | | | | | | | | Febrero 2025 | | | | | |
| Ríos Amazónicos | Amazonas (Tanshiyacu) | 32268.01 | 33128.12 | 33411.76 | 31544.52 | 28131.25 | 26346.16 | 30804.97 | -7.17 | Normal | 26540.20 | 27545.62 | 27042.91 | -20.36 | Ligeramente por debajo de lo normal |
| | Napo (Cotas) | 354.68 | 441.31 | 351.62 | 346.12 | 340.78 | 425.82 | 376.72 | -26.31 | Ligeramente por debajo de lo normal | 342.70 | 172.03 | 257.37 | -58.57 | Significativamente por debajo de lo normal |
| | Nanay (Cotas) | 126.17 | 125.82 | 125.59 | 124.85 | 123.86 | 122.81 | 124.85 | -14.26 | Normal | 124.66 | 125.70 | 125.18 | 15.63 | Ligeramente sobre lo normal |
| | Marañón (San Regis) | 21872.65 | 23042.20 | 23300.47 | 20859.72 | 17699.21 | 16298.04 | 20512.05 | 4.51 | Normal | 17175.67 | 18411.46 | 17793.57 | -10.24 | Normal |
| | Marañón (San Lorenzo) | 129.33 | 129.67 | 128.79 | 127.88 | 127.77 | 127.66 | 128.52 | -5.05 | Normal | 127.57 | 127.73 | 127.65 | -26.06 | Ligeramente por debajo de lo normal |
| | Ucayali_ ANA (msnm) | 144.30 | 144.55 | 145.74 | 145.59 | 145.33 | 145.21 | 145.12 | -2.96 | Normal | 145.31 | 145.68 | 145.50 | -3.25 | Normal |
| | Ucayali_ SENAMHI (msnm) | 144.73 | 144.81 | 146.09 | 145.71 | 145.03 | 145.36 | 145.29 | -1.56 | Normal | 145.71 | 146.13 | 145.92 | 0.11 | Normal |
| | Contamana (msnm) | 129.95 | 129.88 | 131.28 | 131.45 | 131.44 | 131.32 | 130.89 | 7.86 | Normal | 131.19 | 131.36 | 131.27 | 4.63 | Normal |
| | Requena (msnm) | 129.04 | 128.45 | 127.91 | 128.02 | 128.00 | 127.89 | 128.22 | 23.02 | Ligeramente sobre lo normal | 127.83 | 127.86 | 127.84 | 7.76 | Normal |
| | Madre de Dios | 4235.55 | 10846.82 | 12526.26 | 9469.67 | 7625.10 | 6665.68 | 8561.51 | 4.46 | Normal | 7302.53 | 7487.16 | 7394.85 | -19.40 | Ligeramente por debajo de lo normal |
| Marañón | Marañón (Corral Quemado) | 1319.12 | 1649.23 | 1037.36 | 891.63 | 777.84 | 913.49 | 1098.11 | 23.70 | Ligeramente sobre lo normal | 1012.59 | 1449.20 | 1230.89 | 20.92 | Ligeramente sobre lo normal |
| | Marañón (Balsas) | 594.44 | 722.87 | 520.40 | 450.09 | 452.84 | 449.12 | 531.63 | 8.23 | Normal | 492.22 | 688.99 | 590.61 | 3.37 | Normal |
| | Llaucano Orellano | 196.28 | 164.96 | 123.44 | 105.03 | 60.82 | 54.88 | 117.57 | 141.80 | Significativamente sobre lo normal | 107.09 | 83.63 | 95.36 | 59.60 | Significativamente sobre lo normal |
| | Chunchuca | 43.86 | 41.81 | 28.40 | 16.69 | 20.24 | 18.45 | 28.24 | 18.07 | Ligeramente sobre lo normal | | | #DIV/0! | | Significativamente sobre lo normal |
| | Crisnejas | 182.61 | 113.04 | 81.42 | 55.83 | 29.45 | 14.88 | 79.54 | 88.73 | Significativamente sobre lo normal | 46.33 | 77.58 | 61.96 | 30.44 | Ligeramente sobre lo normal |
| | Crisnejas (Jesus Tunel) | 30.69 | 30.03 | 22.63 | 14.10 | 10.10 | 7.56 | 19.19 | 79.76 | Significativamente sobre lo normal | 15.08 | 19.55 | 17.32 | 54.50 | Significativamente sobre lo normal |
| | Masgom | 7.68 | 5.58 | 3.54 | 2.56 | 1.90 | 1.57 | 3.80 | 158.84 | Significativamente sobre lo normal | 3.89 | 4.25 | 4.07 | 93.10 | Significativamente sobre lo normal |
| | Namora | 26.59 | 26.71 | 18.98 | 13.85 | 6.75 | 4.35 | 16.20 | 200.96 | Significativamente sobre lo normal | 6.94 | 9.10 | 8.02 | 57.99 | Significativamente sobre lo normal |
| | Grande | | | 1.76 | 1.50 | | | 1.63 | 8.22 | Normal | 0.99 | | | 16.82 | Ligeramente sobre lo normal |
| Huallaga | Huallaga (Picota) | 2832.25 | 3053.38 | 3166.11 | 2310.23 | 2566.07 | 2876.19 | 2800.70 | -31.85 | Ligeramente por debajo de lo normal | 2933.34 | 3304.59 | 3118.97 | -18.73 | Ligeramente por debajo de lo normal |
| | Shanayo | 438.72 | 376.48 | 262.25 | 214.55 | 207.17 | 307.44 | 301.10 | -35.33 | Ligeramente por debajo de lo normal | 278.40 | 326.97 | 302.69 | -31.31 | Ligeramente por debajo de lo normal |
| | Cumbaza | 4.81 | 1.63 | 3.70 | 2.77 | 0.88 | 1.03 | 2.47 | -36.53 | Ligeramente por debajo de lo normal | 0.81 | 5.07 | 2.94 | -37.32 | Ligeramente por debajo de lo normal |
| | Rio Sisa | 26.87 | 12.33 | 9.37 | 7.73 | 5.53 | 18.89 | 13.45 | 5.02 | Normal | 11.67 | 10.50 | 11.08 | -54.79 | Significativamente por debajo de lo normal |
| | Huallaga (Huallabamba) | 1167.70 | 1177.68 | 1027.17 | 735.72 | 839.19 | 1347.21 | 1049.11 | 16.26 | Ligeramente sobre lo normal | 1168.41 | 1445.43 | 1306.92 | 58.73 | Significativamente sobre lo normal |
| | Huallaga (Tocache) | 1233.11 | 1689.94 | 1525.05 | 1132.63 | 1474.59 | 1247.85 | 1383.86 | -31.78 | Ligeramente por debajo de lo normal | 1525.68 | 1512.21 | 1518.94 | -12.56 | Normal |
| | Huallaga (Tingo Maria) | 649.25 | 664.08 | 586.31 | 472.64 | 663.71 | 632.31 | 611.38 | -18.60 | Ligeramente por debajo de lo normal | 698.69 | 675.28 | 686.98 | -0.01 | Normal |
| | Huallaga (taruca) | 140.28 | 138.94 | 105.89 | 72.45 | 137.98 | 115.33 | 118.48 | -15.97 | Ligeramente por debajo de lo normal | 148.62 | 165.14 | 156.88 | 15.53 | Ligeramente sobre lo normal |
| Mantaro | Pongor | 557.84 | 549.78 | 487.60 | 296.06 | 530.53 | 481.69 | 483.91 | 53.91 | Significativamente sobre lo normal | 567.96 | 452.15 | 510.05 | 4.26 | Normal |
| | La Mejorada | 382.08 | 328.82 | 297.93 | 201.93 | 328.51 | 270.60 | 301.65 | 45.88 | Significativamente sobre lo normal | 348.94 | 314.55 | 331.74 | 9.70 | Normal |
| | Stuart | 160.89 | 115.80 | 92.64 | 70.84 | 97.59 | 81.94 | 103.28 | 34.56 | Significativamente sobre lo normal | 99.85 | 118.48 | 109.17 | 4.46 | Normal |
| | Chulec | 143.48 | 93.24 | 77.54 | 66.78 | 90.37 | 74.82 | 91.04 | 80.78 | Significativamente sobre lo normal | 97.02 | 113.53 | 105.27 | 47.40 | Ligeramente sobre lo normal |
| | Rio Pallanga | 4.31 | 5.04 | 3.96 | 2.83 | 2.38 | | 3.70 | 71.22 | Significativamente sobre lo normal | 4.85 | 6.47 | 5.66 | -3.04 | Normal |
| Apurimac | Antabamba | 111.76 | 76.69 | 38.76 | 20.40 | 116.08 | 328.83 | 115.42 | 18.20 | Significativamente sobre lo normal | 249.54 | 290.78 | 270.16 | 54.73 | Significativamente sobre lo normal |
| Urubamba Vilcanota | Estación Egemsa Km 105 | 105.74 | 276.27 | 320.91 | 211.97 | 339.04 | 291.11 | 257.50 | 15.73 | Ligeramente sobre lo normal | 332.48 | 221.39 | 276.93 | 0.22 | Normal |
| | | 40.90 | 70.63 | 99.27 | 65.53 | 81.31 | 78.81 | 72.74 | 9.96 | Normal | 55.86 | 59.00 | 57.43 | -41.42 | Ligeramente por debajo de lo normal |
| | Pisac | 85.74 | 209.43 | 221.07 | 166.16 | 229.65 | 206.64 | 186.45 | 18.42 | Ligeramente sobre lo normal | 231.01 | 149.30 | 190.16 | 26.76 | Ligeramente sobre lo normal |
| Titicacaca | Huancane | 4.42 | 34.93 | 61.03 | 18.64 | 23.64 | 38.26 | 30.15 | 9.62 | Normal | 46.69 | 24.80 | 35.75 | -10.40 | Normal |
| | Ramis | 13.90 | 65.80 | 212.91 | 84.49 | 154.26 | 218.68 | 125.01 | -3.88 | Normal | 275.40 | 158.85 | 217.13 | 27.17 | Ligeramente sobre lo normal |
| | Coata | 12.82 | 46.60 | 59.30 | 28.81 | 130.57 | 128.19 | 67.72 | 3.18 | Normal | 131.84 | 48.73 | 90.28 | -22.13 | Ligeramente por debajo de lo normal |
| | Ilave | 4.91 | 99.50 | 81.02 | 14.20 | 69.26 | 70.05 | 56.49 | 76.77 | Significativamente sobre lo normal | 59.18 | 36.86 | 48.02 | 30.31 | Ligeramente sobre lo normal |
| | Lampa | 1.848 | 11.324 | 18.086 | 9.578 | 38.692 | 42.71833 | 20.37 | -15.73 | Ligeramente por debajo de lo normal | 46.36 | 12.6375 | 29.50 | -34.01 | Ligeramente por debajo de lo normal |
| | Cabanillas | 11.896 | 38.63 | 42.344 | 18.62 | 93.038 | 76.87333 | 46.90 | 41.43 | Ligeramente sobre lo normal | 72.718 | 27.5475 | 50.13 | 7.31 | Normal |

Fuente: SENAMHI, Juntas de Usuarios y Proyectos Especiales

Elaborado: ANA

Tabla 5. Estado situacional de los reservorios al 11 de febrero del 2025.

| Zona | Reservorio | Fecha Reporte | Departamento de Influencia | Capacidad Hidráulica (hm ³) | | Capacidad Hidráulica Almacenada (%) |
|--------------------|---------------------|---------------|----------------------------|---|------------|-------------------------------------|
| | | | | Útil | Almacenada | |
| Costa - Norte | Poechos | 11-Feb | Piura | 445.5 | 240.4 | 54.0 |
| | San Lorenzo | 11-Feb | Piura | 195.6 | 86.4 | 44.2 |
| | Tinajones | 11-Feb | Lambayeque | 331.6 | 153.6 | 46.3 |
| | Gallito Ciego | 11-Feb | La Libertad | 366.1 | 161.9 | 44.2 |
| | SUB TOTAL | | | 1338.7 | 642.3 | 48.0 |
| Costa - Centro | Viconga | 11-Feb | Lima | 30.0 | 11.6 | 38.7 |
| | Sistema Rímac | 11-Feb | Lima, Junín | 282.4 | 218.3 | 77.3 |
| | Choclococha | 11-Feb | Ica | 131.1 | 77.3 | 59.0 |
| | Ccaracocha | 11-Feb | Ica | 40.0 | 20.6 | 51.5 |
| | SUB TOTAL | | | 483.5 | 327.8 | 67.8 |
| Costa - Sur | Condorama | 11-Feb | Arequipa | 259.0 | 124.3 | 48.0 |
| | El Pañe | 11-Feb | Arequipa | 99.6 | 83.8 | 84.1 |
| | Dique Los Españoles | 11-Feb | Arequipa | 9.1 | 7.4 | 81.4 |
| | Pillones | 11-Feb | Arequipa | 78.5 | 61.9 | 78.9 |
| | El Frayle | 11-Feb | Arequipa | 127.2 | 93.2 | 73.2 |
| | Aguada Blanca | 11-Feb | Arequipa | 30.4 | 14.2 | 46.7 |
| | Chalhuanca | 11-Feb | Arequipa | 25.0 | 12.8 | 51.2 |
| | Bamputañe | 11-Feb | Arequipa | 40.0 | 15.1 | 37.8 |
| | Pasto Grande | 11-Feb | Moquegua | 200.0 | 129.7 | 64.9 |
| | Paucarani | 11-Feb | Tacna | 10.5 | 6.0 | 57.1 |
| | Laguna Aricota | 11-Feb | Tacna | 280.0 | 203.3 | 72.6 |
| | Jarumas | 11-Feb | Tacna | 13.0 | 12.9 | 99.2 |
| SUB TOTAL | | | 1172.4 | 764.6 | 65.2 | |
| Sierra - Centro | Cuchoquesera | 11-Feb | Ayacucho | 80.0 | 64.3 | 80.4 |
| | Lago Junín | 11-Feb | Junín | 314.7 | 185.7 | 59.0 |
| | SUB TOTAL | | | 394.7 | 250.0 | 63.3 |
| Sierra - Sur | Lagunillas | 11-Feb | Puno | 585.1 | 443.0 | 75.7 |
| | Sibinacocha | 11-Feb | Cusco | 110.0 | 82.30 | 74.8 |
| | SUB TOTAL | | | 695.1 | 525.3 | 75.6 |
| Situación Nacional | | | | 4,084.4 | 2,510.0 | 61.5 |

Fuente: Proyectos Especiales y operadores hidráulicos
Elaborado: ANA

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

| Modelo | FMA | MAM | AMJ | MJJ | JJA | JAS | ASO | SON | OND | NDE |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| CFS2 | -0.42 | -0.22 | -0.12 | -0.06 | 0.06 | 0.19 | 0.31 | 0.41 | ----- | ----- |
| CanESM5 | -0.33 | -0.19 | -0.16 | -0.07 | 0.00 | 0.04 | 0.04 | 0.05 | 0.10 | 0.22 |
| GEM5_NEMO | -0.45 | -0.37 | -0.40 | -0.35 | -0.25 | -0.17 | -0.14 | -0.10 | -0.08 | -0.05 |
| NASA | -0.86 | -0.72 | -0.53 | -0.36 | -0.25 | -0.24 | -0.26 | ----- | ----- | ----- |
| GFDL_SPEARE | 0.01 | 0.19 | 0.21 | 0.19 | 0.09 | -0.06 | -0.23 | -0.35 | -0.43 | -0.38 |
| COLA-CCSM4 | -0.84 | -0.64 | -0.50 | -0.42 | -0.46 | -0.53 | -0.59 | -0.65 | -0.67 | -0.54 |
| COLA_CESM | -0.87 | -0.65 | -0.45 | -0.35 | -0.35 | -0.38 | -0.41 | -0.37 | -0.31 | -0.16 |
| Promedio | | | | | | | | | | |
| NMME | -0.54 | -0.37 | -0.28 | -0.20 | -0.17 | -0.16 | -0.18 | -0.17 | -0.28 | -0.18 |

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

| Modelo | FMA | MAM | AMJ | MJJ | JJA | JAS | ASO | SON | OND | NDE |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| CFS2 | -0.15 | -0.04 | 0.02 | 0.09 | 0.15 | 0.22 | 0.27 | 0.39 | ----- | ----- |
| CanESM5 | -0.13 | -0.03 | 0.07 | 0.26 | 0.37 | 0.43 | 0.41 | 0.39 | 0.33 | 0.26 |
| GEM5.2_NEMO | 0.00 | -0.03 | -0.15 | -0.19 | -0.18 | -0.07 | -0.02 | 0.05 | 0.10 | 0.19 |
| NASA | -1.13 | -1.42 | -1.45 | -1.01 | -0.65 | -0.50 | -0.39 | ----- | ----- | ----- |
| GFDL_SPEARE | 0.44 | 0.44 | 0.30 | 0.26 | 0.18 | 0.08 | 0.02 | 0.04 | 0.07 | 0.12 |
| COLA-CCSM4 | -0.59 | -0.46 | -0.31 | -0.22 | -0.20 | -0.27 | -0.35 | -0.41 | -0.47 | -0.43 |
| COLA_CESM | -0.21 | -0.11 | -0.09 | -0.12 | -0.12 | -0.14 | -0.15 | -0.14 | -0.13 | -0.05 |
| Promedio | | | | | | | | | | |
| NMME | -0.25 | -0.24 | -0.23 | -0.13 | -0.06 | -0.04 | -0.03 | 0.05 | -0.02 | 0.02 |

Tabla 8. Probabilidades mensuales estimadas de las condiciones cálidas y frías anómalas en el Pacífico central (región 3.4) entre marzo y setiembre 2025.

| Pacífico central | Marzo (%) | Abril (%) | Mayo (%) | Junio (%) | Julio (%) | Agosto (%) | Setiembre (%) |
|-------------------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|------------|---------------|
| Fría fuerte | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Fría moderada | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| Fría débil | 49 | 45 | 41 | 37 | 34 | 34 | 31 |
| Neutro | 51 | 54 | 58 | 60 | 61 | 59 | 57 |
| Cálida débil | 0 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 7 |
| Cálida moderado | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Cálida fuerte | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Cálida muy fuerte | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Tabla 9. Probabilidades mensuales estimadas de las condiciones cálidas y frías anómalas en el Pacífico oriental (región Niño 1+2) entre marzo y setiembre 2025.

| Pacífico central | Marzo (%) | Abril (%) | Mayo (%) | Junio (%) | Julio (%) | Agosto (%) | Setiembre (%) |
|-----------------------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|------------|---------------|
| Fría fuerte | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Fría moderada | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Fría débil | 7 | 10 | 11 | 11 | 12 | 12 | 12 |
| Neutro | 53 | 60 | 66 | 65 | 53 | 61 | 60 |
| Cálida débil | 35 | 28 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |
| Cálida moderado | 5 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Cálida fuerte | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Cálida extraordinario | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

6.2. Figuras

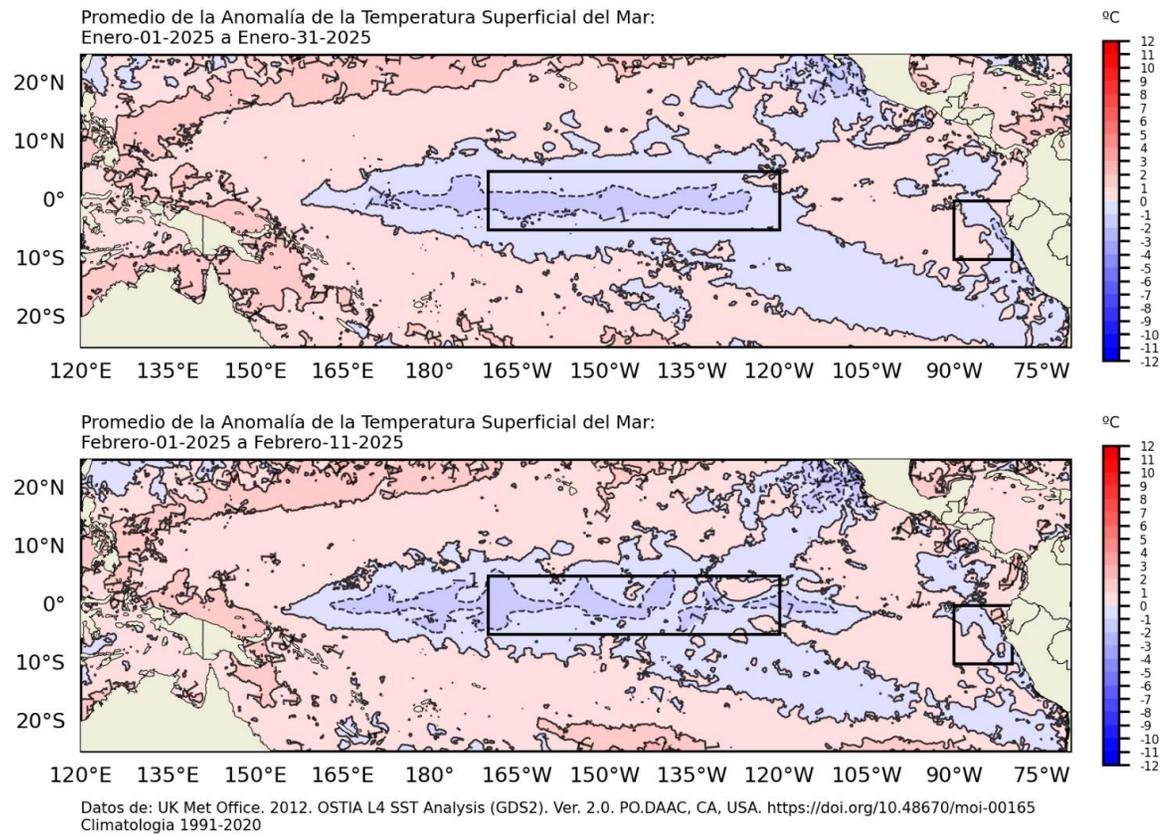


Figura 1. Anomalía de la TSM quincenal en el Pacífico Tropical a) 16 al 31 de enero 2025, y b) 01 al 11 de febrero 2025. Fuente: OSTIA. Procesamiento: DIHIDRONAV. Climatología: 1991-2020.

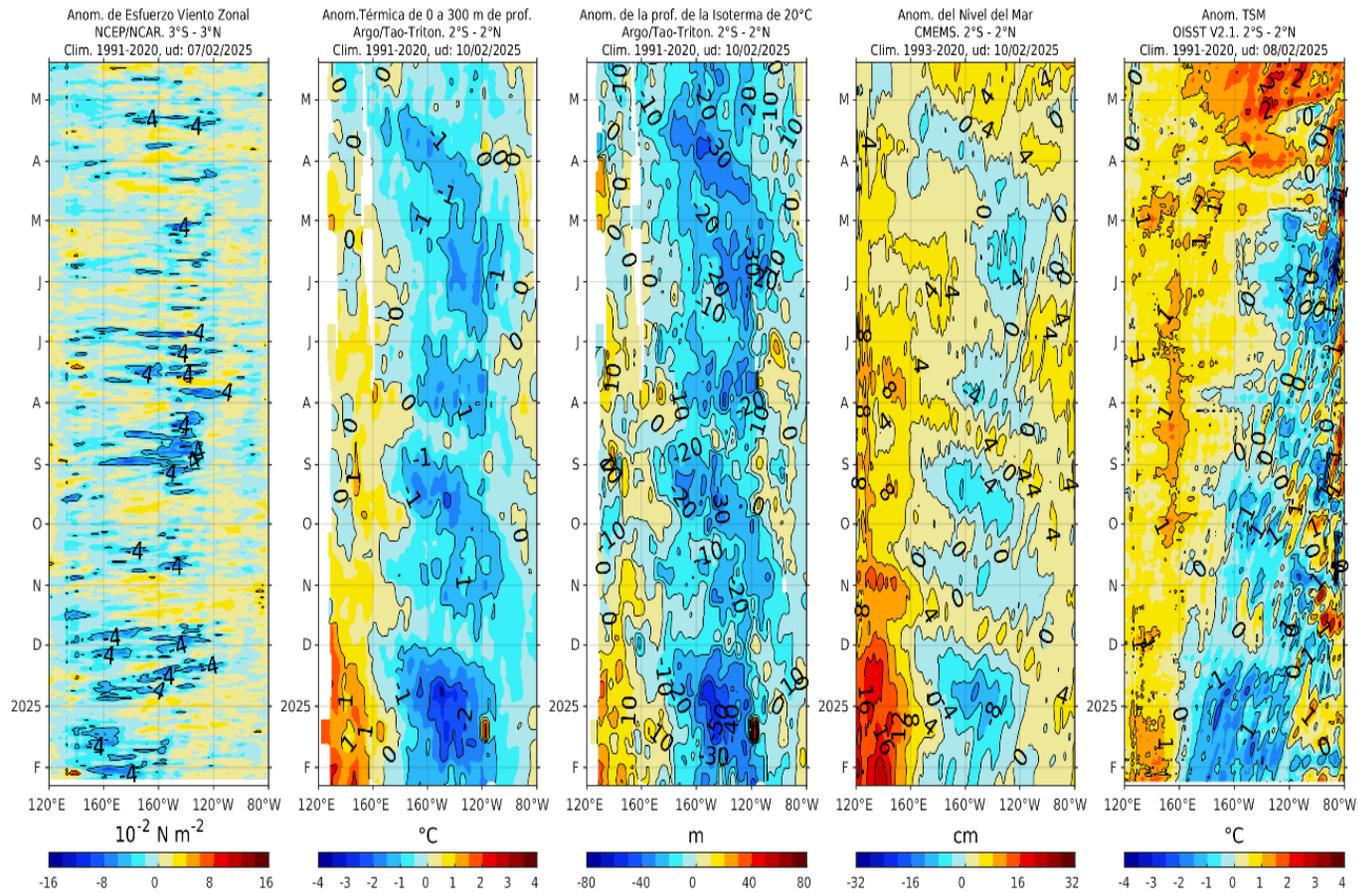


Figura 2. Diagrama Hovmöller de a) anomalía de esfuerzo de viento. Fuente: ECMWF-ASCAT; b) anomalía térmica sobre los 300 m de profundidad. Fuente: ARGO; c) anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C Fuente: ARGO; d) anomalía de nivel del mar (cm). Fuente: CMEMS. Fuente: OISST V2.1. Procesamiento: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

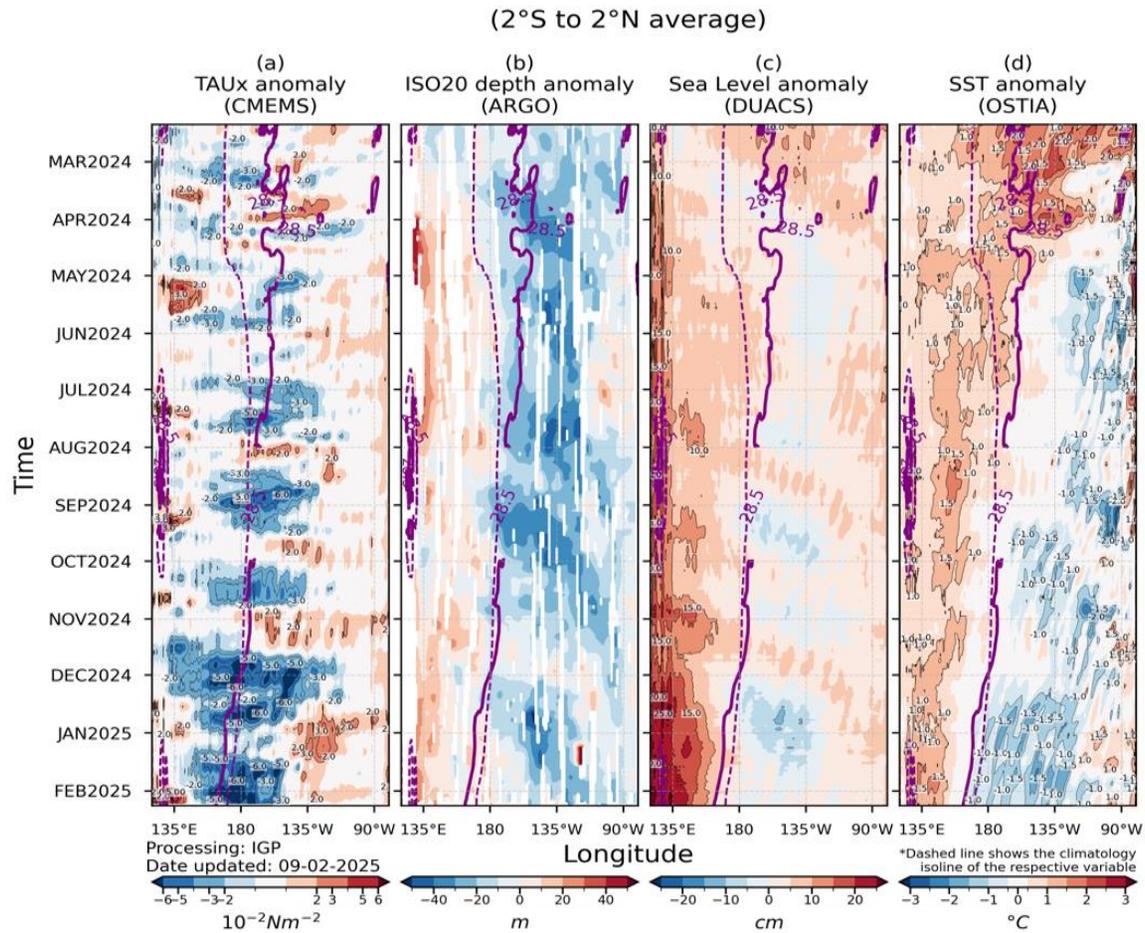


Figura 3. Diagrama Hovmöller: a) anomalía de esfuerzo de viento, Fuente: CMEMS, b) anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C, Fuente: ARGO, c) anomalía del nivel del mar diario (cm) Fuente: DUACS, y d) anomalía de temperatura superficial del mar (°C) Fuente: OSTIA. Elaboración: IGP.

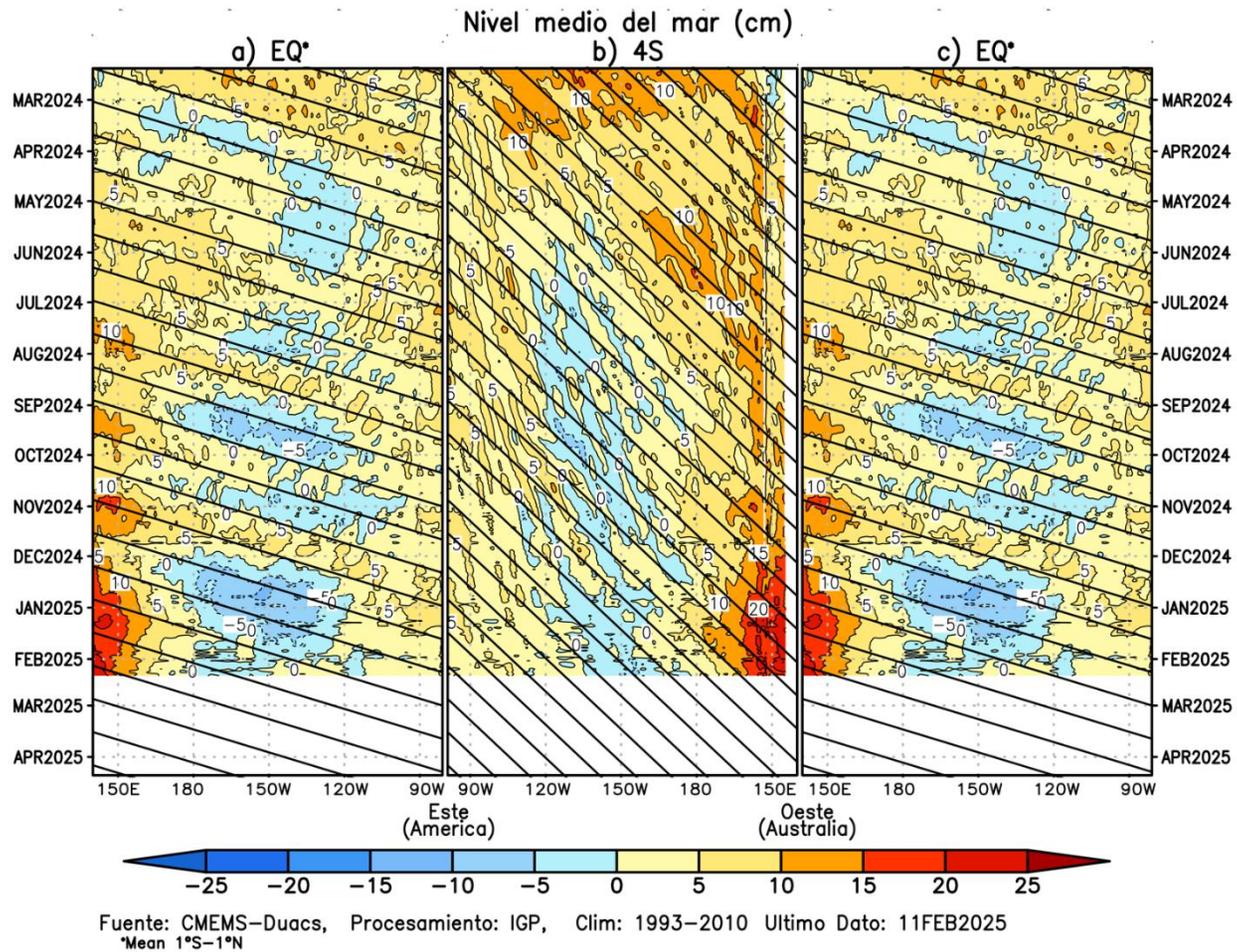


Figura 4. Diagrama Hovmöller de la anomalía del nivel del mar del producto CMEMS–Duacs a lo largo de la línea ecuatorial (a y c) y en 4°S (b). El panel del centro tiene el eje de la longitud invertido para apreciar mejor la secuencia de ondas Kelvin y Rossby producidas por reflexión en las fronteras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

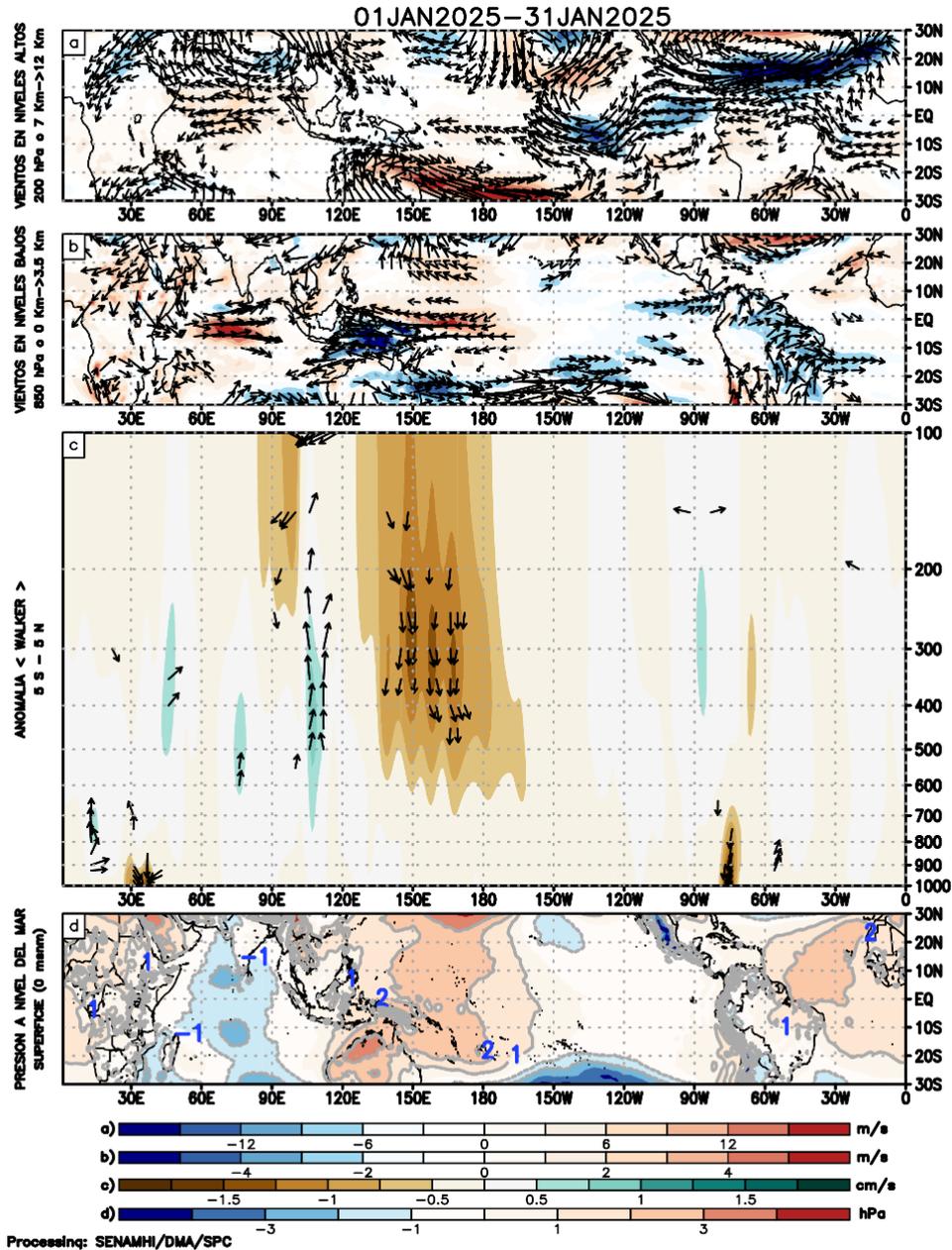
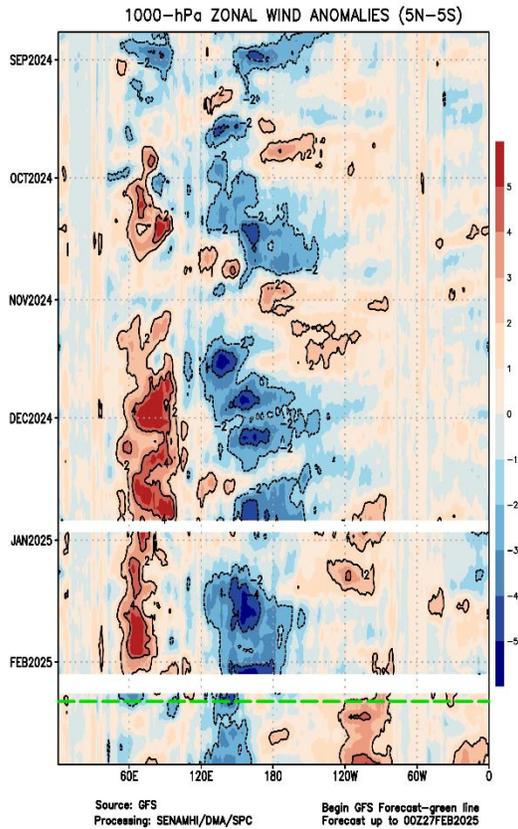
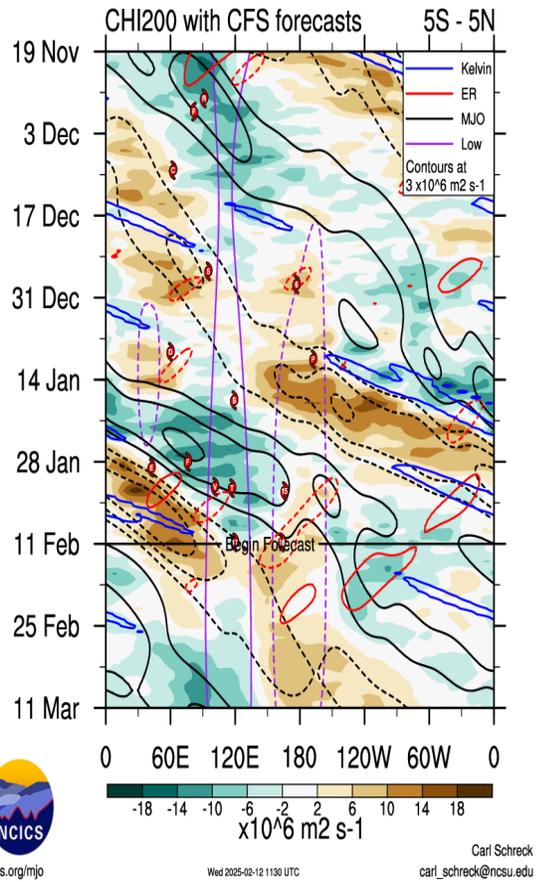


Figura 5. Análisis de la circulación atmosférica (Walker) en el mes de enero 2025 (izq.). (a) Anomalías de los vientos (colores) y su dirección (flechas) en niveles altos (200 hPa) y (b) bajos (850 hPa) de la atmósfera; c) Patrón anómalo de la circulación atmosférica ecuatorial (Walker), (d) Anomalías de presión a nivel del mar. Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI.

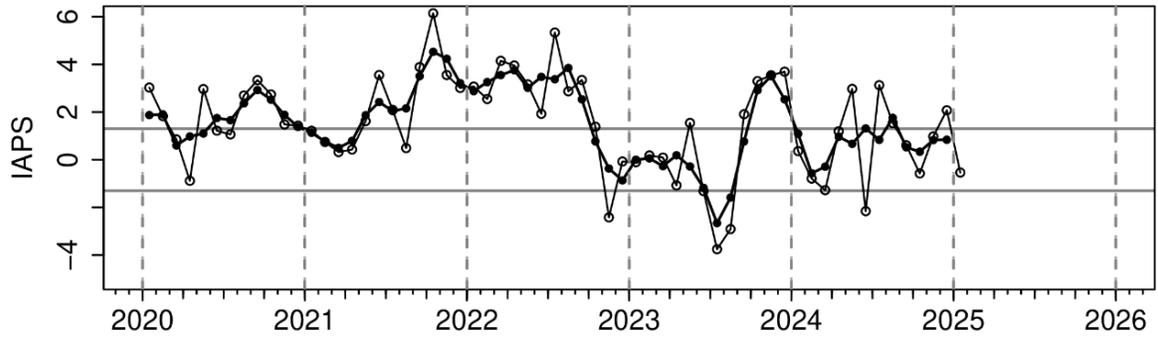


a)

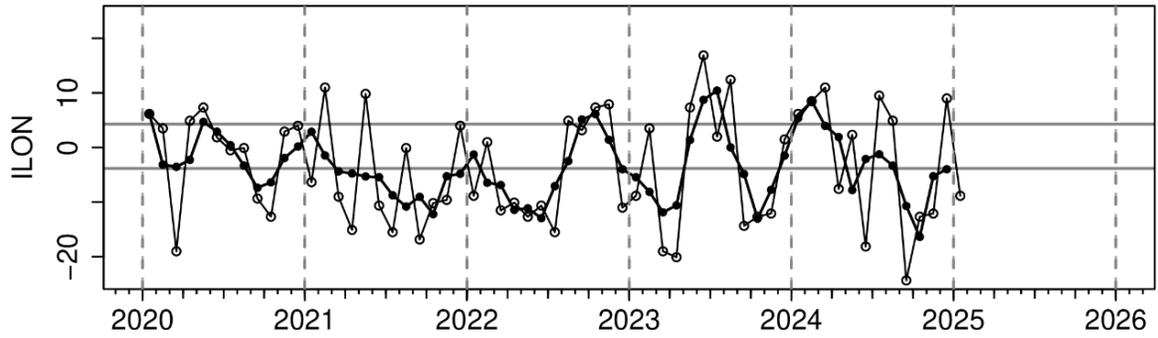


b)

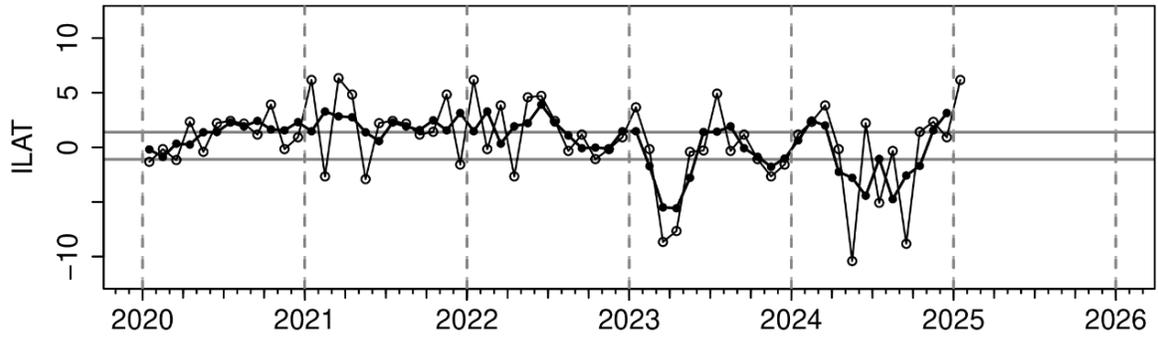
Figura 6. Anomalías promedio de viento zonal y velocidad potencial entre los 5°N y 5°S (a) viento zonal en 1000 hPa y (b) velocidad potencial en 200 hPa. Fuente: GFS (a) y CFS (b). Procesamiento: SENAMHI (a), NOAA (b).



(a)



(b)



(c)

Figura 7. Variación temporal de los índices del APS: a) índice de intensidad (IAPS) e índices de posición) longitudinal (ILON) y c) latitudinal (ILAT) hasta el trimestre NDE 2024/2025 (círculos negros). Los círculos blancos indican las anomalías mensuales en el periodo enero 2020 hasta 31 de enero 2025. Climatología 1991 – 2020.

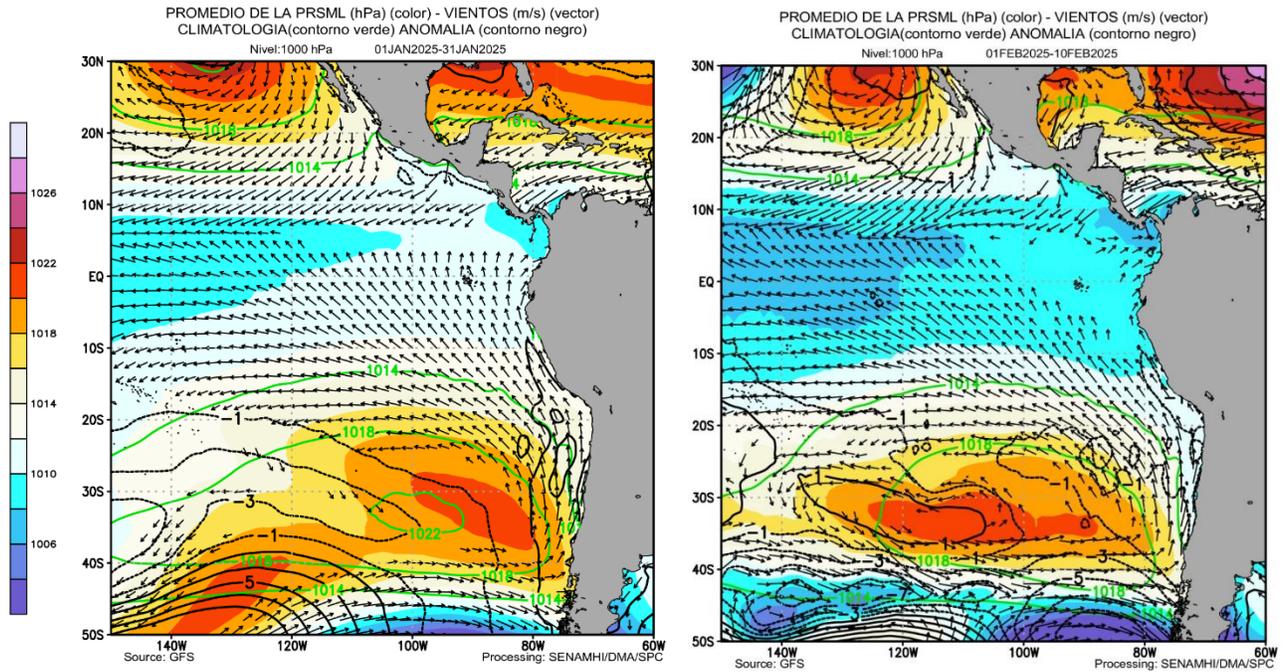


Figura 8. Promedio de la presión atmosférica a nivel del mar (matiz de colores), presión atmosférica climática (línea verde), presión observada en matriz de colores, anomalía de viento en 850 hPa ($m s^{-1}$, vectores) y anomalía de presión (línea negra), para enero 2025 (a) y del 1 al 10 de febrero de 2025 (b). Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI.

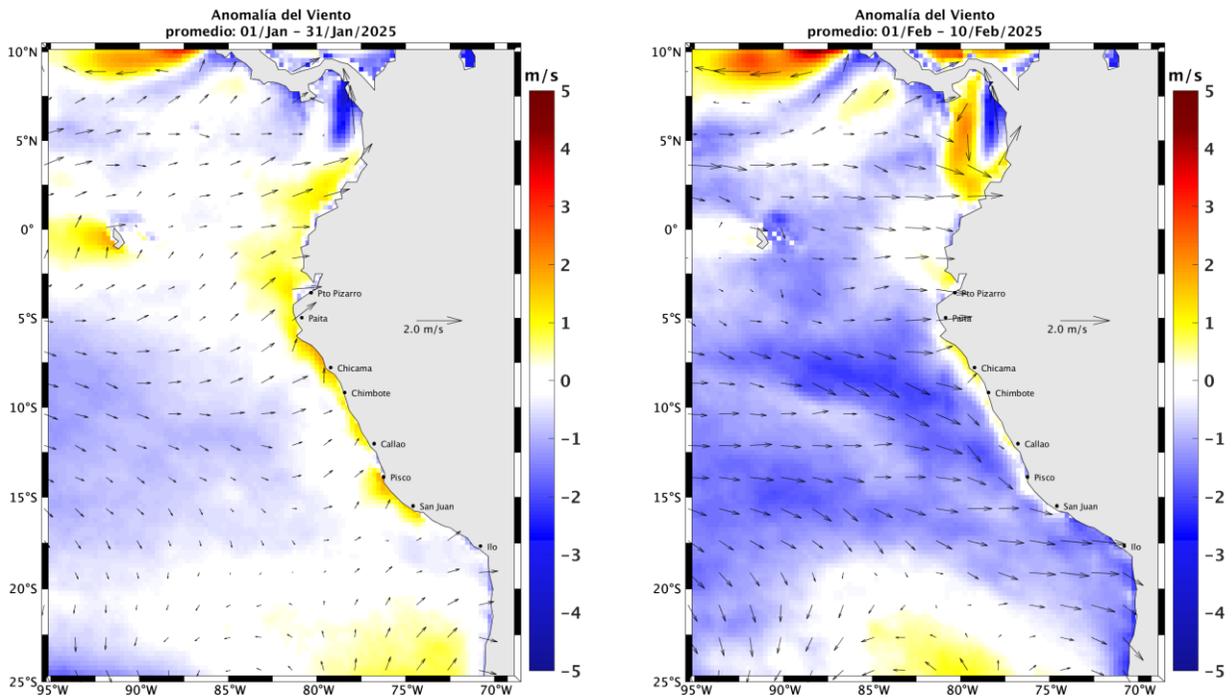


Figura 9. Mapas promedio de la velocidad del viento superficial en enero 2025 (a) y del 1 al 10 de febrero de 2025 (b). Fuente: GFS, Climatología 2000 – 2014. Procesamiento: AFIOF/DGIOCC, IMARPE

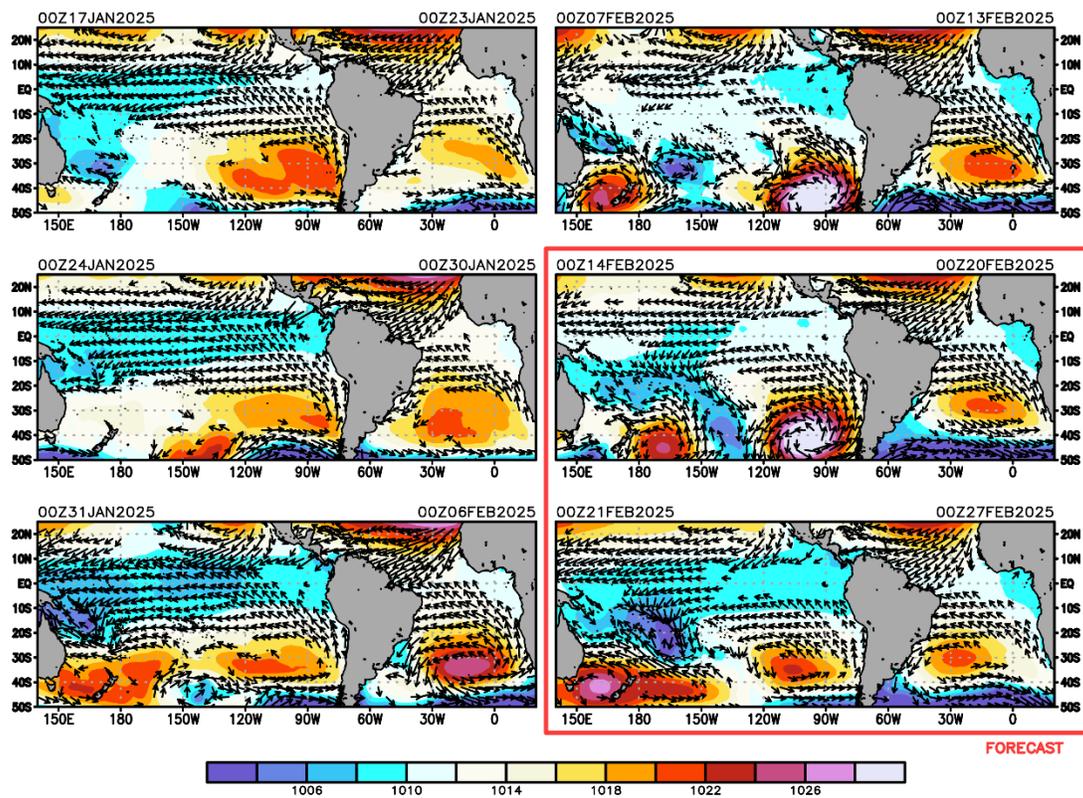


Figura 10. Promedio semanal de la presión atmosférica reducida a nivel del mar (colores) y vientos (flechas). Análisis: 17 de enero al 13 de febrero de 2025. Pronóstico: del 14 al 27 de febrero del 2025. Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI.

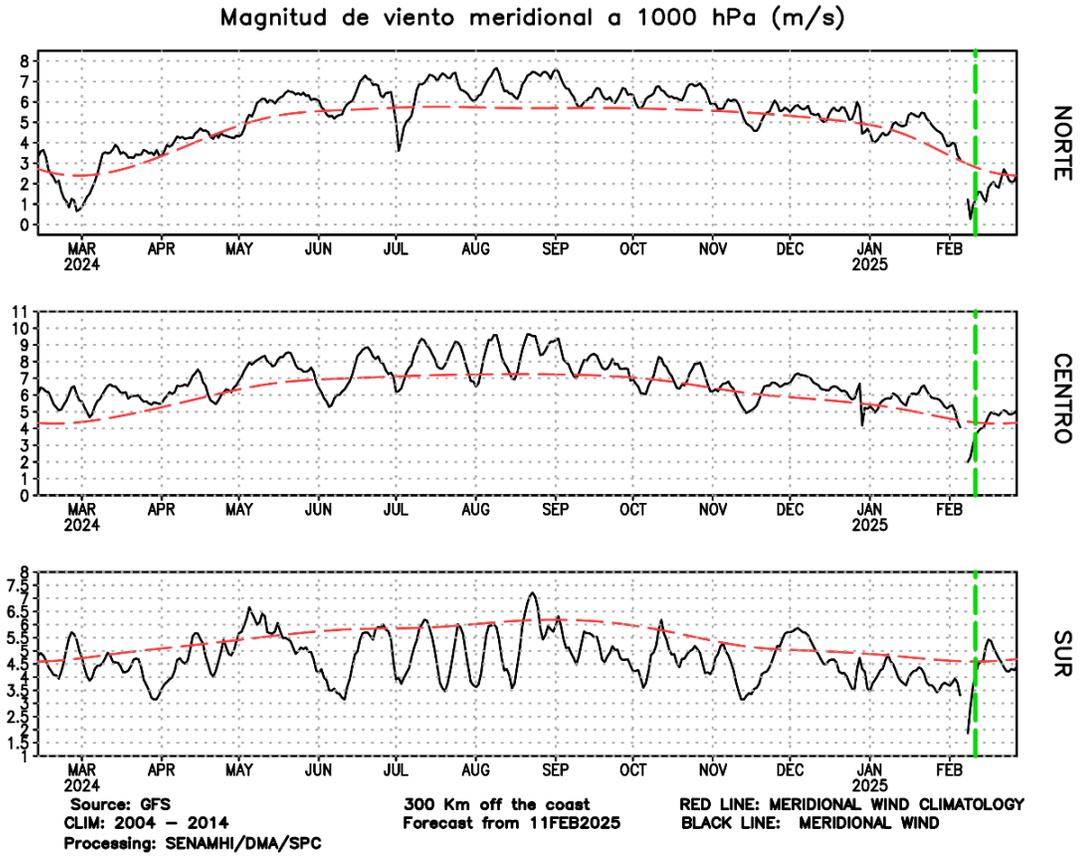


Figura 11. Magnitud de viento meridional (línea negra sólida) y Climatología (línea roja discontinua) (m/s) a 1000 hPa frente a la costa norte, centro y sur del Perú (300 Km fuera de la costa). Fuente: GFS. Análisis: 11 febrero 2024 al 10 de febrero de 2025. Pronóstico: del 11 al 27 de febrero del 2025.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

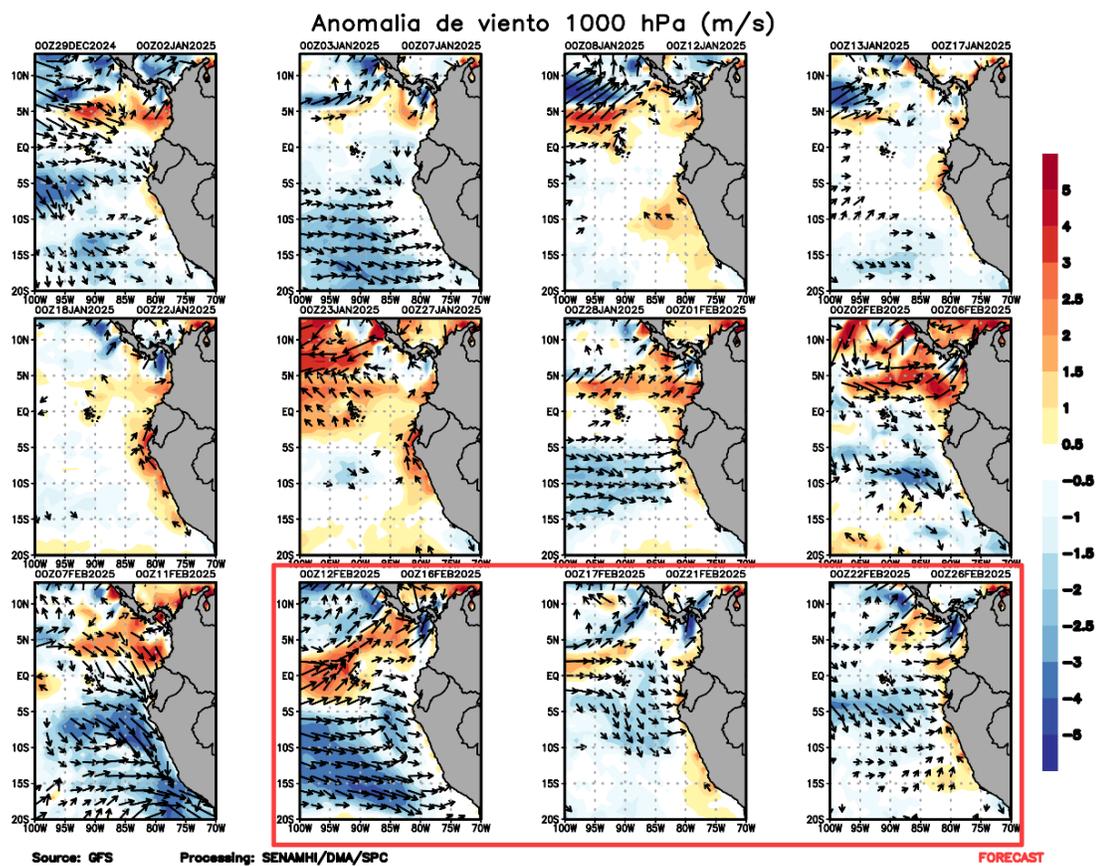


Figura 12. Anomalia de viento a 1000 hPa (flechas negras sólidas) y magnitud de la anomalia (sombreado) ($m s^{-1}$) a 1000 hPa frente a la costa norte, centro y sur del Perú. Fuente: GFS. Análisis: 29 de diciembre del 2024 al 11 febrero 2025. Pronóstico: del 12 al 26 de febrero del 2025. Procesamiento: SENAMHI.

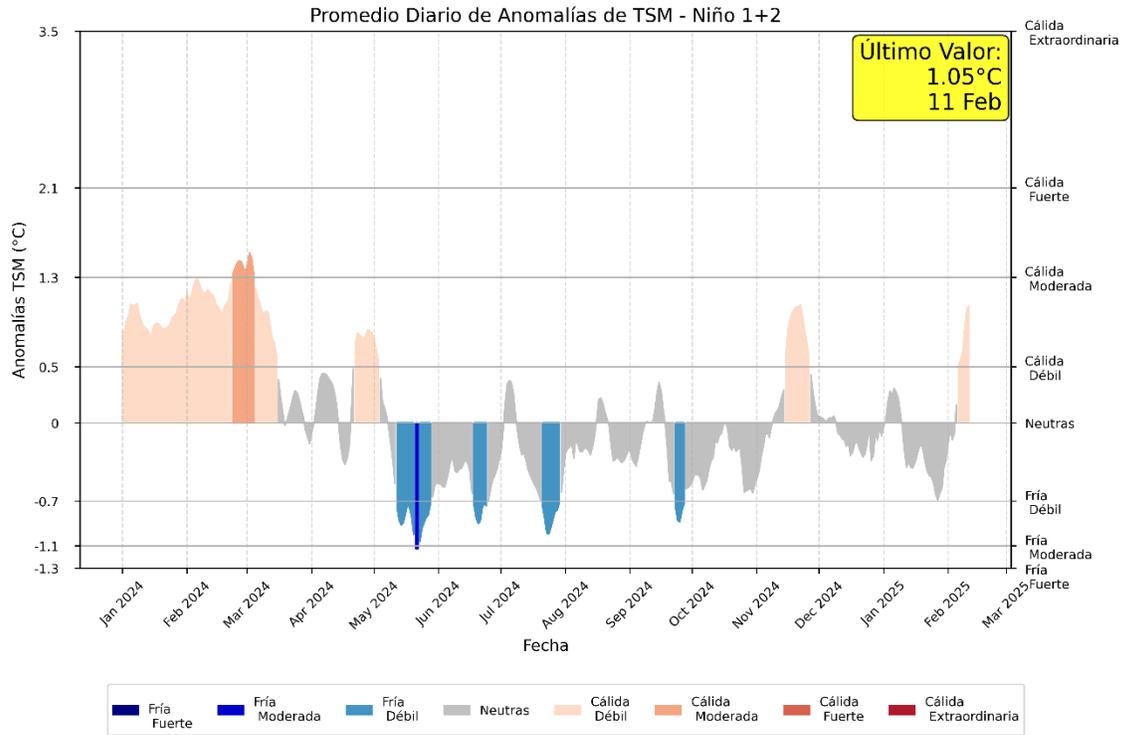
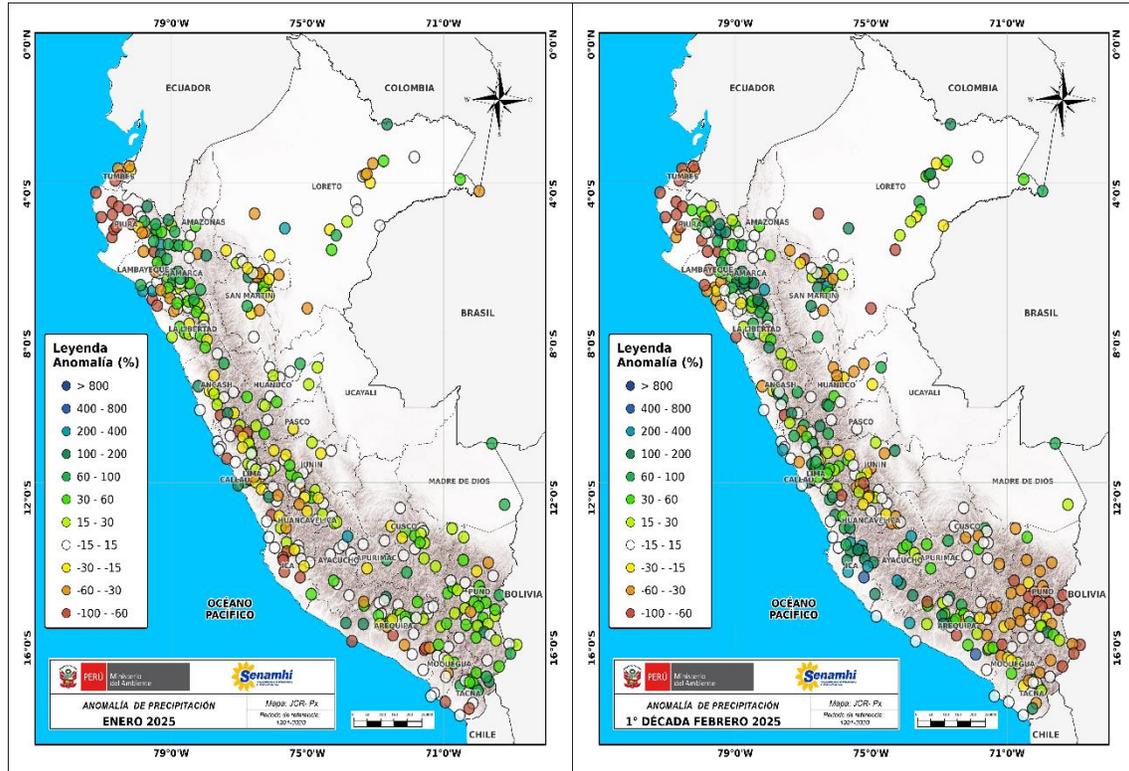


Figura 13. Promedio diario de anomalías de TSM en la región Niño 1+2. Período 01 enero 2024 - 11 febrero 2025. Fuente OISST – NOAA. Procesamiento SPC-SENAMHI.

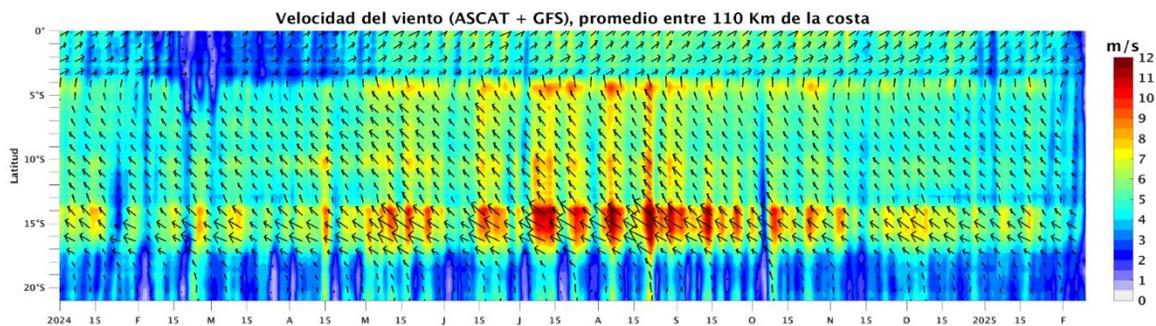


(a)

(b)

Figura 14. Anomalia mensual (izq., a) y decadal (der., b) de precipitación para el mes de enero del 2025 y 1ra década de febrero 2025 a nivel nacional de la red de estaciones SENAMHI. Procesamiento: SENAMHI.

a)



b)

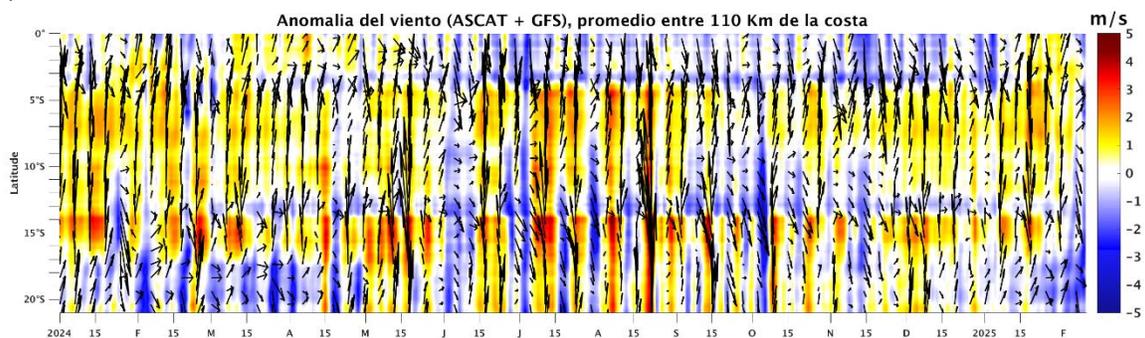


Figura 15. Viento Satelital (110 Km frente a la costa del Perú): a) Velocidad del viento (m s^{-1}), b) Anomalia de la velocidad del viento (m s^{-1}). Fuente: GFS (desde 1 de enero del 2024), Procesamiento: AFIOF/DGIOCC/IMARPE. Climatología 2000 – 2014. Actualizado al 10 de febrero 2025.

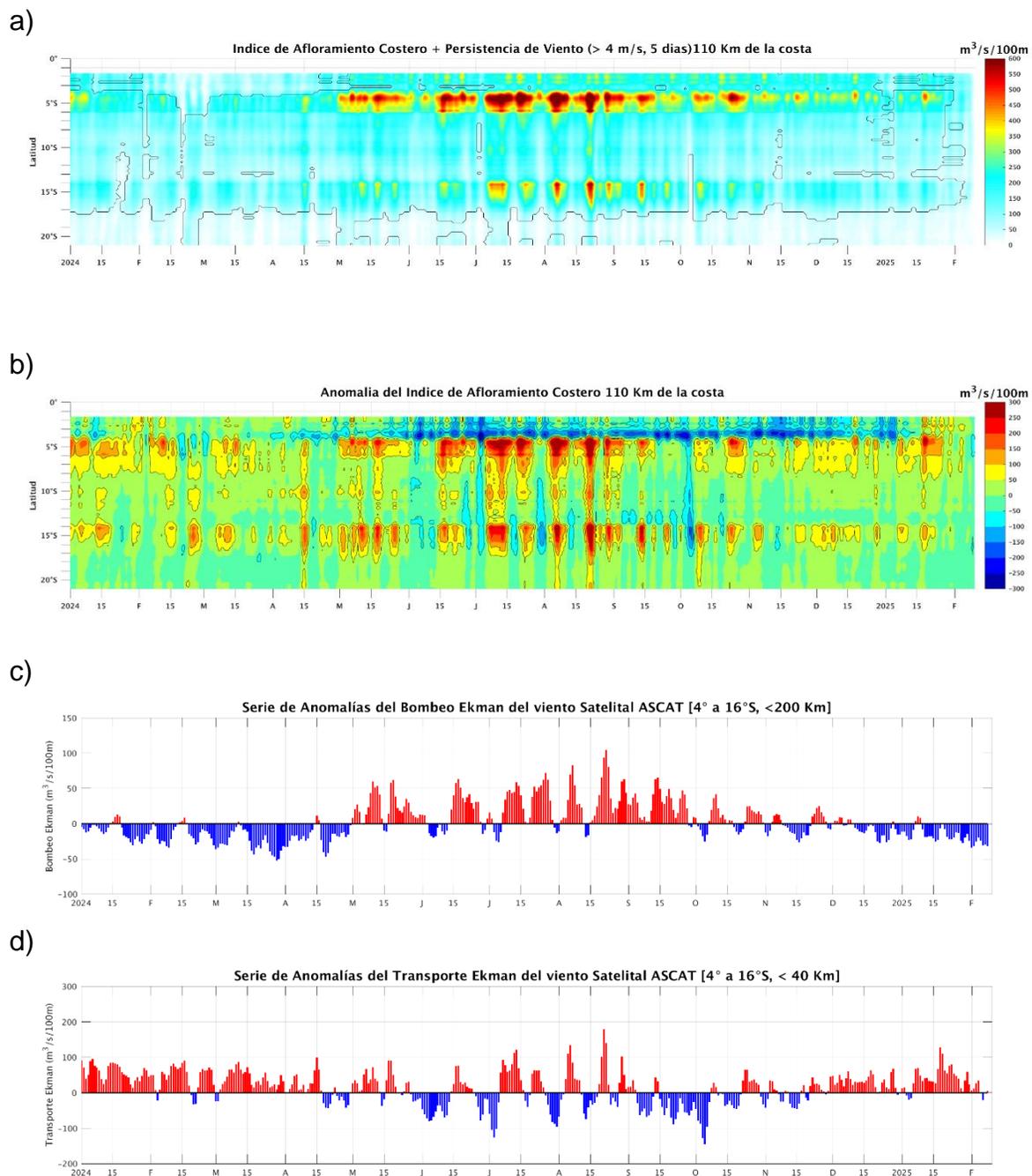


Figura 16. Índice de Afloramiento Costero (IAC), calculado a partir del viento satelital a 110 km frente a la costa del Perú: a) Índice de Afloramiento Costero - IAC ($m^3 s^{-1} 100 m^{-1}$), b) Anomalia del IAC ($m^3 s^{-1} 100 m^{-1}$), c) Anomalías del Índice del Bombeo Ekman y d) anomalía del Transporte Ekman dentro de los 200 km ($m^3 s^{-1}$). Fuente: GFS, Procesamiento: AFIOF/DGIOCC/IMARPE. Climatología 2000 – 2014. Actualizado al 10 de febrero 2025.

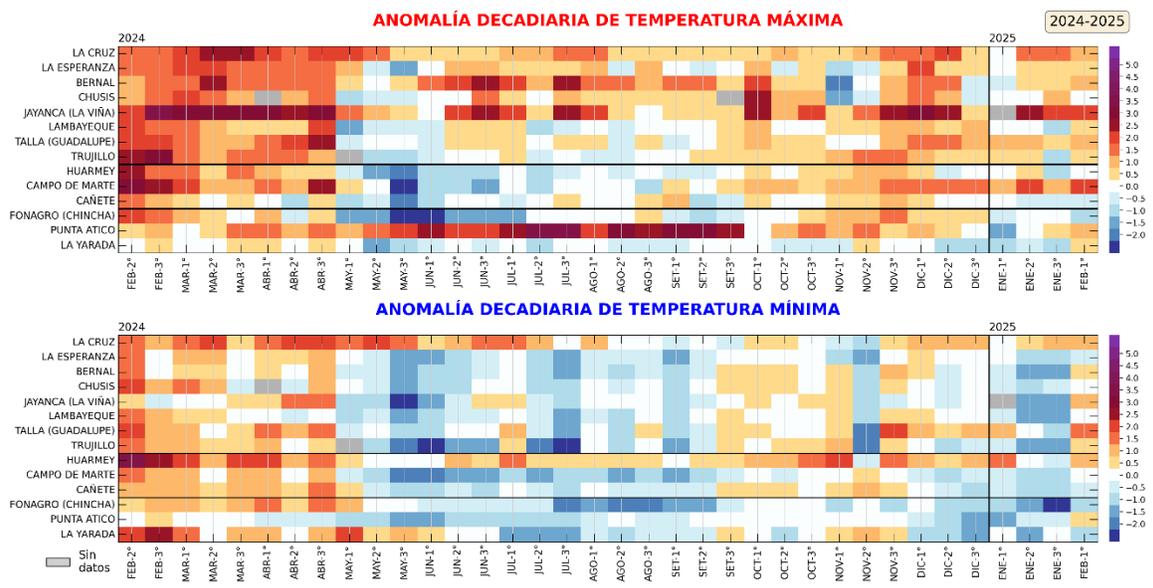


Figura 17. Anomalías decadiarias (°C) de las temperaturas extremas del aire a lo largo de la costa peruana. Climatología: 1991-2020. Fuente: SENAMHI.

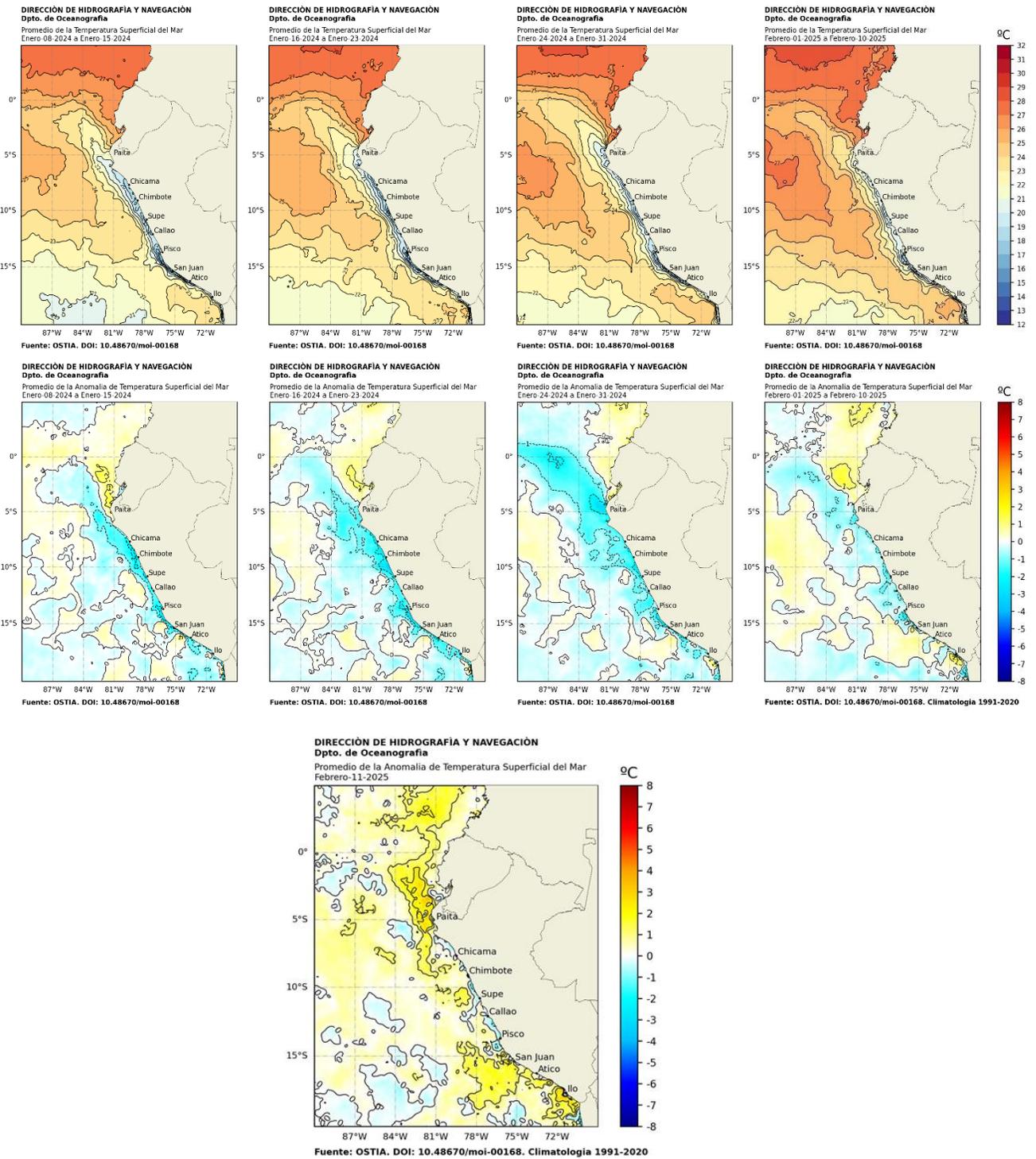


Figura 18. Arriba: distribución semanal de temperatura superficial del mar (TSM) y (al medio) su anomalía, del 08 de enero al 10 de febrero 2025; abajo; anomalía de la TSM el 13 de febrero. Fuente: OSTIA, Climatología: 1991-2020. Elaboración: DIHIDRONAV.

a)



b)

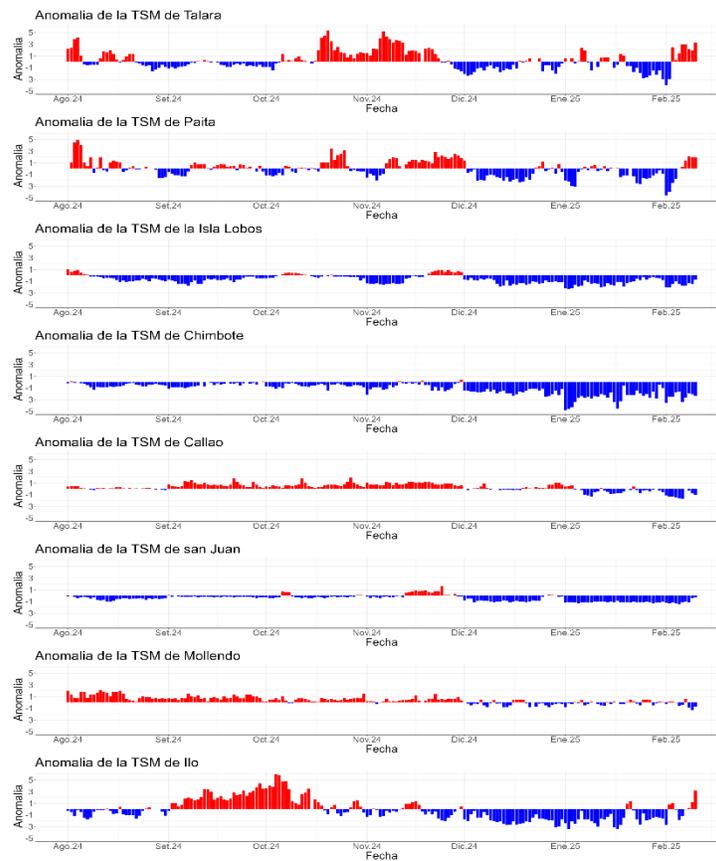
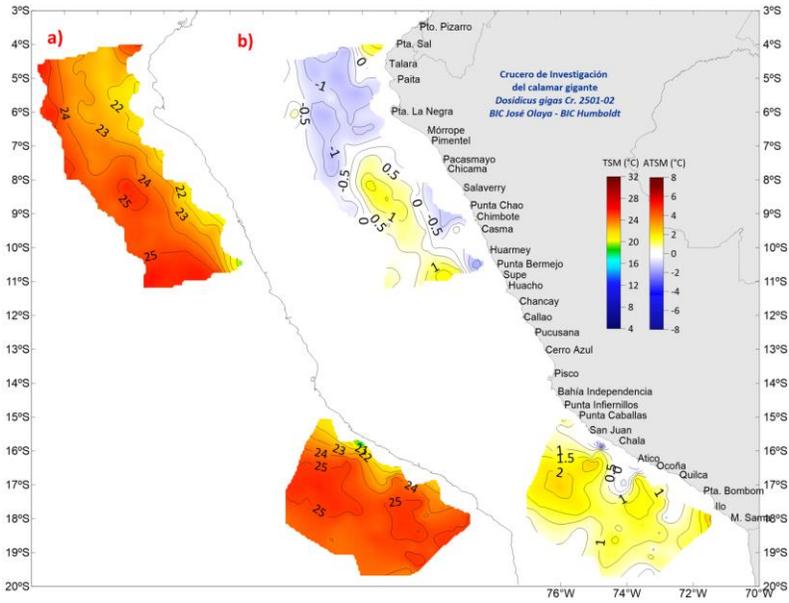


Figura 19. Temperatura superficial del mar diario en la región Niño 1+2 (línea negra), promedio entre la latitud de 3°S - 6°S a 50 millas (línea azul) y 100 millas (línea verde) desde enero 2024 al 10 de febrero 2025. Fuente: OSTIA, Climatología: 1991-2020. Elaboración: DIHIDRONAV (a). Anomalia de la TSM diaria a lo largo del litoral de Perú de agosto 2024 al 10 de febrero 2025. Climatología: 1991-2020. Fuente y procesamiento: DIHIDRONAV (b).

a)



b)

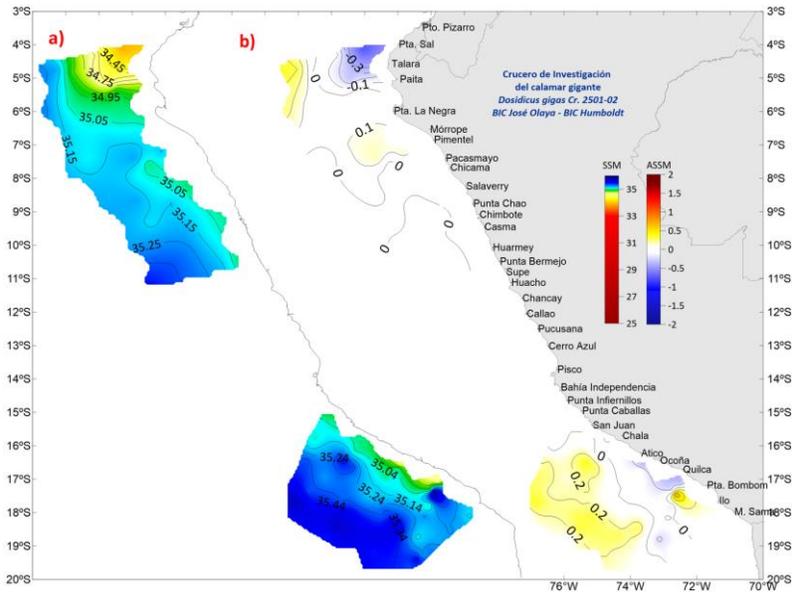


Figura 20. Distribución de la TSM y ATSM (arriba), y SSM y ASSM (abajo) registrado durante el Crucero de Investigación de Calamar Gigante Cr.2501-02 a bordo del BIC José Olaya y BIC Humboldt.

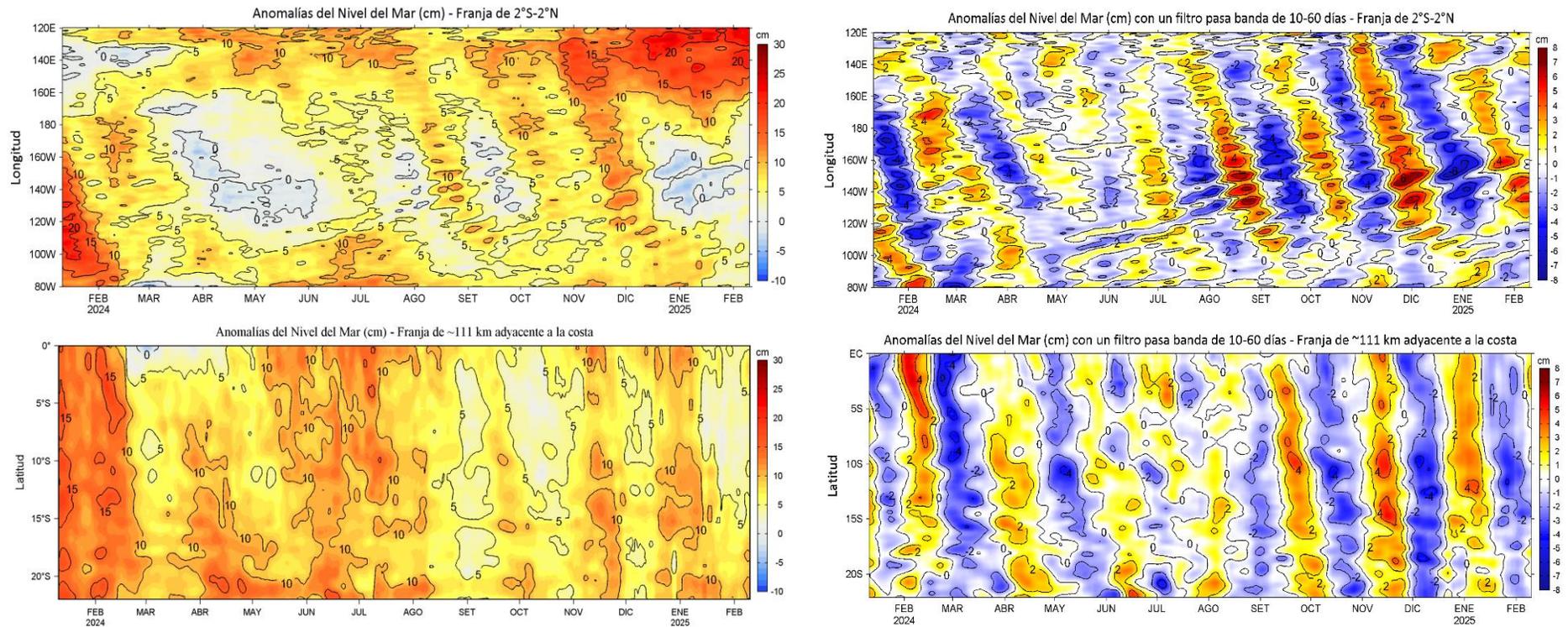


Figura 21. Variación longitudinal de las anomalías del nivel del mar (ANM, cm) para una franja de 2°S - 2°N en el sector ecuatorial (a y b, panel superior) y variación latitudinal para una franja de 60 mn (111 km) adyacentes a la costa peruana (c y d, panel inferior), para los últimos trece meses hasta el 10 de febrero de 2025, sin filtrar (a, c, lado izquierdo) y con un filtro pasa-banda 10-60 días (b y d, lado derecho). Fuente: CMEMS v3.0. Procesamiento: LHF/M/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

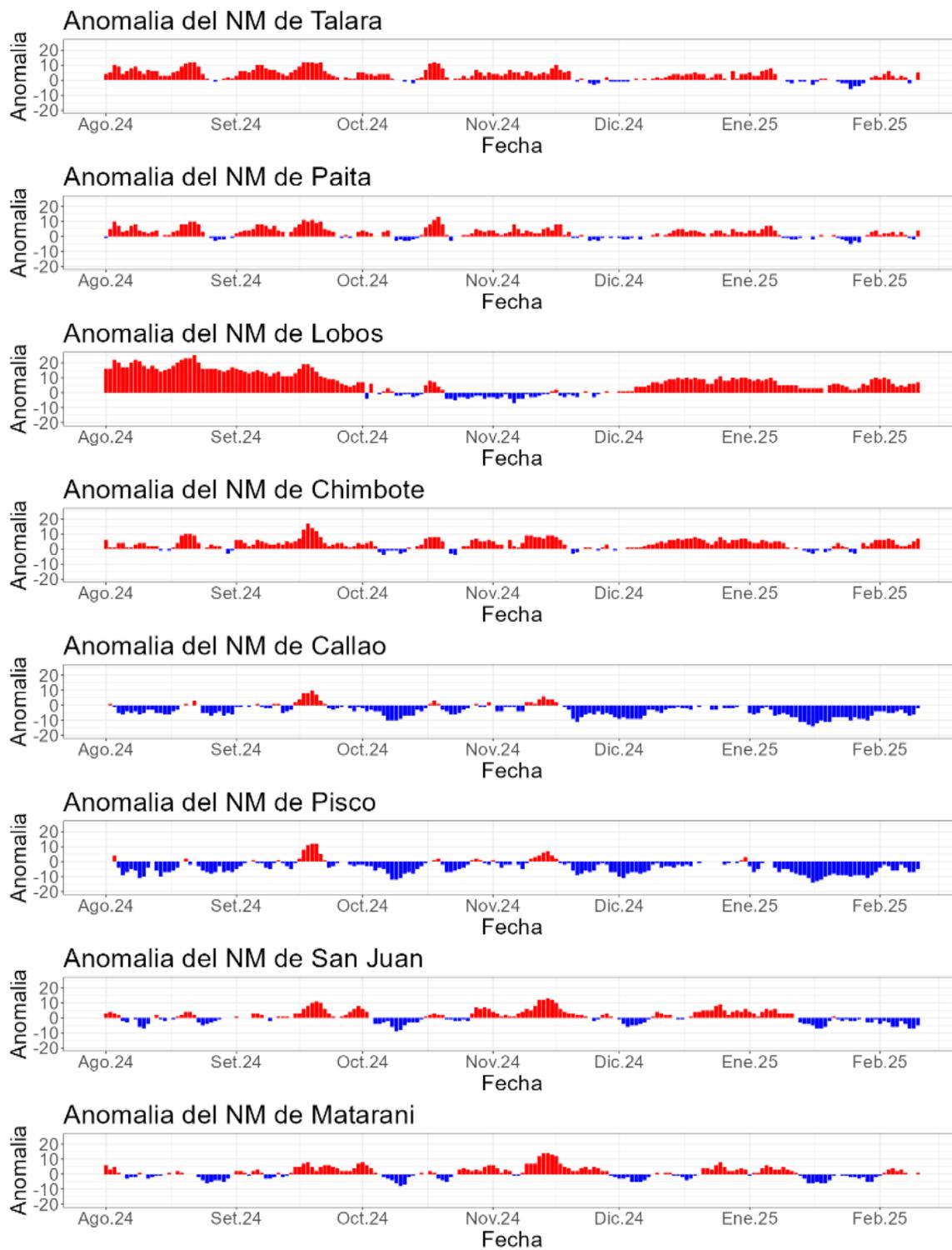
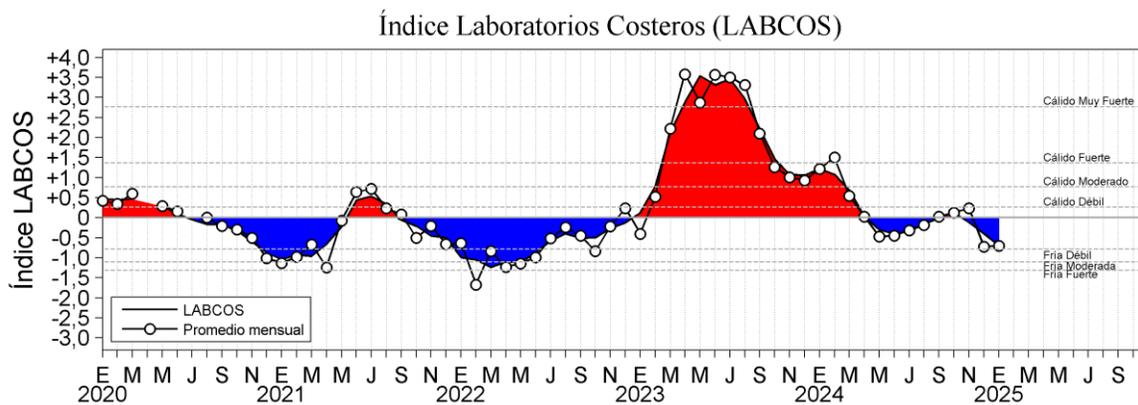


Figura 22. Anomalia de la NM diario a lo largo del litoral de Perú de agosto 2024 al 10 de febrero 2025. Fuente y procesamiento: DIHIDRONAV.

a)



b)

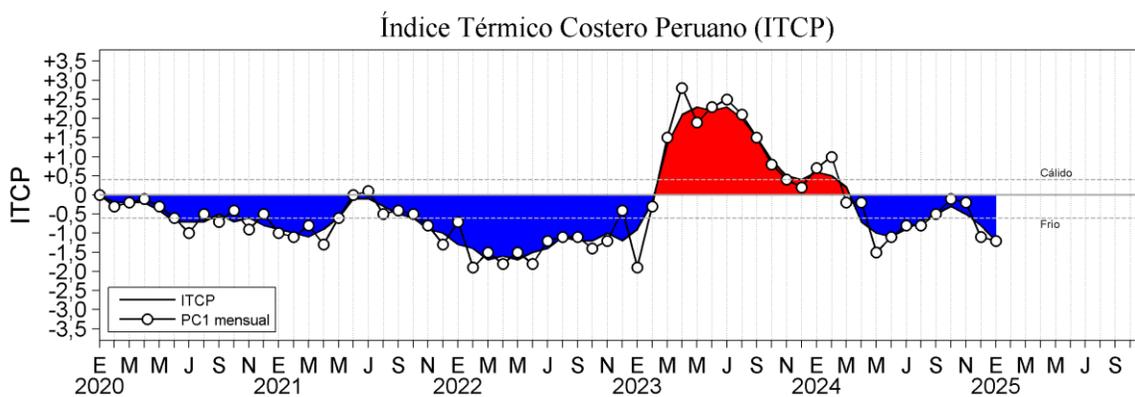


Figura 23. a) Índice Térmico Costero Peruano (ITCP; Quispe et al., 2016), y b) Índice LABCOS (Quispe y Vásquez, 2015) de enero del 2020 a enero del 2025.

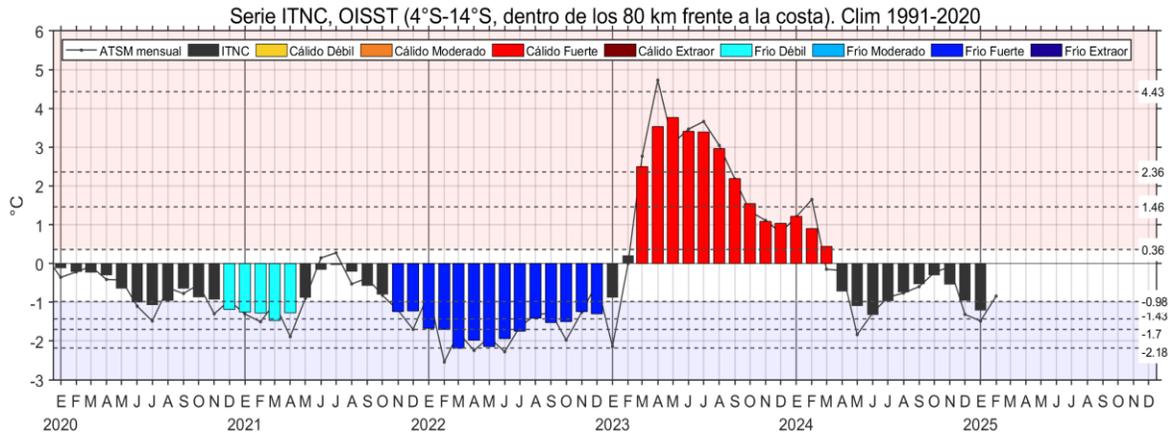


Figura 24. Serie de tiempo del Índice Térmico Norte-Centro (ITNC), en base a la media móvil de tres meses de la anomalía de TSM mensual para la banda de 40 km adyacente a la costa entre los 4°S y 14°S. Climatología 1991-2020. Fuente de datos: OISST. Umbrales: Fría Extraordinaria: -2,18; Fría Fuerte: -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.

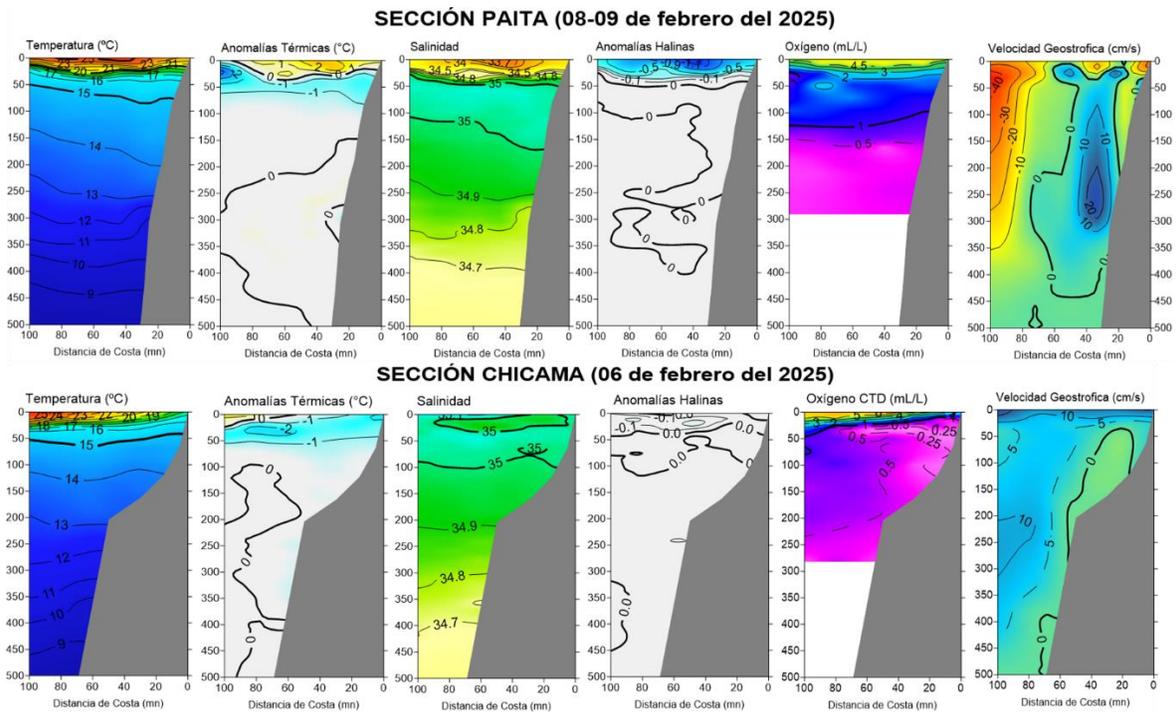
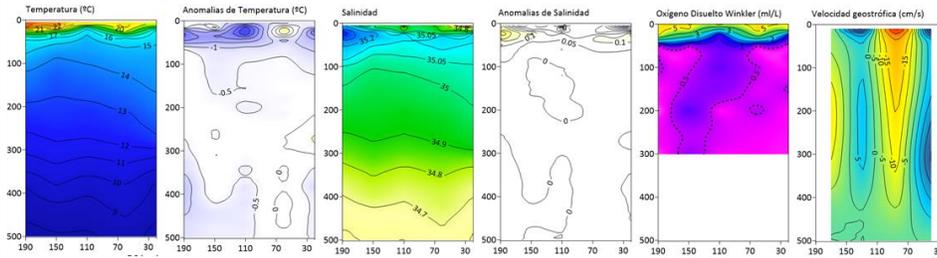
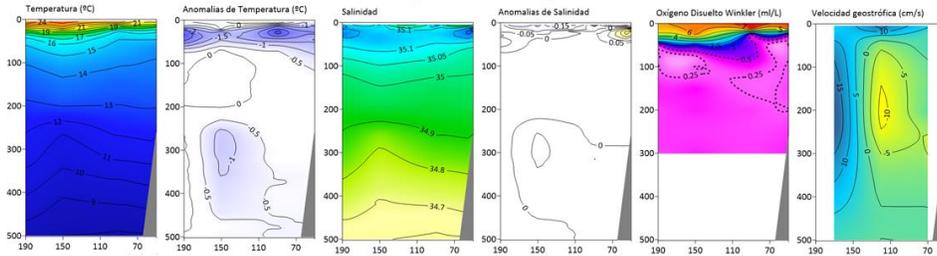


Figura 25. Secciones oceanográficas de temperatura, anomalía térmica, salinidad, anomalía halina, y oxígeno disuelto, realizadas frente a Paita y Chicama dentro de las 100 mn, entre el 06 y 09 de febrero de 2025. Climatología: 1991-2020.

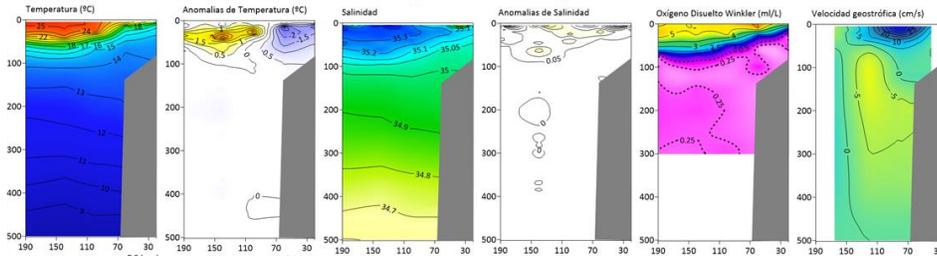
Sección Paita - Cr. Calamar Gigante 202501-02 BIC OLAYA
(21 - 23 Enero 2025)



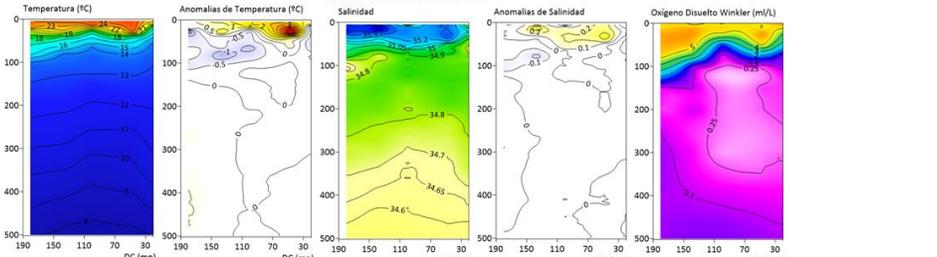
Sección Chicama - Cr. Calamar Gigante 202501-02 BIC OLAYA
(30 - 31 Enero 2025)



Sección Chimbote - Cr. Calamar Gigante 202501-02 BIC OLAYA
(01 - 02 Febrero 2025)



Sección Chala - Cr. Calamar Gigante 202501-02 BIC HUMBOLDT
(03 - 05 Febrero 2025)



Sección Ilo - Cr. Calamar Gigante 202501-02 BIC HUMBOLDT
(26 - 28 Enero 2025)

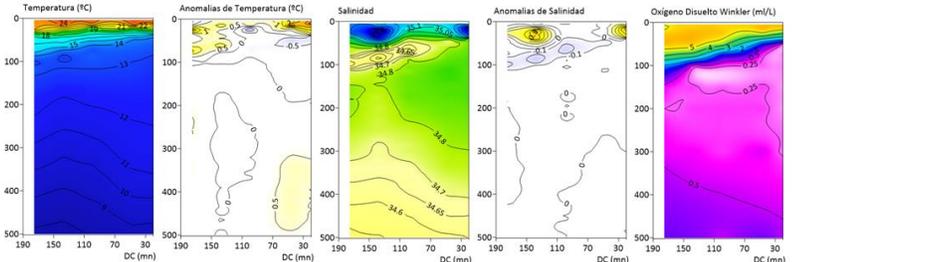


Figura 26. Secciones oceanográficas de temperatura, anomalía térmica, salinidad, anomalía halina, y oxígeno disuelto, realizadas frente a Paita, Chicama, Chimbote, Chala e Ilo dentro de las 190 mn, entre el 21 de enero y 05 de febrero de 2025. Climatología: 1991-2020.

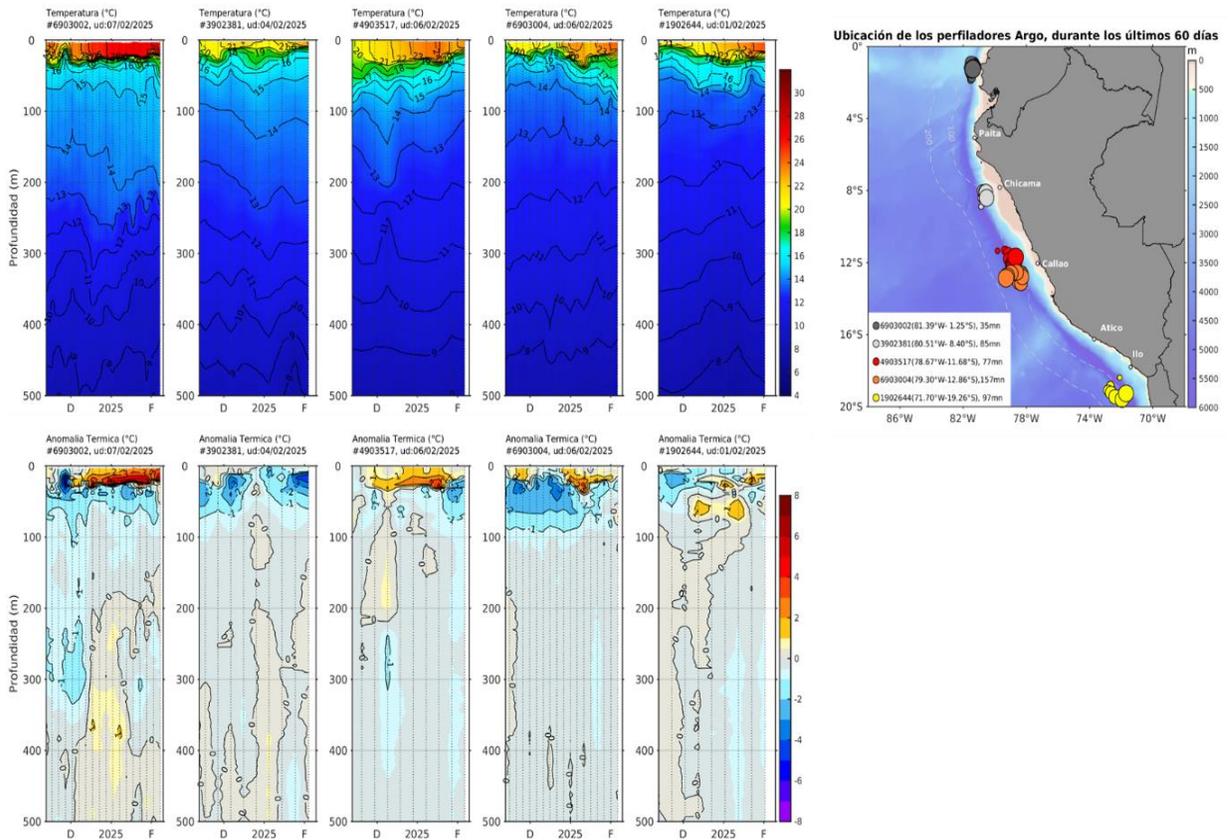


Figura 27. Evolución de la anomalía de la temperatura del agua de mar en flotadores Argo en la zona costera (dentro de las 200 mn) y ubicación de sus últimas posiciones (diciembre 2024 y enero 2025). Climatología: 1991-2020 (Domínguez et al., 2023). Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

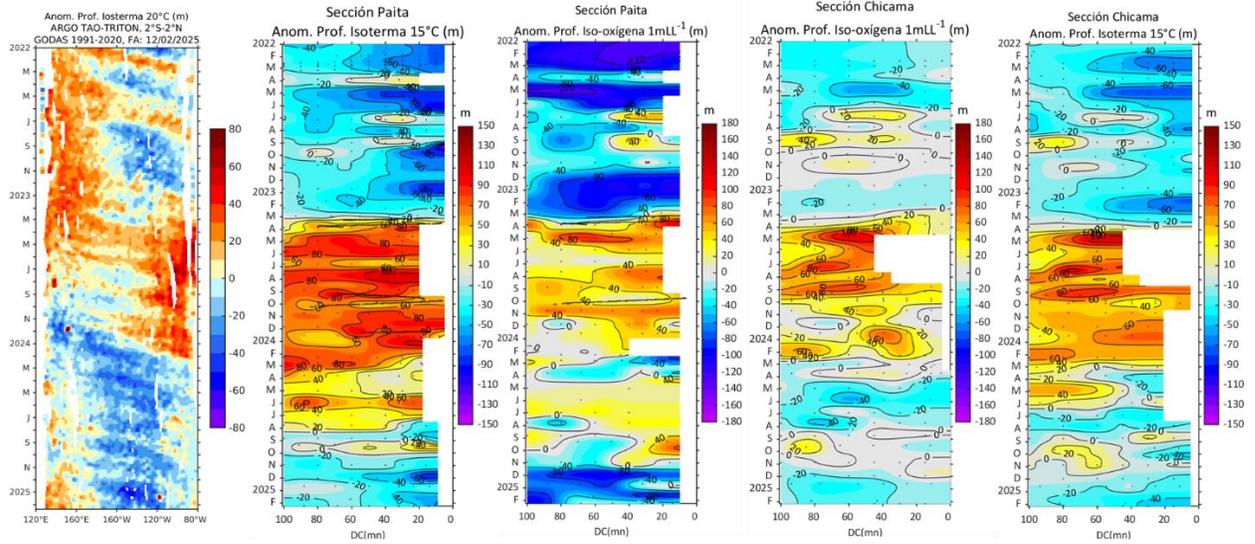


Figura 28. Anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 en el Pacífico ecuatorial (ARGO/TAO Triton) y anomalías de la profundidad de la isoterma de 15 °C y de la iso-oxígena de 1 mL L⁻¹, indicadores de la termoclina y de la oxiclina.

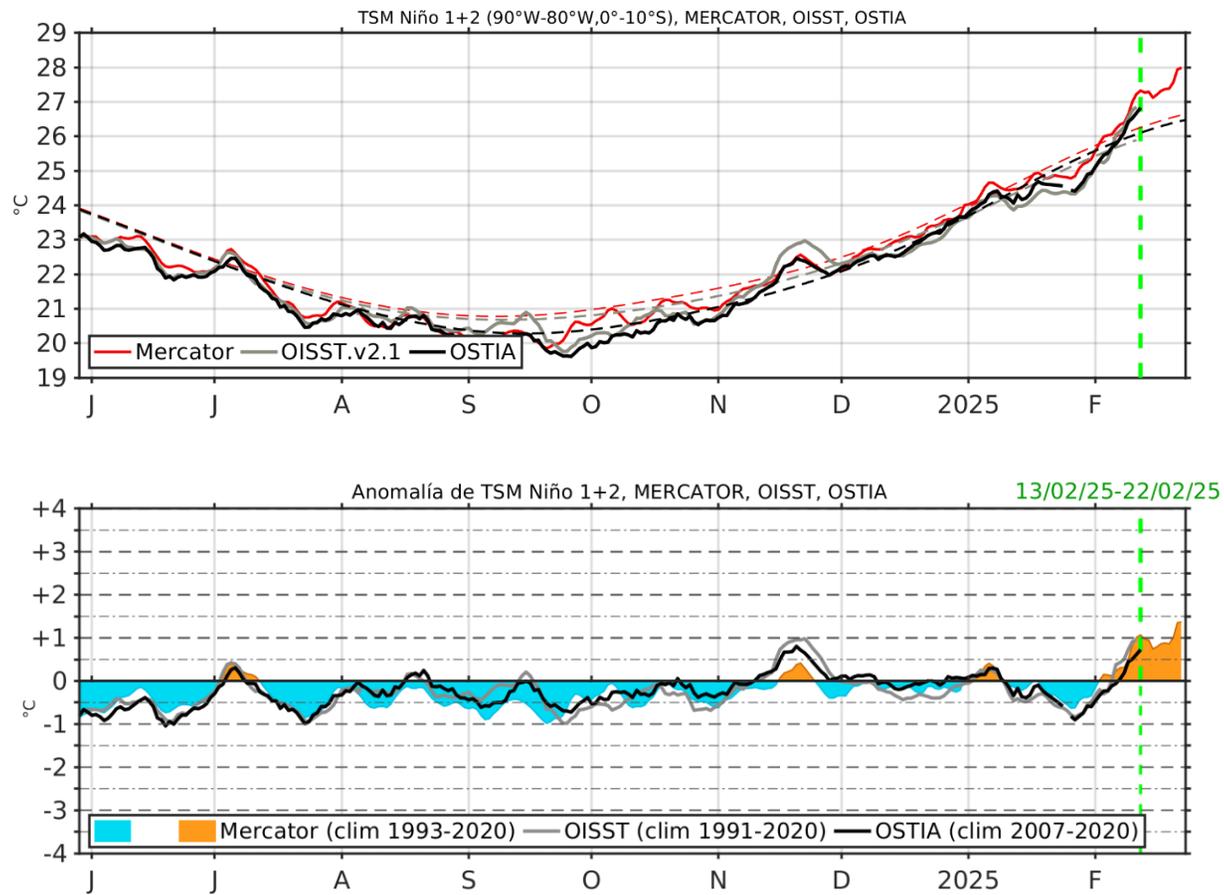


Figura 29. Temperatura superficial del Mar (TSM), MERCATOR (rojo), OISST (gris), OSTIA (negro), (arriba); y Anomalía de TSM, Mercator (sombreado rojo y azul), OISST (gris), OSTIA (negro), (abajo), en la región Niño 1+2.

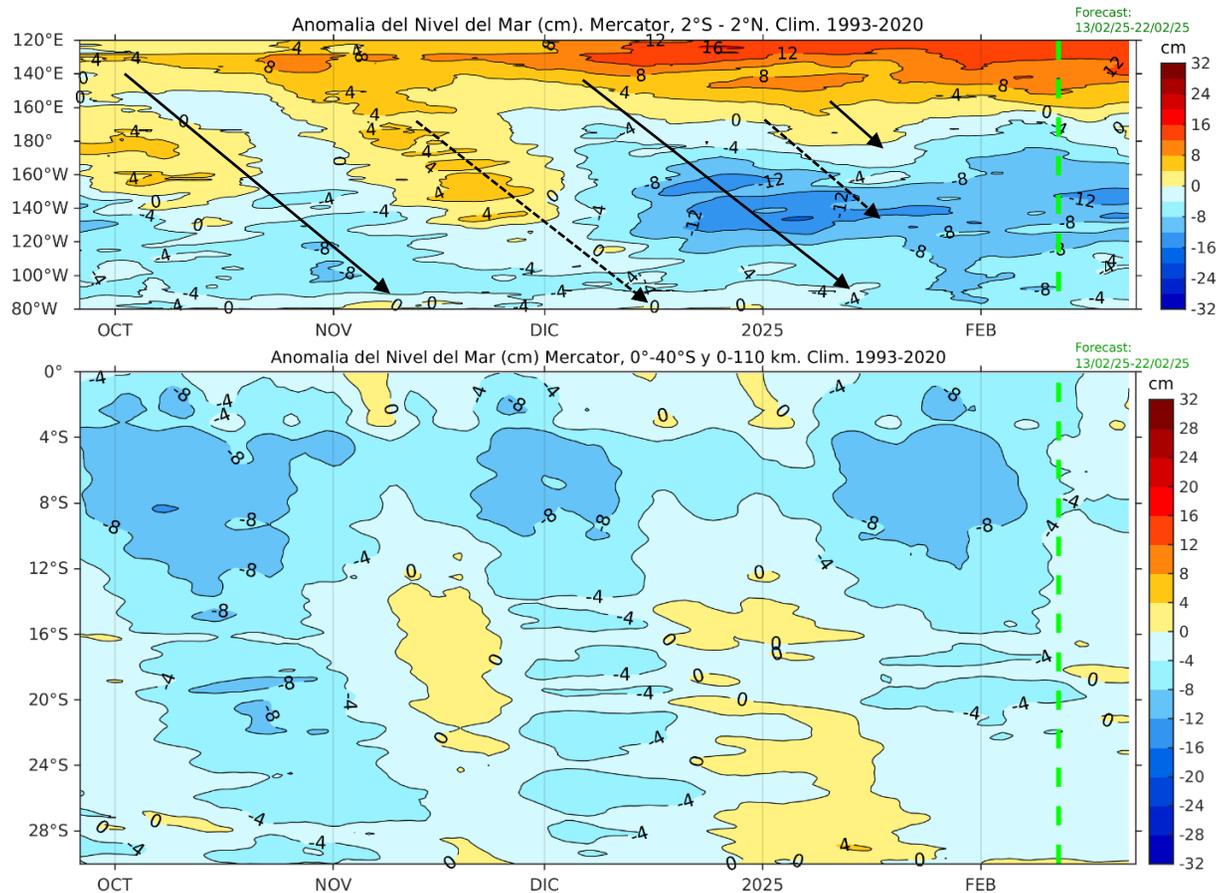


Figura 30. Anomalia de Nivel del Mar en el Pacifico Ecuatorial, entre los 120°E - 80°W y 2°N - 2°S (arriba), y dentro de los 110 km frente a la costa entre los 0° - 40°S (abajo). Climatología de 1993-2020. Fuente: MERCATOR. Flechas continuas y punteada señalan la propagación de ondas de Kelvin cálidas y frías, respectivamente.

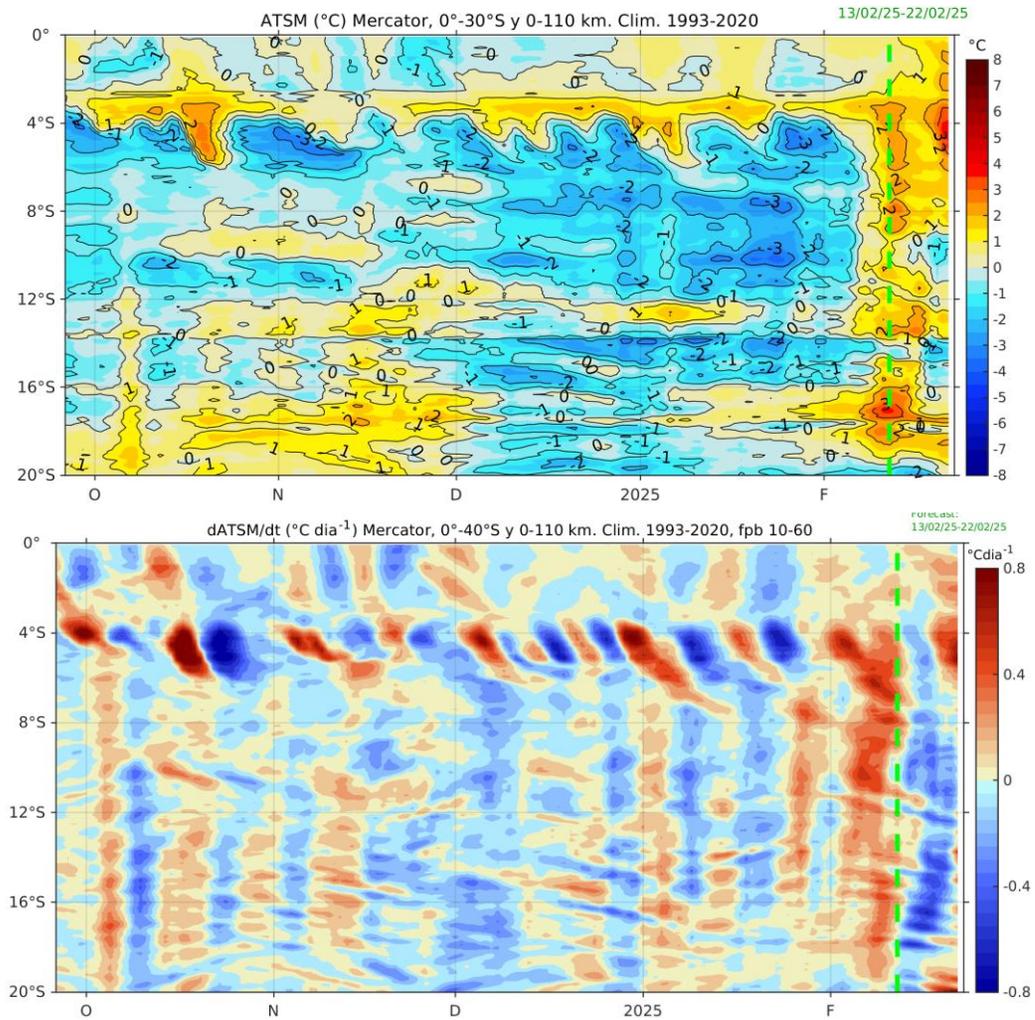


Figura 31. Anomalía de la profundidad de la termoclina (isoterma de 15 °C) dentro de los 80 mn frente a la costa (arriba) y tasa de cambio de anomalía de TSM respecto al tiempo dentro de los 60 km frente a la costa (abajo). Climatología de 1993-2020. Fuente: MERCATOR.

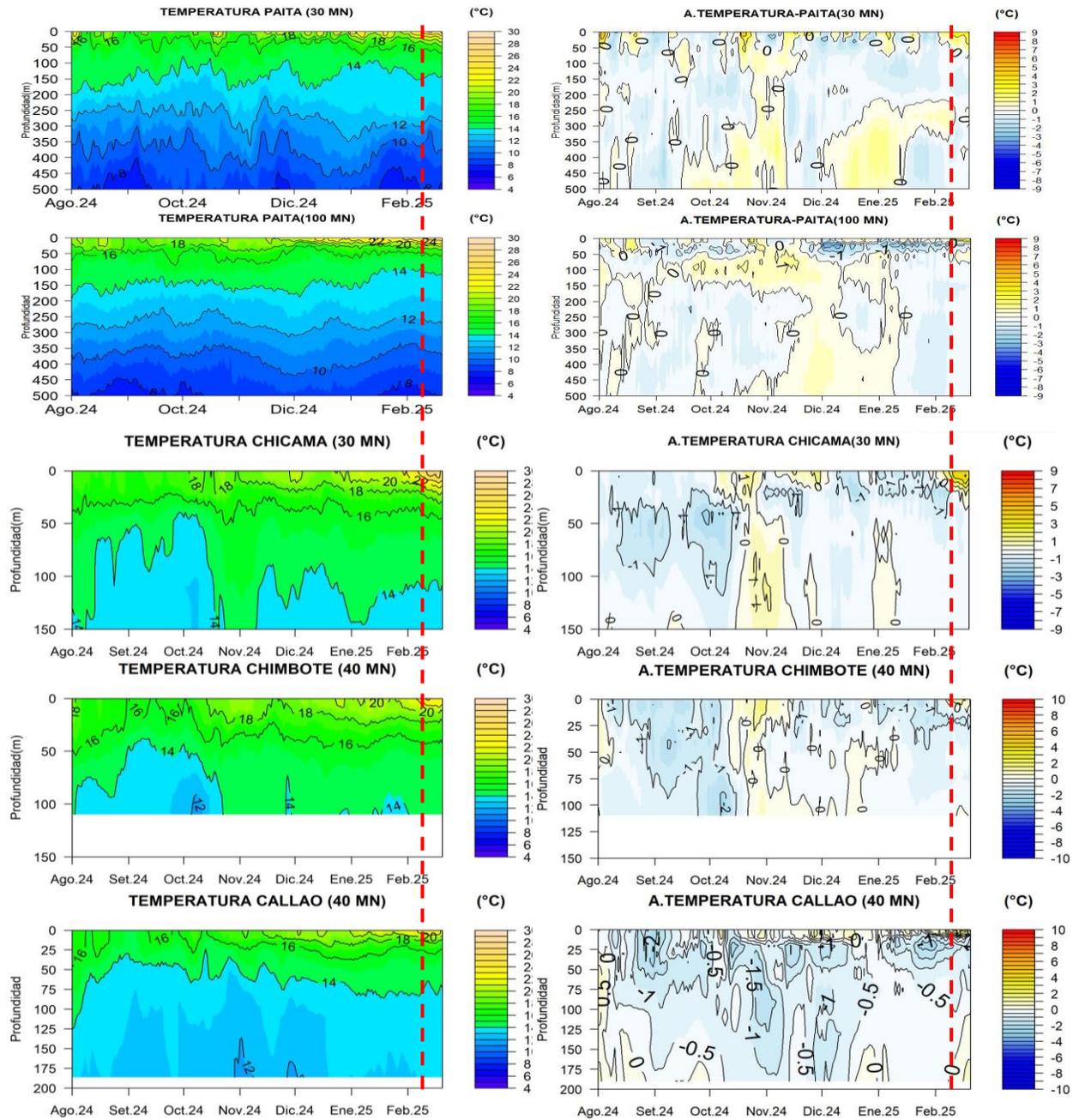


Figura 32. Pronóstico de temperatura subsuperficial del mar y su anomalía hasta los 500 m de profundidad frente a) Paita (30 mn), b) Paita (100 mn), c) Chicama (30mn), d) Chimbote (40mn) y e) Callao (40mn). Fuente: Mercator. Procesamiento: DIHIDRONAV.

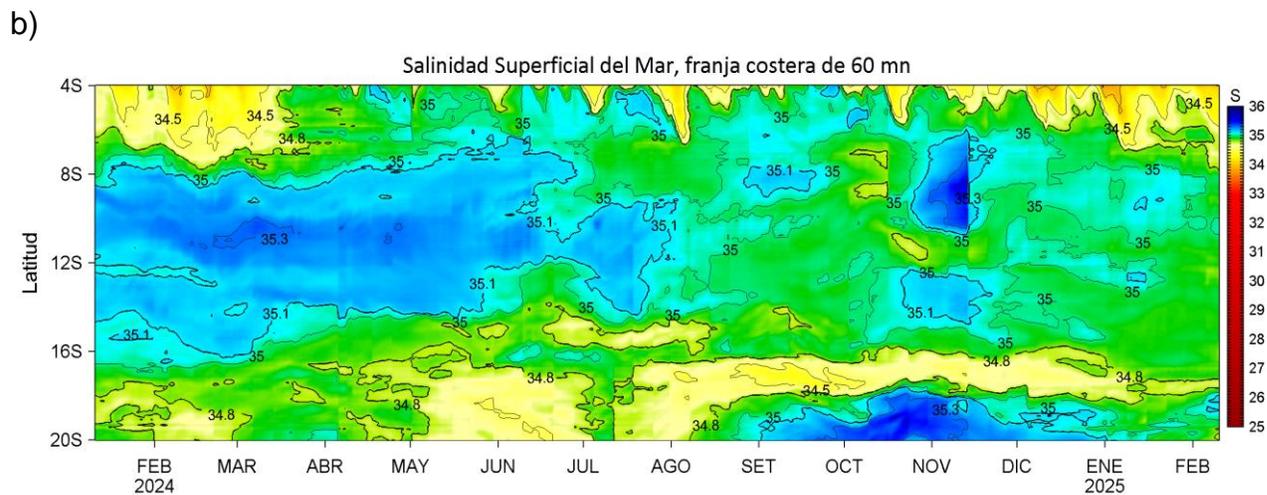
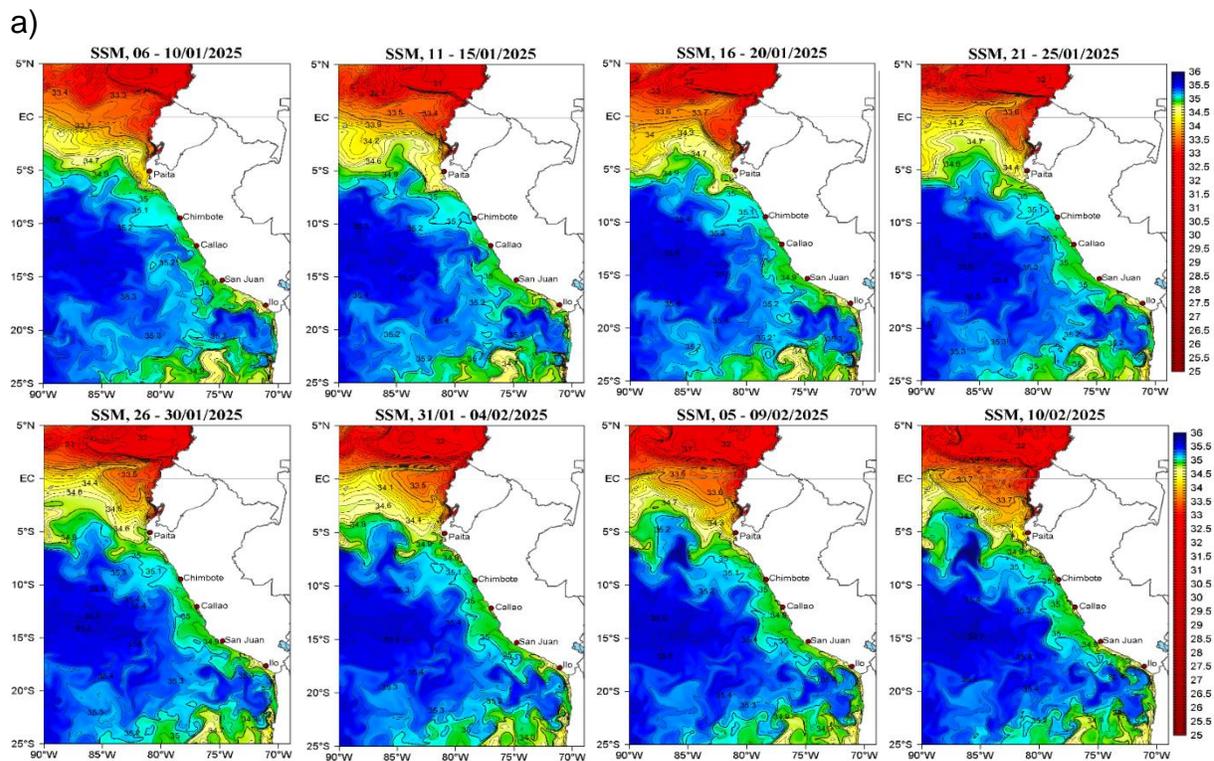


Figura 33. (a) Distribución pentadal de la salinidad superficial del mar (SSM) en el Pacífico Sudeste, durante el 06 de enero y 10 de febrero del 2025. (b) Diagrama Hovmöller de la SSM en la franja de las 60 millas costeras, al 10 de febrero del 2025. Datos: GLOBAL_ANALYSIS_FORECAST_PHY_001_024 (Lellouche, J.-M. et al, 2013) disponible en http://marine.copernicus.eu/services-portfolio/access-to-products/?option=com_csw&view=details&product_id=GLOBAL_ANALYSIS_FORECAST_PHY_001_024. Procesamiento: LHFM/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

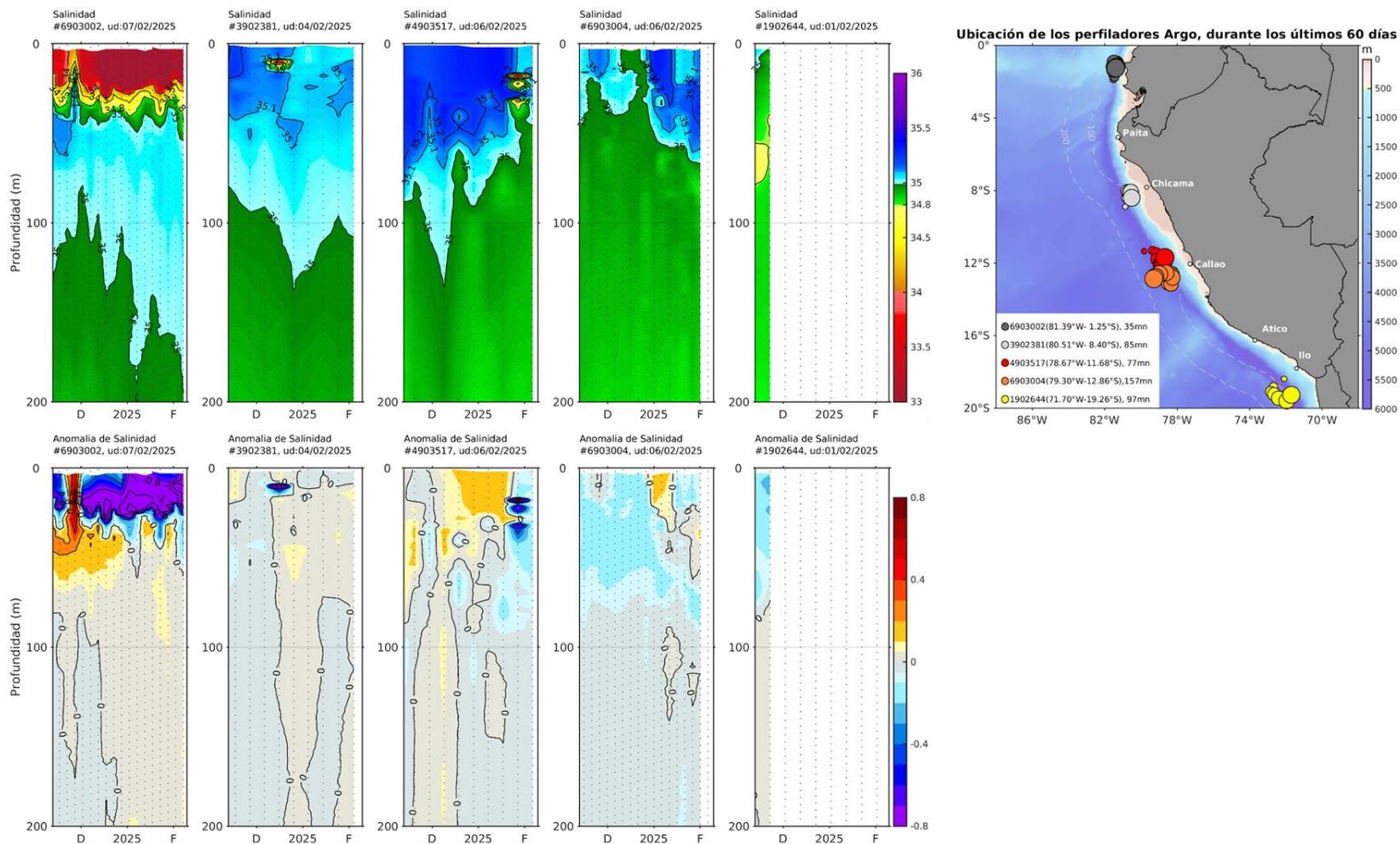


Figura 34. Evolución de la salinidad del agua de mar y sus anomalías en perfiladores ARGO en la zona costera (dentro de las 100 mn) y ubicación de las últimas posiciones y coordenadas geográficas donde brindaron información. Fuente: ARGO, climatología: 1991-2020 (Domínguez et al., 2023). Procesamiento: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

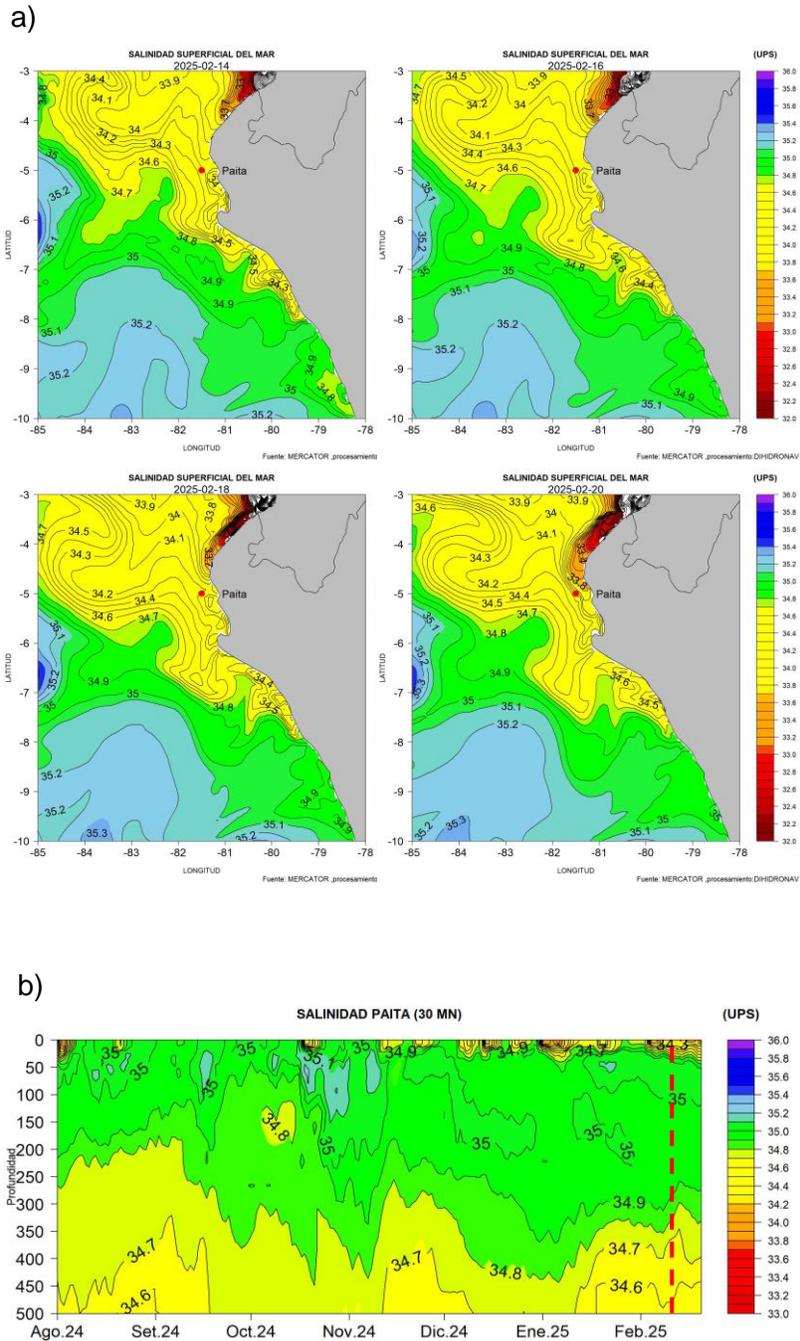
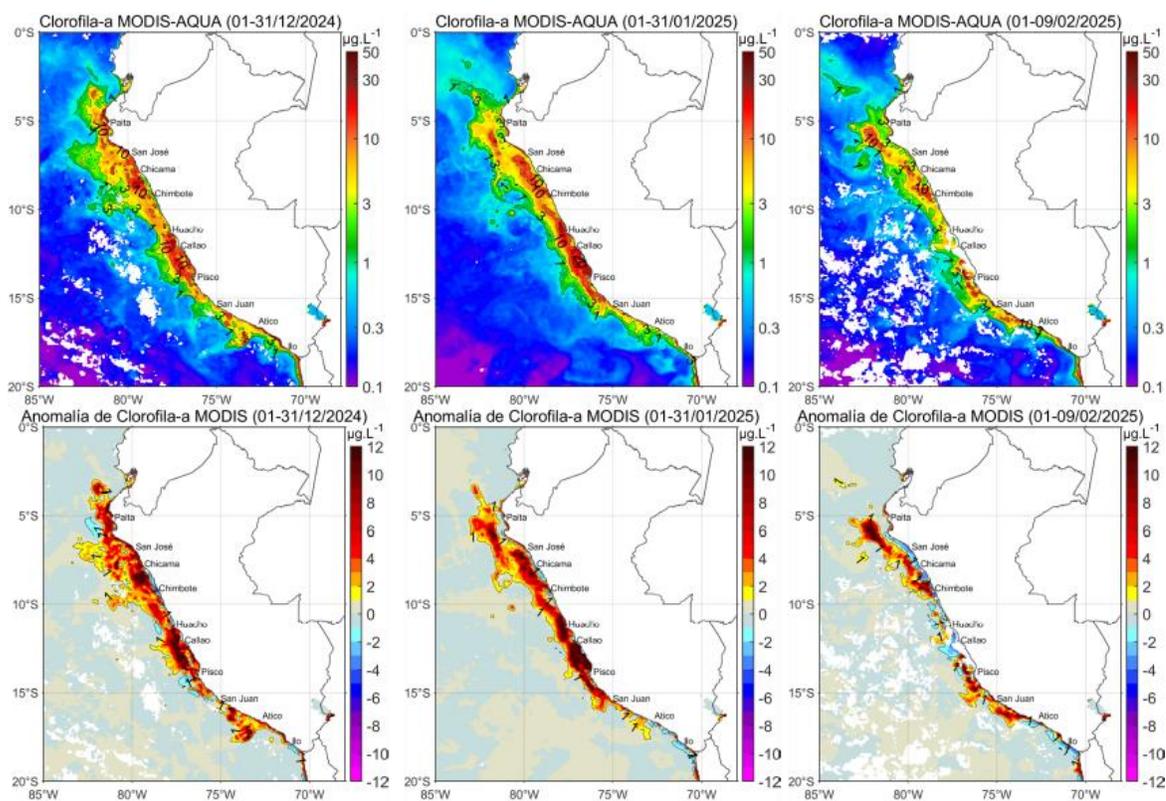


Figura 35. Pronóstico de salinidad del mar a) superficial frente a la costa norte y centro y b) subsuperficial hasta los 500 m de profundidad frente Paita (30 mn). Fuente: Mercator. Procesamiento: DIHIDRONAV.

a)



b)

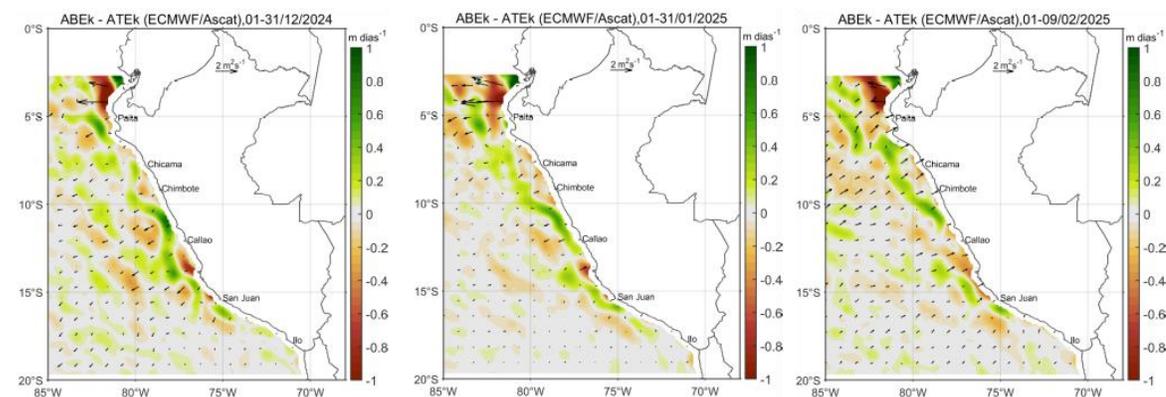


Figura 36. Distribución de la concentración de clorofila-a (a) superficial satelital ($\mu\text{g L}^{-1}$, panel superior) y su anomalía ($\mu\text{g L}^{-1}$, panel central); así como en (b) las anomalías de Bombeo de Ekman (color) y anomalías del Transporte de Ekman (flechas) (panel inferior) durante diciembre 2024 y enero y los primeros días de febrero de 2025 (de izquierda a derecha). La clorofila-a proviene de MODIS-AQUA, mientras que, los datos para el cálculo de bombeo y transporte Ekman de ECMWF/Ascatt. Procesamiento: LHQ/AFIOQG/DGIOCC/IMARPE.

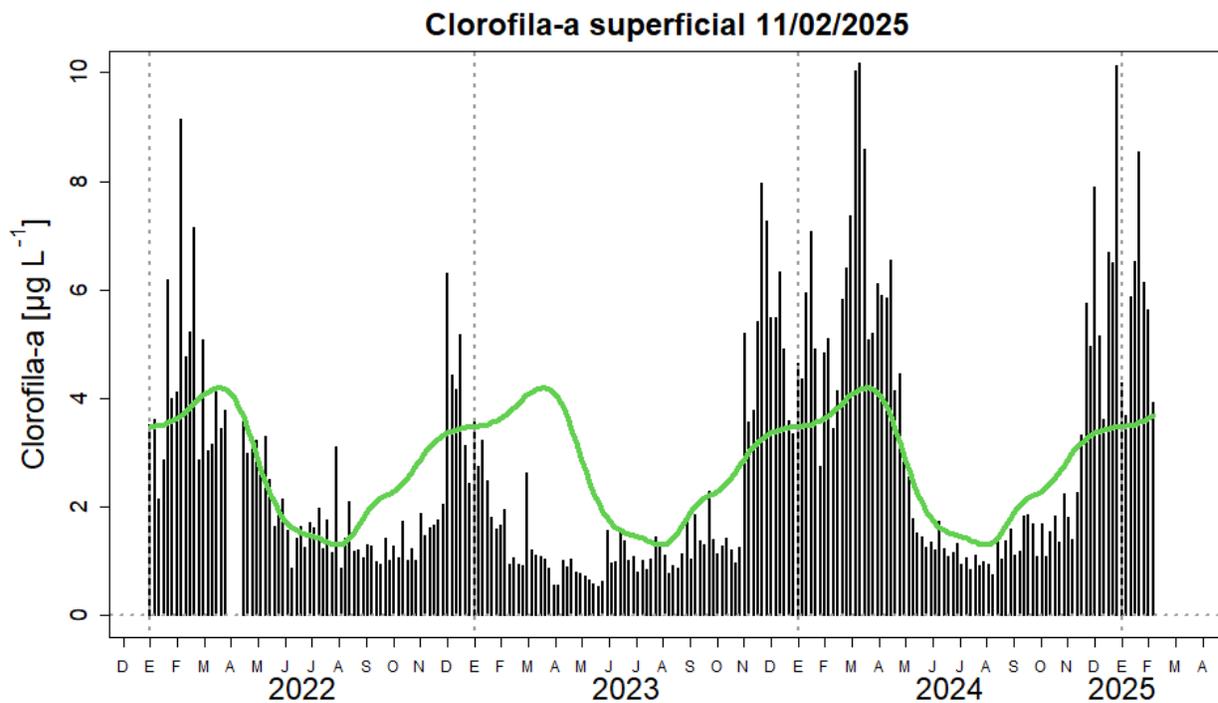


Figura 37. Serie de tiempo de las concentraciones de clorofila-a satelital (barra negra) y su climatología (línea verde) proveniente de SeaWIFS-MODIS ($\mu\text{g L}^{-1}$) entre $4^{\circ}\text{S} - 16^{\circ}\text{S}$ y dentro de los 100 km de la costa. Fuente: IMARPE.

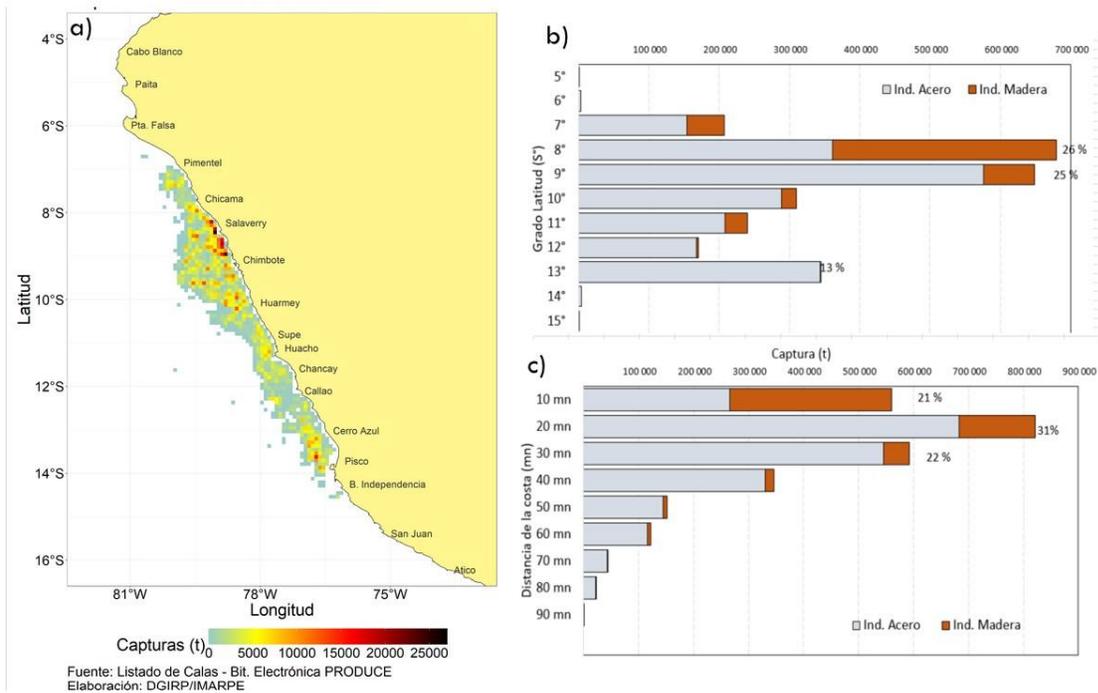


Figura 38. a) Distribución espacial de la anchoveta, b) capturas de anchoveta (t) según grado de latitud y c) capturas de anchoveta según distancia de la costa (mn) de la flota de cerco industrial, durante la segunda temporada de pesca de la región norte-centro 2024.

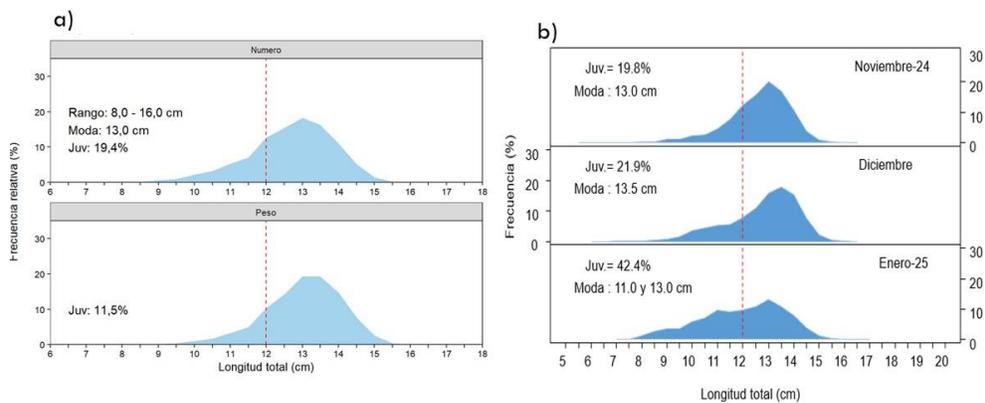


Figura 39. Estructura de tallas de anchoveta a) total, b) según meses durante la segunda temporada de pesca de la región Norte – Centro 2024.

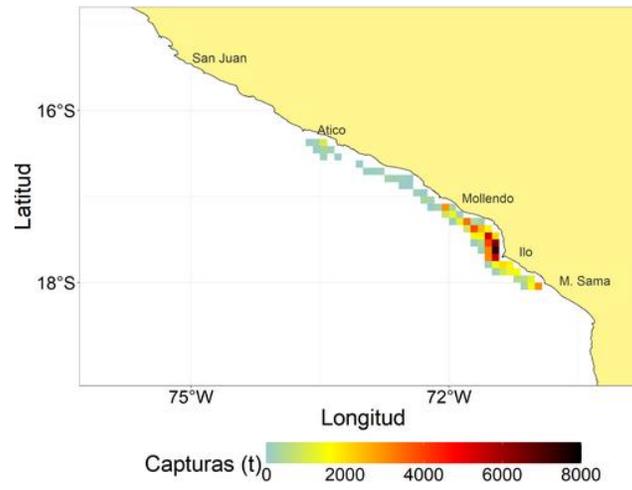
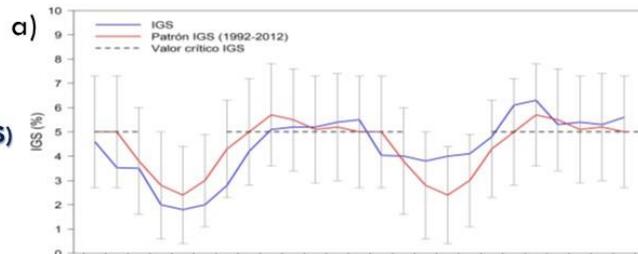
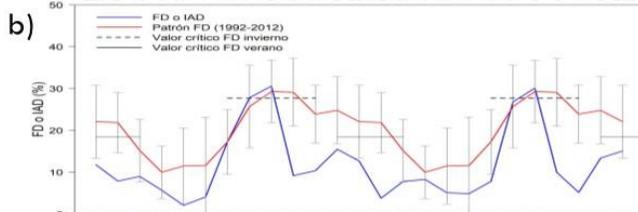


Figura 40. a) Distribución espacial de la anchoveta, en la región Sur. Primera temporada de pesca del 2025.

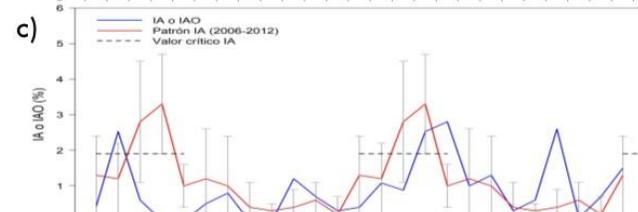
ÍNDICE GONADOSOMÁTICO (IGS)
Indicador de Actividad Reproductiva



FRACCIÓN DESOVANTE (FD)
Indicador del proceso de desove



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



CONTENIDO GRASO (CG)
Indicador de la reserva de energía

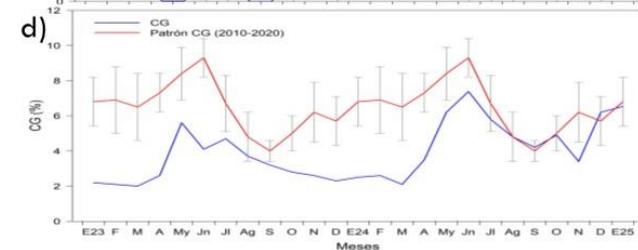


Figura 41. Indicadores reproductivos a) índice gonadosomático, b) fracción desovante, c) índice de atresia y de condición somática d) contenido graso de anchoveta peruana *Engraulis ringens* de enero del 2022 a enero del 2025.

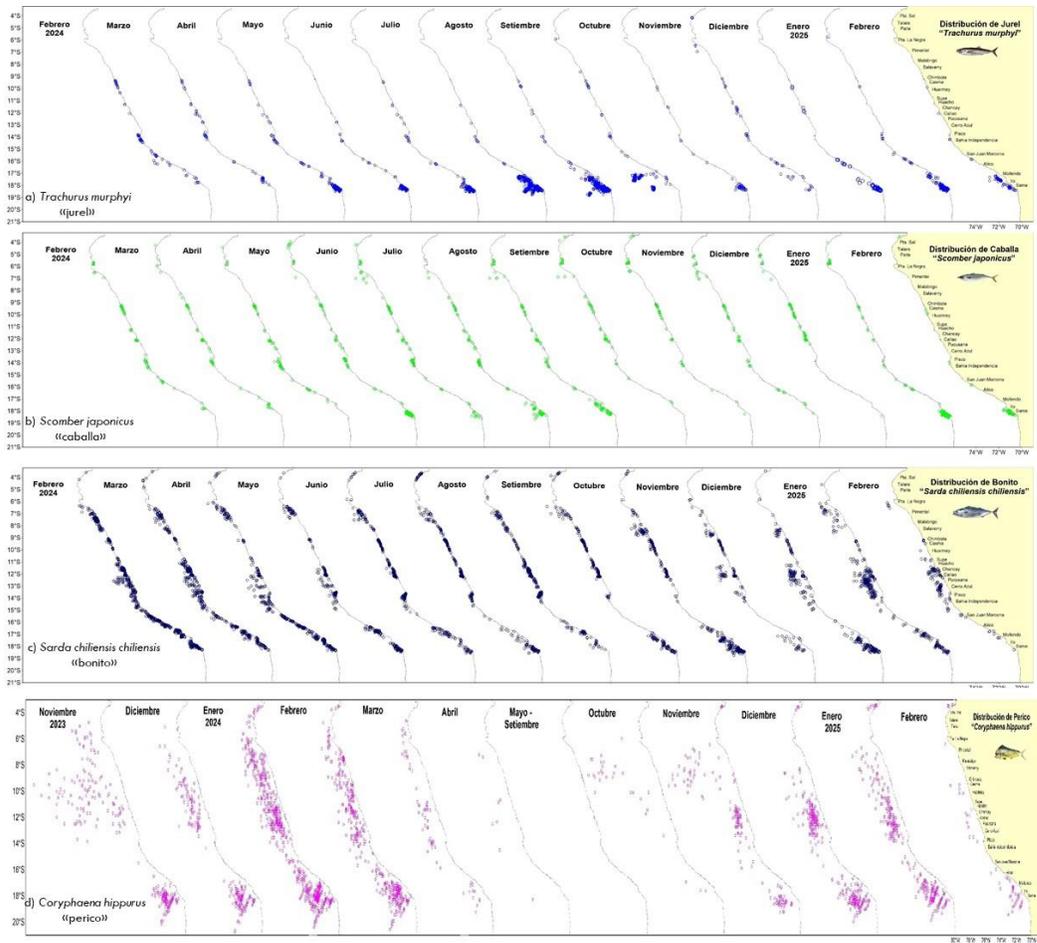
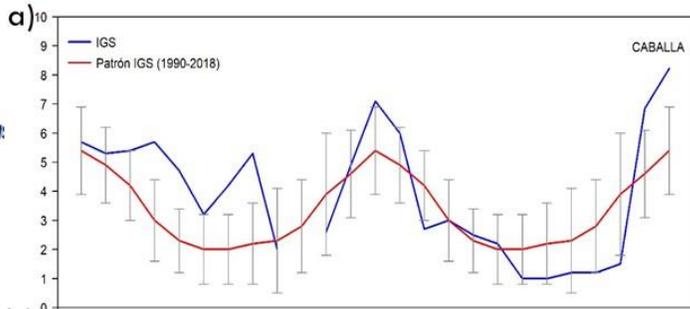
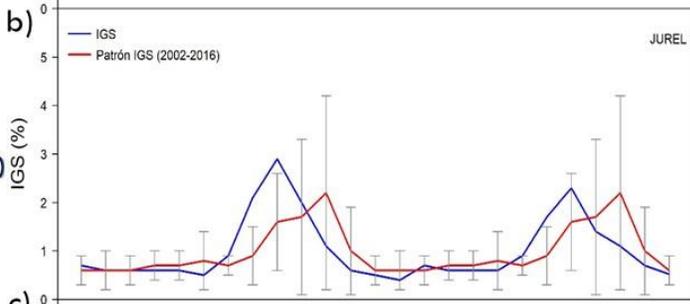


Figura 42. Distribución de los recursos transzonales a) jurel, b) caballa, c) bonito y d) perico durante octubre 2023 a febrero del 2025.

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



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



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

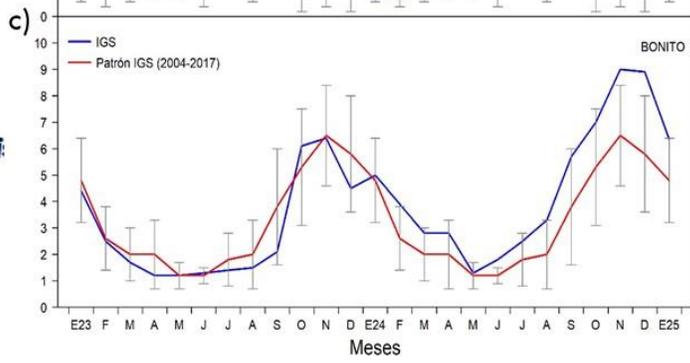


Figura 43. Índice gonadosomático (IGS) de a) caballa, b) jurel y c) bonito de enero del 2023 a enero del 2025.

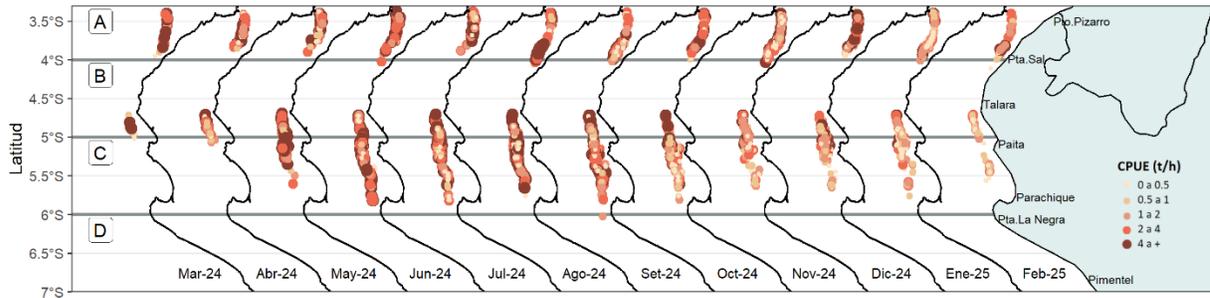


Figura 44. Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE en $t\ h^{-1}$) por lance de pesca de marzo 2024 a 09 febrero 2025 (de izquierda a derecha) de la flota industrial de arrastre de merluza

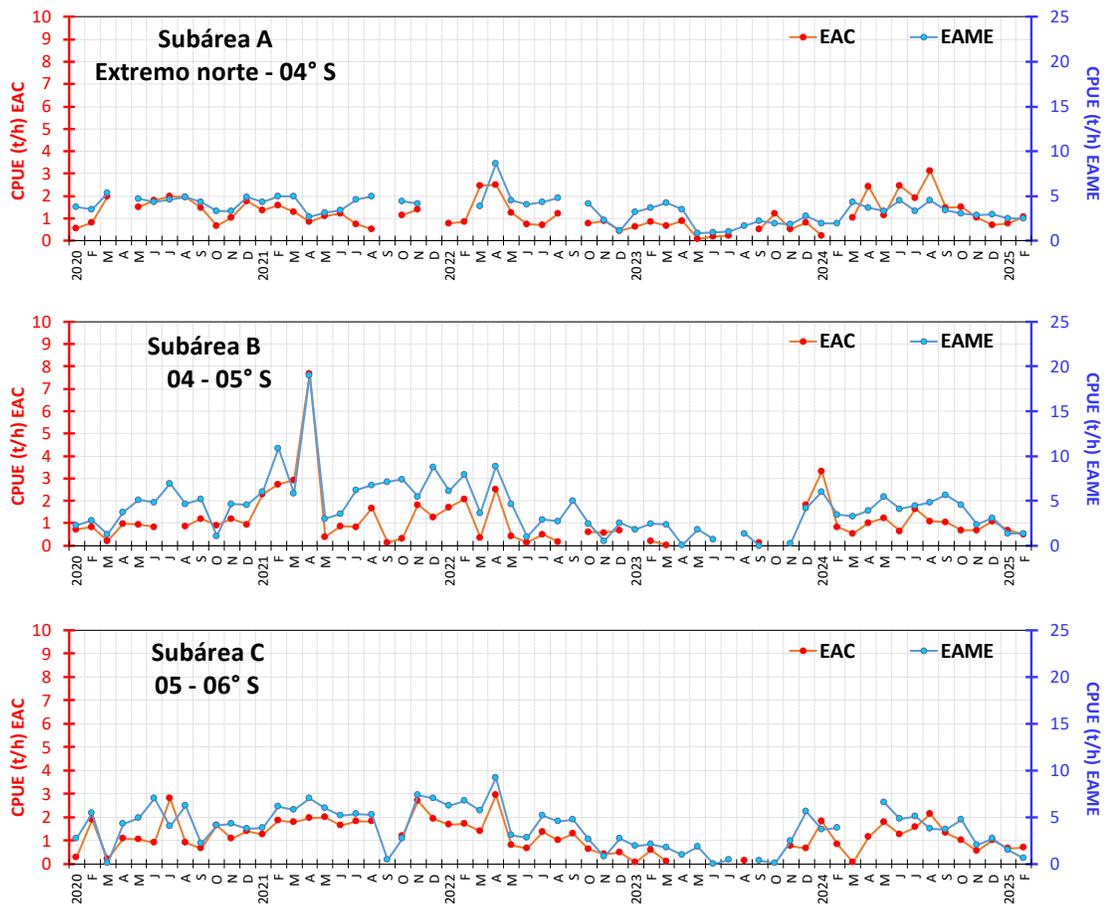


Figura 45. CPUE mensual ($t\ h^{-1}$) por subárea de pesca y tipo de embarcación de la flota industrial de arrastre de merluza.

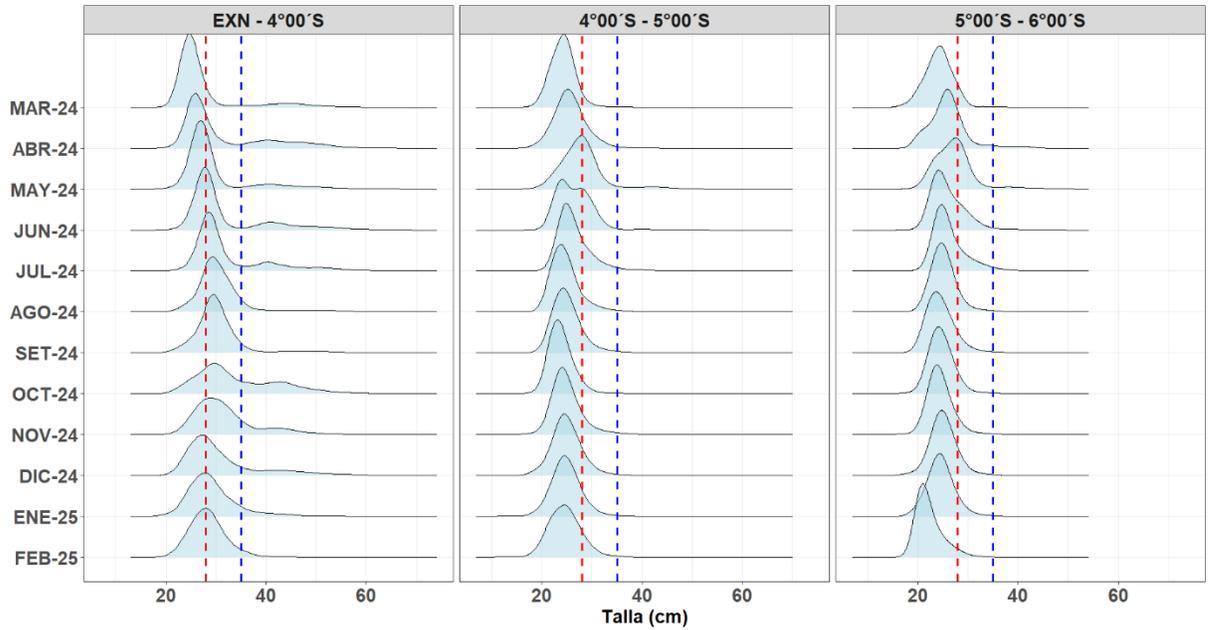


Figura 46. Distribución de tallas de merluza por sub-área (latitud) de marzo 2024 al 09 de febrero 2025, capturada por la flota industrial de arrastre.

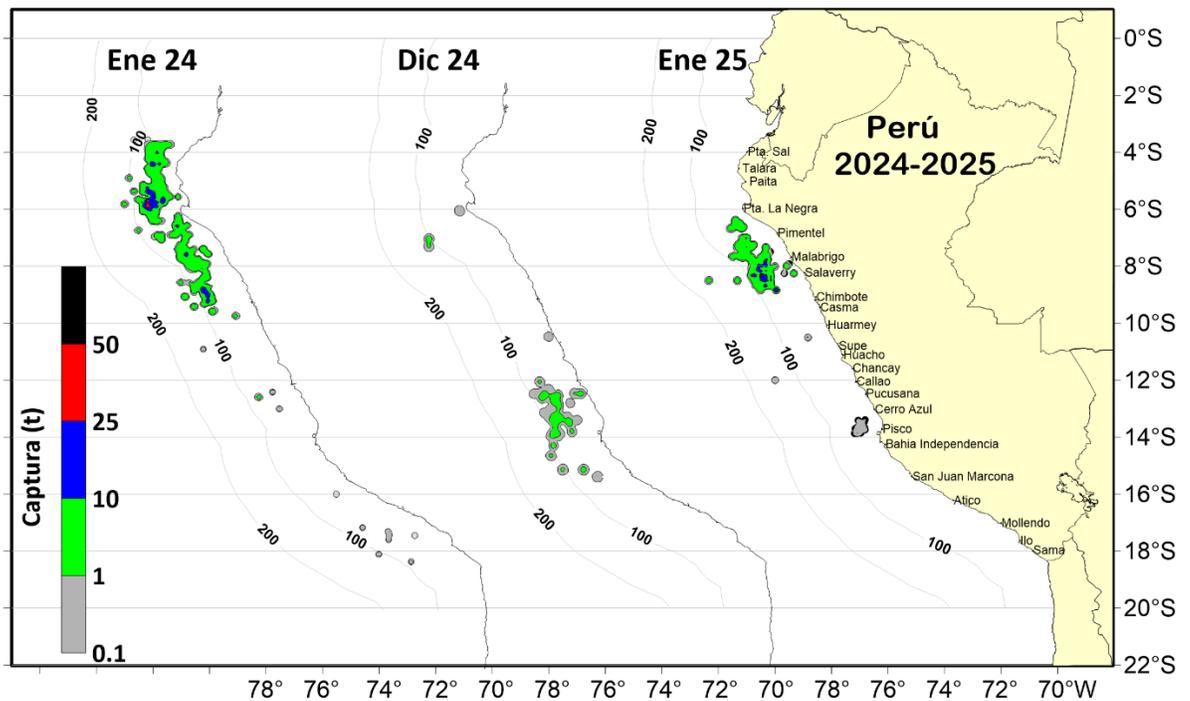
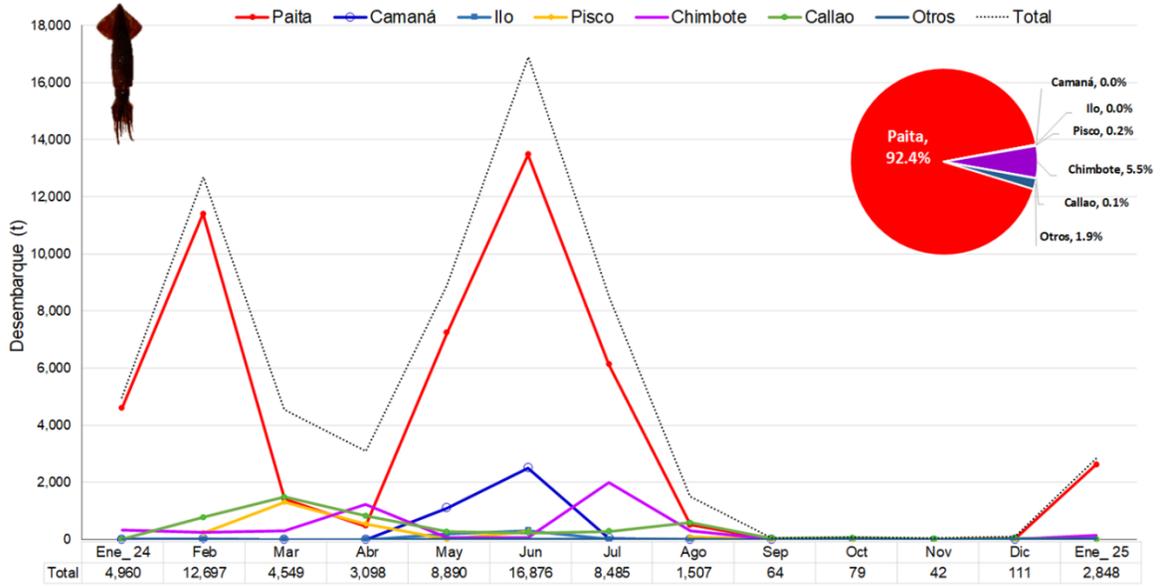


Figura 47. Distribución de la flota artesanal del calamar gigante *Dosidicus gigas*, enero 2024 – ene 2025. Fuente: IMARPE – ROSPAS – Oficina de Pesca Artesanal. Información preliminar para uso científico.



Fuente: IMARPE - ROSPAS - Oficina de Pesca Artesanal Información (preliminar) para uso científico

Figura 48. Desembarque (t) de calamar gigante *Dosidicus gigas*, durante 2024-2025

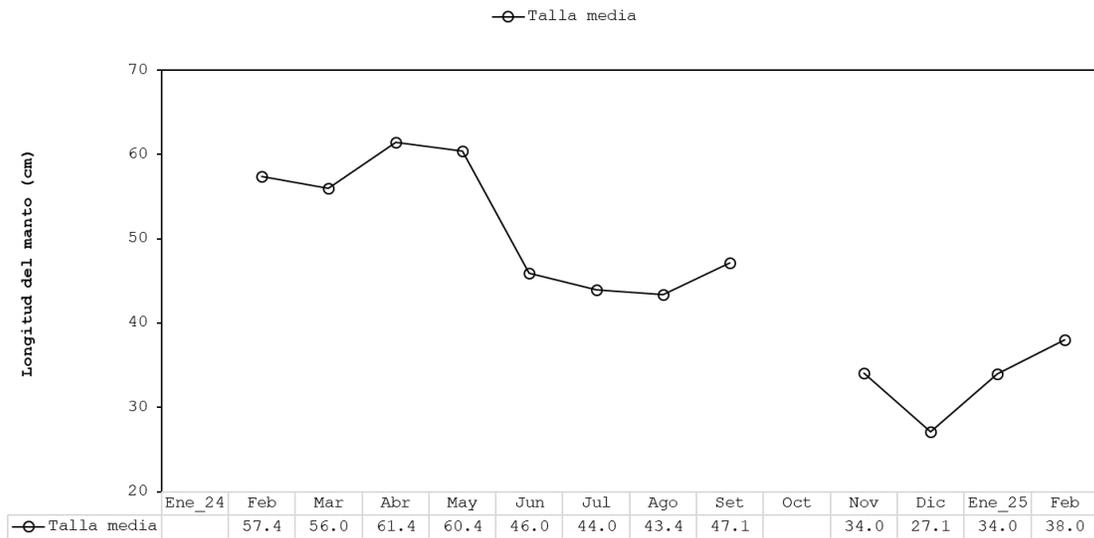


Figura 49. Tallas medias de calamar gigante del Seguimiento de pesquerías.

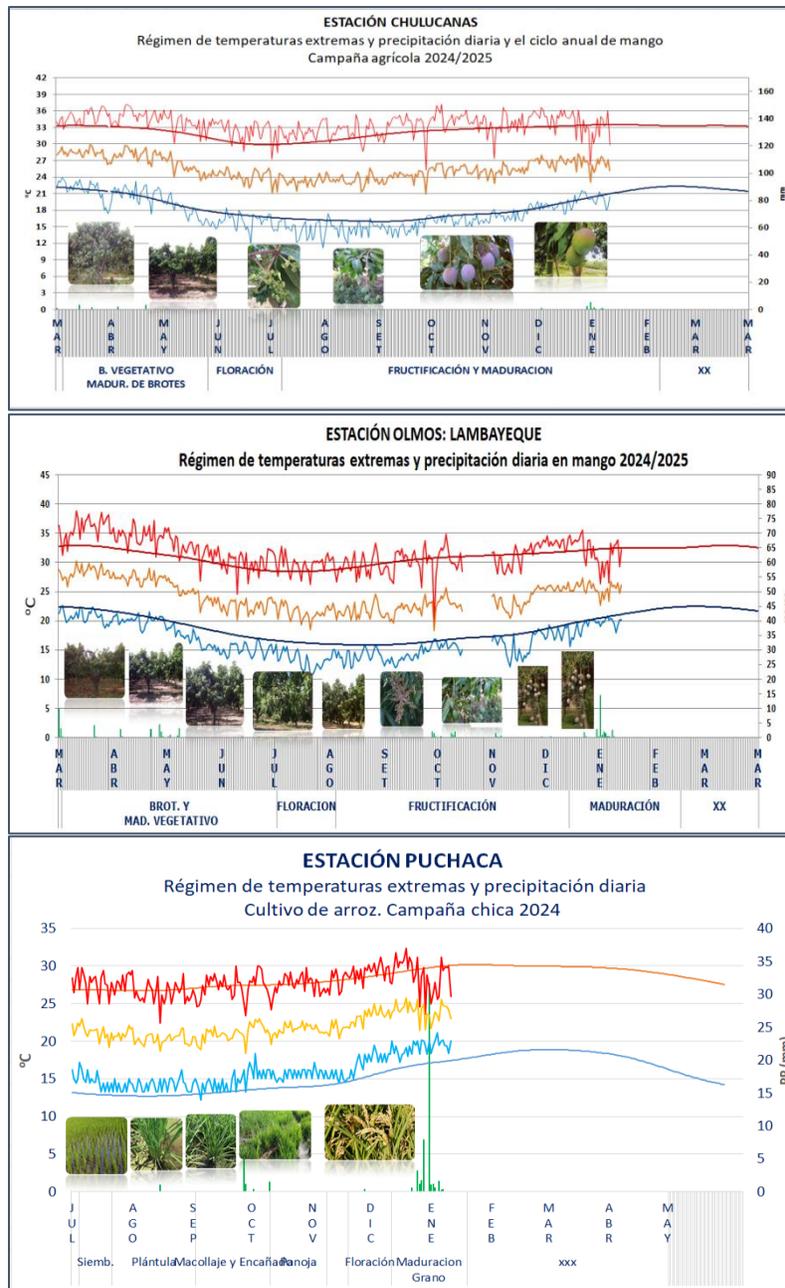


Figura 50. Monitoreo agrometeorológico del mango (Campaña 2024-2025) y arroz (Campaña 2024). Fuente: SENAMHI.

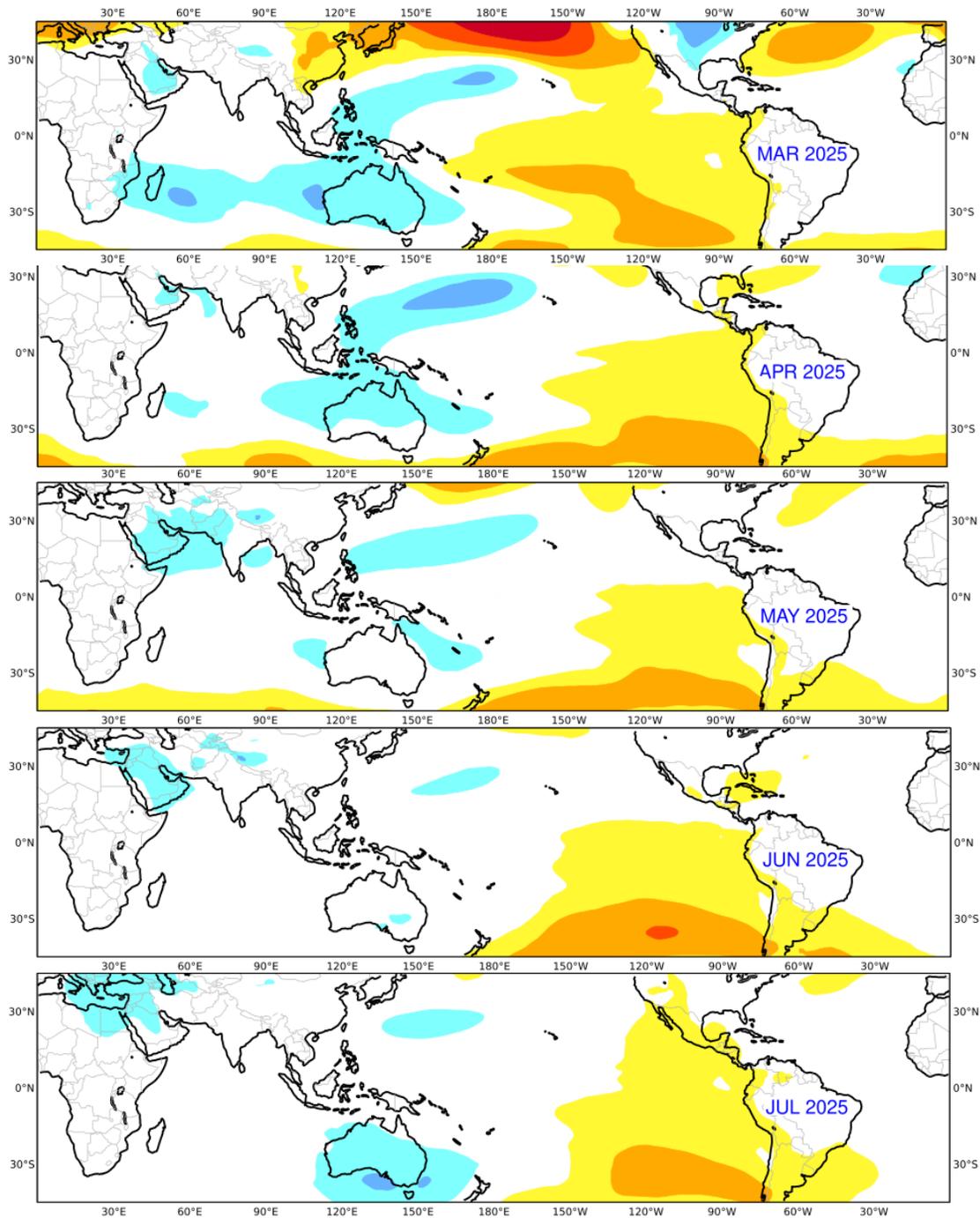


Figura 51. Mapas de pronóstico mensual del ensamblado de las anomalías de la presión atmosférica a nivel del mar en hPa, desde marzo hasta julio 2025, usando el producto C3S multi-system proporcionados por the Copernicus Climate Change Service iniciados el 01 febrero 2025.

IGP-UHM IA model v1.0: Probability of a strong EP EN event ($E > 1.5$) in the following Jan:
 0.03% (classif.), 0.00% (regress.) IC: December (Final) FT 1871-1984. Processing date: 31-01-2025

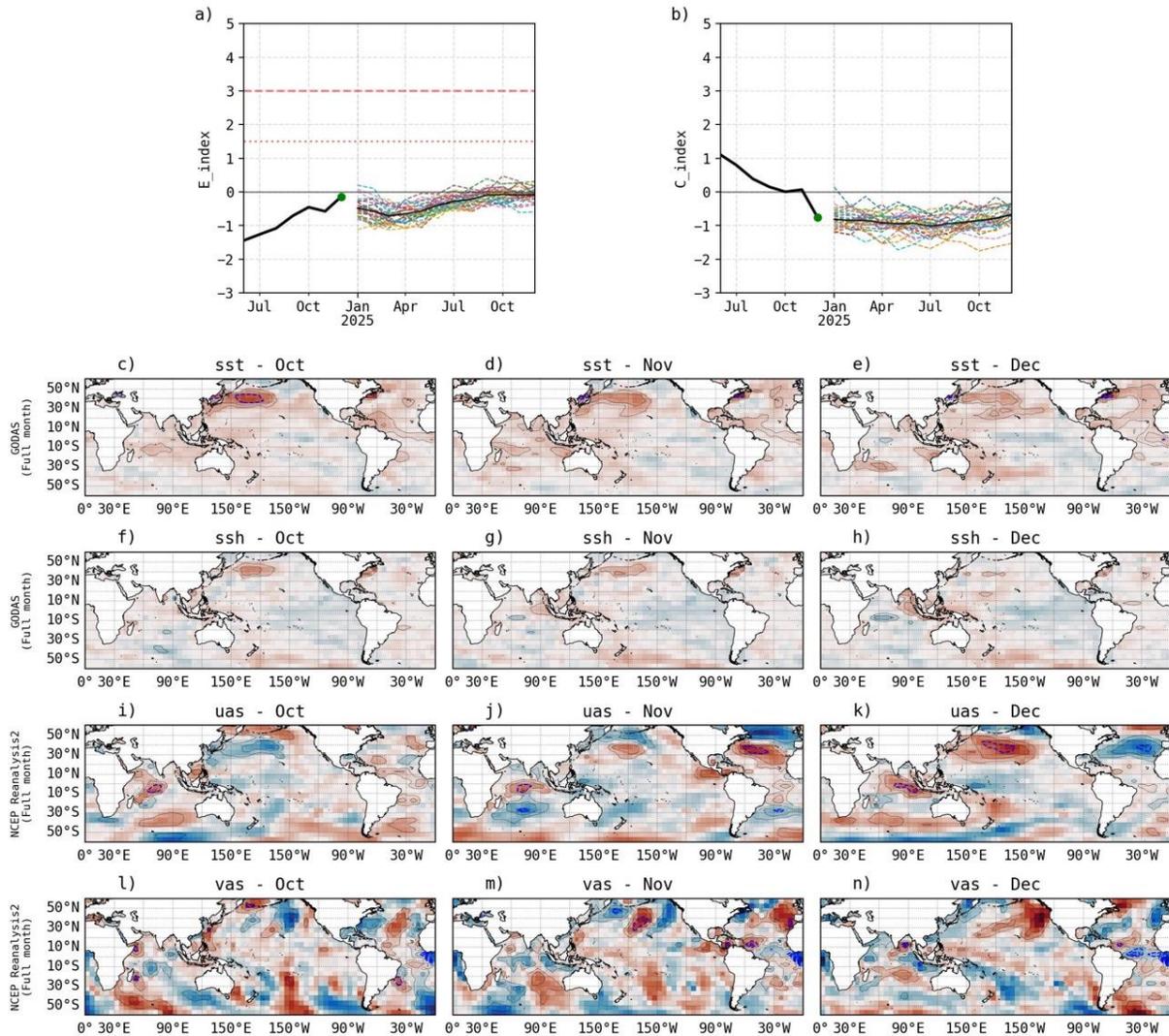


Figura 52. Pronóstico del índice E (Takahashi et al., 2011) a doce meses basado en un modelo de inteligencia artificial (Rivera Tello et al., 2023) para el pronóstico de El Niño extremo. (a) Muestra la evolución del índice E, representado con una línea gruesa de color negro, desde junio a diciembre de 2024; el conjunto de líneas entrecortadas de colores indica el pronóstico del índice E desde enero a diciembre de 2025. (b) Es lo mismo que (a) pero para el índice C (Takahashi et al., 2011). Desde (c) a (n), se muestra la “Explicabilidad” (explainability) de cuatro variables, en anomalías, usadas para el pronóstico: temperatura superficial del mar (primera fila), nivel del mar (segunda fila), viento zonal (tercera fila) y viento meridional (cuarta fila). Estas variables se obtienen de distintos meses: octubre (primera columna), noviembre (segunda columna) y diciembre (tercera columna). Los contornos rojos (morados) de estos paneles indican regiones que favorecen (desfavorecen) al pronóstico de El Niño extremo.

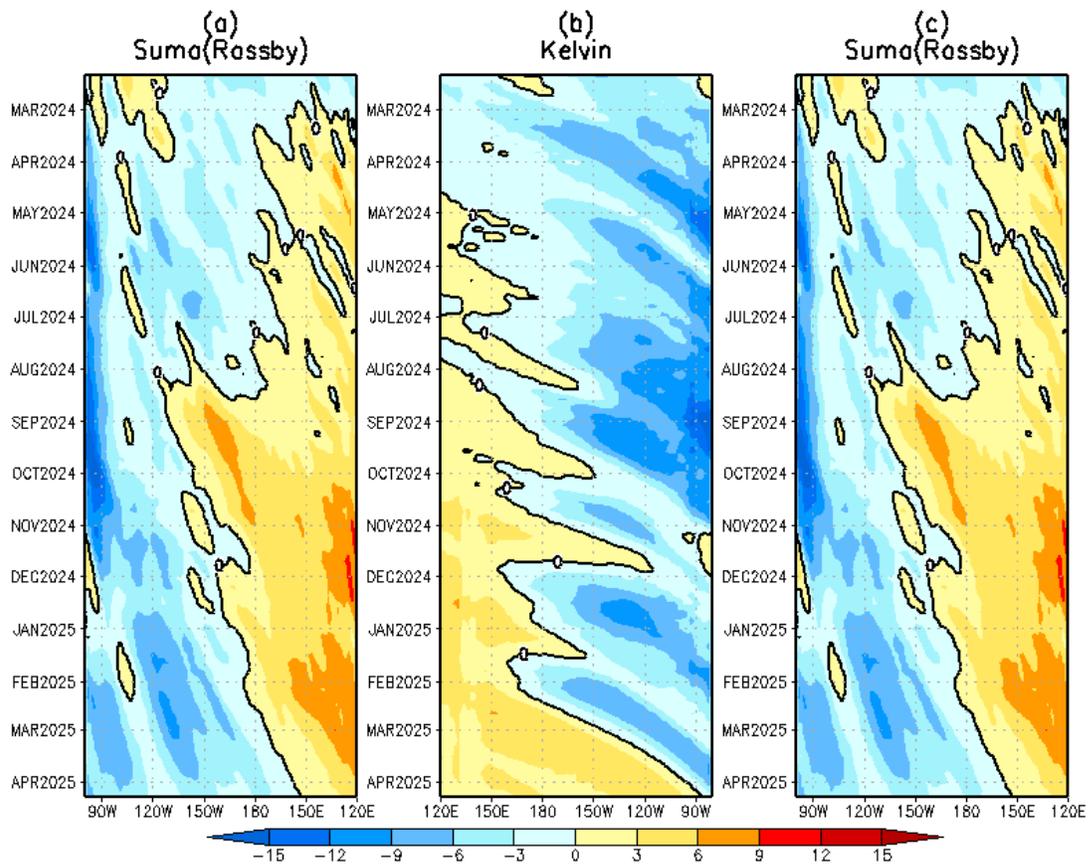


Figura 53. Diagrama longitud–tiempo de (a), diagrama de la onda de Rossby (b) diagrama de la onda de Kelvin, (c) diagrama de la onda de Rossby, calculado con el Modelo oceánico lineal (LOMIGP), forzando por NCEP y termoclina variable. El pronóstico se inicia luego del 08 de febrero de 2025. Fuente: IGP.

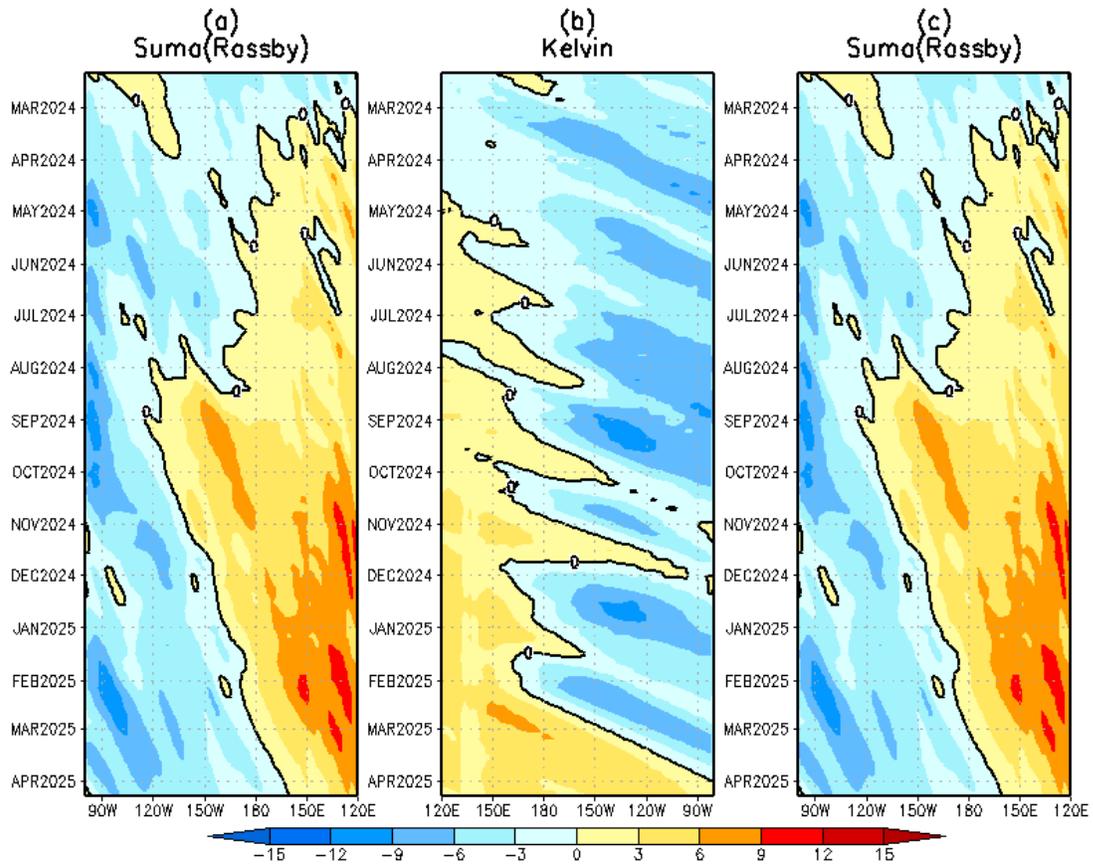


Figura 54. Igual que la Figura 45 pero el modelo es forzado con termoclina constante.
Fuente: IGP.

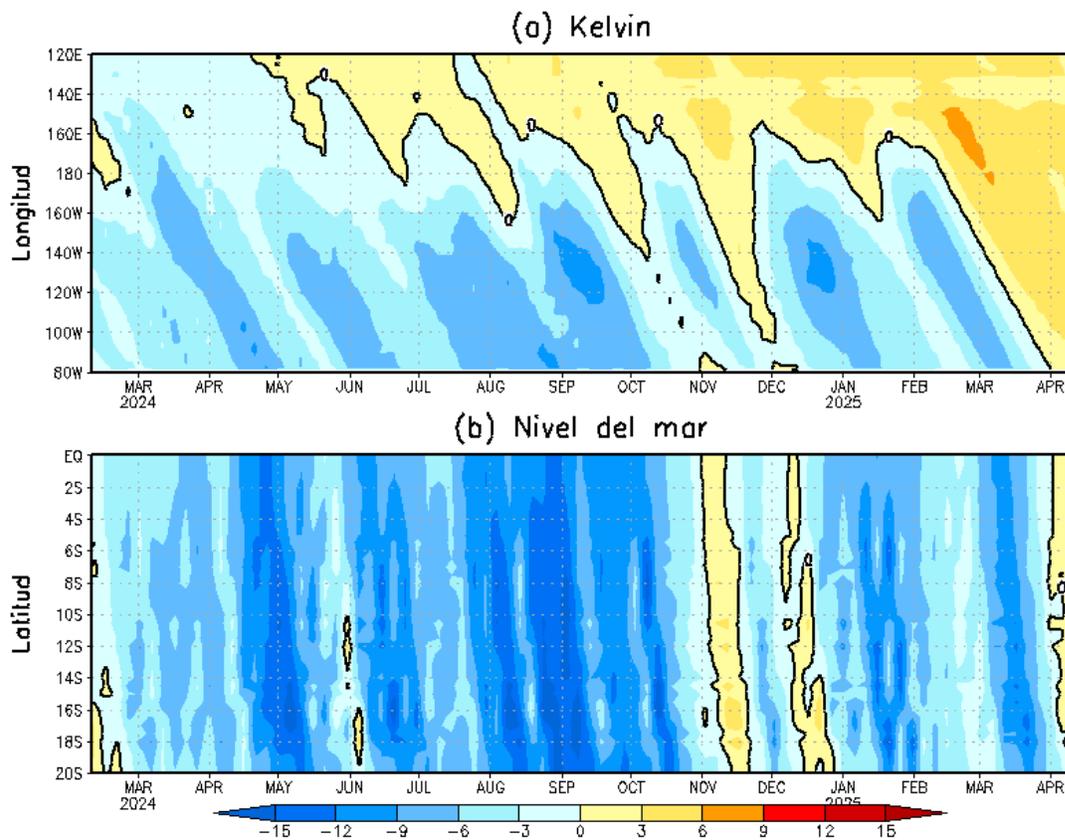


Figura 55. Simulación numérica de la anomalía del nivel del mar (cm) a lo largo de la franja ecuatorial del océano Pacífico (panel superior) y a lo largo de la costa peruana (panel inferior). Esta simulación se realizó con el modelo oceánico lineal (LOM) forzado con esfuerzo de viento del reanálisis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

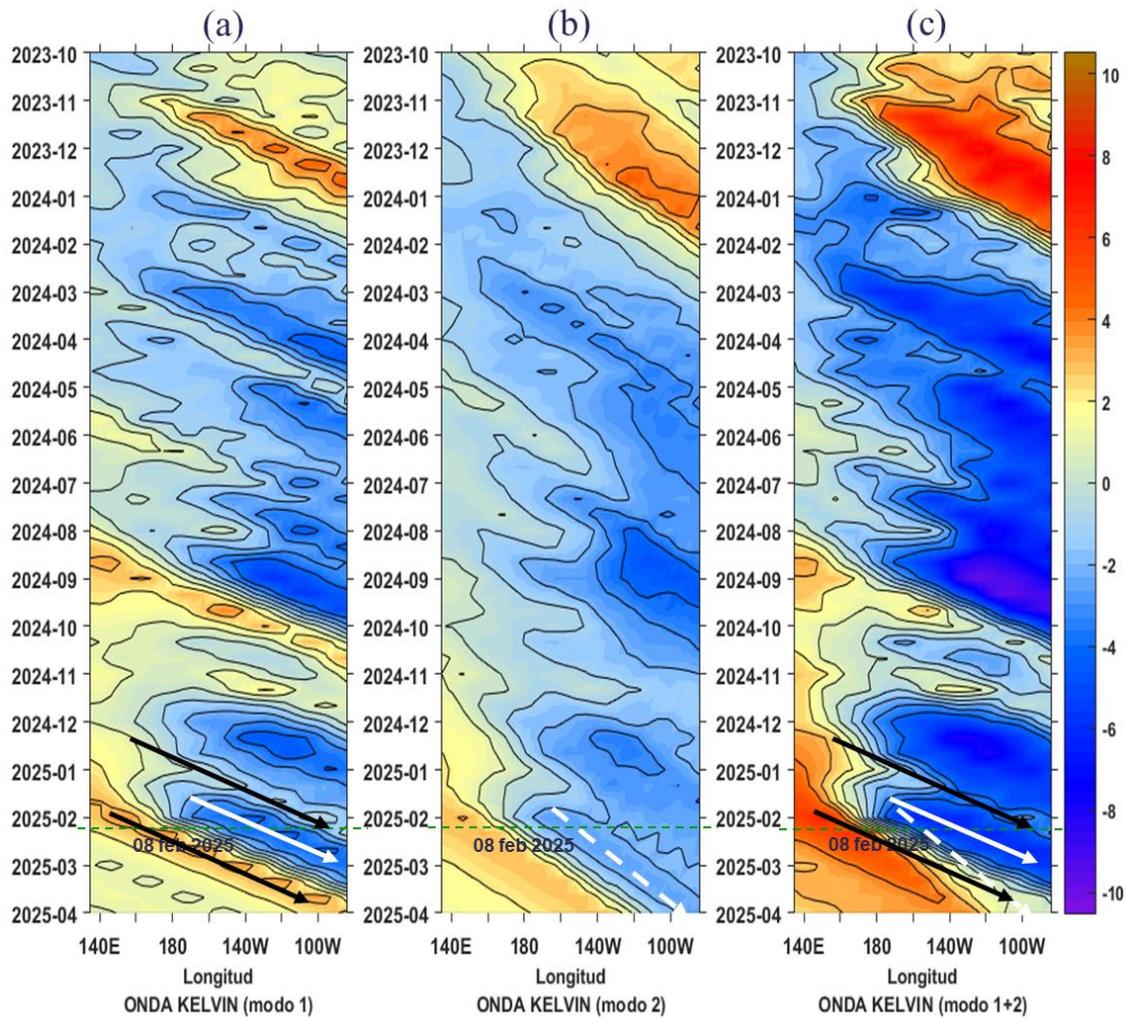


Figura 56. Diagrama Hovmöller longitud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacífico ecuatorial (0°N): (a) Modo 1 (flechas con líneas continuas), (b) Modo 2 (flechas con líneas discontinuas), (c) Modos 1+2. Se presentan las ondas de hundimiento “cálidas” (flechas negras), y las ondas de afloramiento “frías” (flechas blancas). La línea discontinua horizontal, en verde, indica el inicio del pronóstico con el forzante de vientos climatológico. Fuente: IMARPE, forzado con anomalías del esfuerzo de vientos de NCEP. Procesamiento: LMOECC/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

PROBABILIDADES MENSUALES DE LAS CONDICIONES CÁLIDAS, FRÍAS Y NEUTRAS

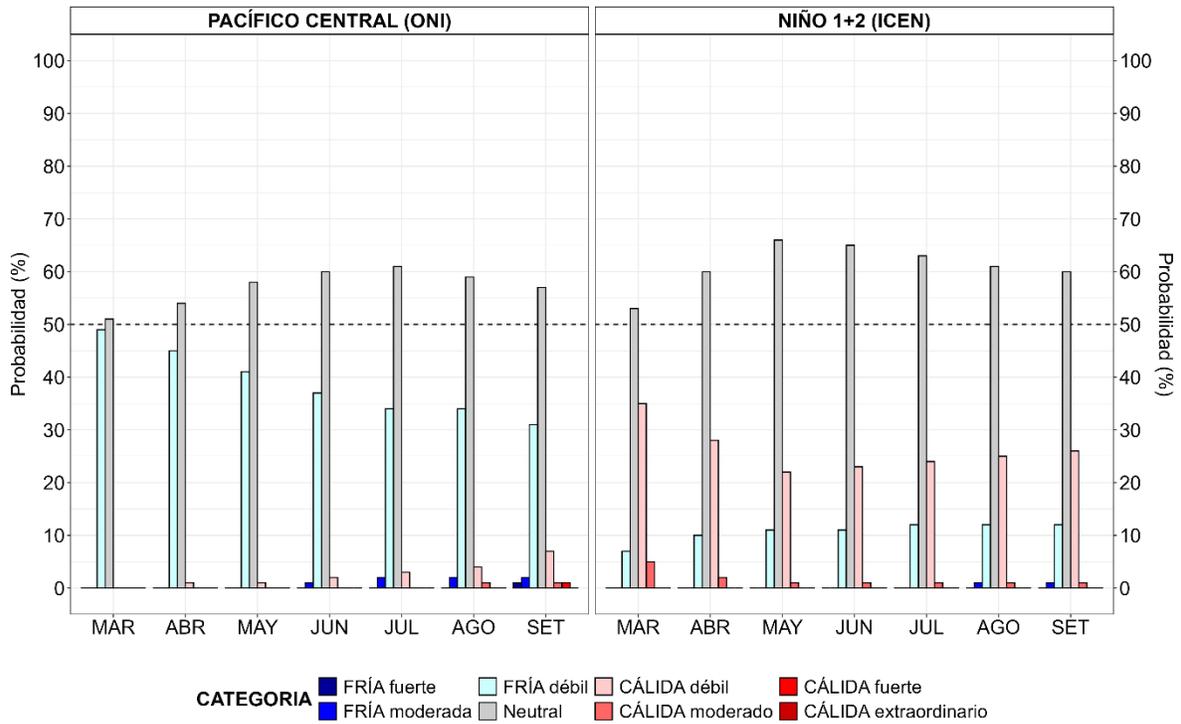


Figura 57. Probabilidades mensuales estimadas para condiciones cálidas, neutras y frías en el Pacífico central (región Niño 3.4, izquierda) y en el extremo del Pacífico oriental (región Niño 1+2, frente a la costa de Perú, derecha) entre marzo y setiembre de 2025.

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

- Duan, W., & Wei, C. (2013). The 'spring predictability barrier' for ENSO predictions and its possible mechanism: results from a fully coupled model. *Int. J. Climatol*, 33(5), 1280-1292.
- 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.*