

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



INFORME TÉCNICO ENFEN

AÑO 9 N°11

09 AGOSTO DE 2023

Programa Presupuestal por Resultados N° 068:

“Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres”

Producto: Estudios para la estimación del riesgo de desastres

Modelo Operacional: Generación de información y monitoreo del fenómeno El Niño

Autor: Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno “El Niño” (ENFEN)

Conformación de la Comisión Multisectorial

Presidente:

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

Vice-Presidente:

Ing. Miguel Yamasaki Koizumi
Jefe del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres – CENEPRED

General de Brigada (r) Carlos Manuel Yáñez Lazo
Jefe, Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI)

Calm. Carlos Grover GUERRERO Malpartida
Director de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú (DIHIDRONAV)

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

Dr. Guillermo Antonio Baigorria Paz
Presidente Ejecutivo, Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

José Luis Aguilar Huertas
Jefe, Autoridad Nacional del Agua (ANA)

Grupo de Trabajo Científico-Técnico

COORDINACIÓN: Kobi Mosquera (IGP)

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

SENAMHI: Tania Ita, Karen León, Yury Escajadillo, Grinia Avalos, Nelson Quispe, Glicerio Canchari

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

IGP: Kobi Mosquera y Jorge Reupo

ANA: Sigfredo Fonseca, Lucio Vergara y Manuel Collas

INDECI: José Bustamante, Jakie Rojas

CENEPRED: Ena Jaimes y Neil Alata

Año: 9

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), 2023.

Informe Técnico ENFEN. Año 9, N°11, agosto de 2023, 57 p.

Los Informes Técnicos previos están disponibles en <http://enfen.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: 11 de agosto de 2023



Diagnóstico Climático y Previsión de El Niño-Oscilación del Sur en el Perú al 09 agosto 2023

Índice

| | | |
|-------------|--|----|
| <u>I.</u> | <u>INTRODUCCIÓN</u> | 6 |
| <u>II.</u> | <u>MÉTODOS</u> | 6 |
| 2.1. | <u>Variables</u> | 6 |
| | <u>Temperatura Superficial del Mar (TSM)</u> | 7 |
| 2.2. | <u>Índices</u> | 7 |
| | <u>Índice Costero El Niño (ICEN)</u> | 7 |
| | <u>Índice Oceánico El Niño (ONI por sus siglas en inglés)</u> | 8 |
| | <u>Índices reproductivos de anchoveta</u> | 8 |
| 2.3. | <u>Modelos y Pronósticos</u> | 8 |
| | <u>Modelo Oceánico Lineal (LOM-IGP)</u> | 8 |
| | <u>Modelo Oceánico de Complejidad Intermedia</u> | 8 |
| | <u>Modelo Oceánico Multimodal (MOMM)</u> | 9 |
| | <u>Modelos Climáticos de Agencias Internacionales</u> | 9 |
| | <u>Pronóstico Probabilístico de Juicio Experto</u> | 9 |
| <u>III.</u> | <u>CONDICIONES OBSERVADAS AL 09 DE AGOSTO DE 2023</u> | 10 |
| 3.1. | <u>Condiciones océano atmosféricas en el Pacífico tropical</u> | 10 |
| 3.2. | <u>Condiciones oceánicas y atmosféricas locales</u> | 18 |
| 3.3. | <u>Productividad marina y condiciones biológico-pesqueras</u> | 32 |
| 3.4. | <u>Condiciones hidrológicas</u> | 42 |
| 3.5. | <u>Condiciones agrometeorológicas</u> | 44 |
| <u>IV.</u> | <u>PERSPECTIVAS</u> | 45 |
| <u>V.</u> | <u>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</u> | 51 |
| <u>VI.</u> | <u>REFERENCIAS</u> | 52 |
| <u>VII.</u> | <u>ANEXO</u> | 54 |

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 (teleconexiones). En el caso de Perú, el efecto en las precipitaciones puede darse en gran parte del territorio nacional, por ejemplo, en El Niño y 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 ENOS, reportando periódicamente el análisis del monitoreo de parámetros océano-atmosféricos en el Pacífico ecuatorial, sudoriental, haciendo énfasis frente a la costa de Perú. Asimismo, 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, re-análisis, modelos), la institución responsable del procesamiento de los datos, así como precisiones u observaciones respecto a la metodología.

Temperatura Superficial del Mar (TSM)

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

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

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

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

2.2. Índices

Índice Costero El Niño (ICEN)

Es calculado a partir de la media móvil de 3 meses de las anomalías de la TSM en la región Niño 1+2 con respecto a la climatología de 1981-2010 usando, hasta enero de 2020, los datos de Extended Reconstructed Sea Surface Temperature (ERSST) v3b *real-time* (Huang et al., 2017), y en la actualidad ERSST v5. Se categoriza las condiciones como frías o cálidas; en el caso de frías con magnitudes de débil, moderada y fuerte, y en el caso de cálidas con magnitudes débil, moderada, fuerte y extraordinaria (ENFEN, 2012; Takahashi et al., 2014). El valor temporal del ICEN (ICEN-tmp) se calcula utilizando el promedio de los pronósticos de la ATSM de los modelos de North American Multi-Model Ensemble (NMME, Kirtman et al., 2014) de un mes y dos meses para el primer y segundo ICENtmp, respectivamente.

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

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

Índices reproductivos de anchoveta

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

2.3. Modelos y Pronósticos

Modelo Oceánico Lineal (LOM-IGP)

El modelo representa la dinámica superior en el Pacífico ecuatorial y se simula con dos tipos de termoclina, constante y variable. Para el diagnóstico, el modelo es forzado con esfuerzo de viento del reanalysis NCEP-CDAS (Kalnay et al., 1996) y vientos observados remotamente de ASCAT (Bentamy et al., 2008), estos últimos obtenidos de <ftp://ftp.ifremer.fr/ifremer/cersat/products/gridded/MWF/L3/ASCAT/Daily/>. Para calcular la contribución de las ondas Kelvin y Rossby sobre el nivel del mar y las corrientes zonales se usa la metodología de Boulanger & Menkes (1995). Para el pronóstico, el modelo continúa integrándose numéricamente en el tiempo usando dos artificios: 1) esfuerzo de viento igual a cero y 2) promedio de los últimos 30 días de la anomalía del esfuerzo de viento (Mosquera, 2009, 2014; Mosquera et al., 2010).

Modelo Oceánico de Complejidad Intermedia

El modelo se utiliza para representar la propagación de la onda Kelvin ecuatorial (OKE) en 3

modos baroclínicos, forzado con anomalías de vientos del *reanalysis* NCEP-CDAS (Kalnay et al., 1996) y siguiendo la metodología de Illig et al. (2004), Dewitte et al. (2002) y Quispe et al. (2017). El análisis de la OKE se realiza con los modos baroclínicos modo 1 y modo 2, los que se propagan a diferentes velocidades; y a la vez se considera la suma de ambos modos, para una mayor contribución en la anomalía del nivel del mar.

Modelo Oceánico Multimodal (MOMM)

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

Modelos Climáticos de Agencias Internacionales

Los resultados de estos modelos numéricos se utilizan como insumo para el análisis de la perspectiva de mediano y largo plazo (8 meses). En este caso particular se utiliza la información del conjunto de modelos denominado North American Multi-Model Ensemble (NMME) (Kirtman et al., 2014)

Pronóstico Probabilístico de Juicio Experto

El cuadro de probabilidades es el resultado del análisis conjunto de la información generada por las propias observaciones del ENFEN, así como la información basada en los Modelos Climáticos Globales (MCG) e información de diversos centros de investigación y agencias internacionales. Debido a las limitaciones comunes de estos modelos, se acude a la interpretación y el conocimiento experto de los científicos de esta comisión multisectorial, quienes además de evaluar los resultados de los MCG aportan con sus modelos conceptuales y estudios retrospectivos que permiten inferir escenarios de pronóstico, que son discutidos, consensuados y plasmados en probabilidades porcentuales de ocurrencia de distintas categorías de las condiciones oceanográficas (frías a cálidas) en las regiones Niño 3.4¹ y Niño 1+2², aplicando los mismos umbrales de anomalías de TSM usadas para definir las categorías El Niño y La Niña (ENFEN, 2012).

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

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

III. CONDICIONES OBSERVADAS AL 09 DE AGOSTO DE 2023

3.1. Condiciones océano atmosféricas en el Pacífico tropical

La anomalía de la TSM mensual mantuvo una tendencia positiva en todas las regiones El Niño hasta julio (ver Tabla 1). Asimismo, por regiones Niño, el mayor calentamiento anómalo de julio se evidenció en la región oriental (anomalía 1,57 °C), con un incremento de 0,3 °C respecto a junio. Según los datos de OISST semanales, en la región 3.4 la anomalía de la TSM varió entre la última semana de julio y la primera semana de agosto de 1,2 a 1,1 °C y en la región Niño 1+2, de 3,0 a 3,4 °C (Tabla 2). Estas variaciones semanales se pueden apreciar también en los campos de anomalías de la TSM en la Figura 1

Tabla 1. Valores promedio de la TSM y sus anomalías en las regiones Niño en los últimos 7 meses. Fuente: ERSSTv5.

| TSM-ATSM Mensual 2021-2022 (ERSSTv5) | | | | | | | | |
|--------------------------------------|----------|-------|--------|-------|----------|-------|--------|-------|
| R. Niño | Niño 1+2 | | Niño 3 | | Niño 3.4 | | Niño 4 | |
| Ene. 23 | 24.00 | -0.57 | 25.10 | -0.56 | 25.83 | -0.71 | 27.66 | -0.66 |
| Feb. | 26.58 | 0.48 | 26.31 | -0.10 | 26.29 | -0.46 | 27.64 | -0.55 |
| Mar. | 27.97 | 1.48 | 27.50 | 0.30 | 27.18 | -0.11 | 28.06 | -0.26 |
| Abr. | 28.15 | 2.62 | 28.06 | 0.47 | 27.96 | 0.14 | 28.75 | 0.12 |
| May. | 26.63 | 2.21 | 28.10 | 0.85 | 28.40 | 0.46 | 29.21 | 0.30 |
| Jun. | 25.62 | 2.50 | 27.88 | 1.26 | 28.57 | 0.84 | 29.54 | 0.57 |
| Jul. | 24.86 | 2.90 | 27.37 | 1.57 | 28.30 | 1.01 | 29.57 | 0.67 |

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

| TSM – ATSM Semanal 2022 (OISST.v2) | | | | | | | | |
|------------------------------------|----------|-----|--------|-----|----------|-----|--------|-----|
| R. Niño | Niño 1+2 | | Niño 3 | | Niño 3.4 | | Niño 4 | |
| 14-Jun-23 | 25.9 | 2.7 | 27.8 | 1.2 | 28.6 | 0.9 | 29.5 | 0.6 |
| 21-Jun-23 | 25.8 | 2.9 | 27.8 | 1.4 | 28.6 | 1.0 | 29.5 | 0.7 |
| 28-Jun-23 | 25.6 | 2.9 | 27.6 | 1.4 | 28.4 | 0.9 | 29.4 | 0.6 |
| 05-Jul-23 | 25.6 | 3.3 | 27.6 | 1.5 | 28.4 | 1.0 | 29.5 | 0.7 |
| 12-Jul-23 | 25.4 | 3.4 | 27.5 | 1.6 | 28.4 | 1.1 | 29.5 | 0.7 |
| 19-Jul-23 | 25.2 | 3.5 | 27.5 | 1.7 | 28.3 | 1.1 | 29.5 | 0.8 |
| 26-Jul-23 | 24.5 | 3.0 | 27.2 | 1.7 | 28.3 | 1.2 | 29.6 | 0.8 |
| 02-Ago-23 | 24.7 | 3.4 | 27.1 | 1.8 | 28.1 | 1.1 | 29.5 | 0.8 |

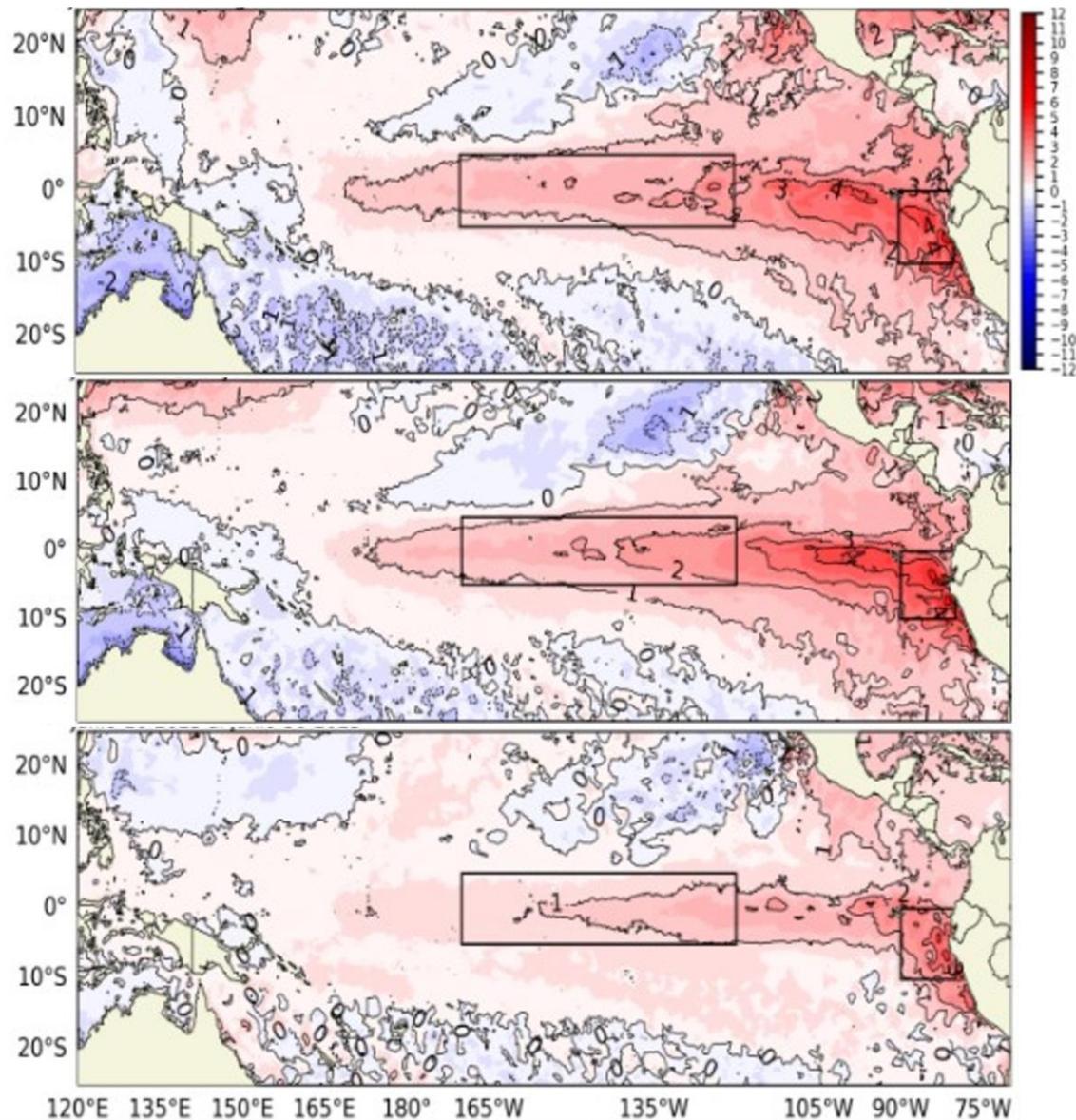


Figura 1. Promedio de las anomalías de la TSM en el Pacífico: del 01 al 07 de agosto (panel superior), del 16 al 31 de julio 2023 (panel central) y del 01 al 16 julio (panel inferior). Fuente: OSTIA. Procesamiento: DIHIDRONAV.

Los valores del Índice Costero El Niño (ICEN) de junio y el ICEN temporal (ICEN-tmp) de julio se ubican dentro de la condición cálida fuerte. Por otro lado, los valores del ONI de junio y el ONI temporal (ONItmp) de julio corresponden a las condiciones cálidas débiles y cálidas moderadas, respectivamente (Tabla 3)

Tabla 3. Valores del ONI e ICEN desde julio de 2022 hasta junio de 2023 y sus valores temporales de julio.

| Valores del índice Costero El Niño | | | ONI | |
|------------------------------------|---------|-----------------|--------|-----------------|
| Mes | ICEN | Categoría | ONI | Categoría |
| jul-22 | -1,03 | Fría Débil | -0,81 | Fría Débil |
| ago-22 | -0,93 | Neutro | -0,93 | Fría Débil |
| set-22 | -1,12 | Fría Débil | -1,03 | Fría Moderada |
| oct-22 | -1,39 | Fría Moderada | -1,00 | Fría Moderada |
| nov-22 | -1,24 | Fría Moderada | -0,93 | Fría Débil |
| dic-22 | -0,81 | Neutro | -0,83 | Fría Débil |
| ene-23 | -0,27 | Neutro | -0,71 | Fría Débil |
| feb-23 | 0,42 | Cálida Débil | -0,45 | Neutro |
| mar-23 | 1,51 | Cálida Moderada | -0,16 | Neutro |
| abr-23 | 2,19 | Cálida Fuerte | 0,14 | Neutro |
| May-23 | 2,55 | Cálida Fuerte | 0,47 | Neutro |
| Jun-23 | 2,62 | Cálida Fuerte | 0,77 | Cálida Débil |
| Mes | ICENtmp | Mes | ONItmp | Mes |
| jul-23 | 2,82 | Cálida Fuerte | 1,08 | Cálida Moderada |

Fuente: IGP

El nivel del mar (NM) en todo el Pacífico ecuatorial continuó con anomalías positivas en julio y en lo que va la primera semana de agosto, con una mayor anomalía (10-15cm) al este de 130°W. Entre los últimos días de julio e inicios de agosto se evidenció un ligero incremento de las anomalías en la región occidental y central, que puede estar asociado a la intensificación de vientos de anomalías del oeste (**Figura 2 y Figura 3**).

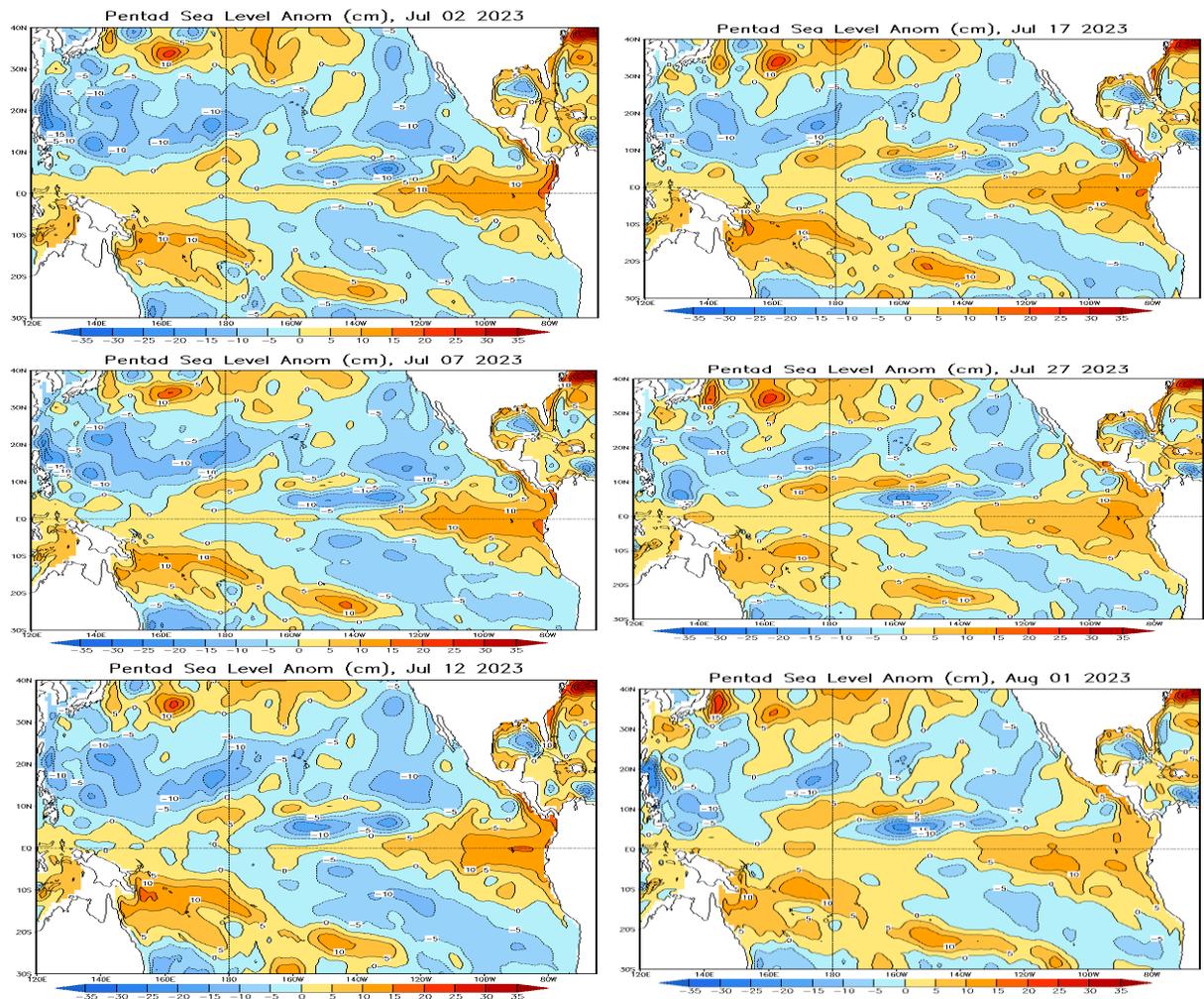
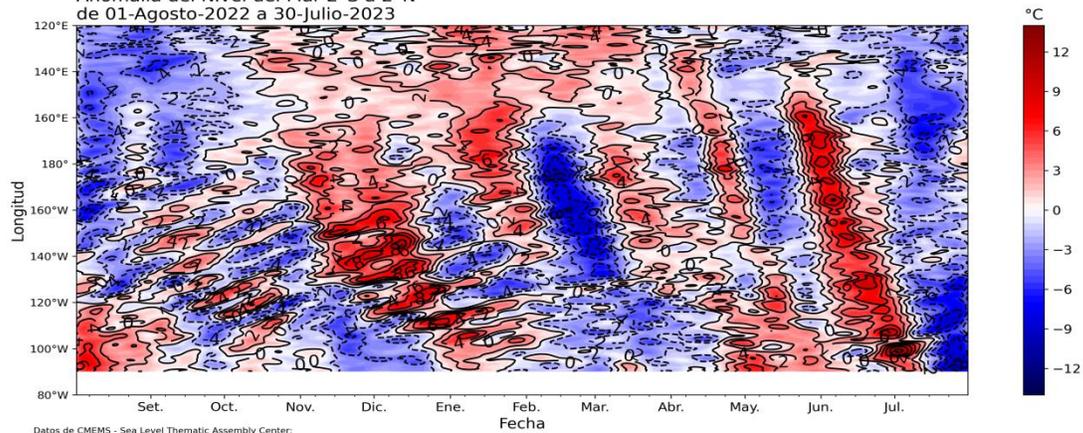


Figura 2. Anomalia de NM en el Pacífico ecuatorial para los días 17, 22 y 27 de junio, y 02, 07 y 12 de julio 2023. Fuente: NOAA.

DIRECCIÓN DE HIDROGRAFÍA Y NAVEGACIÓN

Anomalia del Nivel del Mar 2°S a 2°N
de 01-Agosto-2022 a 30-Julio-2023



Datos de CMEMS - Sea Level Thematic Assembly Center:
NRT merged all satellites Global Ocean Gridded SSALTO/DUACS
Sea Surface Height L4 product and derived variables

Figura 3. Diagrama Hovmöller de anomalía de NM en el Pacífico ecuatorial (filtro móvil anual) desde 01 agosto de 2022 al 30 de julio de 2023, Climatología: 1981-2010. Procesamiento: DIHIDRONA.

Según la información *in situ* y remota de la zona ecuatorial, así como la de los modelos de ondas, en julio se siguió observando la presencia de ondas Kelvin cálidas, en especial el paso del núcleo del paquete de ondas en la primera quincena de dicho mes. Por otro lado, en la profundidad de la termoclina, se observa la presencia de una onda Kelvin fría que se desplaza hacia la costa americana y se localiza en 120°W. Otra onda Kelvin cálida, a la fecha de magnitud débil, se observa alrededor de la línea de cambio de fecha, la que posiblemente se haya formado por el pulso de viento del oeste que se desarrolló durante julio. Por otro lado, se sigue observando la presencia de ondas de Rossby largas en la zona oriental, que podrían estar contribuyendo a la advección de aguas cálidas hacia el Pacífico central. Finalmente, en la zona occidental, por ahora, no se aprecian ondas de Rossby relevantes que puedan reflejarse como ondas Kelvin (**Figura 4**).

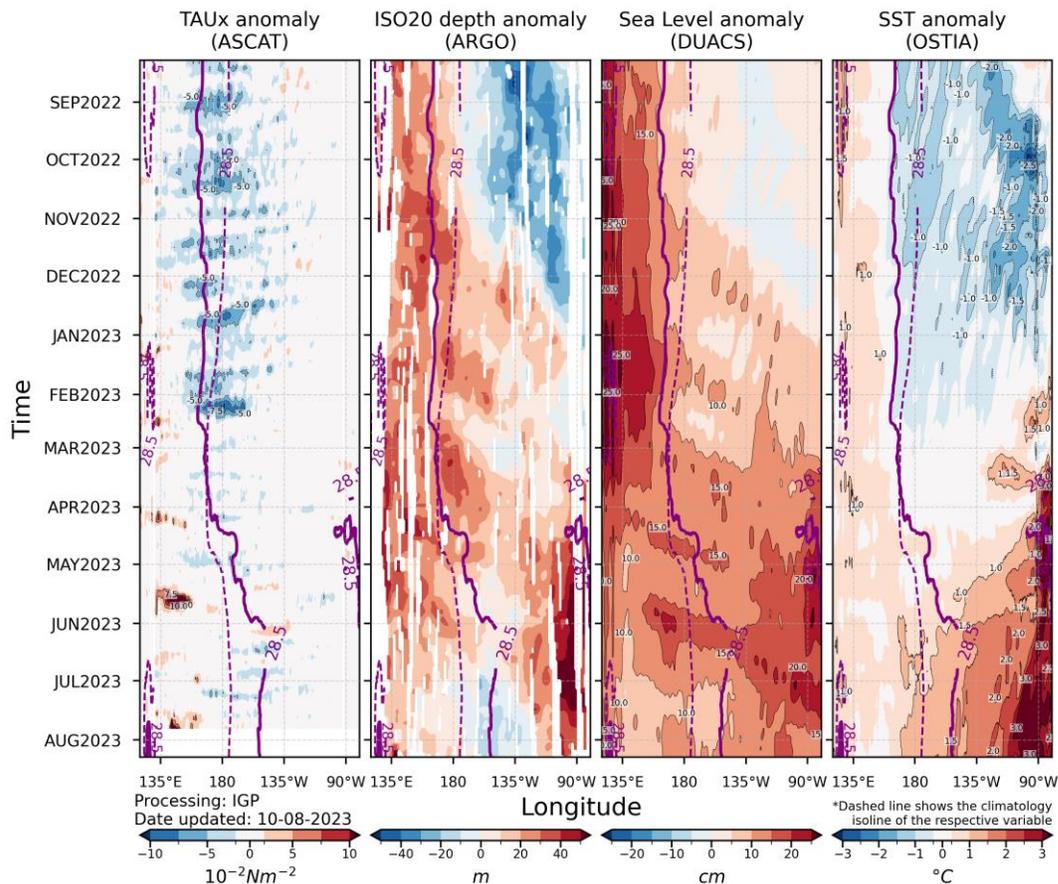


Figura 4. Diagrama Hovmöller: a) anomalía de esfuerzo de viento Fuente: ASCAT, b) anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C Fuente: ARGO, c) anomalía del nivel del mar diario (cm) Fuente: DUACS, y d) anomalía de temperatura superficial del mar (°C) Fuente: OSTIA. Elaboración: IGP

En el Pacífico ecuatorial, durante julio, en promedio, se observó una zona con anomalías negativas de la presión atmosférica en el Pacífico central y oriental, y otra zona con anomalías positivas entre el océano Índico y en continente marítimo, mostrando una distribución espacial de condiciones El Niño (**Figura 5d**). Al 07 de agosto, la media móvil de 30 días del SOI registró un valor negativo de -11.9^3 indicando el debilitamiento del gradiente de presión este-oeste en el Pacífico Tropical. Asimismo, en promedio para julio, la circulación de Walker mostró condiciones normales dado que la convección, sobre el continente marítimo, asociada al brazo ascendente de la célula de Walker se redujo en los últimos días del mes, a diferencia de lo observado en las primeras dos semanas de julio (**Figura 5c**). En niveles bajos de la tropósfera (850 hPa), se observaron, en promedio, anomalías de vientos del oeste entre los 150° E y la línea de cambio de fecha (**Figura 5b**); en niveles altos de la tropósfera se observaron condiciones normales sobre gran parte del Pacífico tropical (**Figura 5a**). En lo que va de agosto, el brazo descendente de la célula de Walker se posicionó sobre el continente marítimo, y la zona ascendente, entre la línea de cambio de fecha y los 150° W generando, en niveles bajos de la tropósfera, anomalías del oeste en el Pacífico occidental y central.

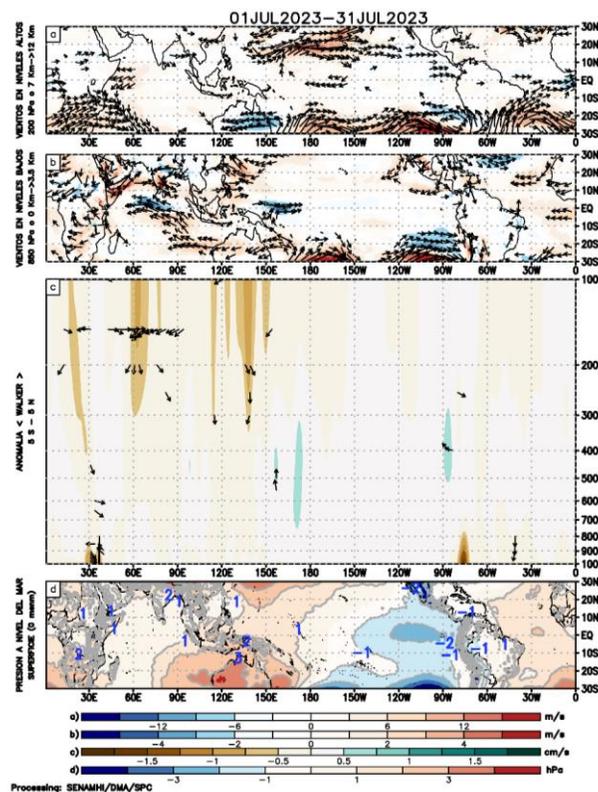


Figura 5. Análisis de la circulación atmosférica (Walker) del 1 al 31 de julio de 2023, (a) Anomalías de los vientos (colores) y su dirección (flechas) en niveles altos (200 hPa) y (b) bajos (850 hPa) de la atmósfera; c) Patrón anómalo de la circulación atmosférica ecuatorial (Walker), (d) Anomalías de presión a nivel del mar. Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI.

³ Southern Oscillation Index: <http://www.bom.gov.au/climate/enso/soi/>

Durante julio, en niveles bajos de la tropósfera (1000-850 hPa), se observó de forma frecuente pulsos de anomalías de vientos del oeste en el Pacífico occidental, aunque de intensidad menor a los registrados meses anteriores (**Figura 6 a y b**). En los primeros diez días de agosto, se observa la continuidad de las anomalías de vientos del oeste en el Pacífico occidental y central asociada a los cambios en la circulación Walker. De acuerdo con las proyecciones del modelo Global Forecast System (GFS) este pulso del oeste estaría por finalizar; no obstante, en los próximos siete días se desarrollaría un nuevo pulso el cual también se extendería hacia el Pacífico oriental. Por otro lado, la oscilación de Madden-Julian (MJO) no mostró una propagación clara en el Pacífico tropical, manteniendo, durante gran parte del mes, la señal divergente entre los 180° y los 150° W; el pronóstico de la MJO no es aún claro con los modelos numéricos mostrando una baja amplitud de la misma (**Figura 6c**). Cabe mencionar que el pronóstico extendido del CFS muestra un patrón espacial más organizado de la MJO: con la zona divergente extendida en el Pacífico tropical y zonas convergentes sobre el océano Índico.

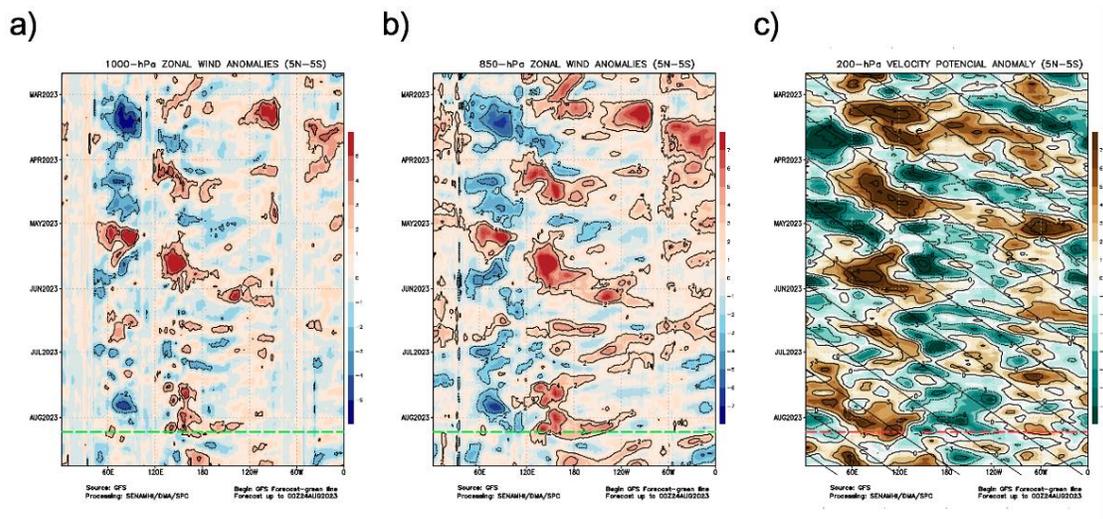


Figura 6. Anomalías promedio, ente los 5°N y 5°S de los (a) viento zonal en 1000 hPa y (b) viento zonal en 850 hPa y (c) velocidad potencial en 200 hPa. La línea verde muestra el inicio del periodo de pronóstico. Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI.

El Anticiclón del Pacífico Sur (APS), en promedio para julio, mostró una configuración zonal, cercana al continente, con un núcleo de hasta 1020 hPa posicionado ligeramente al noreste de su posición normal (**Figuras 7 y 10**). No obstante, a escala semanal, el APS mostró una configuración variable evidenciando cambios en la intensidad de su núcleo, así como una migración tanto meridional como zonal, asociado al desarrollo de vaguadas en niveles medios y altos de la tropósfera hacia latitudes medias, y a la circulación de bajas presiones sobre latitudes medias (**Figura 8**). Los cambios en la posición e intensidad del APS favorecieron tanto la intensificación como el debilitamiento periódico de los vientos en el Pacífico oriental, predominando está última condición.

En lo que va de agosto, el APS se ubicó al suroeste de su posición normal favoreciendo el debilitamiento de los vientos alisios y la presencia las anomalías de norte y noroeste frente a las costas tropicales de Sudamérica. El pronóstico del GFS indica el debilitamiento de los vientos alisios frente a la costa peruana en las próximas dos semanas (**Figura 9**). Los cambios del APS en su intensidad, posición (longitud y latitud) desde el 2019 a hasta julio del presente año se muestran en la **Figura 10**.

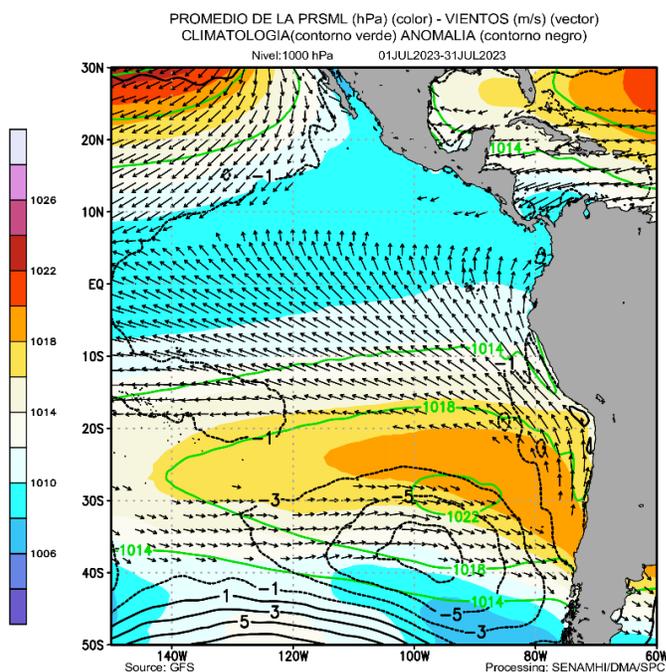


Figura 7. Promedio de la presión atmosférica a nivel del mar (sombreado) durante julio de 2023, anomalía de la presión atmosférica (líneas negras) y valor climatológico (líneas verdes). Viento en 100 hPa superiores a los 2 m/s (vectores). Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI.

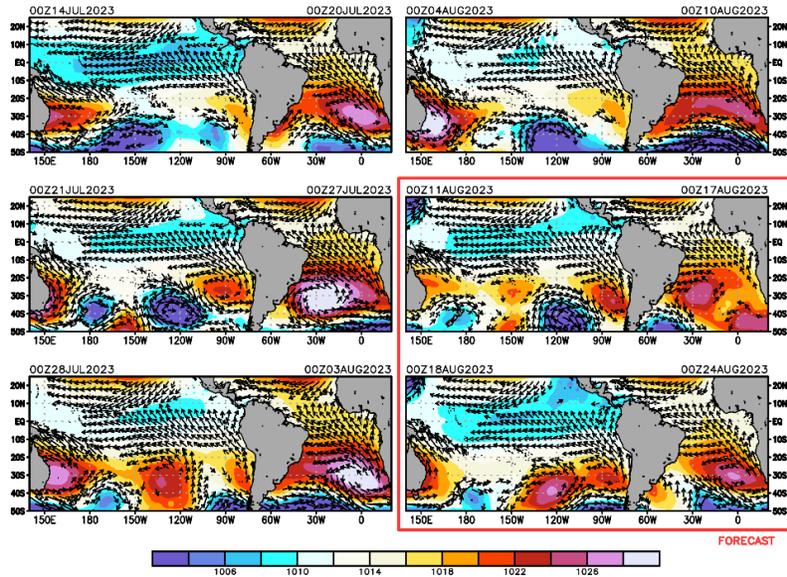


Figura 8. Promedio semanal de la presión atmosférica reducida a nivel del mar (colores) y vientos (flechas). Análisis: 14 de julio-09 de agosto 2023. Pronóstico: 10 de al 23 de agosto de 2023. Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI.

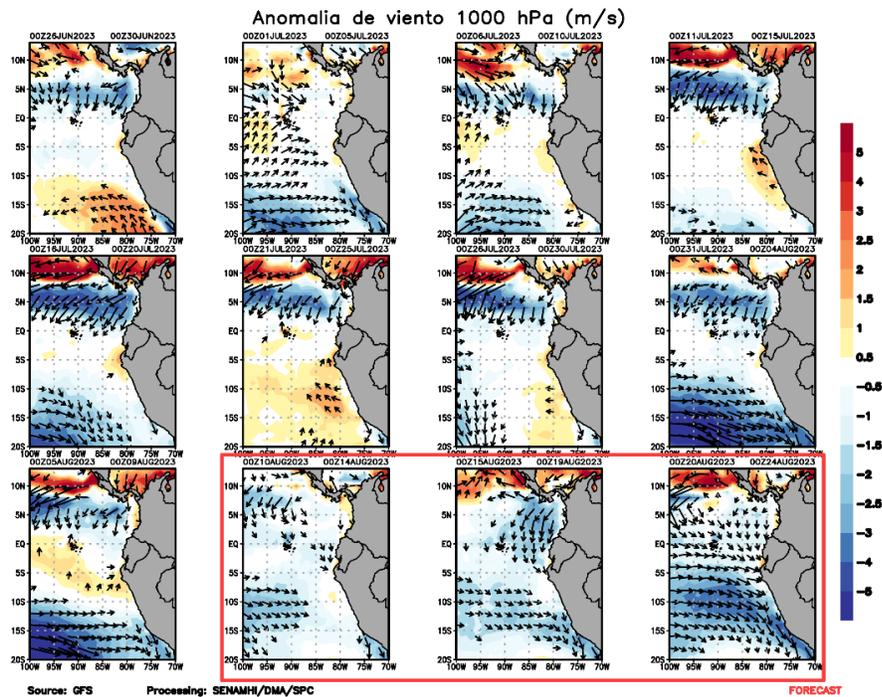
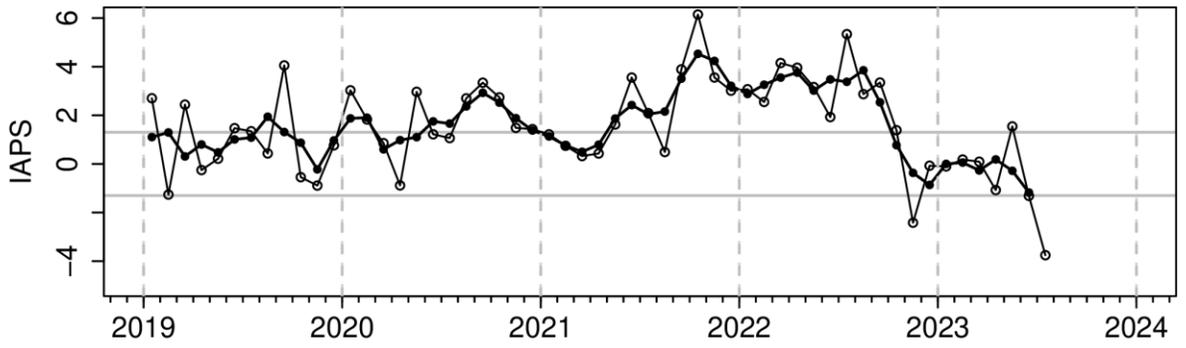
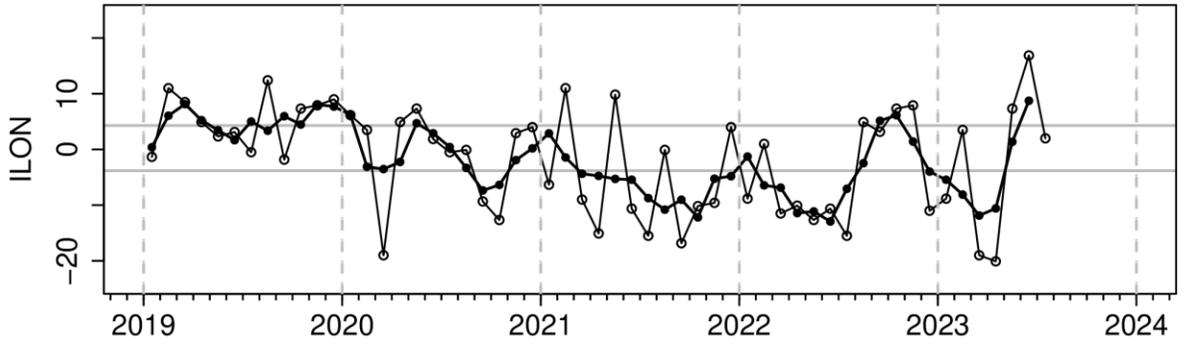


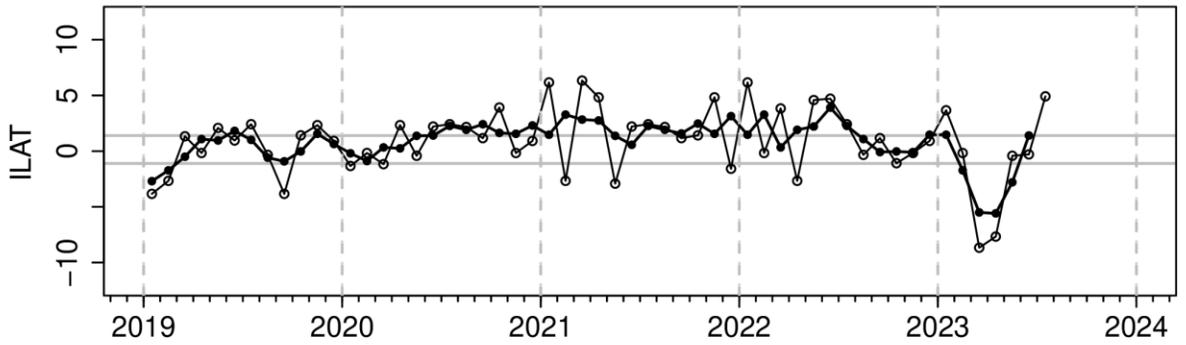
Figura 9. Anomalia pentadal del viento (m/s) a 10 m de altura frente a la costa noroccidental de Sudamérica y Centroamérica. Fuente: GFS. Análisis: 26 de julio al 09 de agosto de 2023. Pronóstico: 10 al 23 de agosto de 2023. Procesamiento: SENAMHI.



(a)



(b)



(c)

Figura 10. Variación temporal de los índices del APS: a) índice de intensidad (IAPS) e índices de posición b) longitudinal (ILON) y c) latitudinal (ILAT) hasta el trimestre MJJ 2023 (círculos negros). Los círculos blancos indican las anomalías mensuales en el periodo enero de 2019 hasta julio de 2023 (valor preliminar)

3.2. Condiciones oceánicas y atmosféricas locales

A lo largo de la franja adyacente a la costa peruana, dentro de los 40 km se presentaron vientos de moderados (entre $4,1$ a $6,8 \text{ m s}^{-1}$) a fuertes ($> 6,8 \text{ m s}^{-1}$), con anomalías positivas de la velocidad del viento (VV) mayores a $+2,0 \text{ m s}^{-1}$, las cuales vienen presentándose, recurrentemente, desde mediados de junio, desde Talara hasta Chimbote y desde Pisco a San Juan de Marcona. Por otro lado, destacó, entre finales de julio a inicios de agosto, un notable debilitamiento de la VV con anomalías negativas ($< -1,0 \text{ m s}^{-1}$), afectando principalmente la zona desde Callao hacia el sur. La mayor intensidad del viento se registró entre Pisco a San Juan de Marcona, entre el 21 al 25 de julio (**Figura 11**), condiciones que se proyectaron desde la zona costera hasta la oceánica (**Figura 9**). El índice de afloramiento costero presentó valores mayores a $200 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} \times 100 \text{ m}$, manteniendo su persistencia desde mediados de abril, exhibiendo anomalías positivas frente a la costa norte, principalmente. Respecto al bombeo de Ekman, se presentaron anomalías positivas en forma recurrente, aunque estas tendieron a disminuir desde la cuarta semana de julio y hasta la primera semana de agosto, inclusive (**Figura 12**).

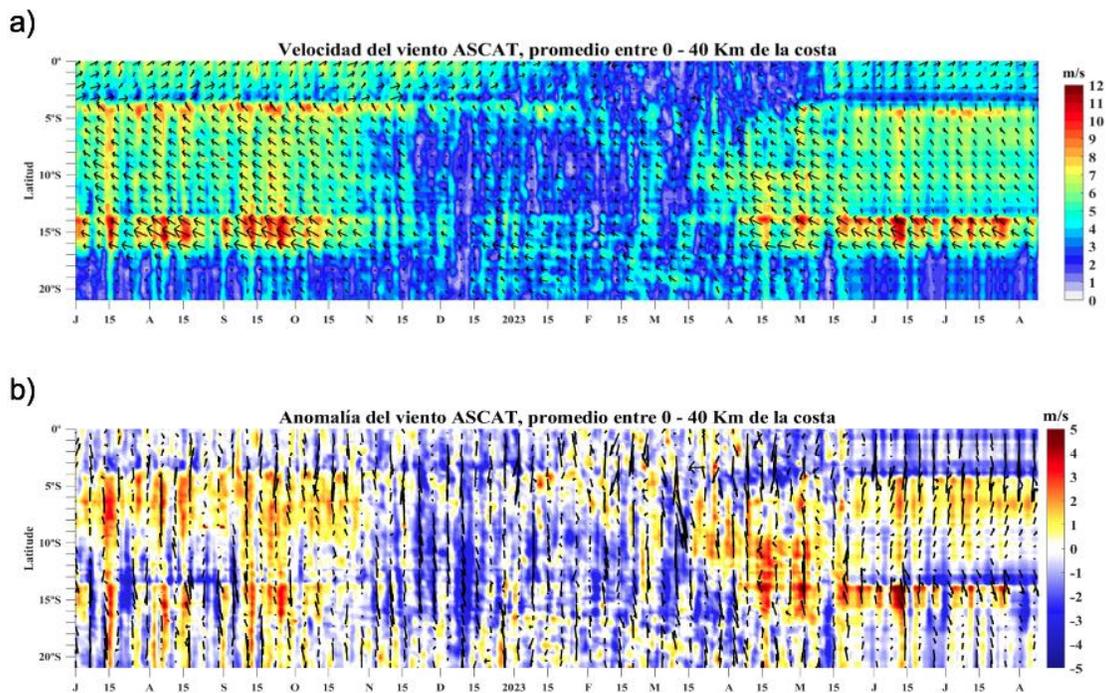


Figura 11. Viento satelital (40 km frente a la costa de Perú): a) Velocidad del viento, b) Anomalia de la velocidad del viento. Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina y Laboratorio Costero de Santa Rosa, IMARPE. Actualizado al 8 de agosto.

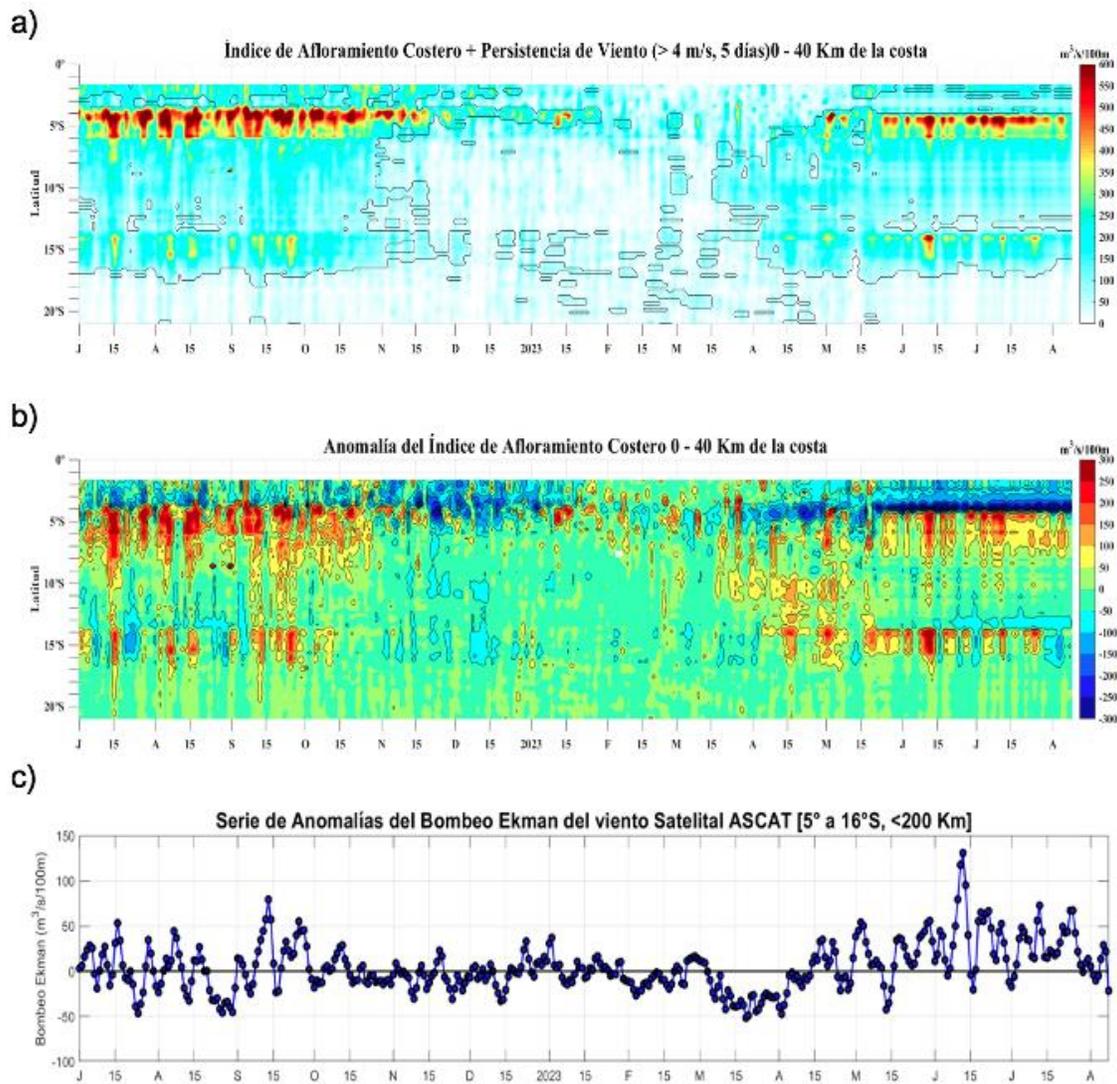


Figura 12. Índice de Afloramiento Costero (IAC), calculado a partir del viento satelital a 40 km frente a la costa del Perú: a) Índice de Afloramiento Costero - IAC ($\text{m}^3 \text{s}^{-1} 100 \text{ m}^{-1}$), b) Anomalía del IAC ($\text{m}^3 \text{s}^{-1} 100 \text{ m}^{-1}$) y c) Anomalías del Índice del Bombeo Ekman Costero dentro 200km ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$). Fuente: Satélite ASCAT + GFS, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina y Laboratorio Costero de Santa Rosa, IMARPE. Actualizado al 8 de agosto.

En julio continuaron observándose, en promedio, las anomalías positivas en las temperaturas extremas a lo largo de la costa peruana. La temperatura máxima alcanzó anomalías, en promedio, de 3.4 °C, 4.2 °C y 2.8 °C en la costa norte, centro y sur, respectivamente; mientras que la temperatura mínima alcanzó anomalías de 3.6 °C, 3.5 °C y 2.2 °C en los mismos sectores. En lo que va de agosto, las condiciones térmicas anómalas son similares a julio, con las mayores anomalías de ambas temperaturas extremas en la costa central (**Figura 13**).

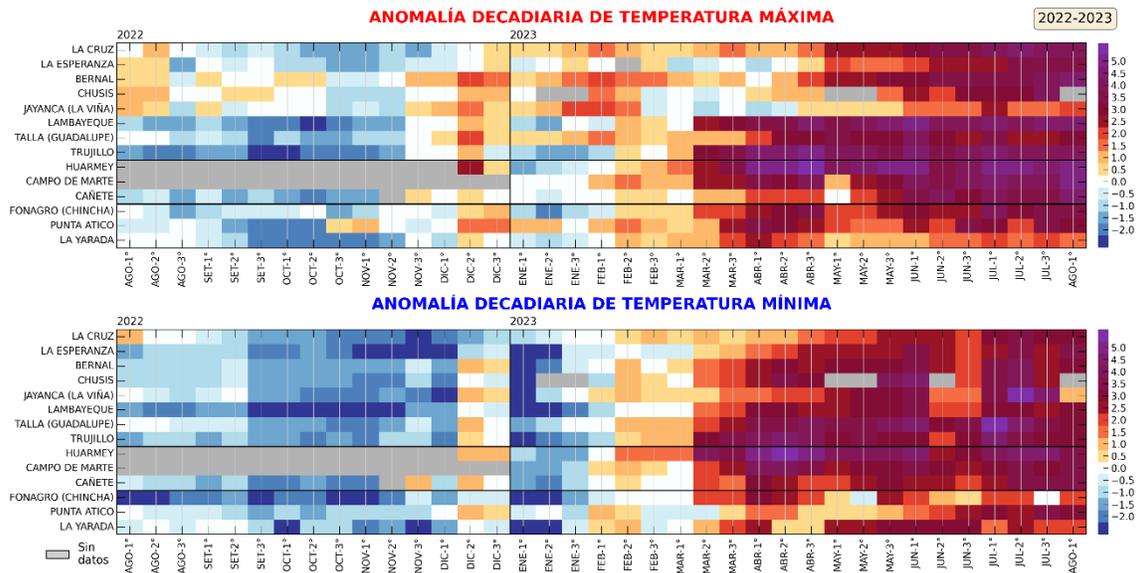


Figura 13. Anomalías decadales (°C) de las temperaturas extremas del aire a lo largo de la costa peruana. Climatología: 1991-2020. Fuente: SENAMHI

La TSM en el mar peruano continuó disminuyendo de acuerdo a su estacionalidad, mostrando condiciones cálidas con valores entre 17 °C y 27 °C; asimismo, las anomalías térmicas positivas disminuyeron ligeramente en julio y en los primeros días de agosto, principalmente frente a la costa norte y sur, y por fuera de las 200 mn. Sin embargo, frente a la costa de Lambayeque, principalmente, aún se mantuvieron núcleos intensos superiores a 5 °C. Frente a toda la costa de Perú predominaron núcleos de 3 °C y 4°C (**Figura 14**).

En el litoral de Perú la TSM continuó con anomalías positivas, presentando valores entre 3 °C y 4 °C frente al litoral norte y centro durante la primera quincena de julio, respectivamente. Durante la segunda quincena se registró un incremento frente al litoral norte, mientras que a partir de mediados de julio se observó una ligera disminución, de 1 °C, en el litoral sur. Por otra parte, para los primeros días de agosto se mantiene un calentamiento en la zona norte y sur (**Figura 15 y 16**).

El calentamiento que afecta al mar peruano continuó como una ola de calor marina (OCM), con una duración de 163 días al 7 de agosto (**Figura 17**). Entre la segunda quincena de julio y la primera semana de agosto, se mantuvo la cobertura espacial de la OCM, ocupando casi la totalidad del área entre los 2° S y 15° S y dentro de las 150 mn de la costa. El área con anomalías superiores a +4 °C mostró fluctuaciones desde julio, alcanzando un valor de $1,23 \times 10^5 \text{ km}^2$ en la primera semana de agosto, asociado a una intensificación del calentamiento entre Punta Falsa y Chimbote. La anomalía acumulada al 7 de agosto alcanzó $592,84 \text{ °C} \times \text{días}$, superando en más de un 90 % a lo registrado durante El Niño Costero 2017 (Pietri et al., 2021).

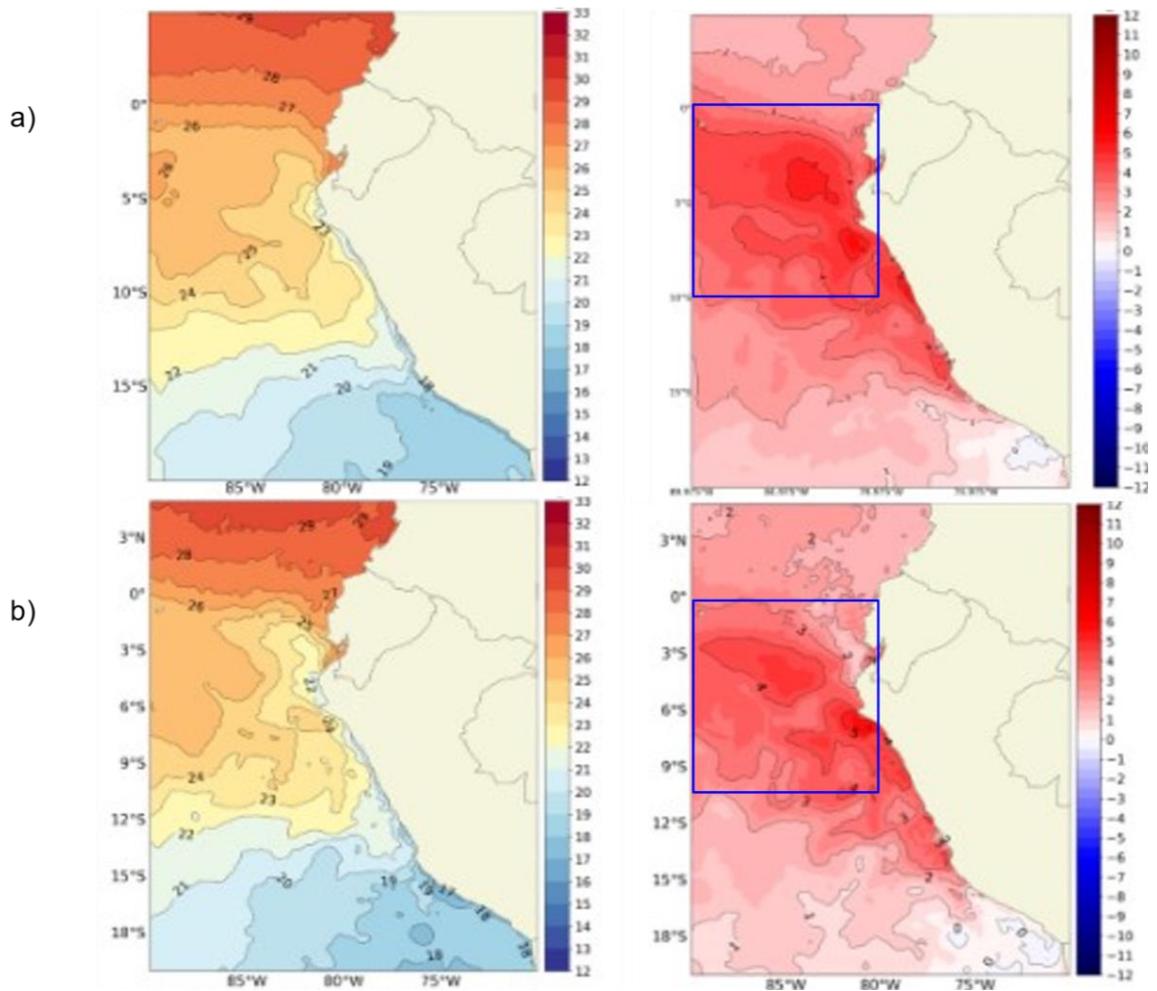


Figura 14. Distribución superficial de la temperatura y su anomalía de a) 01-30 julio 2023 y b) 01-07 de agosto 2023. Fuente: OSTIA, Climatología: 2007-2022. Elaboración: DIHIDRONAV

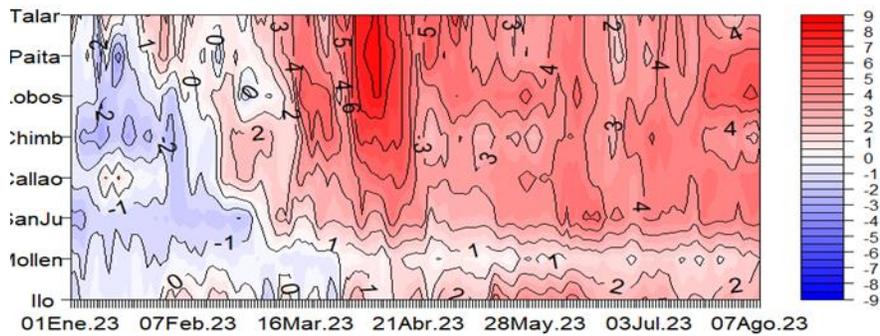


Figura 15. Diagrama Hovmöller de anomalía de TSM diaria en el litoral peruano del 1 de enero al 07 de agosto 2023. Climatología: 1991-2020 Fuente y procesamiento: DIHIDRONAV.

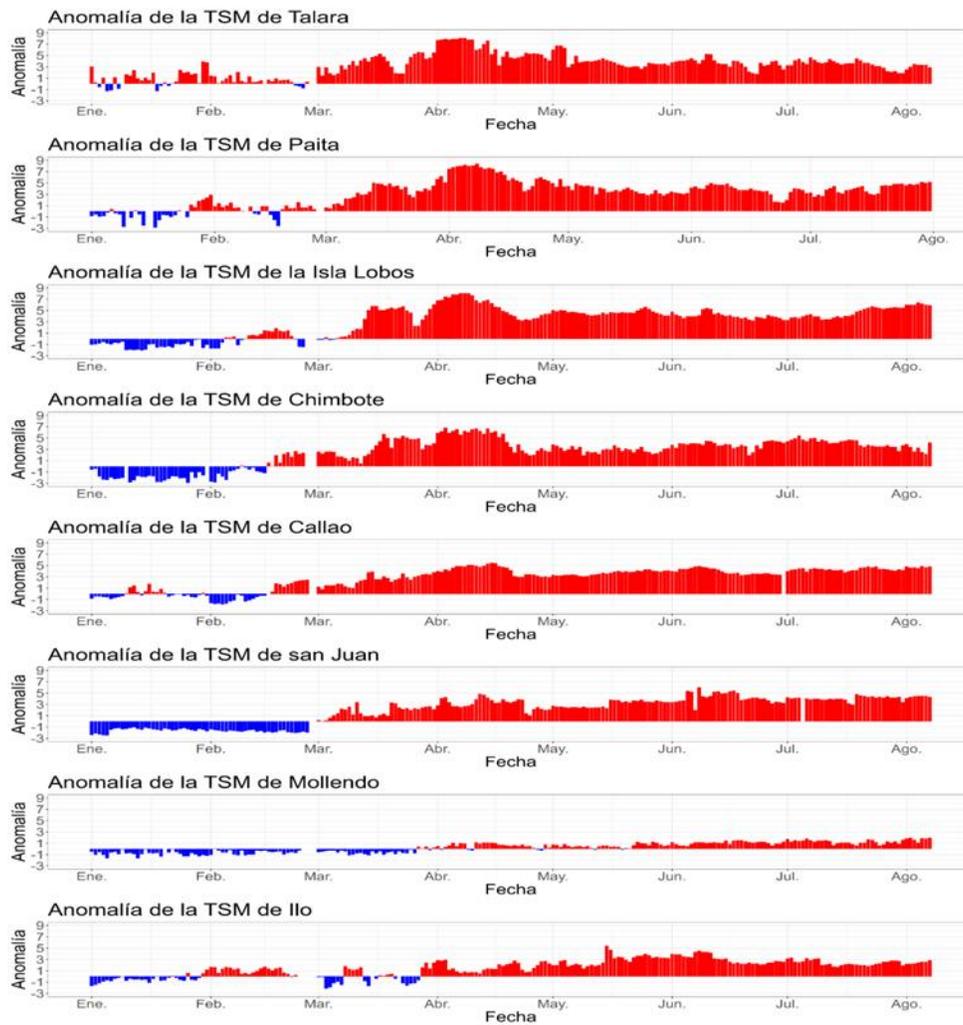


Figura 16. Anomalía de la TSM diaria a lo largo del litoral de Perú de enero a julio 2023. Climatología: 1991-2020. Fuente y procesamiento: DIHIDRONAV.

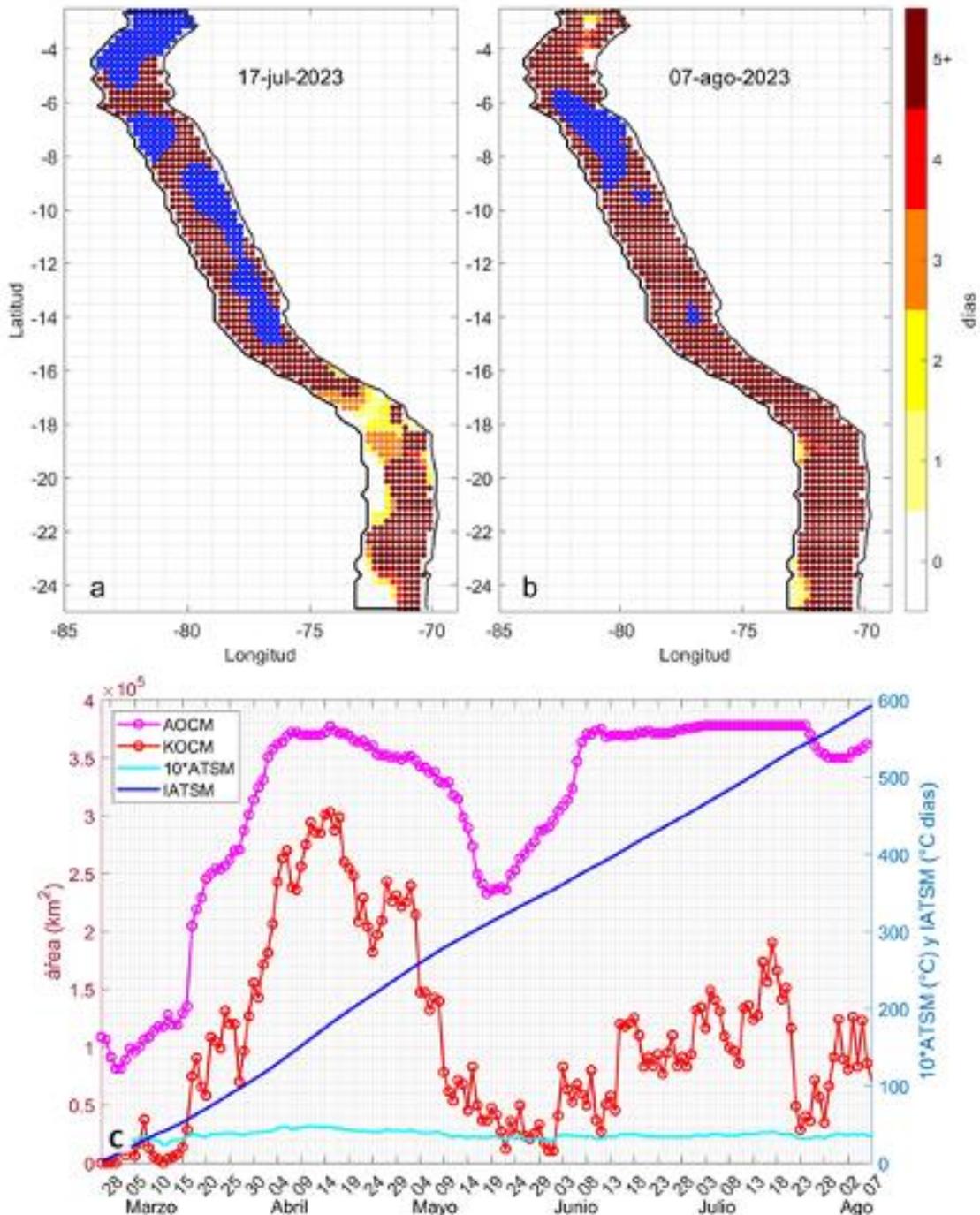


Figura 17. Extensión de la ola de calor marina (OCM) dentro de la franja de 150 millas frente a la costa el 17 de julio (a) y el 7 de agosto del 2023 (b); la escala de color indica el número de días en los cuales la TSM superó el percentil 90 de los datos diarios históricos, usando el período 1982-2011 como referencia (Pietri et al., 2021); los círculos con relleno azul indican que allí la OCM supera la anomalía de +4 °C; c) Series de tiempo de indicadores de la OCM para la zona entre los 2 y 15°S y dentro de las 150 mn: área de la OCM (AOCM, Km²); área de la OCM donde la ATSM > +4 °C (KOCM, km²); anomalía diaria de la TSM; y anomalía integrada (IATSM; °C x días). En promedio, la ATSM en la OCM desde el 1 de abril hasta el 8 de mayo fue +4,3 °C. Fuente: OISST 2.1; procesamiento: IMARPE.

La anomalía del nivel del mar (ANM) presentó un incremento durante la primera quincena de julio en todo el mar de Perú, con un mayor incremento en extensión e intensidad en la zona norte y centro, principalmente. Sin embargo, en la segunda quincena, se observó una disminución frente a la costa norte y en la región oceánica (**Figura 18**). Específicamente, en la franja de 60 mn adyacentes a la costa, entre la segunda y tercera semana de julio, se incrementó hasta superar los +25 cm con un máximo de +31,9 cm (18 de julio) al norte de Chimbote. En el litoral se registró un gran incremento a mediados de julio, alcanzando valores de hasta 25 cm en la zona centro y de 20 cm en la norte y sur. Sin embargo, posteriormente, las ANM disminuyeron de forma sostenida hasta agosto, asociado al paso de la onda Kelvin fría, cuyo efecto se registró hasta San Juan de Marcona, generando un predominio de ANM entre +15 y +20 cm con algunos núcleos menores a +15 cm (**Figura 19, 20 y 21**).

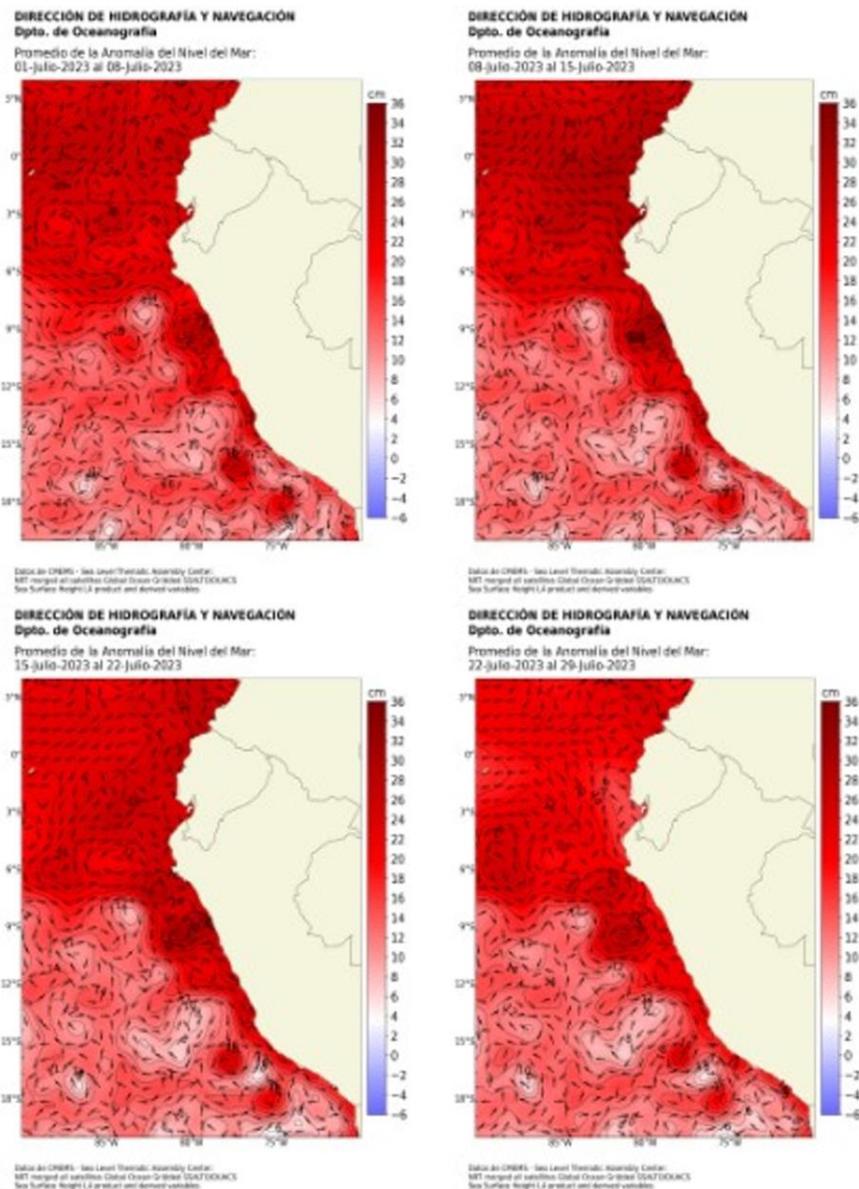


Figura 18. Cartas de anomalías de nivel del mar frente a la costa de Perú.
Procesamiento: DIHIDRONAV.

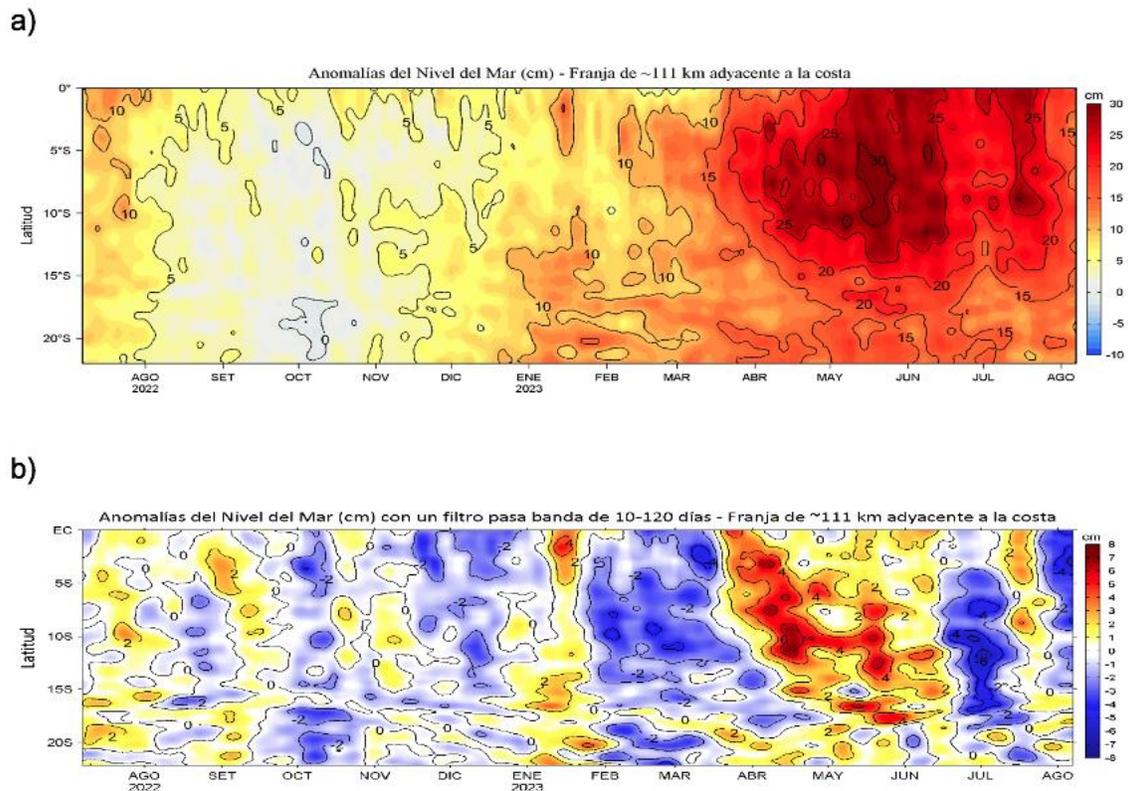


Figura 19. Evolución diaria de las a) Anomalías del Nivel del Mar (cm) y b) Anomalías del Nivel del Mar (cm) con un filtro pasa banda de 10-120 días, para una franja de 60 mn (~111 km) adyacente al litoral peruano para los últimos trece meses, al 07 de agosto 2023. Fuente: CMEMS v3.0. Climatología: 1993-2012 para (a) y 1993-2010 para (b). Procesamiento: LHF/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

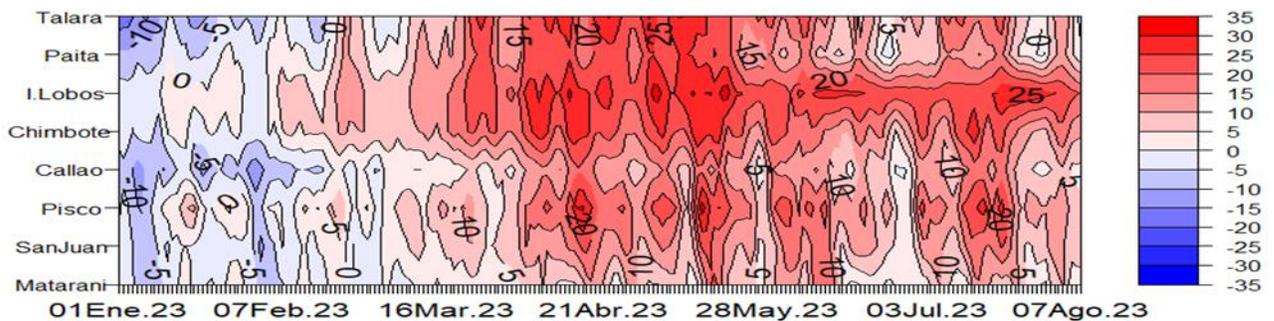


Figura 20. Diagrama Hovmöller de anomalía de NM en el litoral de Perú (con filtro móvil anual). enero a julio 2023, Climatología: 1991-2020. Procesamiento: DIHIDRONAV.

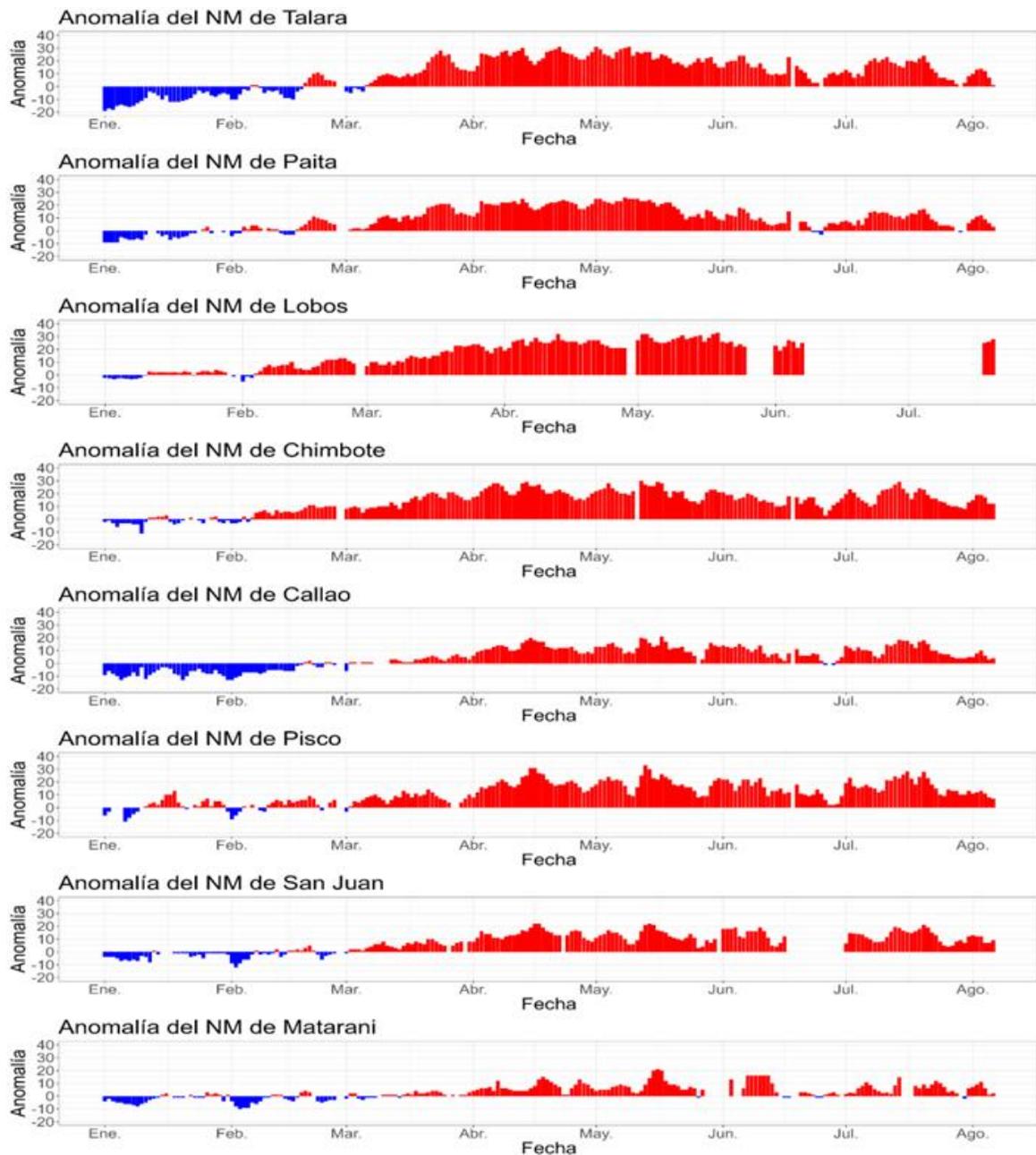


Figura 21. Anomalía del NM diario a lo largo del litoral de Perú de enero a julio 2023.
Fuente y procesamiento: DHN.

En el mar peruano, de acuerdo a la información *in situ* de la capa superficial recopilada por prospecciones del IMARPE, en julio se mantuvieron las condiciones cálidas con anomalías superiores a +3 °C, dentro de las 100 mn en la zona norte y sur (**Figura 22**). Por otra parte, los valores preliminares de los índices térmicos locales mostraron para julio 2023 condiciones cálidas fuertes, según LABCOS (+3,53 °C, JJA 2023), y cálidas, según ITCP (+2,5, JJA 2023) (**Figura 23**).

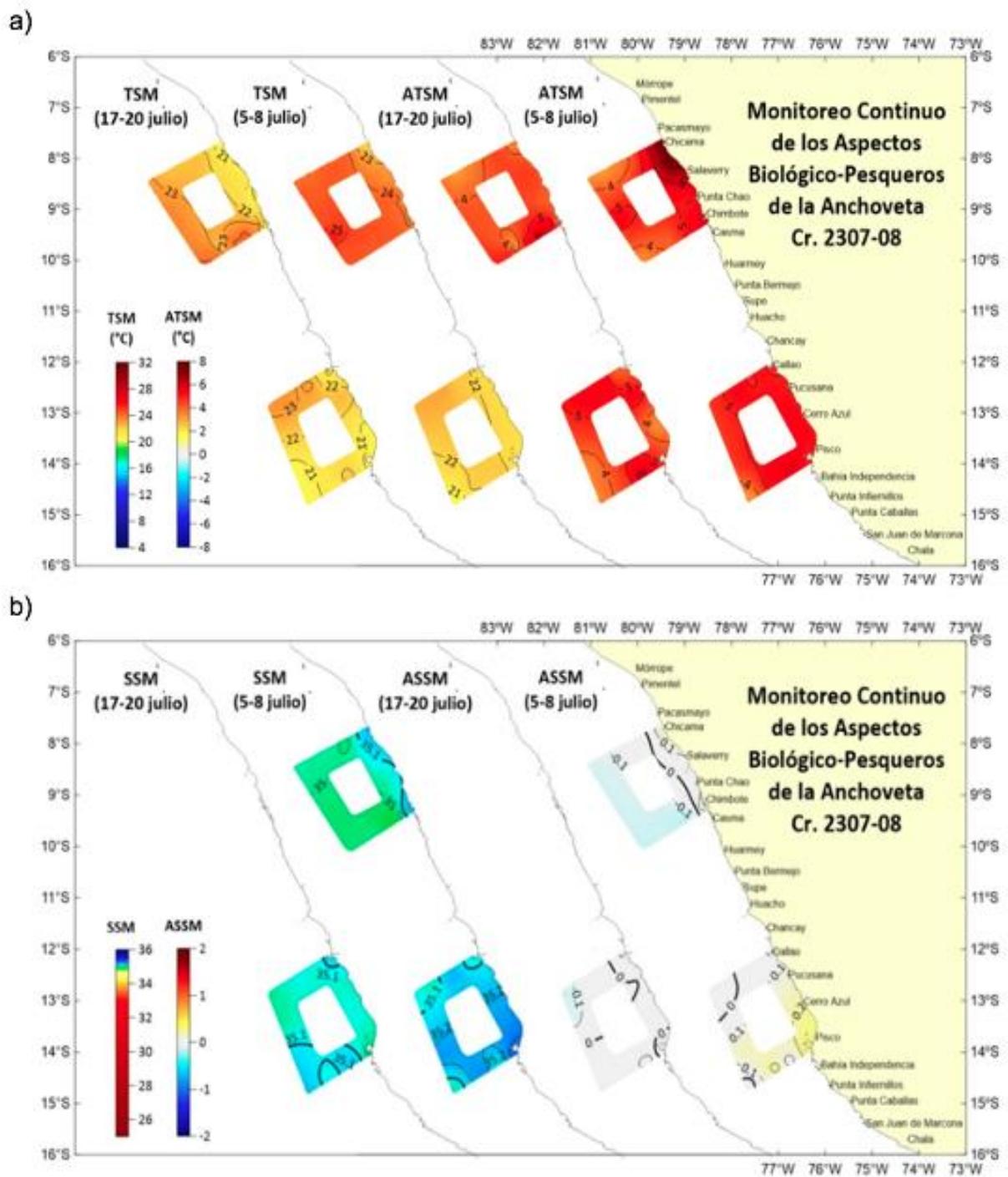


Figura 22. a) TSM (°C) y ATSM (°C) y b) SSM y ASSM, registrada durante el monitoreo continuo de anchoveta Cr 2307-08 (EP Mariana-B (Hyduk) y EP Nuncia), ejecutado del 5-20-julio. Climatología: 1991- 2020 (Dominguez et al., 2023).

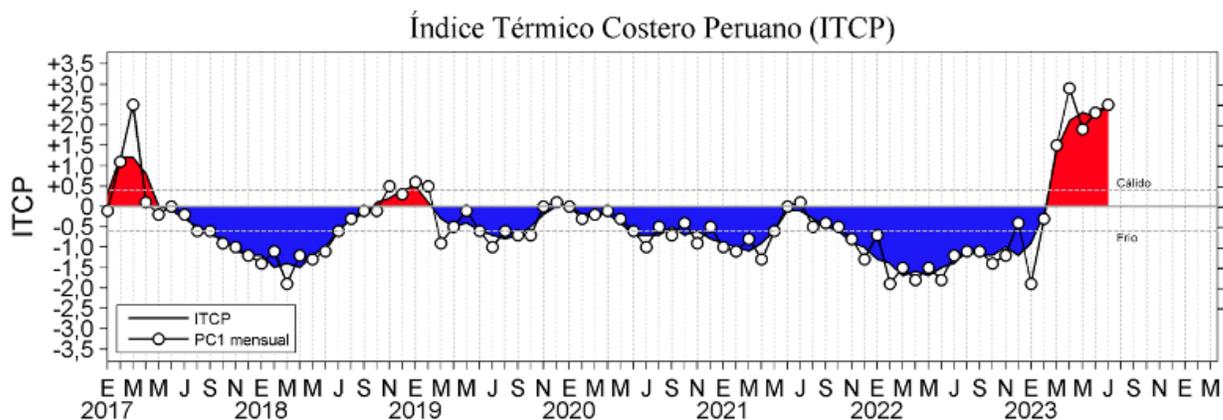
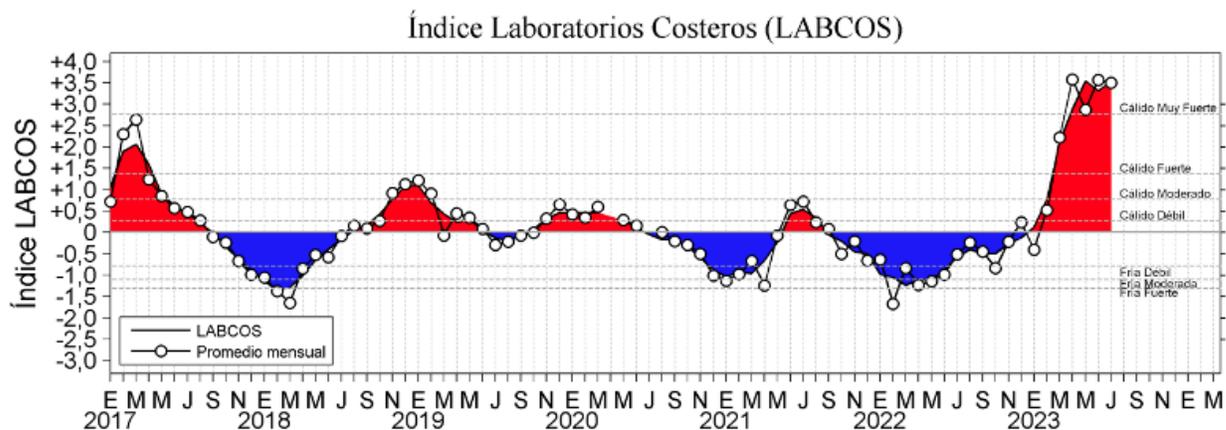


Figura 23. a) Índice Térmico Costero Peruano (ITCP; Quispe et al., 2016), y b) Índice LABCOS (Quispe y Vásquez, 2015) del año 2000 al 2023.

Respecto a la temperatura subsuperficial, en el mes de julio, de acuerdo a la información *in situ* registrada por boyas Argo, así como por operaciones en el mar y del vehículo autónomo (*glider*) Mochica del IMARPE, dentro de las 250 mn frente a la costa entre Tumbes y Piura, se observaron anomalías entre +3 °C y +6 °C sobre los 100 m de profundidad; mientras que entre los 100 y 350 m de profundidad predominaron anomalías entre +0,5 °C y +1 °C (**Figura 24, 25 y 30**).

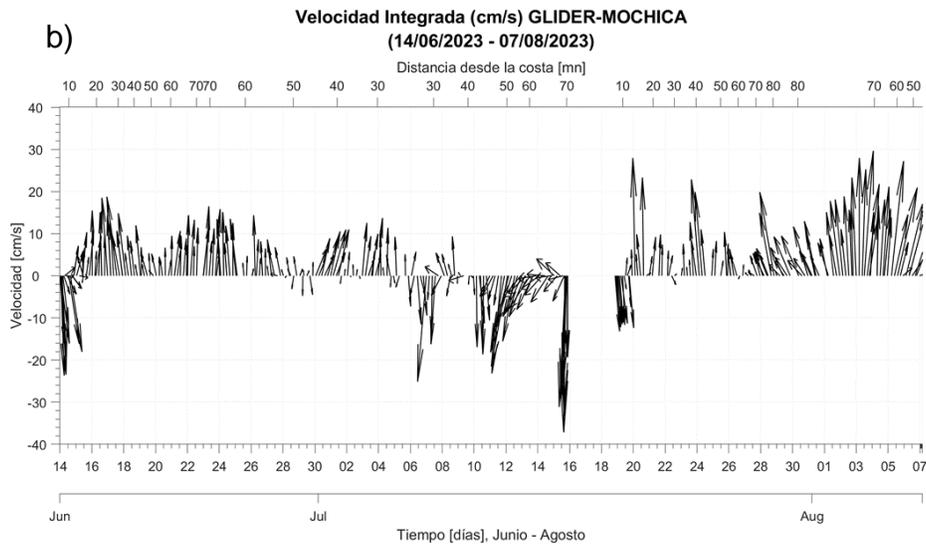
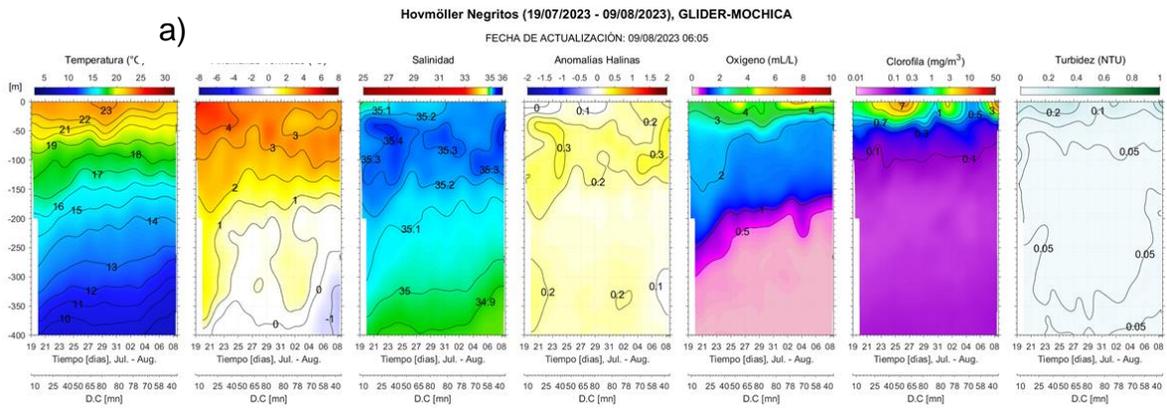


Figura 24. (a) Sección vertical de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), anomalías térmicas ($^{\circ}\text{C}$), salinidad, anomalías halinas, oxígeno (mL L^{-1}), clorofila (mg m^{-3}) y turbidez (NTU); así como, (b) corrientes marinas (cm s^{-1}) integradas del glider Mochica en su recorrido frente a Negritos – Talara, registrados del 14 de junio al 16 de julio.

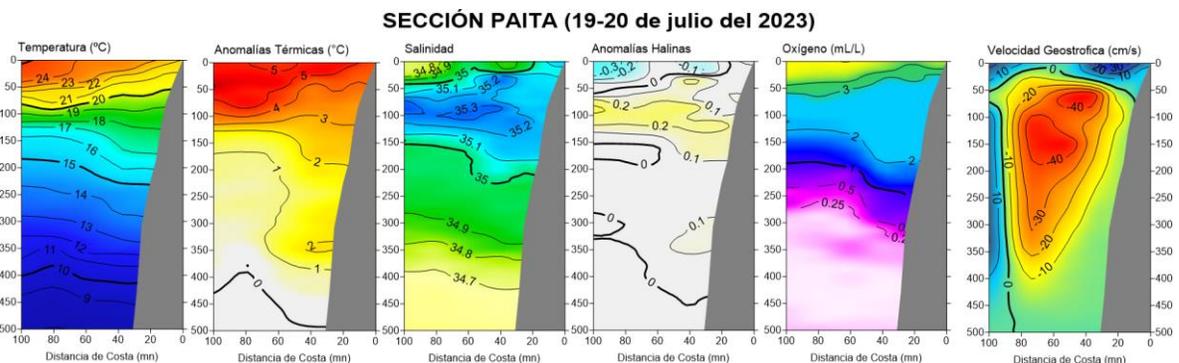


Figura 25. Secciones de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), anomalías térmicas ($^{\circ}\text{C}$), salinidad, anomalías halinas, oxígeno disuelto OD (mL L^{-1}), y velocidad geostrofica (cm s^{-1}) de izquierda a derecha frente a Paita (19-20 julio). Climatología termohalina: 1991 – 2020 (Domínguez et al., 2023).

Asimismo, en julio, frente a Chicama y Chimbote se observaron anomalías entre +3 °C y +5 °C, sobre los 150 y 100 m de profundidad, respectivamente; por debajo esta capa se detectaron anomalías entre +0,5 °C y +1 °C. Frente a Callao y Pisco, dentro de las 100 mn, se observaron anomalías entre +3 °C y +5 °C sobre los 75 m de profundidad. Frente a Callao, las anomalías de +0,5 °C y +1 °C se detectaron entre los 100 y 200 m, mientras que, frente a Pisco, las anomalías de +1 °C se extendieron hasta más de 200 m de profundidad (**Figura 26, 27, 28 y 29**).

En los primeros cinco días de agosto, dentro de las 250 mn frente a la costa entre Tumbes y Piura, se observó un ligero debilitamiento de las anomalías cálidas sobre los 100 m de profundidad, asimismo se observó una reducción de la capa de anomalías cálidas dentro de las 100 mn, respecto a la cuarta semana de julio, a 180 m (**Figura 24 y 30**). Dentro de las 100 mn entre Chicama y Chimbote, la capa con anomalías positivas mayores a +1 °C, se redujo a los 150 m de profundidad, aunque anomalías de hasta +6 °C fueron detectadas sobre los 75 m de profundidad. Frente a Callao y a Pisco, la estructura vertical de las anomalías no varió respecto a julio (**Figura 26, 27 y 28**).

Las anomalías de la profundidad de la base de la termoclina y de la base de la oxiclina entre la tercera semana de julio y primera semana de agosto aumentaron respecto a junio tanto en Paita como en Chicama, indicando la prevalencia del impacto de la onda Kelvin cálida que arribó a mediados de julio (**Figura 31**). Cabe indicar que, considerando los registros de boyas Argo frente a la costa norte en julio y la primera semana de agosto, las anomalías térmicas mayores a +2 °C alcanzaron los 140 m de profundidad, lo cual supera a lo registrado en el mismo período de 2015, durante El Niño 2015-2016 (**Figura 32**).

La salinidad superficial del mar (SSM) mostró la permanencia de las Aguas Tropicales Superficiales (ATS) al norte del litoral peruano, mientras que las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) a partir de la tercera semana de julio se replegaron paulatinamente hacia el norte, donde se registró su influencia frente a Paita sobre los 25 m y por fuera de las 70 mn (Figura 25), alcanzando Caleta Cruz en agosto (**Figura 33 y 34**). Entre Caleta Cruz y Chimbote a partir de la tercera semana de julio, ocurrió la aproximación inusual de las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) hacia la costa norte y centro del Perú, alcanzando valores de 35,3 durante agosto dentro de las 80 mn (sobre los 150 m) y 100 mn (125 m) de las localidades de Negritos y Chicama, respectivamente (**Figura 22, 24 y 33**). Al sur de Chimbote y hasta Ilo y sobre los 100 m, predominaron amplias zonas de mezcla entre las ASS y las aguas costeras frías (ACF), generando condiciones halinas entre neutras a condiciones con anomalías positivas (**Figura 22 y 33**).

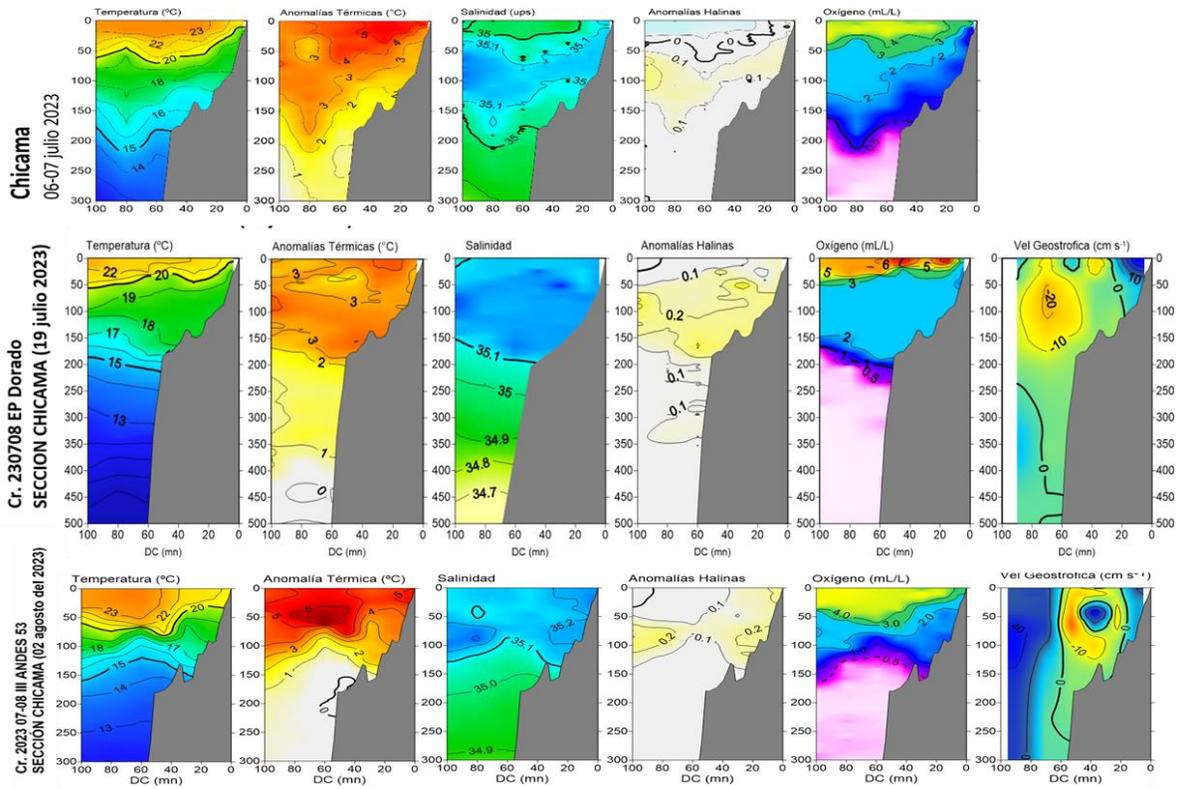
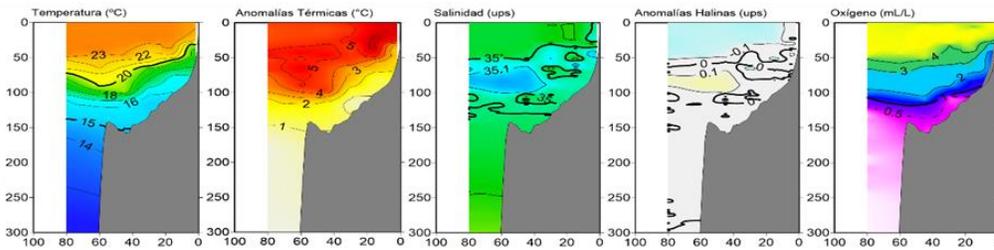
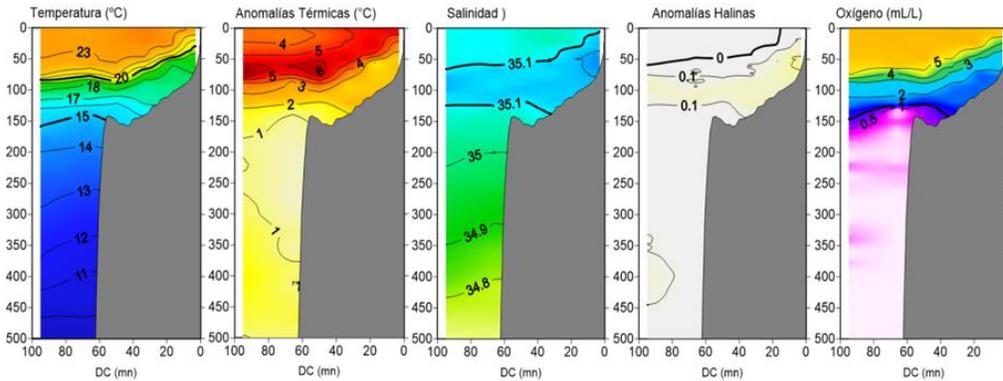


Figura 26. Secciones de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), anomalías térmicas ($^{\circ}\text{C}$), salinidad, anomalías halinas, oxígeno disuelto OD (mL L^{-1}), y velocidad geostrofica (cm s^{-1}) de izquierda a derecha frente a Chicama (06-07 julio, 19 julio, 02 agosto). Climatología termohalina: 1991 – 2020 (Domínguez et al., 2023).

Chimbote
05-06 julio 2023



Cr. 230708 EP Dorado
SECCION CHIMBOTE (20 julio 2023)



Cr. 2023 07-08 III ANDES 53
SECCION CHIMBOTE (01 agosto del 2023)

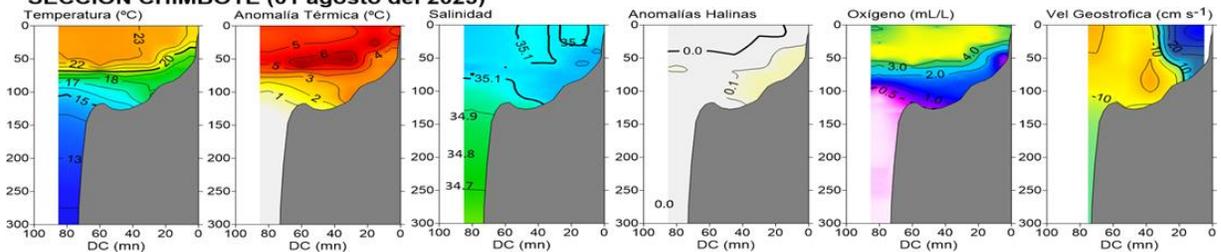


Figura 27. Secciones de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), anomalías térmicas ($^{\circ}\text{C}$), salinidad, anomalías halinas, oxígeno disuelto OD (mL L^{-1}), y velocidad geostrofica (cm s^{-1}) de izquierda a derecha frente a Chimbote (05-06 julio, 20 julio, 01 agosto). Climatología termohalina: 1991 – 2020 (Dominguez et al., 2023).

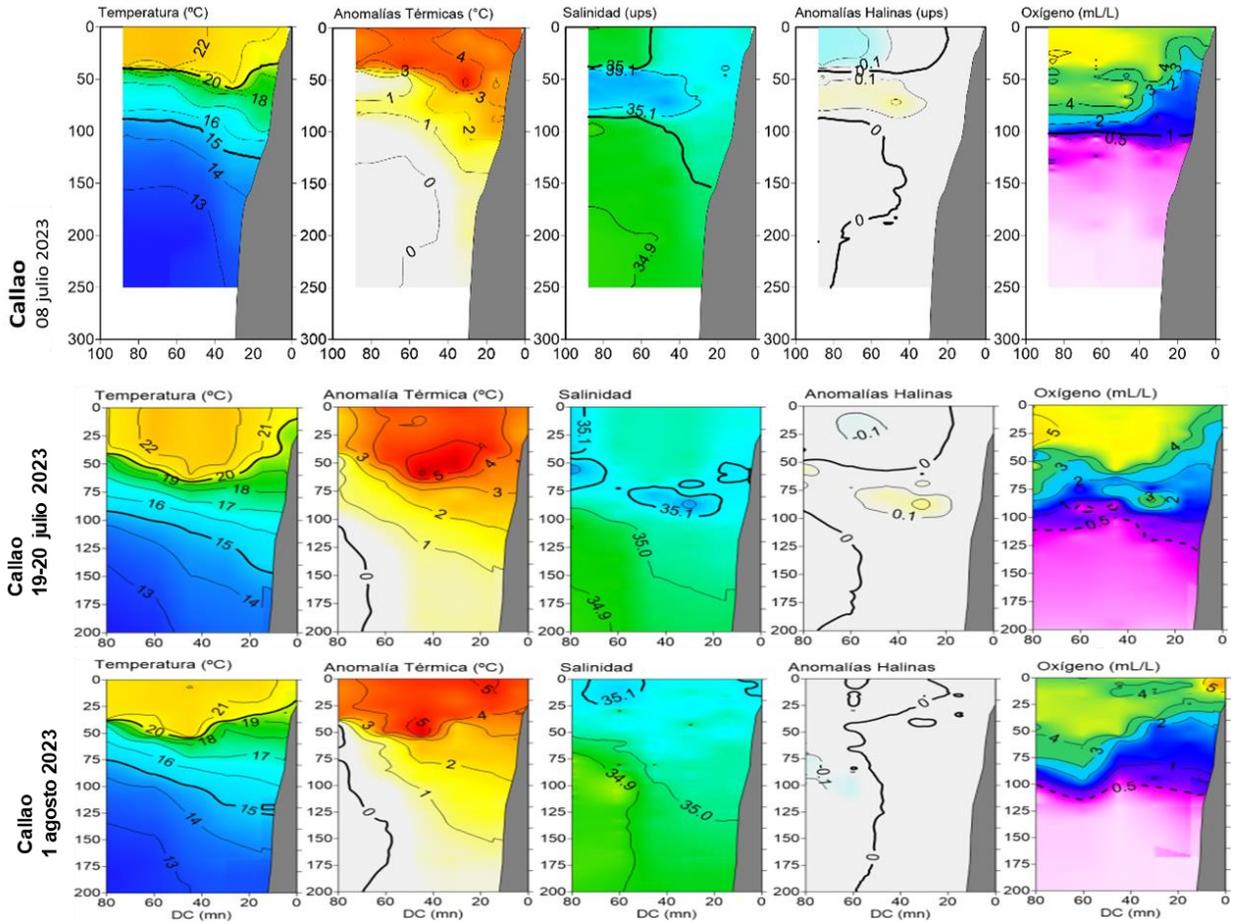


Figura 28. Secciones de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), anomalías térmicas ($^{\circ}\text{C}$), salinidad, anomalías halinas, y oxígeno disuelto OD (mL L^{-1}) de izquierda a derecha frente a Callao (08 julio, 19-20 julio, 01 agosto). Climatología termohalina: 1991 – 2020 (Dominguez et al., 2023).

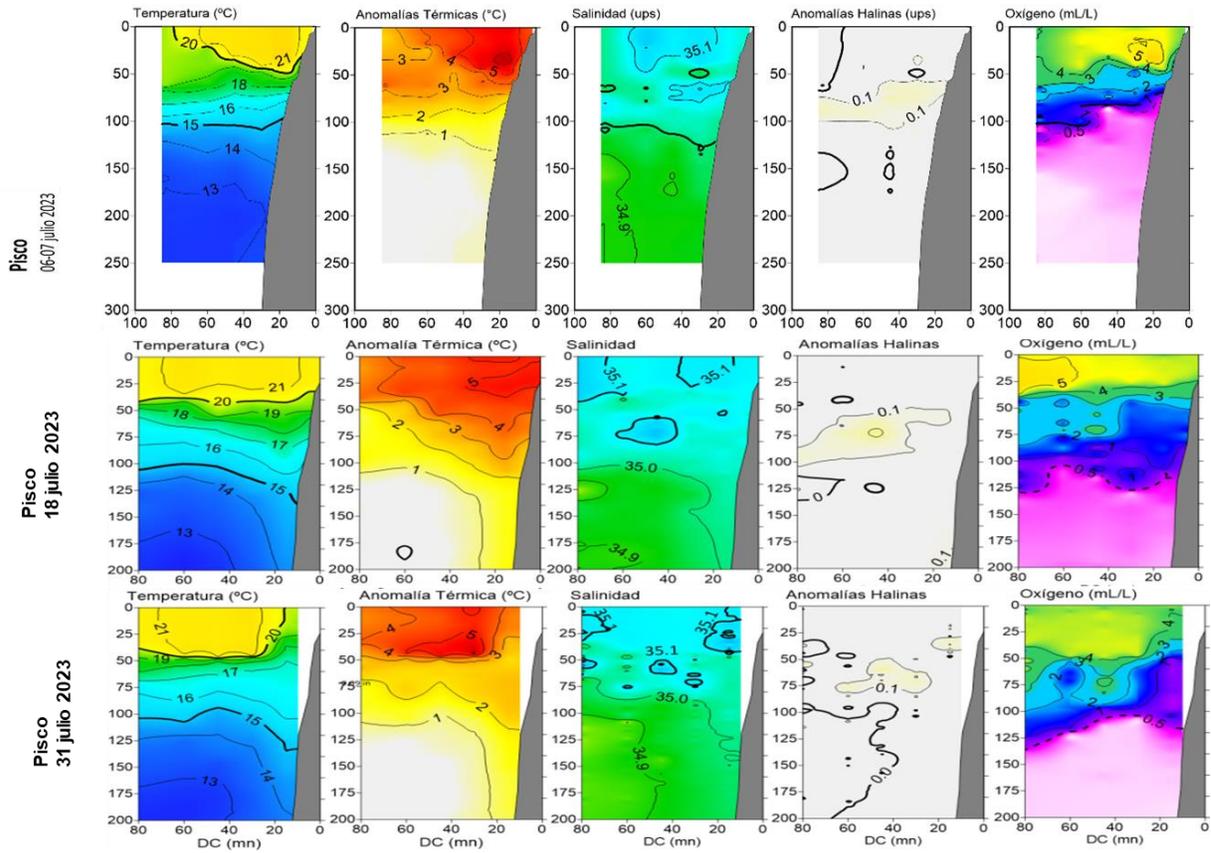


Figura 29. Secciones de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), anomalías térmicas ($^{\circ}\text{C}$), salinidad, anomalías halinas, y oxígeno disuelto OD (mL L^{-1}) de izquierda a derecha frente a Pisco (06-07 julio, 18 julio, 31 julio 2023). Climatología termohalina: 1991 – 2020 (Domínguez et al., 2023).

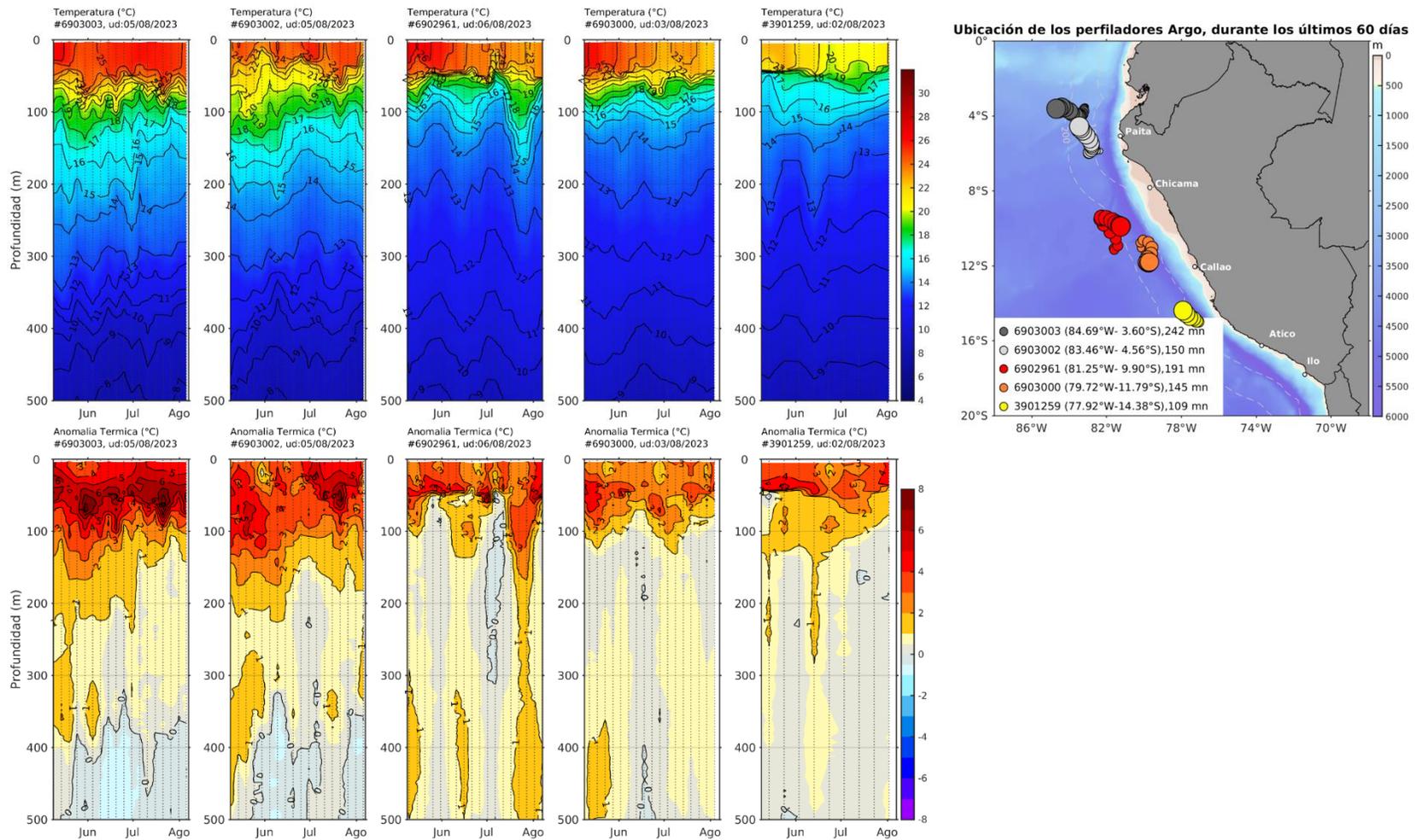


Figura 30. Evolución de la temperatura de la columna de agua y su anomalía en perfiladores ARGO ubicados dentro de las 200 mn frente a la costa y ubicación de las últimas posiciones y coordenadas geográficas donde brindaron información. Fuente: ARGO, climatología: 1991- 2020. Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

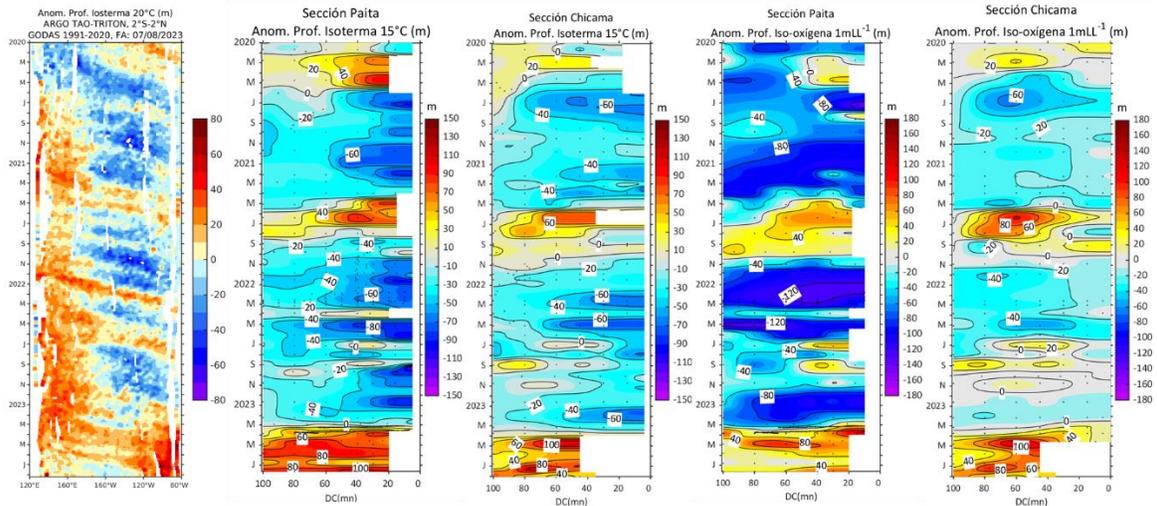


Figura 31. Anomalia de la profundidad de la isoterma de 20 en el Pacífico ecuatorial (ARGO/ TAO Triton) y anomalías de la profundidad de la isoterma de 15 °C y de la iso-oxígeno de 1 mL L⁻¹, indicadores de la termoclina y de la oxiclina, respectivamente, frente a Paita y Chicama, estimadas en base a los monitoreos mensuales realizados por el IMARPE. Procesamiento: AFIOQG/DGIOCC/IMARPE.

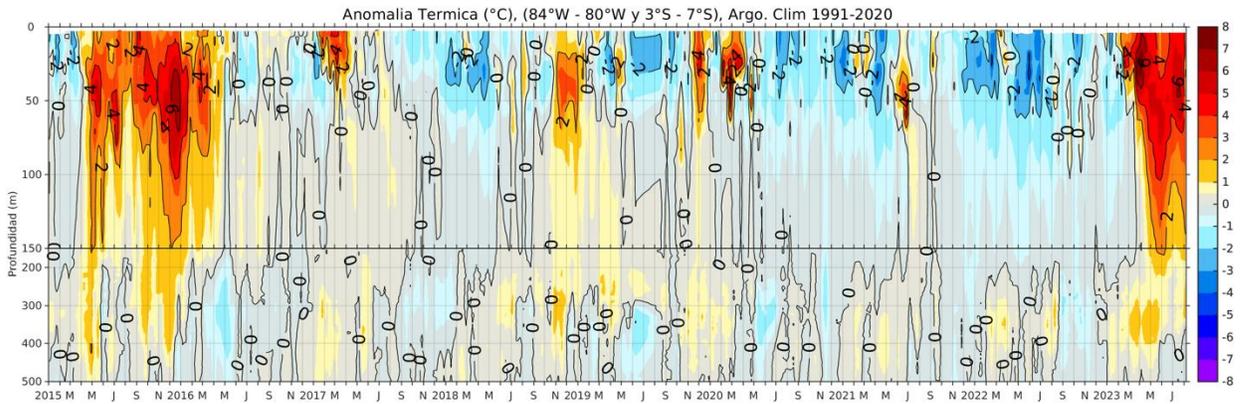


Figura 32. Anomalia térmica en base a los perfiladores ARGO, frente al zona norte; climatología: 1991- 2020 (Dominguez et al., 2023).

En la capa subsuperficial las mayores anomalías térmicas se presentaron frente a la costa norte y centro durante julio, observándose una disminución en la extensión vertical de las anomalías positivas en la costa norte durante julio. En la primera quincena de julio y sobre los primeros 50 m de profundidad se registra un incremento en la anomalía que alcanza hasta 5°C en la costa norte y, en la costa centro, se mantienen las anomalías positivas sobre los primeros 100 m. Por otra parte, durante la segunda mitad del mes se presentó una disminución térmica en los primeros 50 m frente a la costa norte (**Figura 35**).

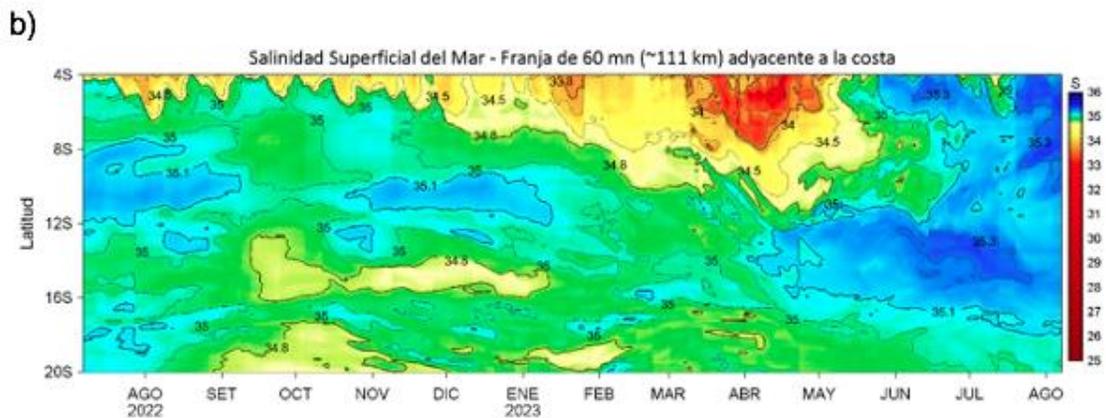
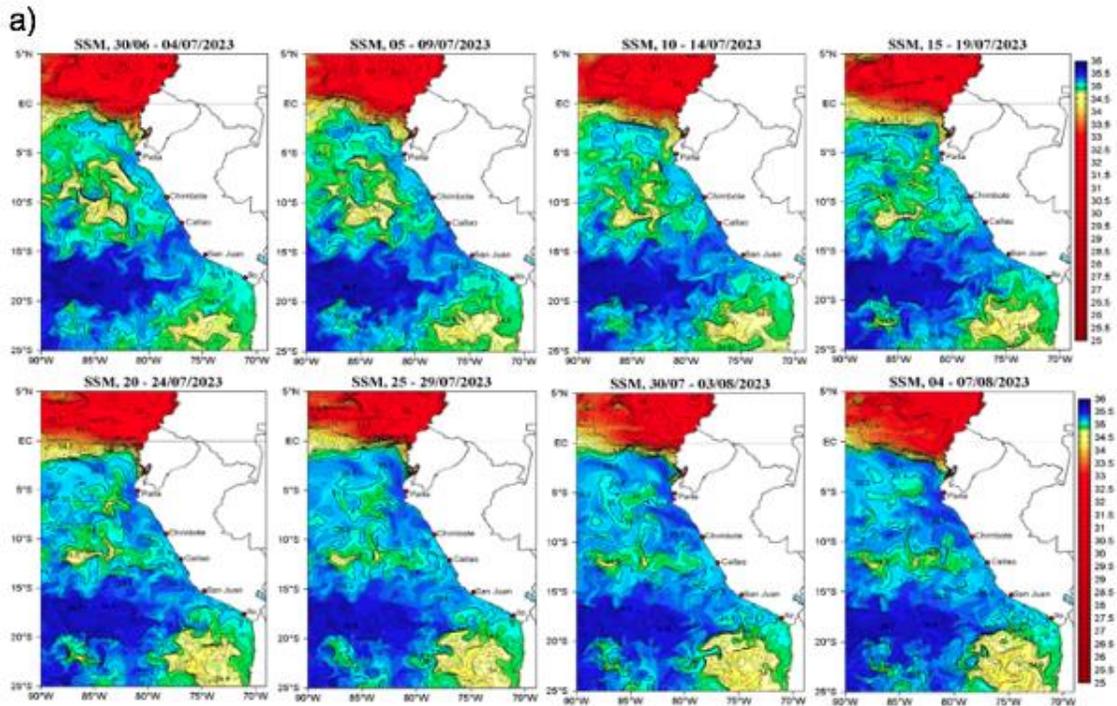


Figura 33. (a) Distribución quincenal de la Salinidad Superficial del Mar (SSM) en el Pacífico Sudeste, durante el mes de abril y lo que va de mayo del 2023. (b) Diagrama Hovmöller de la SSM en la franja de las 60 millas costeras, al 7 de agosto de 2023. Datos: GLOBAL_ANALYSIS_FORECAST_PHY_001_024 (Lellouche, 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.

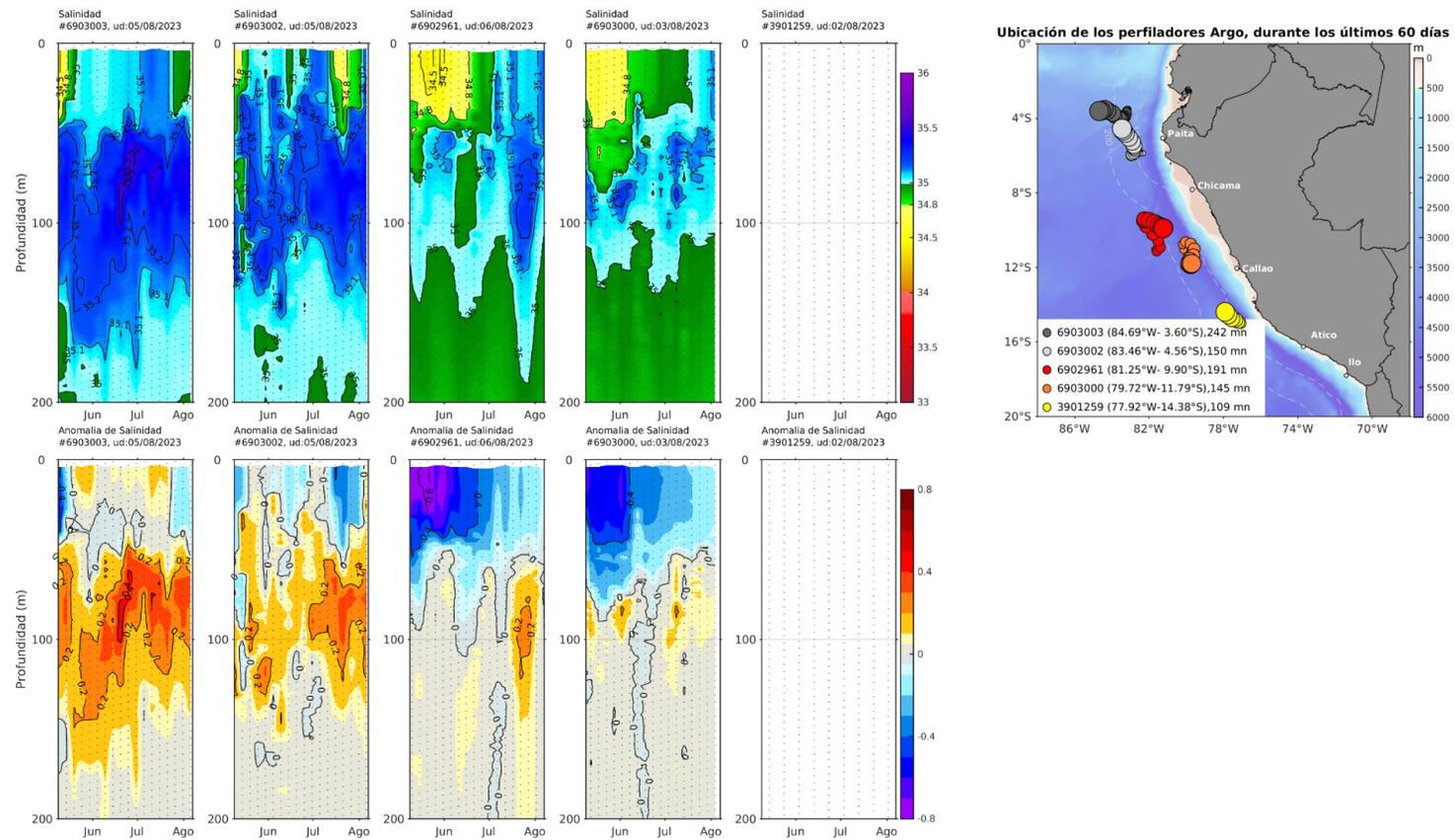


Figura 34. Evolución de la salinidad del agua de mar y sus anomalías en perfiladores ARGO en la zona costera (dentro de las 100 mn) y ubicación de las últimas posiciones y coordenadas geográficas donde brindaron información. Fuente: ARGO, climatología: 1991- 2020 (Domínguez et al., 2023). Procesamiento: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

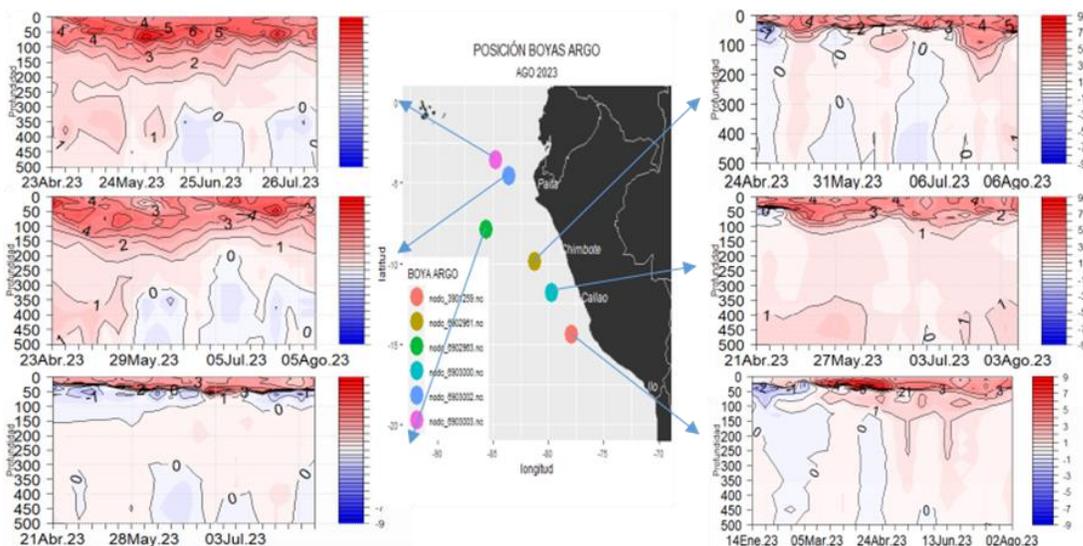


Figura 35. Secciones de anomalías de temperatura del mar de abril a julio 2023 hasta los 500 m de profundidad. Fuente: ARGO. Procesamiento: DIHIDRONAV.

Asimismo, la salinidad superficial del mar (SSM) asociado a la temperatura de julio refleja la presencia Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) sobre los 150 m frente a la costa norte durante la primera quincena de julio, mostrando la presencia del ingreso de aguas oceánicas sobre la costa. Mientras que, frente a la costa centro se presenta una capa de mezcla entre las ASS y las Aguas Costeras Frías sobre los primeros 50 m de profundidad. Para los primeros días de agosto se presentó un mayor predominio de las ASS sobre la costa centro (**Figura 36**).

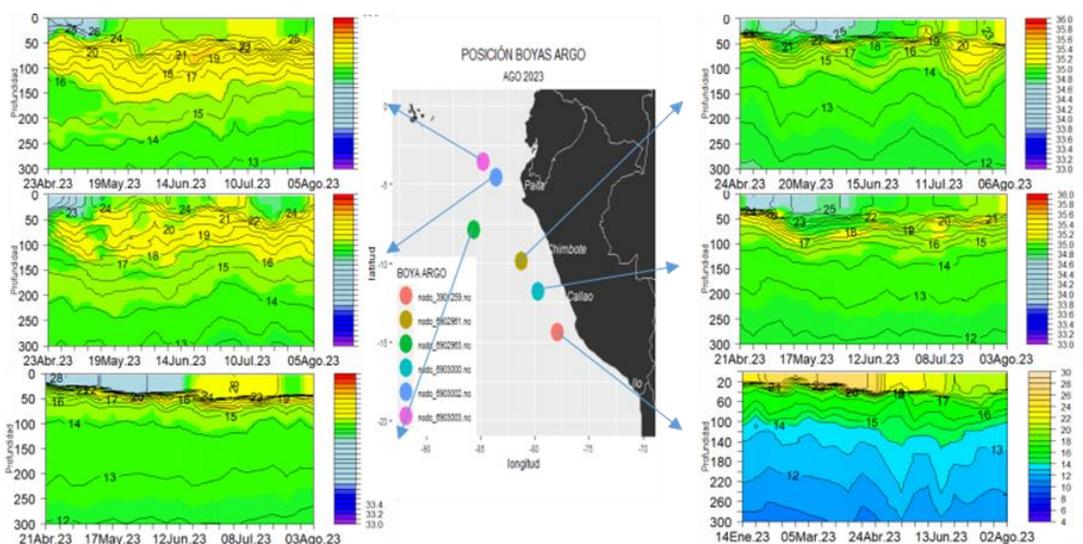


Figura 36. Secciones de la salinidad del mar frente a la costa de Perú de abril a julio 2023. Fuente y Procesamiento: DIHIDRONAV.

De acuerdo a operaciones realizadas por el BAC ZIMIC de DIHIDRONAV entre la tercera y cuarta semanas de julio, frente a la costa norte de Perú se registraron temperaturas de hasta 25°C por fuera de las 70 mn, notándose una disminución de la temperatura propia de la temporada, aunque todavía se mantienen intensas anomalías positivas sobre los 5°C por fuera de las primeras 20 mn y 4°C frente a la costa centro desde la costa, teniendo anomalías sobre 2°C hasta los 150 m y de 1°C hasta 400 m en ambas costas. Tanto con la información de salinidad y densidad en relación con la temperatura, se observa la presencia de Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) por fuera de las 70 mn frente a Paita y las ASS de forma subsuperficial hasta los 110 m y más cercanas a la costa; mientras que frente a Chicama hay una predominancia de las ASS por dentro de las 100 mn y hasta 150 m de profundidad. A pesar de la disminución en la profundidad de la termoclina y la oxiclina, estas se mantuvieron más profundas de lo normal debido a la permanencia de las ASS cerca de la costa (**Figura 37**).

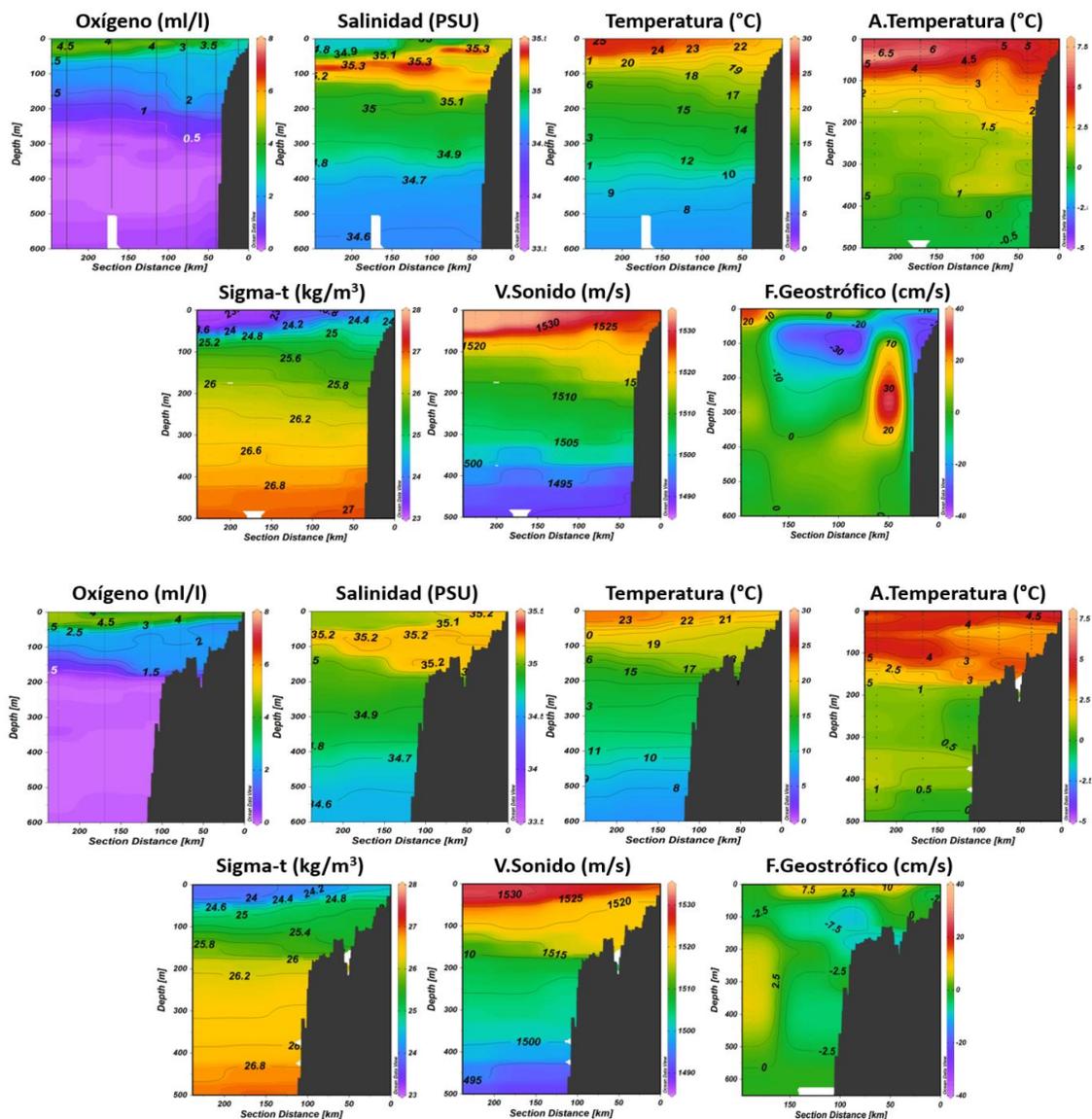


Figura 37. Perfiles de oxígeno disuelto, salinidad, temperatura, anomalía de temperatura, sigma-t, velocidad del sonido y flujo geostrófico registrados por el BAC ZIMIC durante el crucero oceanográfico de la marina de guerra del Perú "Cruc0723" a) Paita (21-22 julio) y b) Chicama (25-26 julio). Periodo: 21-26 julio 2023. Fuente y elaboración: DIHIDRONAV.

Entre la primera y tercera semanas de julio se registraron en superficie concentraciones de oxígeno disuelto (OD) de 3,5 a 6,5 mL L⁻¹ entre Chicama y Pisco y dentro de las 100 mn, relacionando los contenidos más bajos de OD a celdas recientes de afloramiento. Por el contrario, los valores máximos estuvieron asociados posiblemente a procesos de alta producción fotosintética (**Figura 38**). En la columna de agua, entre Paita y Pisco, hacia la segunda quincena de julio y dentro de las 100 mn, se presentaron valores entre 3 a 6,5 mL L⁻¹ por encima de los 50 m, con una profundidad del límite superior de la Zona de Mínima de Oxígeno (ZMO) que varió desde los 100 m en la sección Pisco a los 300 m en la sección Paita (**Figura 25, 26, 27, 28 y 29**). En las secciones de Chicama y Callao hubo un ascenso de la iso-oxígena de 4 mL L⁻¹ hacia la superficie, indicando un afloramiento costero débil y restringido dentro de las 30 mn (**Figura 26 y 28**).

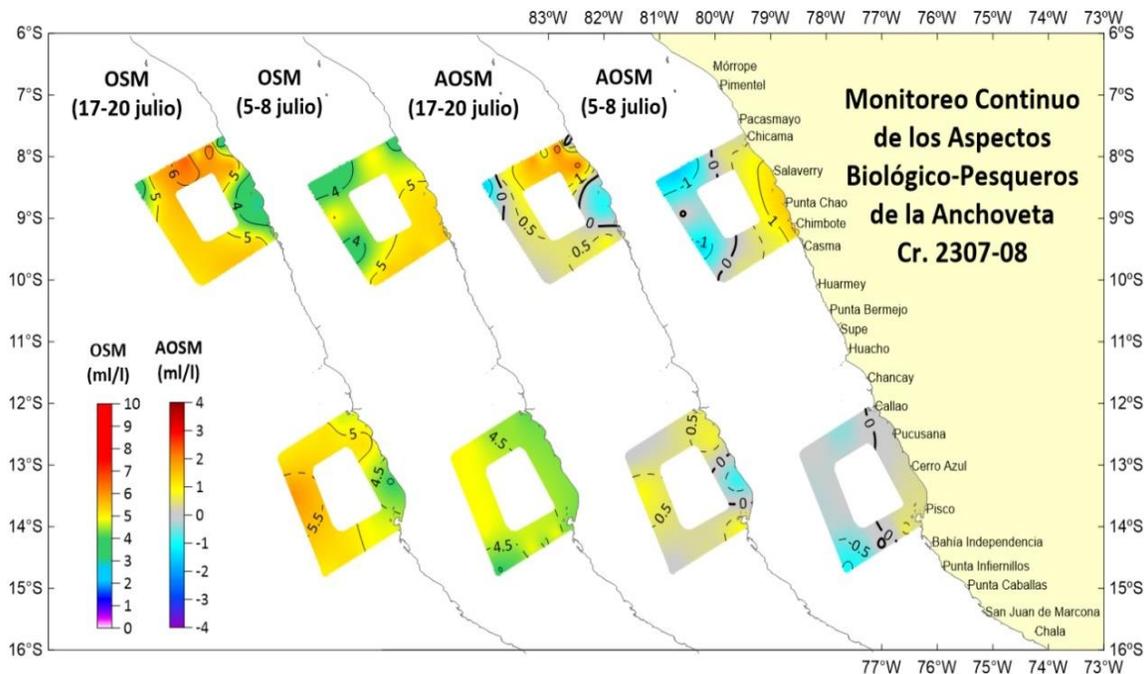


Figura 38. Distribución de oxígeno disuelto en superficie del mar (a) y sus anomalías (b), registradas durante el Monitoreo continuo de anchoveta Cr.230708, a bordo de (i) la EP Mariana-B (Hyduk) y (ii) EP Nuncia, entre el 05 al 20 julio 2023.

3.3. Productividad marina y condiciones biológico-pesqueras

La clorofila-a, indicador de la producción de fitoplancton, de acuerdo con la información satelital, continuó mostrando una recuperación en la franja costera, presentando concentraciones entre 1 a 3 $\mu\text{g L}^{-1}$, dentro de las 20 mn, especialmente en la zona centro-norte (**Figura 39 y 40**). Estas concentraciones estuvieron relacionadas a anomalías positivas dentro de las 40 mn al norte de Paita y dentro de las 20 mn frente a al resto de la costa centro-norte (**Figura 39**).

La recuperación de las condiciones productivas se confirmó con información *in situ* frente a Negritos donde se observaron concentraciones mayores a $3 \mu\text{g L}^{-1}$ por encima de los 20 m entre las 20 a 60 mn durante fines de julio (**Figura 24**). Asimismo, dentro de las 50 mn, en la sección Paita se observó un núcleo de $2,5 \mu\text{g L}^{-1}$ en la tercera semana de julio y en la sección Chicama se detectaron concentraciones de hasta $12,4 \mu\text{g L}^{-1}$, asociadas a una alta actividad fotosintética (**Figura 41**).

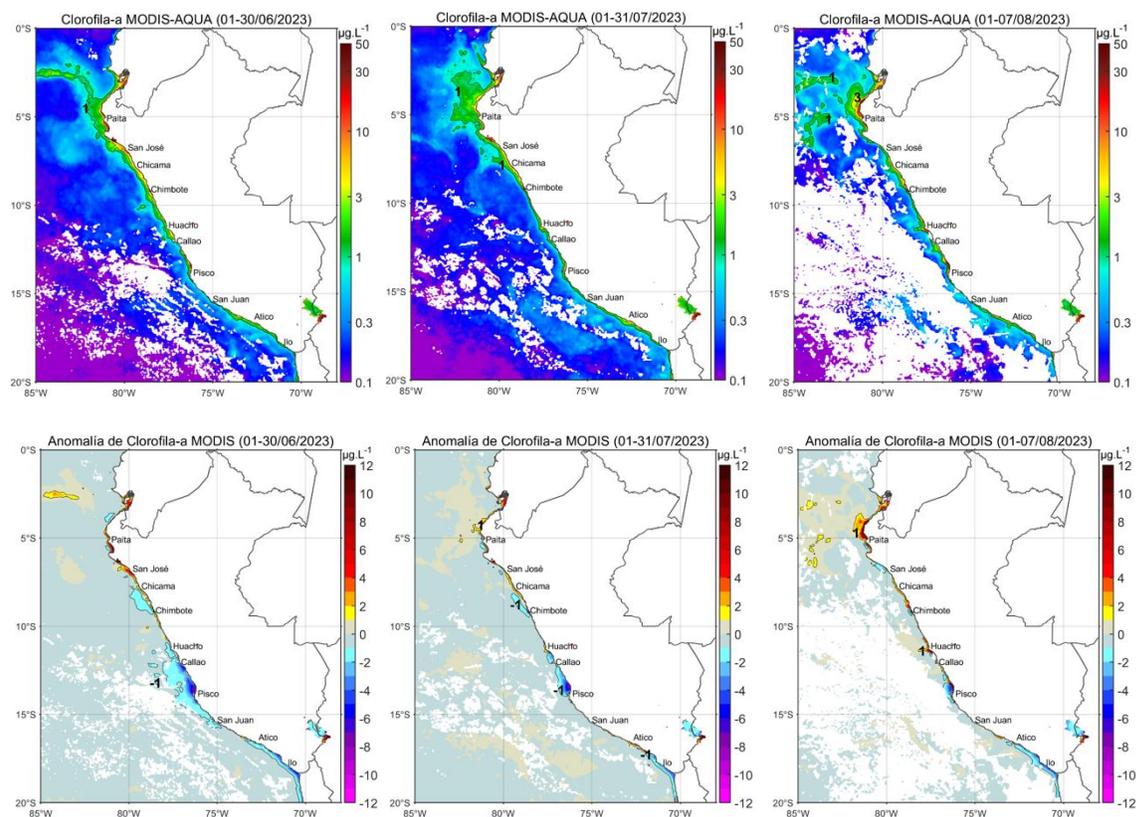


Figura 39. Distribución de la concentración de clorofila-a superficial satelital ($\mu\text{g L}^{-1}$, panel superior) y su anomalía ($\mu\text{g L}^{-1}$, panel inferior), durante mayo, julio y lo que va de agosto de 2023 (de izquierda a derecha), proveniente de MODIS-AQUA. Fuente: Fuente: Satélite MODIS. Procesamiento: LHQ/AFIOQG/DGIOCC/IMARPE.

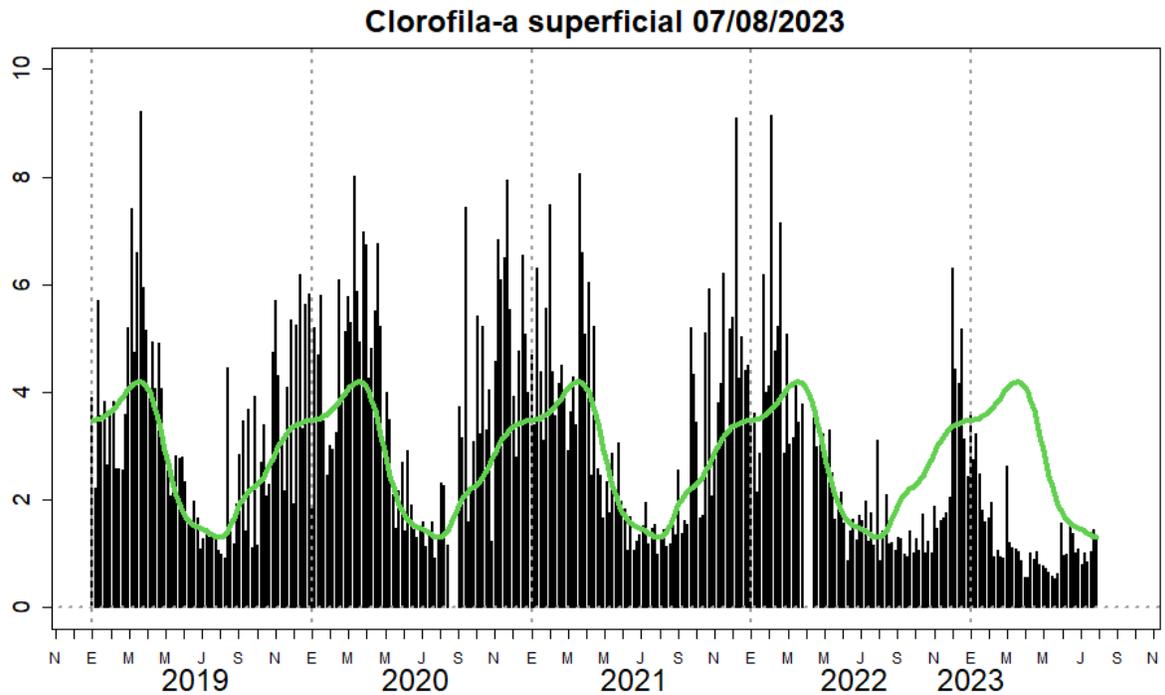


Figura 40. Serie de tiempo de las concentraciones de clorofila-a satelital (barra negra) y su climatología (línea verde) proveniente de SeaWIFS-MODIS ($\mu\text{g L}^{-1}$) entre 4° S - 16° S y dentro de los 100 km de la costa. Fuente: IMARPE.

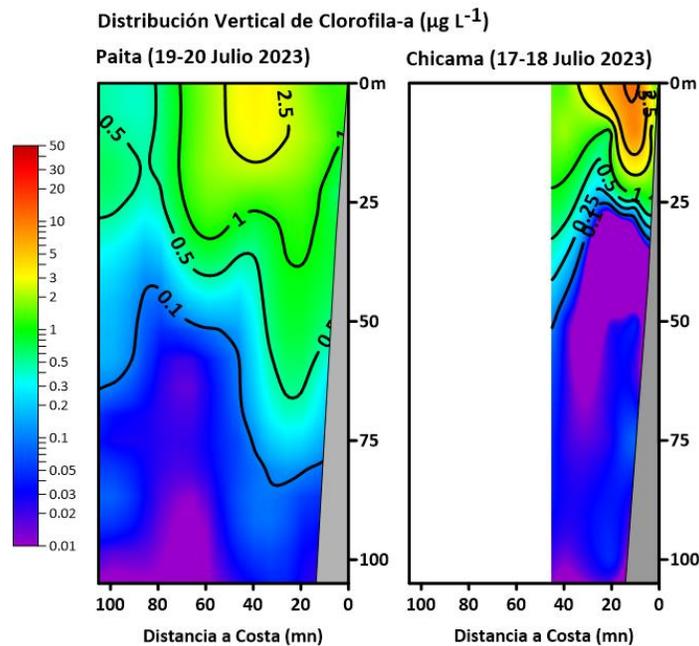


Figura 41. Distribución vertical de clorofila-a en las secciones Paita (19-20 julio 2023) y Chicama (17-18 julio 2023)

Respecto a los recursos pelágicos pesqueros, en la región norte-centro, mediante el monitoreo de la condición biológica y pesquera de la anchoveta (*Engraulis ringens*), los cardúmenes del recurso se registraron más costeros (dentro de las 30 mn) y profundos que lo usual, debido a la presencia de anomalías térmicas de hasta +4 °C en la columna de agua desde la superficie hasta los 150 m (**Figura 42**), profundidad que además corresponde a la ubicación del borde superior de la ZMO. Los indicadores reproductivos de anchoveta peruana del *stock* norte-centro, presentaron el incremento de la actividad reproductiva y desovante (**Figura 43**).

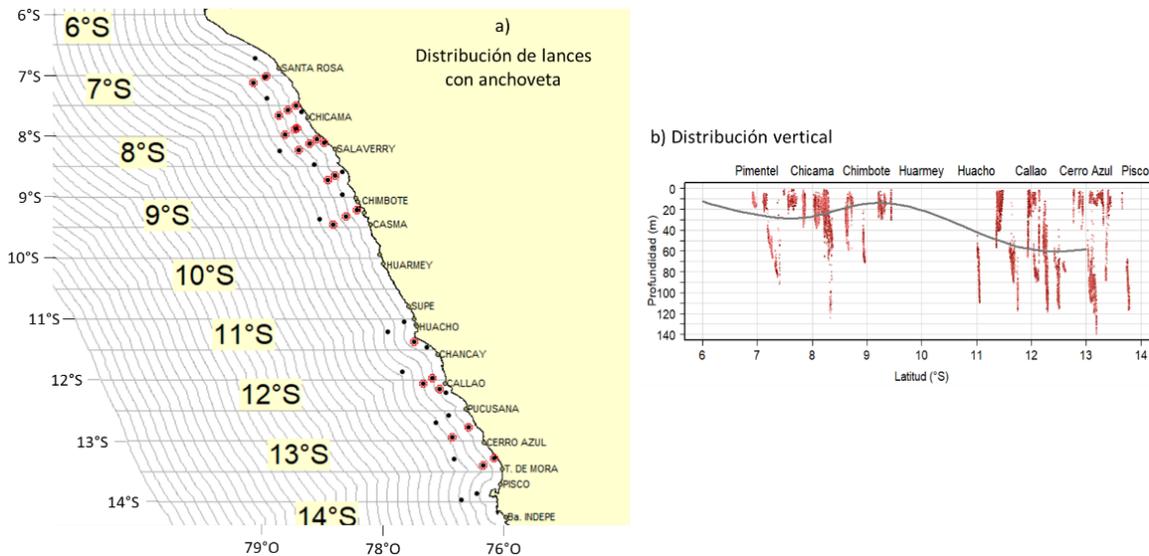


Figura 42. Distribución de a) salinidad superficial del mar (SSM) y b) la flota industrial de cerco de anchoveta en las regiones norte, centro y sur del dominio marítimo peruano.

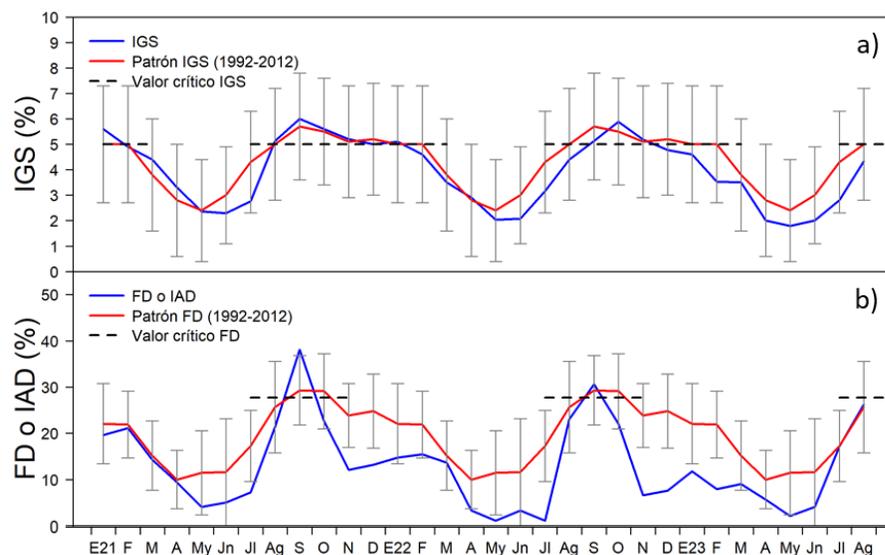


Figura 43. Indicadores reproductivos a) Índice gonadosomático y b) Fracción desovante de la anchoveta. Periodo enero del 2021 a 5 de agosto del 2023.

En el caso de las especies transzonales, estas fueron registradas a lo largo de mar peruano. El bonito (*Sarda chiliensis chiliensis*) presentó una mayor cobertura, desde Punta Sal a Morro Sama, registrándose hasta las 60 mn en la zona sur. Este recurso se encontró principalmente costero en la zona central debido al ingreso de ASS y, además, presentó un importante núcleo de concentración en el extremo sur, zona donde las anomalías térmicas fueron menores (+1 °C). La caballa (*Scomber japonicus peruanus*) presentó dos importantes núcleos, en el norte frente a Sechura, zona de frentes térmicos; y en el sur, de Atico a Morro Sama hasta las 140 mn. El jurel (*Trachurus murphyi*) se registró principalmente en la región sur (**Figura 44**). En cuanto a la condición reproductiva, los recursos jurel y caballa presentaron procesos de maduración y desove gonadal, mientras que el análisis de la condición reproductiva del bonito mostró que se encuentra en condición de reposo gonadal (**Figura 45**).

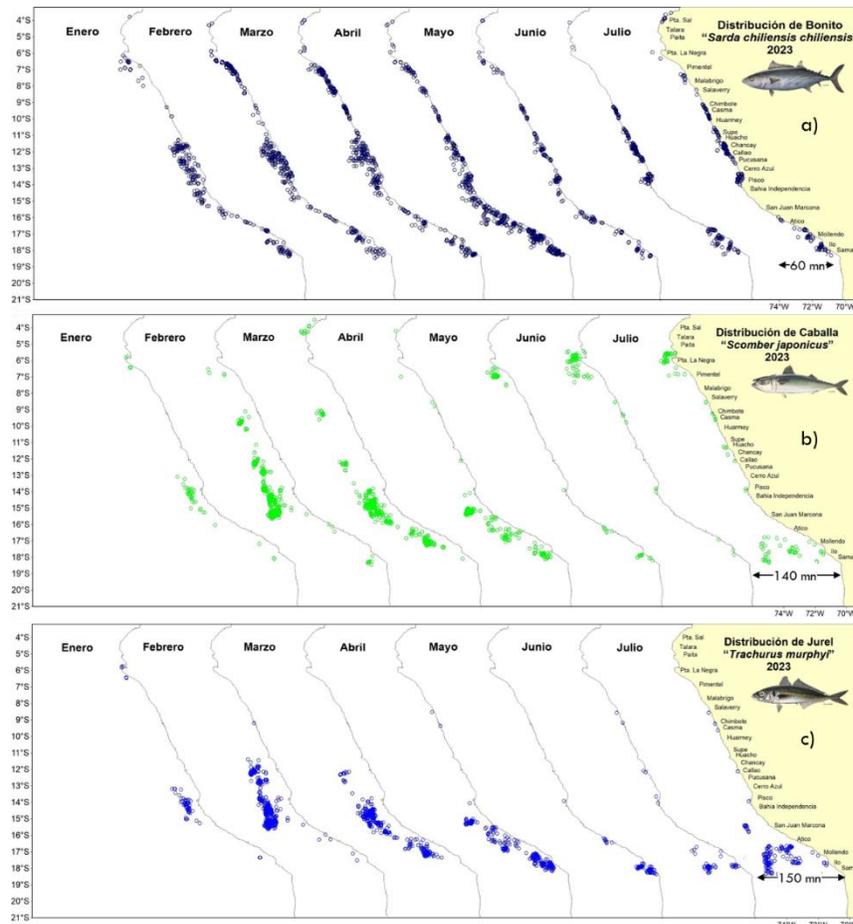


Figura 44. Distribución mensual de a) bonito, b) caballa y c) jurel durante enero - julio 2023

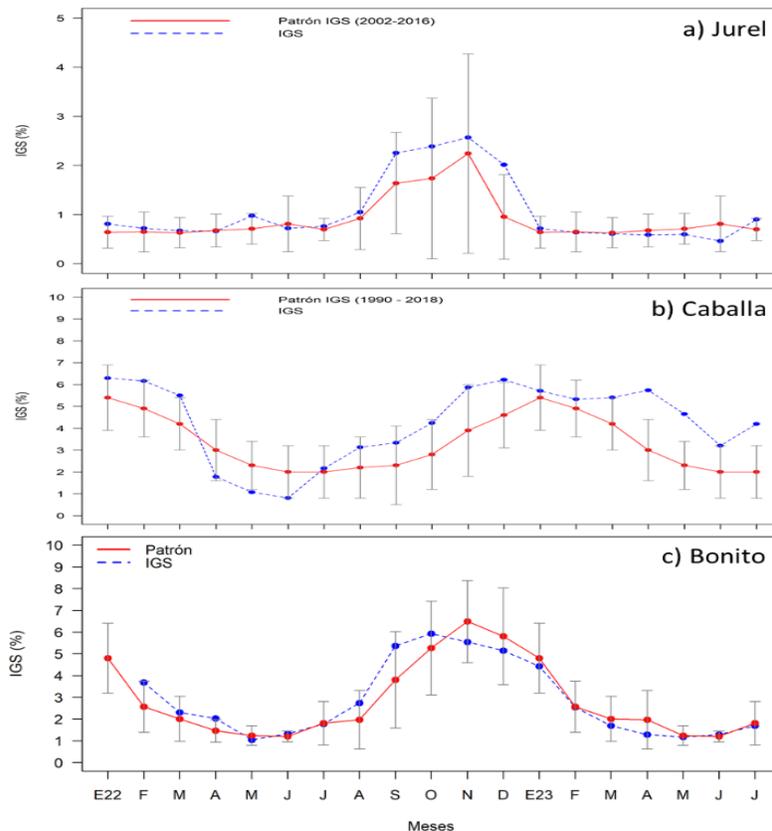


Figura 45. Índice gonadosomático de a) jurel, b) caballa y c) bonito. Periodo enero del 2022 a julio del 2023.

Respecto a los recursos demersales, durante la segunda quincena de julio y la primera semana de agosto, la actividad de la flota industrial arrastrera se desarrolló en el área comprendida desde el extremo norte del litoral peruano hasta el norte de Punta Sal. La población de merluza (*Merluccius gayi peruanus*) presentó un núcleo de concentración frente a Puerto Pizarro, donde se estimaron los mayores valores de Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) (**Figura 46**). Estos valores siguen considerándose bajos para esta pesquería, lo cual podría deberse a una profundización y cambios en la distribución del recurso, alejándose del alcance de la pesquería industrial (**Figura 47**). Por otro lado, se observó un ligero incremento de los individuos de mayor tamaño entre los 4° S y 5° S (**Figura 48**).

Se observó disminución de los desembarques del calamar gigante (*Dosidicus gigas*), a diferencia de la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) y el pulpo (*Octopus mimus*), los que se incrementaron respecto al mes precedente. En cuanto al calamar común (*Doryteuthis gahi*), no se reportaron desembarques en la segunda quincena de julio. El calamar gigante se distribuyó entre Talara y Morrosama, mostrando las mayores concentraciones en la zona norte, entre Punta La Negra y Malabrigo (**Figura 49**).

Durante la segunda quincena de julio (del 17 al 26 de julio) se realizó el monitoreo de fauna marina varada en el litoral de Ica y Lima. Se contabilizó un total de 1994 ejemplares varados, donde el grupo predominante fue el de las aves con un 76,7 %, seguido de pinnípedos (21,2 %), cetáceos (1,7 %) y tortugas (0,5 %). Las principales especies registradas en los varamientos fueron el guanay *Phalacrocorax bougainvillii* con un 22,5 %, pardela gris *Ardeana grisea* con un 21,7 %, lobo marino chusco *Otaria byronia* con 21,4 %, piquero peruano *Sula variegata* con 12,1 % y gaviota gris *Leucophaeus modestus* con 10,2 %.

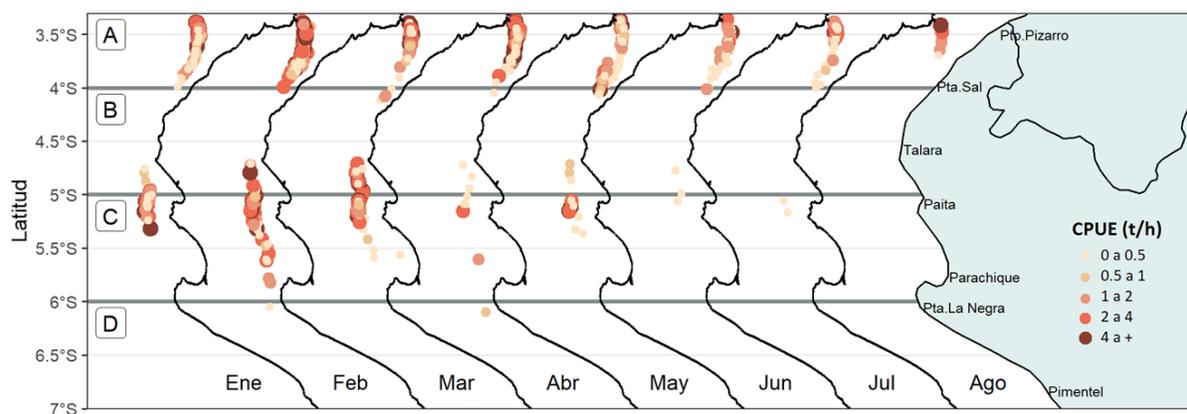


Figura 46. Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE en t/h) por lance de pesca entre los meses de enero a julio y del 1 al 6 de agosto 2023 (de izquierda a derecha) de la flota industrial de arrastre de merluza.

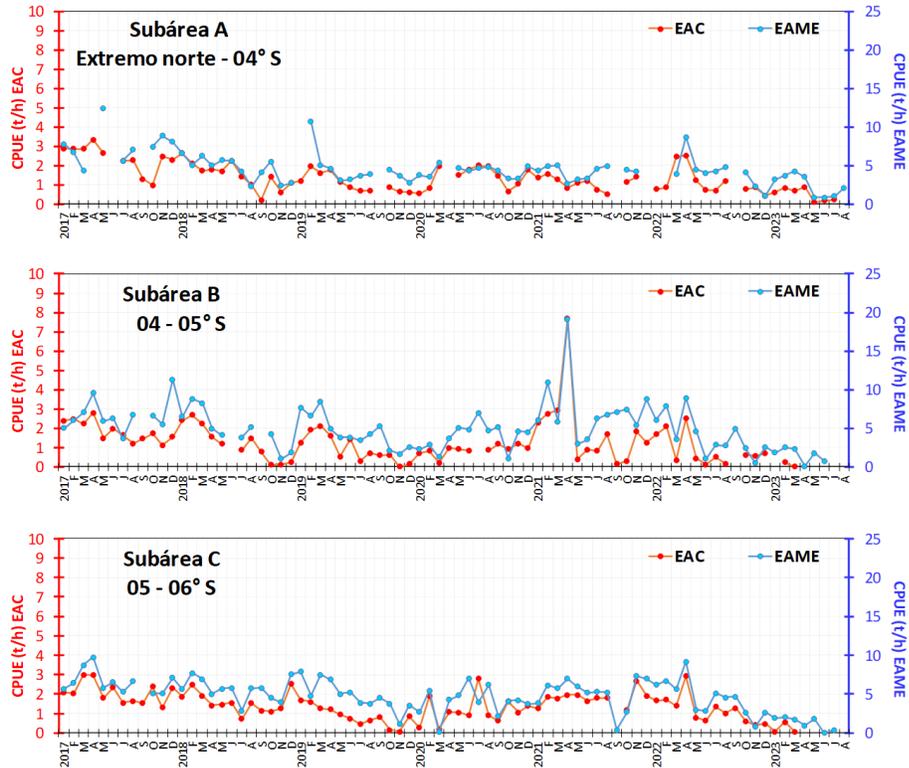


Figura 47. CPUE mensual (t/h) por sub-área de pesca y tipo de embarcación de la flota industrial de arrastre de merluza.

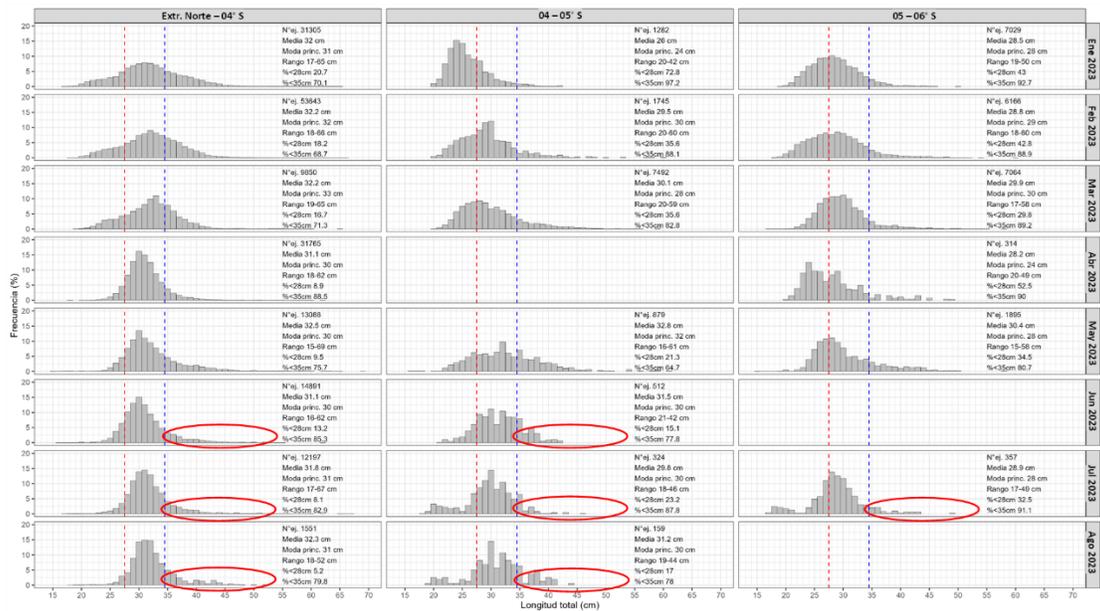


Figura 48. Distribución de tallas de merluza por sub-área (latitud) entre los meses de enero a julio y del 1 al 6 de agosto 2023 (de izquierda a derecha), capturada por la flota industrial de arrastre.

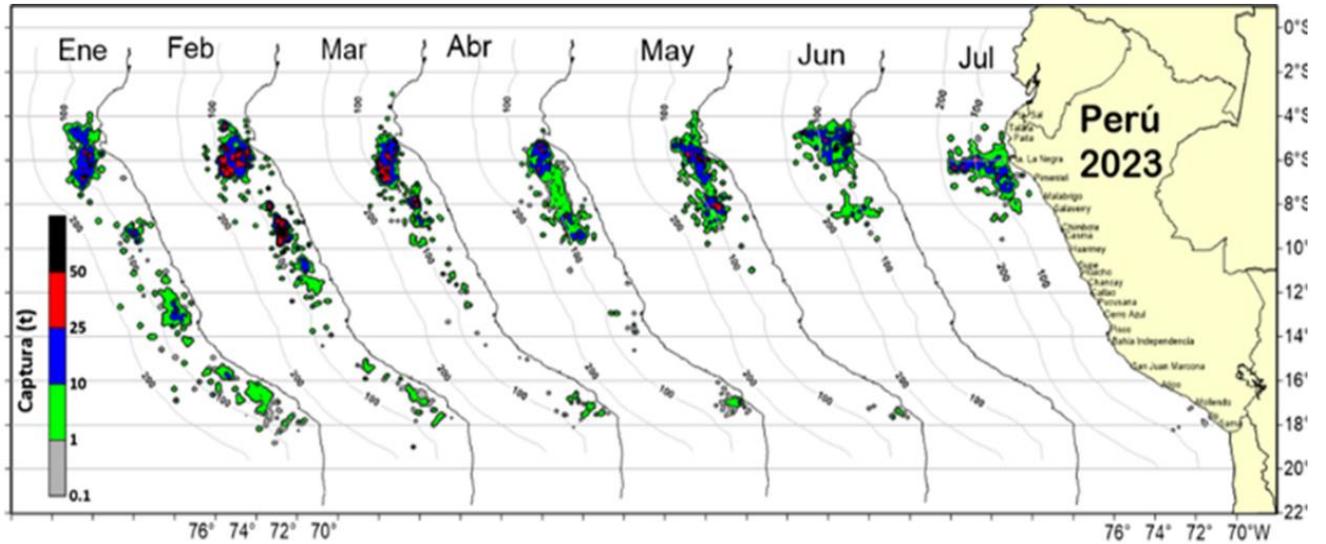


Figura 49. Distribución de la flota artesanal del calamar gigante *Dosidicus gigas*, enero a julio 2023.

Respecto a la condición de los ejemplares, la mayoría se encontró momificada, esquelética o como restos (55 %) y en avanzado estado de descomposición (42,5 %). Debido a esto, no se pudo determinar probables causas del varamiento en la mayoría de ejemplares. Sin embargo, entre los hallazgos más resaltantes de los ejemplares evaluados (pardela gris, guanay y piquero peruano) se observó poca musculatura pectoral, ausencia de grasa visceral y subcutánea (periodos de inanición) y sin signos de haberse alimentado recientemente. Asimismo, los ejemplares varados vivos se encontraron en mala condición corporal y débiles en la orilla de las playas o siendo arrastrados por las olas (**Figura 50**)



Figura 50. Aves marinas varadas en el litoral de Ica y Lima

Estas observaciones estarían relacionadas a las condiciones ambientales que se vienen desarrollando en nuestro litoral. Las condiciones cálidas reducen la disponibilidad de presas y dificultan la obtención de alimento por parte de los depredadores superiores como aves y lobos marinos, así como incrementan la competencia entre estos animales y la pesquería por el recurso, aumentando el riesgo de interacción. Sin embargo, es importante mencionar que la Influenza aviar (H5N1) continúa afectando a las poblaciones de aves y mamíferos marinos.

3.4. Condiciones hidrológicas

En julio, el caudal de los ríos de la costa norte mostró una tendencia a la normalización, a excepción de los ríos de Piura, Zaña y Chicama que mantienen caudales mayores para la época. En los ríos de la vertiente del Pacífico centro y sur continúan predominando condiciones normales, excepto por los ríos Mala y Pisco que se mantienen ligeramente sobre lo normal. En cuanto a los ríos de la sierra oriental, el Marañón, Mantaro, Urubamba, Huancané, Ramis, Coata e llave se encuentran con valores por debajo de lo normal de forma persistente, mientras que los ríos de Pampas, Apurímac y el Urubamba muestran condiciones normales (Tabla 4).

Tabla 4. Caudales de los principales ríos al 08 de agosto del 2023

| Zona | Ríos | Pentadarios (m3/s) | | | | | | | | Promedio (m3/s) | Anomalía (%) |
|-----------------|---------------------------------|--------------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-----------------|--------------|
| | | Jul-23 | | | | Ago-23 | | | | | |
| Pacífico Norte | Tumbes | 53.7 | 61.0 | 48.5 | 42.0 | 39.1 | 36.1 | 33.1 | 32.0 | 44.8 | 23.1 |
| | Chira | 82.8 | 66.9 | 58.0 | 57.1 | 61.2 | 44.8 | 39.5 | 43.9 | 58.6 | 28.8 |
| | Piura | 61.0 | 52.8 | 31.2 | 13.8 | 12.0 | 8.4 | 8.5 | 7.4 | 26.8 | 689.6 |
| | Motupe | 1.3 | 1.2 | 1.1 | | | | | | 1.2 | 42.4 |
| | La Leche | 2.6 | 2.3 | 2.2 | | | | | | 2.3 | -12.0 |
| | Chancay Lambayeque | 14.1 | 14.5 | 8.2 | 11.0 | 8.2 | 9.0 | 6.4 | 4.9 | 10.2 | -2.7 |
| | Zaña | 6.4 | 5.5 | 5.5 | 5.4 | 5.2 | 4.4 | 3.4 | 2.7 | 5.1 | 58.2 |
| | Jequetepeque | 7.1 | 6.0 | 5.4 | 4.9 | 4.5 | 4.2 | 3.6 | 3.2 | 5.1 | 14.2 |
| | Chicama | 17.6 | 17.1 | 16.8 | 15.6 | 11.4 | 11.0 | 10.8 | 10.6 | 14.3 | 215.2 |
| Santa | 48.3 | 49.4 | 49.7 | 48.8 | 47.5 | 48.9 | 47.4 | 46.7 | 48.6 | 8.5 | |
| Pacífico Centro | Pativilca | 13.7 | 13.0 | 18.2 | 18.5 | 18.1 | 17.2 | 11.9 | 11.4 | 15.8 | 4.2 |
| | Huaura | 7.6 | 7.6 | 7.3 | 7.4 | 7.3 | 8.4 | 8.2 | 8.3 | 7.7 | 18.2 |
| | Huaral | 1.3 | 1.2 | 1.4 | 2.6 | 2.4 | 2.4 | 2.0 | 2.3 | 1.9 | -58.2 |
| | Chillón | 1.5 | 1.2 | 1.3 | 1.6 | 1.7 | 1.8 | 1.6 | 1.7 | 1.5 | -2.5 |
| | Rímac | 17.0 | 15.2 | 15.9 | 16.4 | 15.8 | 16.1 | 15.6 | 16.9 | 16.0 | 7.1 |
| | Mala | 2.6 | 2.9 | 2.9 | 2.6 | 1.9 | 1.8 | 1.6 | 1.6 | 2.3 | 28.2 |
| | Cañete | 13.7 | 13.1 | 12.0 | 13.7 | 20.0 | 21.7 | 21.4 | 20.5 | 16.5 | 29.9 |
| Pisco | 3.9 | 4.2 | 4.0 | 4.2 | 4.2 | 3.7 | 3.1 | 4.6 | 3.9 | 66.5 | |
| | Acarí | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.1 | 1.0 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 1.1 | -59.7 |
| | Yauca | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.1 | 1.0 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 1.1 | 40.0 |
| | Ocoña | 39.6 | 39.7 | 38.6 | 37.8 | 37.3 | 36.9 | 36.8 | 36.6 | 38.1 | -10.9 |
| | Camaná | 39.2 | 38.0 | 35.4 | 32.3 | 30.8 | 29.7 | 29.4 | | 33.5 | -6.9 |
| | Chili | 7.2 | 7.0 | 7.1 | 7.1 | 7.1 | 7.2 | 7.2 | 7.1 | 7.1 | -5.4 |
| | Locumba | 2.3 | 2.2 | 2.3 | 2.3 | 2.2 | 2.3 | | | 2.3 | -12.8 |
| | Sama | 1.0 | 1.1 | 1.1 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 0.9 | 0.8 | 1.0 | 0.5 |
| Caplina | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | -6.9 | |
| Titicaca | Huancané | 1.8 | 1.7 | 1.7 | 1.5 | 1.4 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.5 | -54.5 |
| | Ramis | 8.4 | 8.0 | 7.2 | 6.8 | 6.3 | 5.5 | 5.2 | 4.8 | 6.8 | -50.1 |
| | llave | 6.1 | 6.1 | 6.1 | 6.0 | 5.9 | 5.9 | 5.9 | 5.9 | 6.0 | -20.2 |
| | Coata | 3.6 | 3.6 | 3.2 | 3.2 | 2.9 | 3.6 | 4.5 | 3.2 | 3.5 | -45.0 |
| Marañón | Marañón (Coral Quemado) | 143.8 | 136.1 | 127.3 | 128.6 | 132.9 | 119.7 | 113.9 | 111.5 | 128.9 | -51.8 |
| | Marañón (Cumba) | 190.8 | 191.5 | 178.4 | 164.9 | 150.6 | 129.6 | 137.0 | 131.4 | 163.3 | -10.9 |
| | Crisnejas (Puente) | 3.8 | 3.7 | 4.4 | 3.8 | 4.0 | 4.1 | 3.3 | 1.9 | 3.9 | -43.6 |
| | Crisnejas (Jesús Túnel) | 0.9 | 1.0 | 1.0 | 0.9 | 0.9 | 1.0 | 0.2 | 0.1 | 0.8 | 48.4 |
| Huallaga | Huallaga (Huayabamba) | 386.1 | 345.4 | 280.7 | 450.0 | 344.9 | 292.6 | 207.8 | 170.6 | 329.7 | -18.8 |
| | Sisa | 10.8 | 11.9 | 10.2 | 10.1 | 10.1 | 9.3 | 7.7 | 6.7 | 10.0 | -23.1 |
| | Huallaga (Tingo María) Nivel m | 0.8 | 0.8 | 0.7 | 0.6 | 0.7 | 0.7 | 0.6 | 0.6 | 0.7 | -37.6 |
| | Huallaga (Taruca) | 22.7 | 21.0 | 19.6 | 18.7 | 18.0 | 17.2 | 16.2 | 15.9 | 19.1 | -16.4 |
| Mantaro | Mantaro (Pongor) | 78.8 | 85.6 | 81.1 | 86.0 | 85.2 | 120.8 | 99.0 | 96.5 | 90.9 | -16.3 |
| | Mantaro (La Mejorada) | 69.4 | 72.6 | 74.7 | 76.2 | 79.1 | 97.4 | 94.5 | 88.5 | 80.6 | -17.5 |
| | Mantaro (Stuart) | 26.7 | 27.4 | 30.4 | 29.9 | 34.7 | 46.4 | 42.6 | 38.5 | 34.0 | -37.8 |
| | Mantaro (Chulec) | 20.0 | 20.8 | 28.3 | 26.1 | 35.6 | 48.3 | 44.8 | 39.0 | 32.0 | -26.9 |
| Pampas | Pampas | 65.0 | 62.9 | 61.8 | 61.2 | 60.1 | 58.8 | 61.0 | 59.3 | 61.5 | 24.3 |
| Apurímac | Apurímac | 86.5 | 82.3 | 82.3 | 82.3 | 80.1 | 80.1 | 80.1 | 79.1 | 82.0 | -3.6 |
| Urubamba | Urubamba (Km 105) | 30.2 | 29.3 | 29.5 | 29.8 | 32.2 | 35.2 | 32.1 | 32.7 | 31.2 | -14.0 |

| | | | | | | | | | | | |
|-----------------|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| | Paucartambo | 6.6 | 7.2 | 7.4 | 7.3 | 7.0 | 7.0 | 5.8 | | 6.9 | -55.6 |
| | Pisac | 22.0 | 20.0 | 20.9 | 21.3 | 23.9 | 26.8 | 22.8 | | 22.5 | -14.8 |
| Rios Navegables | Madre de Dios | 2824.8 | 2180.3 | 2983.7 | 3071.4 | 2380.7 | 3586.5 | 3013.8 | 1846.0 | 2863.0 | 18.6 |
| | Ucayali (msnm) | 139.6 | 138.8 | 139.1 | 138.7 | 138.2 | 137.4 | 138.6 | 138.4 | 138.6 | -0.7 |
| | Amazonas (msnm) | 112.9 | 112.2 | | 111.8 | 111.9 | 110.5 | 111.5 | 111.7 | 111.8 | -1.9 |

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

Los principales embalses del país, al 08/08/2023, se encuentran al 72,3% de la capacidad hidráulica nacional; cabe mencionar que para todos los embalses se observó una tendencia descendente, disminuyendo así las reservas para afrontar el siguiente año hidrológico 2023 – 2024, a excepción del embalse Jarumas que continua con valores muy cercanos al 100% de su capacidad; mientras que los embalses en la sierra centro y sierra sur continúan en sus niveles mínimos históricos (Tabla 5).

Tabla 5. Estado situacional de los reservorios al 08 de agosto del 2023.

| Zona | Reservorio | Fecha Reporte | Departamento de Influencia | Capacidad Hidráulica (hm³) | | Capacidad Hidráulica Almacenada (%) |
|---------------------------|---------------------|---------------|----------------------------|----------------------------|----------------|-------------------------------------|
| | | | | Útil | Almacenada | |
| Costa - Norte | Poechos | 8-Ago | Piura | 445.5 | 427.1 | 95.9 |
| | San Lorenzo | 8-Ago | Piura | 195.6 | 169.3 | 86.6 |
| | Tinajones | 8-Ago | Lambayeque | 331.6 | 296.7 | 89.5 |
| | Gallito Ciego | 8-Ago | La Libertad | 366.1 | 335.7 | 91.7 |
| Sub Total | | | | 1338.7 | 1228.8 | 91.8 |
| Costa - Centro | Viconga | 7-Ago | Lima | 30.0 | 13.7 | 45.6 |
| | Sistema Rímac | 31-Jul | Lima, Junín | 282.4 | 190.2 | 67.4 |
| | Choclococha | 7-Ago | Ica | 131.1 | 112.7 | 86.0 |
| | Ccaracocha | 7-Ago | Ica | 40.0 | 22.3 | 55.8 |
| Sub Total | | | | 483.5 | 338.9 | 70.1 |
| Costa - Sur | Condorama | 8-Ago | Arequipa | 259.0 | 192.0 | 74.1 |
| | El Pañe | 8-Ago | Arequipa | 99.6 | 65.6 | 65.9 |
| | Dique Los Españoles | 8-Ago | Arequipa | 9.1 | 3.2 | 35.1 |
| | Pillones | 8-Ago | Arequipa | 78.5 | 36.5 | 46.5 |
| | El Frayle | 8-Ago | Arequipa | 127.2 | 67.7 | 53.2 |
| | Aguada Blanca | 8-Ago | Arequipa | 30.4 | 16.4 | 53.8 |
| | Chalhuanca | 8-Ago | Arequipa | 25.0 | 23.4 | 93.6 |
| | Bamputañe | 8-Ago | Arequipa | 40.0 | 21.9 | 54.7 |
| | Pasto Grande | 8-Ago | Moquegua | 200.0 | 146.0 | 73.0 |
| | Paucarani | 8-Ago | Tacna | 10.5 | 3.3 | 31.0 |
| | Laguna Aricota | 8-Ago | Tacna | 280.0 | 192.1 | 68.6 |
| Jarumas | 8-Ago | Tacna | 13.0 | 13.0 | 99.9 | |
| Sub Total | | | | 1172.4 | 781.0 | 66.6 |
| Sierra - Centro | Cuchoquesera | 8-Ago | Ayacucho | 80.0 | 57.0 | 71.2 |
| | Lago Junín | 8-Ago | Junín | 441.0 | 174.8 | 39.6 |
| Sub Total | | | | 521.0 | 231.8 | 44.5 |
| Sierra - Sur | Lagunillas | 8-Ago | Puno | 585.1 | 418.0 | 71.4 |
| | Sibinacocha | 8-Ago | Cusco | 110.0 | 44.6 | 40.6 |
| Sub Total | | | | 695.1 | 462.6 | 66.6 |
| Situación Nacional | | | | 4,210.7 | 3,043.1 | 72.3 |

Fuente: Proyectos Especiales y operadores hidráulicos
Elaborado: ANA

3.5. Condiciones agrometeorológicas

En el departamento de Piura, la floración de mango criollo y Edward continúa en bajo porcentaje, debido a la persistencia de temperaturas cálidas; en tanto que, en las zonas productoras de Lambayeque, dichas condiciones ambientales fueron desfavorables para la inducción floral del mango Kent, además de afectar el proceso de maduración de los brotes. En la costa central, la floración de la fresa “Sabrina” (variedad de día corto) continúa por debajo de lo habitual con consecuencia de condiciones térmicas cálidas. En la costa sur, en La Yarada (Tacna), dichas condiciones térmicas promovieron la aparición de racimos florales del olivo, especialmente en las plantaciones que tuvieron un manejo agronómico adecuado (agosto, **Figura 51**).

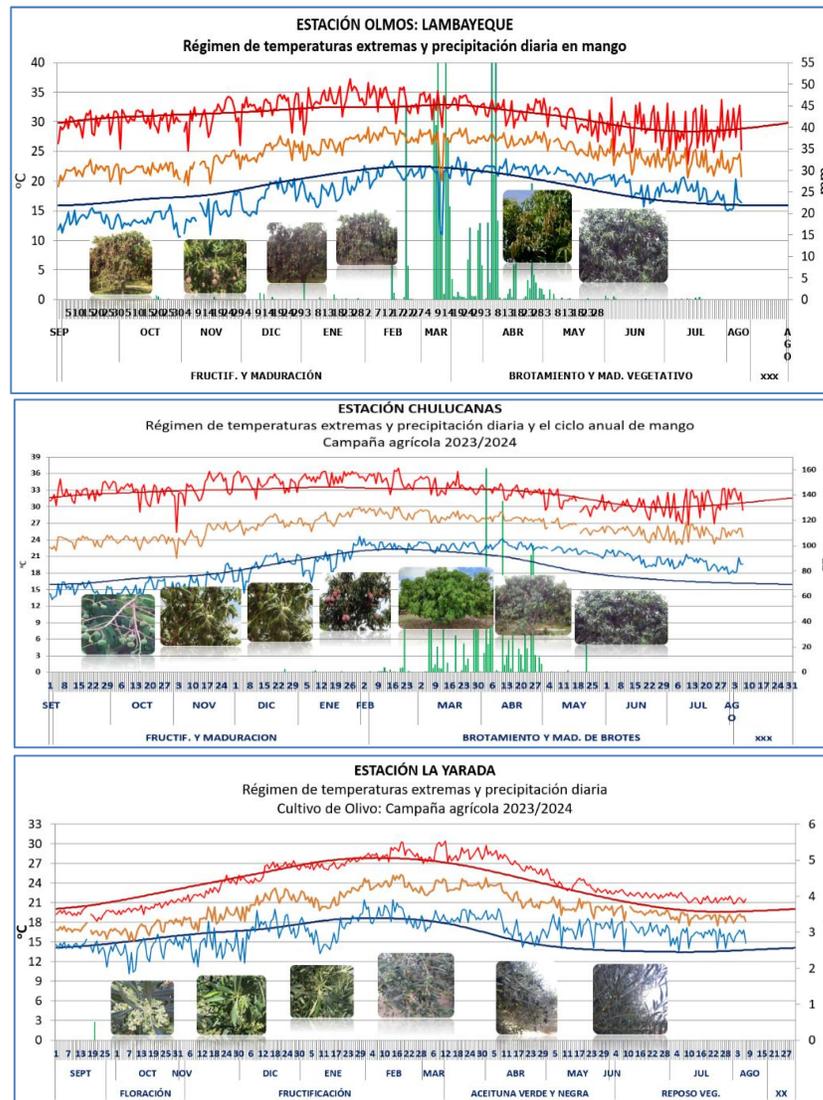


Figura 51. Monitoreo agrometeorológico del mango y el olivo campañas agrícolas 2023/2024 en las estaciones de Olmos, Chulucanas y La Yarada. Fuente: SENAMHI.

IV. PERSPECTIVAS

Los pronósticos de los modelos climáticos del NMME (CFSv2, CanCM4i-IC3, GEM5–NEMO, NASA–GEOSS2S, GFDL_SPEAR y COLA–RSMAS–CCSM4), con condiciones iniciales de agosto de 2023, para el Pacífico central (Niño 3.4), indican en promedio, la condición cálida fuerte entre setiembre y febrero, mientras que de marzo a mayo de 2024 se esperarían condiciones de cálidas moderadas a cálidas débiles, para finalmente alcanzar la condición neutra en junio. (Tabla 6).

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

| Modelo | ASO | SON | OND | NDE | DEF | EFM | FMA | MAM | AMJ | MJJ |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| CFS2 | 1.99 | 2.31 | 2.41 | 2.33 | 2.15 | 1.92 | 1.65 | 1.34 | ----- | ----- |
| CanCM4i | 1.67 | 1.91 | 2.04 | 2.12 | 2.12 | 1.99 | 1.74 | 1.38 | 0.91 | 0.39 |
| GEM5_NEMO | 1.69 | 1.80 | 1.79 | 1.73 | 1.64 | 1.47 | 1.21 | 0.81 | 0.24 | -0.34 |
| NASA | 1.60 | 1.57 | 1.50 | 1.53 | 1.49 | 1.24 | 0.78 | ----- | ----- | ----- |
| GFDL_SPEARE | 1.54 | 1.73 | 1.89 | 2.01 | 2.02 | 1.90 | 1.65 | 1.35 | 1.00 | 0.59 |
| COLA | 1.43 | 1.65 | 1.78 | 1.83 | 1.75 | 1.57 | 1.36 | 1.21 | 1.14 | 1.09 |
| Promedio | | | | | | | | | | |
| NMME | 1.65 | 1.83 | 1.90 | 1.92 | 1.86 | 1.68 | 1.40 | 1.22 | 0.82 | 0.43 |

Para el Pacífico oriental (región Niño 1+2), los modelos de NMME, indican en promedio, condiciones cálidas fuertes hasta noviembre, cálidas moderadas de diciembre a febrero de 2024, y, finalmente, condiciones entre cálidas débiles y cálidas moderadas entre marzo y junio (Tabla 7).

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

| Modelo | ASO | SON | OND | NDE | DEF | EFM | FMA | MAM | AMJ | MJJ |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| CFS2 | 1.85 | 1.64 | 1.72 | 1.82 | 1.88 | 1.86 | 1.77 | 1.66 | ---- | ---- |
| CanCM4i | 2.46 | 1.99 | 1.69 | 1.62 | 1.61 | 1.56 | 1.46 | 1.38 | 1.17 | 0.80 |
| GEM5_NEMO | 2.18 | 1.73 | 1.48 | 1.37 | 1.17 | 0.87 | 0.54 | 0.24 | 0.01 | -0.24 |
| NASA | 2.72 | 2.28 | 1.80 | 1.29 | 0.84 | 0.38 | 0.00 | ---- | ---- | ---- |
| GFDL_SPEARE | 2.65 | 2.30 | 2.04 | 1.82 | 1.52 | 1.25 | 1.12 | 1.12 | 1.01 | 0.76 |
| COLA | 2.37 | 2.01 | 1.78 | 1.62 | 1.42 | 1.16 | 0.98 | 0.96 | 1.01 | 1.02 |
| Promedio | | | | | | | | | | |
| NMME | 2.37 | 1.99 | 1.75 | 1.59 | 1.41 | 1.18 | 0.98 | 1.07 | 0.80 | 0.59 |

Analizando las proyecciones basadas en los datos observados, así como de los resultados de los modelos de ondas forzados con anomalías iguales a cero para el pronóstico, se espera durante agosto una disminución del nivel del mar en el Pacífico ecuatorial, como consecuencia de la poca intensidad de las ondas de Kelvin cálidas e incluso la presencia de ondas de Kelvin frías en la zona oriental, según los resultados de los modelos de ondas (**Figuras 52, 53**). En agosto se espera la llegada de una nueva onda Kelvin fría de modo 1, generada como reflexión de una onda Rossby fría en el Pacífico ecuatorial occidental en junio. Posteriormente, en agosto mismo, según los modelos de ondas, se espera la llegada de una onda cálida de modo 2, que habría sido generada debido a la persistencia de las anomalías de vientos del oeste en el Pacífico ecuatorial occidental en mayo. Más adelante, otra onda cálida (modo 2), generada probablemente debido a la contribución conjunta de pulsos de vientos del oeste y la reflexión de una onda Rossby cálida en el Pacífico ecuatorial occidental en julio, llegaría el extremo oriental del Pacífico ecuatorial entre fines de setiembre y octubre (**Figura 53**). Estas ondas cálidas presentan a la fecha una intensidad débil en el Pacífico ecuatorial; al proyectarse a lo largo de la costa peruana generarían solo un débil pulso de incremento de la ANM (**Figura 52**). Sin embargo, si el modelo de ondas es forzado con los pronósticos de vientos de CFSv2 hasta 41 días, realizados el 08 de agosto, se esperarían ondas Kelvin cálidas intensas a lo largo de la costa peruana entre setiembre y octubre (**Figura 54**).

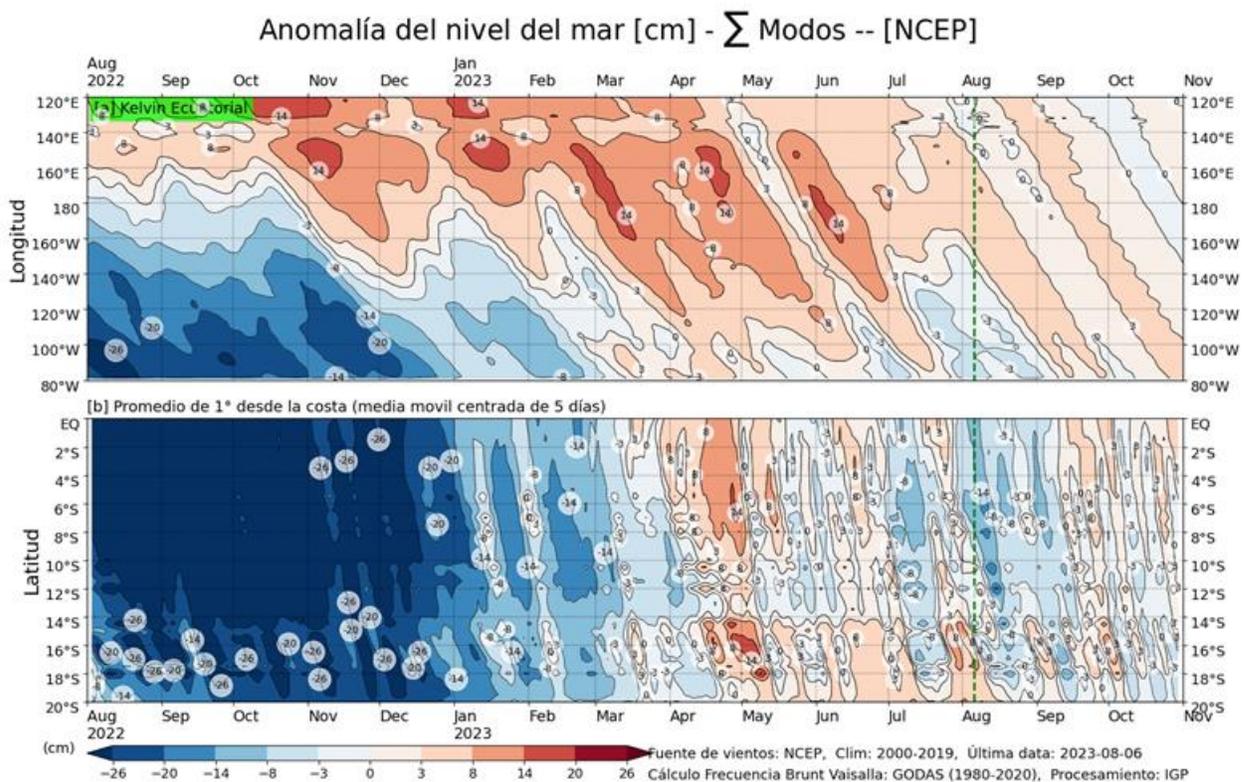


Figura 52. Anomalia del nivel del mar (en cm) para la sumatoria de los modos (modo 1, 2 y 3) simulado a partir del Modelo Oceánico Multimodal (MOMM-IGP; Urbina y Mosquera, 2020) en la franja ecuatorial (superior) y costera (inferior), La línea verde representa el inicio del pronóstico, el modelo fue forzado con la fuente de datos de viento denominada NCEP. Fuente: IGP.

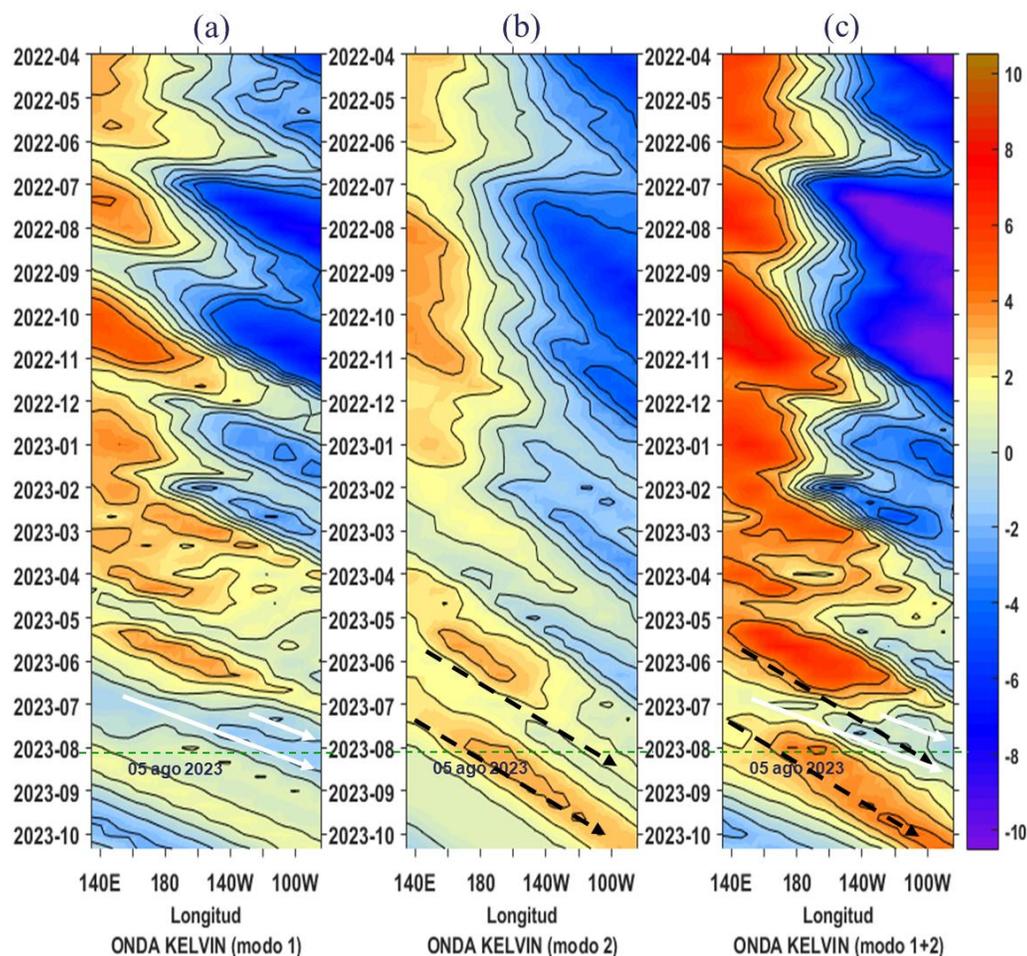


Figura 53. Diagrama Hovmöller longitud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacífico ecuatorial: (a) Modo 1 (flechas con líneas continuas), (b) Modo 2 (flechas con líneas discontinuas), (c) Modos 1+2. Se presentan las ondas de hundimiento “cálidas” (flechas negras), y las ondas de afloramiento “frías” (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.

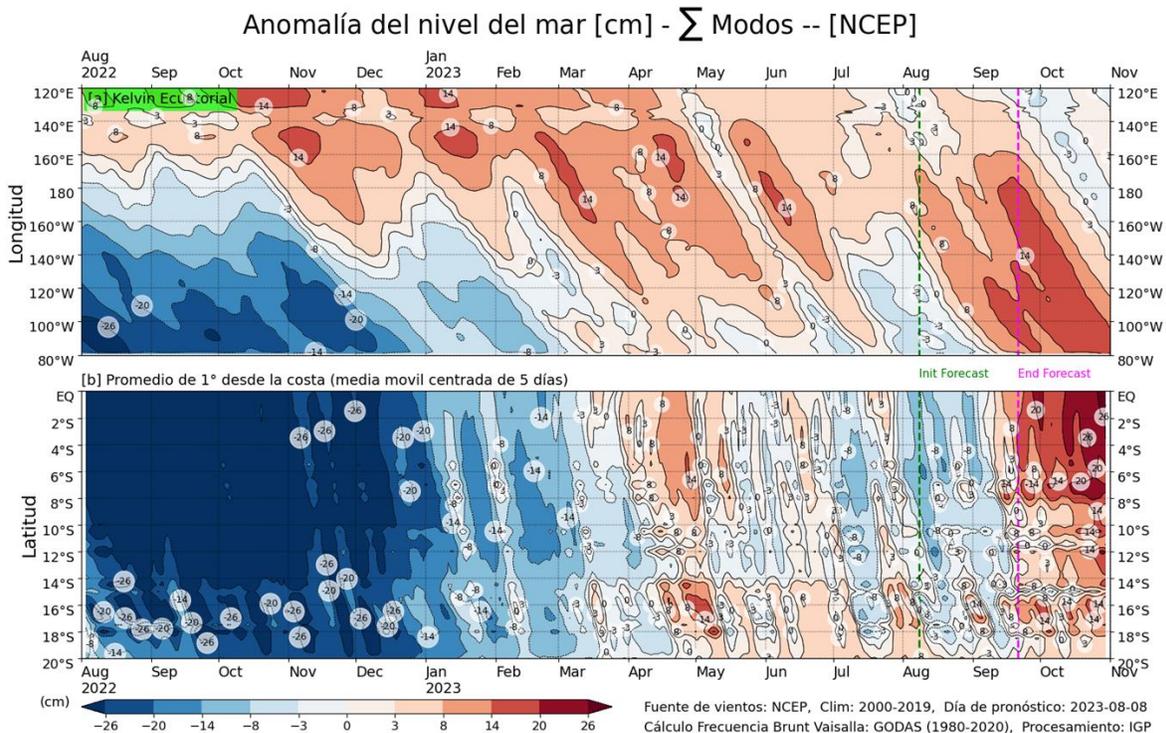


Figura 54. Igual que la Figura 52, pero para el pronóstico de los siguientes 41 días (entre la línea vertical verde y rosada) se usa la información de anomalías de vientos del modelo atmosférico CFSv2. Luego de la línea rosada, los vientos usados para el pronóstico fueron iguales a cero. Fuente: IGP.

Conforme a lo expuesto, considerando el análisis de los datos observados, los resultados de los modelos de pronóstico y el juicio experto de la Comisión Multisectorial del ENFEN, se esperaría para el Pacífico central una mayor probabilidad de condiciones cálidas moderadas en lo que resta el verano y hasta enero de 2024 (Tabla 8 y Figura 54). Para el verano de 2024, la magnitud más probable para El Niño en el Pacífico central sería moderada (52%), seguida de débil (38 %) (Tabla 10).

Tabla 8. Probabilidades mensuales estimadas de las condiciones cálidas y frías anómalas en el Pacífico central (región 3.4) entre agosto y enero 2024.

| Pacífico central | Agosto (%) | Setiembre (%) | Octubre (%) | Noviembre (%) | Diciembre (%) | Enero (%) |
|-------------------|------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-----------|
| Fría fuerte | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Fría moderada | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Fría débil | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Neutro | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| Cálida débil | 37 | 25 | 20 | 16 | 15 | 20 |
| Cálida moderado | 63 | 71 | 70 | 64 | 64 | 62 |
| Cálida fuerte | 0 | 4 | 9 | 18 | 19 | 15 |
| Cálida muy fuerte | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |

Para la región Niño 1+2, se estima una mayor probabilidad de condiciones cálidas fuertes hasta noviembre de 2023; para los meses de diciembre y enero 2024 la mayor probabilidad sería de condiciones cálidas moderadas (Tabla 9 y Figura 54). Finalmente, para el verano de 2024, la magnitud más probable de El Niño costero estaría entre moderada (40 %) y débil (38 %) (Tabla 11).

Tabla 9. Probabilidades mensuales estimadas de las condiciones cálidas y frías anómalas en el Pacífico oriental (región Niño 1+2) entre agosto y enero 2024.

| Pacífico oriental | Agosto (%) | Setiembre (%) | Octubre (%) | Noviembre (%) | Diciembre (%) | Enero (%) |
|-----------------------|------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-----------|
| Fría fuerte | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Fría moderada | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Fría débil | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Neutro | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 3 |
| Cálida débil | 0 | 1 | 1 | 4 | 14 | 24 |
| Cálida moderado | 18 | 31 | 20 | 33 | 44 | 44 |
| Cálida fuerte | 64 | 60 | 62 | 57 | 39 | 28 |
| Cálida extraordinario | 18 | 8 | 17 | 5 | 1 | 1 |

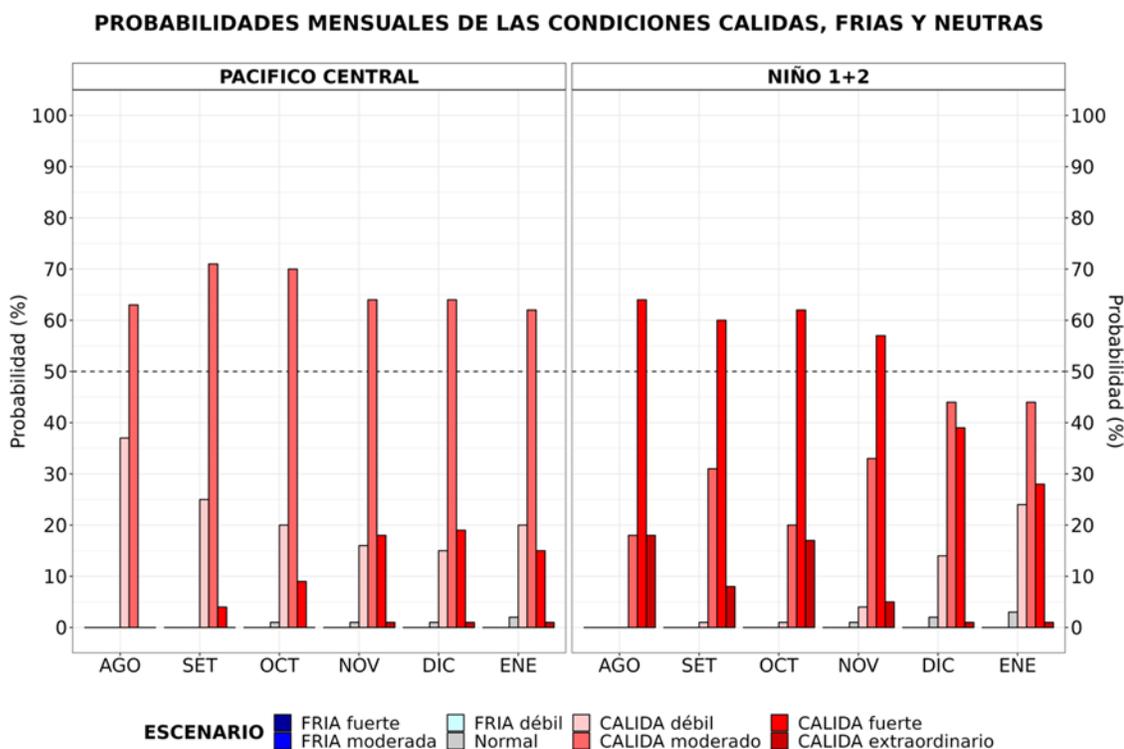


Figura 54. Probabilidades mensuales estimadas para condiciones cálidas, neutras y frías en el Pacífico central (región Niño 3.4, izquierda) y en el extremo del Pacífico oriental (región Niño 1+2, frente a la costa de

Perú, derecha) entre agosto y enero 2024.

Tabla 10. Probabilidades estimadas de las magnitudes de El Niño y La Niña en el Pacífico central (región Niño 3.4) para el verano diciembre 2023-marzo 2024

| Magnitud del evento diciembre 2023-marzo 2024 | Probabilidad de ocurrencia (%) |
|---|--------------------------------|
| La Niña Fuerte | 0 |
| La Niña Moderada | 0 |
| La Niña Débil | 0 |
| Neutro | 3 |
| El Niño Débil | 38 |
| El Niño Moderado | 52 |
| El Niño Fuerte | 7 |
| El Niño Muy fuerte | 0 |

Tabla 11 Probabilidades estimadas de las magnitudes de El Niño y La Niña costeros (región Niño 1+2, frente a la costa norte y centro del Perú) para el verano diciembre 2023-marzo 2024.

| Magnitud del evento diciembre 2023-marzo 2024 | Probabilidad de ocurrencia (%) |
|---|--------------------------------|
| La Niña Fuerte | 0 |
| La Niña Moderada | 0 |
| La Niña Débil | 1 |
| Neutro | 7 |
| El Niño Débil | 38 |
| El Niño Moderado | 40 |
| El Niño Fuerte | 13 |
| El Niño Extraordinario | 1 |

Para el trimestre agosto-octubre de 2023⁴, a lo largo de la costa del Perú los valores de la temperatura del aire se mantendrían por encima de su normal, y en la costa norte se desarrollarían lluvias ligeras y esporádicas de forma localizadas. Para el verano de 2024, bajo el escenario de El Niño costero, es probable la ocurrencia de lluvias de moderada a fuerte intensidad, principalmente en la costa norte y sierra norte.

Entre agosto y noviembre, los caudales y niveles de los principales ríos del país presentarían valores entre debajo de lo normal y normal; mientras que, en la zona norte es probable que se presenten caudales ligeramente sobre lo normal a fines de año. Los caudales de los principales ríos afluentes del lago Titicaca, para el periodo agosto-diciembre, presentarían un comportamiento por debajo de

⁴ Pronostico estacional para el periodo ASO 2023: <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02262SENA-37.pdf>

lo normal, lo cual mantendría la tendencia descendente en el nivel de agua del lago⁵.

En cuanto a los recursos pesqueros pelágicos, para las próximas semanas, debido al calentamiento anómalo, se espera que la anchoveta mantenga una distribución más costera y profunda respecto a lo normal. Además, continuaría el incremento de la actividad reproductiva y desovante para llegar a su periodo principal de desove en las siguientes semanas. Por otro lado, se mantendría la disponibilidad y accesibilidad del bonito.

Asimismo, en las siguientes semanas, respecto a los recursos demersales, se mantendrán bajos los desembarques de la merluza, como efecto de los cambios en su distribución. De otro lado, se prevé la permanencia de especies indicadoras de aguas cálidas en la zona costera. Por su parte, se espera que las condiciones cálidas anómalas no impacten significativamente sobre la disponibilidad de la pota para la pesquería.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La Comisión Multisectorial del ENFEN mantiene el estado de “Alerta de El Niño Costero”, ya que se espera que El Niño costero (región Niño 1+2) continúe hasta el verano de 2024, como consecuencia de la alta probabilidad del desarrollo de El Niño en el Pacífico central.

Conforme al juicio experto del ENFEN, basado en los datos observados, así como de los pronósticos de los modelos climáticos internacionales que se tienen hasta la fecha, es más probable que en la región Niño 1+2 las condiciones cálidas fuertes se mantengan hasta noviembre para luego variar a condiciones cálidas moderadas hasta enero de 2024. Para el verano de 2024, la magnitud más probable de El Niño costero estaría entre moderada (40 %) y débil (38 %).

Por otro lado, en el Pacífico central (región Niño 3.4) es más probable que el calentamiento anómalo continúe aumentando dentro de la condición moderada hasta enero de 2024 (ver Figura 2). Para el verano de 2024, la magnitud más probable para El Niño en el Pacífico central sería moderada (52 %), seguida de débil (38 %). Cabe resaltar que, a pesar que los modelos numéricos de largo plazo coinciden en indicar el desarrollo de un evento El Niño de magnitud fuerte (en promedio) para fines de año, lo observado a la fecha muestra un leve acoplamiento entre el océano y la atmósfera.

Se recomienda a los tomadores de decisiones tener en cuenta los posibles escenarios de riesgo, de acuerdo con el pronóstico estacional vigente y las proyecciones para el verano de 2024, con la finalidad de que se adopten las acciones que correspondan para la reducción del riesgo y la preparación para la respuesta.

La Comisión Multisectorial del ENFEN continuará informando sobre la evolución de las condiciones oceánicas-atmosféricas y actualizando las perspectivas.

⁵ Pronóstico hidrológico estacional agosto 2023-diciembre 2023: <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02694SENA-36.pdf>

VI. REFERENCIAS

- Behringer, D., & Xue, Y. (2003). *EVALUATION OF THE GLOBAL OCEAN DATA ASSIMILATION SYSTEM AT NCEP: THE PACIFIC OCEAN*. <https://www.semanticscholar.org/paper/EVALUATION-OF-THE-GLOBAL-OCEAN-DATA-ASSIMILATION-AT-Behringer-Xue/2824da5d850b9c12d20ec304919c311b508d909e>
- Bentamy, A., Croize-Fillon, D., & Perigaud, C. (2008). Characterization of ASCAT measurements based on buoy and QuikSCAT wind vector observations. *Ocean Science*, 4(4), 265–274. <https://doi.org/10.5194/os-4-265-2008>
- Boulanger, J.-P., & Menkes, C. (1995). Propagation and reflection of long equatorial waves in the Pacific Ocean during the 1992–1993 El Niño. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 100(C12), 25041–25059. <https://doi.org/10.1029/95JC02956>
- Carton, J. A., & Giese, B. S. (2008). A Reanalysis of Ocean Climate Using Simple Ocean Data Assimilation (SODA). *Monthly Weather Review*, 136(8), 2999–3017. <https://doi.org/10.1175/2007MWR1978.1>
- Dewitte, B., Gushchina, D., duPenhoat, Y., & Lakeev, S. (2002). On the importance of subsurface variability for ENSO simulation and prediction with intermediate coupled models of the Tropical Pacific: A case study for the 1997–1998 El Niño. *Geophysical Research Letters*, 29(14), 11-1-11–15. <https://doi.org/10.1029/2001GL014452>
- Dewitte, B., Reverdin, G., & Maes, C. (1999). Vertical Structure of an OGCM Simulation of the Equatorial Pacific Ocean in 1985–94. *Journal of Physical Oceanography*, 29(7), 1542–1570. [https://doi.org/10.1175/1520-0485\(1999\)029<1542:VSOAOS>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0485(1999)029<1542:VSOAOS>2.0.CO;2)
- ENFEN. (2012). *Definición operacional de los eventos El Niño y La Niña y sus magnitudes en la costa del Perú* (p. 3) [Nota Técnica]. Comité Técnico del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño. https://www.dhn.mil.pe/Archivos/Oceanografia/ENFEN/nota_tecnica/Definicion%20Operacional%20ENFEN_09abr12.pdf
- Helrich, K. (1990). *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists* (15a ed., Vol. 1). Association of Official Analytical Chemists, Inc.
- Illig, S., Dewitte, B., Ayoub, N., du Penhoat, Y., Reverdin, G., De Mey, P., Bonjean, F., & Lagerloef, G. S. E. (2004). Interannual long equatorial waves in the tropical Atlantic from a high-resolution ocean general circulation model experiment in 1981–2000. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 109(C2). <https://doi.org/10.1029/2003JC001771>
- Kalnay, E., Kanamitsu, M., Kistler, R., Collins, W., Deaven, D., Gandin, L., Iredell, M., Saha, S., White, G., Woollen, J., Zhu, Y., Chelliah, M., Ebisuzaki, W., Higgins, W., Janowiak, J., Mo, K. C., Ropelewski, C., Wang, J., Leetmaa, A., ... Joseph, D. (1996). The NCEP/NCAR 40-Year Reanalysis Project. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 77(3), 437–472. [https://doi.org/10.1175/1520-0477\(1996\)077<0437:TNYRP>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0477(1996)077<0437:TNYRP>2.0.CO;2)

- Kirtman, B. P., Min, D., Infanti, J. M., Kinter, J. L., Paolino, D. A., Zhang, Q., Dool, H. van den, Saha, S., Mendez, M. P., Becker, E., Peng, P., Tripp, P., Huang, J., DeWitt, D. G., Tippett, M. K., Barnston, A. G., Li, S., Rosati, A., Schubert, S. D., ... Wood, E. F. (2014). The North American Multimodel Ensemble: Phase-1 Seasonal-to-Interannual Prediction; Phase-2 toward Developing Intraseasonal Prediction. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 95(4), 585–601. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-12-00050.1>
- Mosquera, K. A. (2009). Variabilidad Intra-estacional de la Onda de 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 de Kelvin ecuatorial en el Pacífico (2000-2007): Simulación numérica y datos observados*. <https://repositorio.igp.gob.pe/handle/20.500.12816/949>
- 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>
- Takahashi, K., Mosquera Vásquez, K. A., & Reupo, J. (2014). *El Índice Costero El Niño (ICEN): Historia y actualización*. <https://repositorio.igp.gob.pe/handle/20.500.12816/4639>
- Urbina, B., & Mosquera Vásquez, K. A. (2020). *Implementación y validación de un modelo oceánico multimodal para la región ecuatorial del océano Pacífico*. <https://repositorio.igp.gob.pe/handle/20.500.12816/4855>
- Vazzoler, A. E. A. de M. (1982). *Manual de métodos para estudos biológicos de populações de peixes: Reprodução e crescimento*. CNPq.

VII. ANEXO

Anexo 1: Principales variables y bases de datos utilizados en el presente informe

| VARIABLE | FUENTE | | | | | | | | | | | | | | | | PROCESAMIENTO | OBSERVACIONES | | | | |
|---------------------------------|------------------------------|----------------------|------------------|----------|------------------|-----------------------------------|---------------------------|---|-------------------------------|--|-----------|-----|----------------------|-------------------|----------------|----------------|---------------|---------------|-----------|-----------------|-------------------|--|
| | Observaciones <i>in situ</i> | | | | | | | | Satélite/Reanálisis | | | | | | Modelos | | | | | | | |
| | Estaciones costeras | Secciones verticales | Estaciones fijas | Cruceros | Boyas TAO/TRITON | Programa Bitácoras de Pesca (BBP) | Seguimiento de Pesquerías | Monitoreo de islas, puntas, playas, estuarios, etc. | Alerta de fauna marina varada | Estaciones de observación fanalítica/Cultivo | ESRL/NOAA | GPM | Reanálisis NCEP/NOAA | QuickScat + ASCAT | Producto OSTIA | Producto CMEMS | | | TRMM-3B42 | SeaWiFS + MODIS | GFS | MERCATOR Ocean |
| VARIABLES ATMOSFÉRICAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Radiación de Onda Larga | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | IGP | * http://www.met.igp.gob.pe/variabclim/yakifigs/olr170E_140W.gif http://www.met.igp.gob.pe/variabclim/yakifigs/olr170W_100W.gif |
| Presión Atmosférica | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | SENAMHI | |
| Vientos | | | | | | | | | | | | | X | X | | | | | X | | IGP/IMARPE | |
| Temperatura del Aire | X | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | SENAMHI | |
| Precipitación | X | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | SENAMHI | |
| Precipitación estimada | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | SENAMHI/IGP | |
| VARIABLES OCEANOGRÁFICAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Temperatura del Mar | X | X | X | X | X | | | | | | | | X | | X | | | | | | DIHIDRONAV/IMARPE | *Información de IMARPE (estaciones costeras, secciones verticales y Cruceros) disponible desde los 60s, Periodo climatológico: 1981-2010, *Anomalías de OSTIA, son calculadas en base a una climatología de 30 años, proveniente de datos de Pathfinder, |
| Nivel medio del Mar | X | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | DIHIDRONAV/IMARPE | *Disponible desde 1993 a la actualidad, Periodo climatológico: 1993-2012, Frecuencia diaria, |
| Salinidad | | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | X | DIHIDRONAV/IMARPE | *Información de IMARPE (estaciones costeras, secciones verticales y Cruceros) disponible desde los 60s, Periodo climatológico: 1981-2010, |

