

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



INFORME TÉCNICO ENFEN

AÑO 9 N°12

29 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

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)

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

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: 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°12, 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: 31 de agosto de 2023



Diagnóstico Climático y Previsión de El Niño-Oscilación del Sur en el Perú al 29 de agosto 2023

Índice

I.	<u>INTRODUCCIÓN</u>	6
II.	<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
III.	<u>CONDICIONES OBSERVADAS AL 29 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
IV.	<u>PERSPECTIVAS</u>	45
V.	<u>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</u>	51
VI.	<u>REFERENCIAS</u>	52
VII.	<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 se puede ver en 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 algunos casos 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 29 DE AGOSTO DE 2023

3.1. Condiciones océano atmosféricas en el Pacífico tropical

La TSM muestra una tendencia al incremento en la región occidental y central del Pacífico ecuatorial durante agosto, manteniendo una condición sobre lo normal desde junio; mientras que en el Pacífico ecuatorial oriental se registró una disminución de la TSM, a pesar de mantenerse la anomalía térmica en una condición cálida (Tabla 1, **Figura 1** y **Figura 2**). Por regiones Niño, en agosto los promedios semanales de anomalías han sido mayores respecto al mes de julio, cerca de 2.2°C en Niño 3, 1.5°C en Niño 3.4 y 1.1°C en Niño 4 para fines de agosto (Tabla 2).

Tabla 1. TSM y anomalía mensual por regiones Niño de los últimos 6 meses. Fuente: ERSSTv5.

TSM-ATSM Mensual 2023 (ERSSTv5)								
Mes	Niño 1+2		Niño 3		Niño 3.4		Niño 4	
Feb. 23	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. 23	24.86	2.90	27.37	1.57	28.30	1.01	29.57	0.67

Tabla 2. TSM y anomalía semanal (centradas los miércoles de cada semana), por regiones Niño. Fuente: OISST.v2.

TSM – ATSM Semanal 2023 (OISST.v2)								
Fecha	Niño 1+2		Niño 3		Niño 3.4		Niño 4	
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
09-Ago-23	24.4	3.3	27.0	1.8	28.1	1.2	29.6	0.9
16-Ago-23	24.3	3.3	27.1	2.0	28.1	1.3	29.6	0.9
23-Ago-23	23.9	3.1	27.2	2.2	28.3	1.5	29.8	1.1

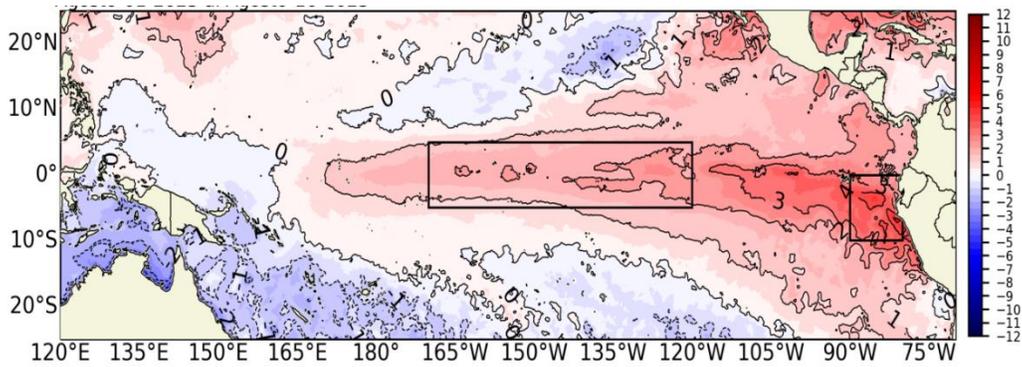


Figura 1. Promedio de las anomalías de la TSM en el Pacífico del 01 al 15 de agosto 2023.
Fuente: OSTIA. Procesamiento: DIHIDRONAV

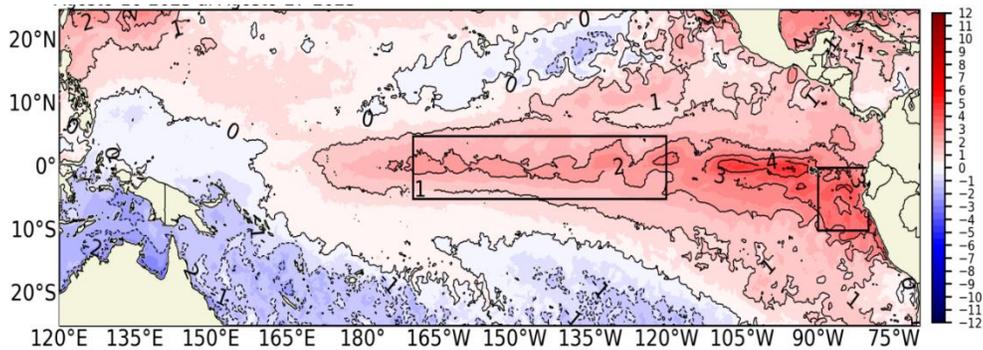


Figura 2. Promedio de las anomalías de la TSM en el Pacífico del 16 al 27 de agosto 2023.
Fuente: OSTIA. Procesamiento: DIHIDRONAV.

El valor del Índice Costero El Niño (ICEN) de junio y del 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 temporal (ONItmp) de julio corresponden a las condiciones cálidas débiles y cálidas moderadas, respectivamente (Tabla 3)

Tabla 3. Valores del ONI e ICEN de 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	2,92	Cálida Fuerte	1,03	Cálida Moderada

Fuente: IGP

Según la información *in situ* y remota de la zona ecuatorial, en agosto se observó la presencia de ondas Kelvin fría y cálida. La onda fría inició su arribo a la costa americana durante agosto y la cálida se localiza aproximadamente en 100°W (**Figura 3**). Por otro lado, se observan ondas de Rossby largas cálidas en la zona oriental, que serían consecuencia de la reflexión de ondas de Kelvin en la frontera oriental. En la zona occidental no se observan, a la fecha, ondas de Rossby que pudieran reflejarse como ondas de Kelvin (**Figura 4**).

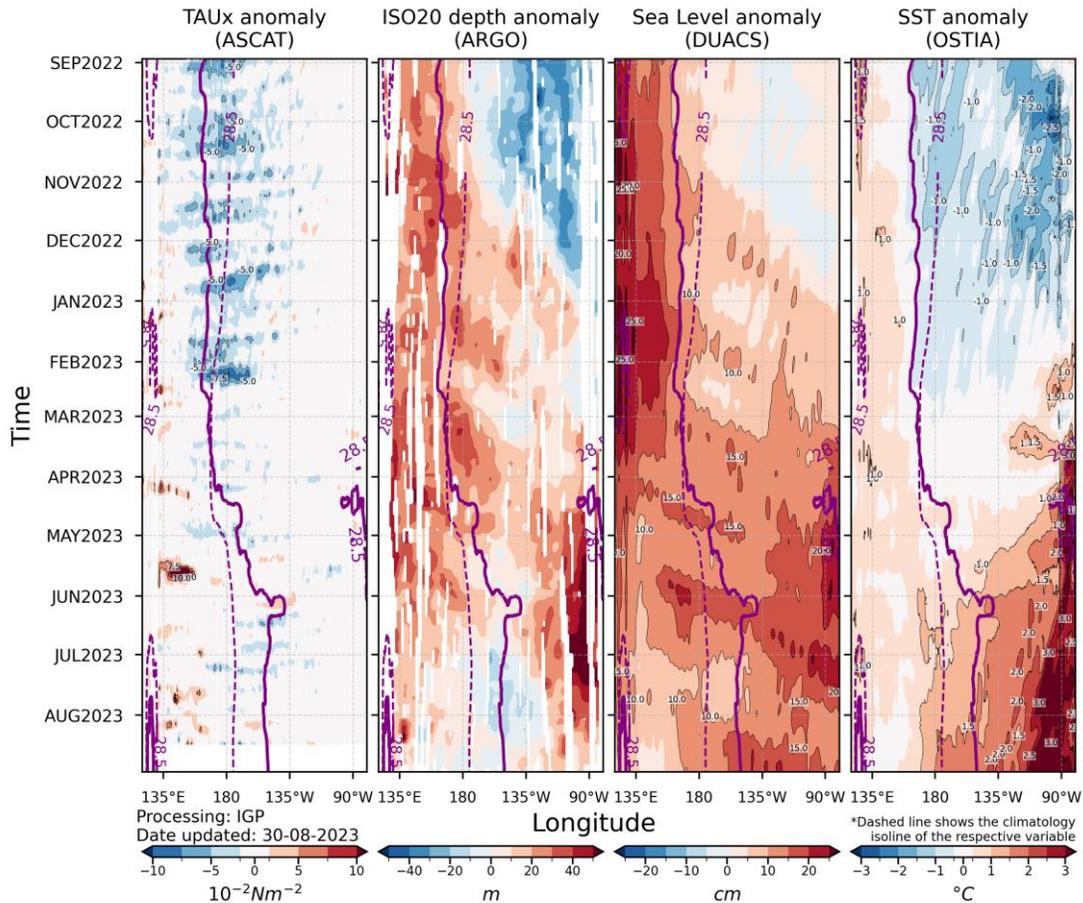


Figura 3. Diagrama Hovmöller: a) anomalía de esfuerzo de viento Fuente: ASCAT, b) anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C Fuente: ARGO, c) anomalía del nivel del mar diario (cm) Fuente: DUACS, y d) anomalía de temperatura superficial del mar (°C) Fuente: OSTIA. Elaboración: IGP

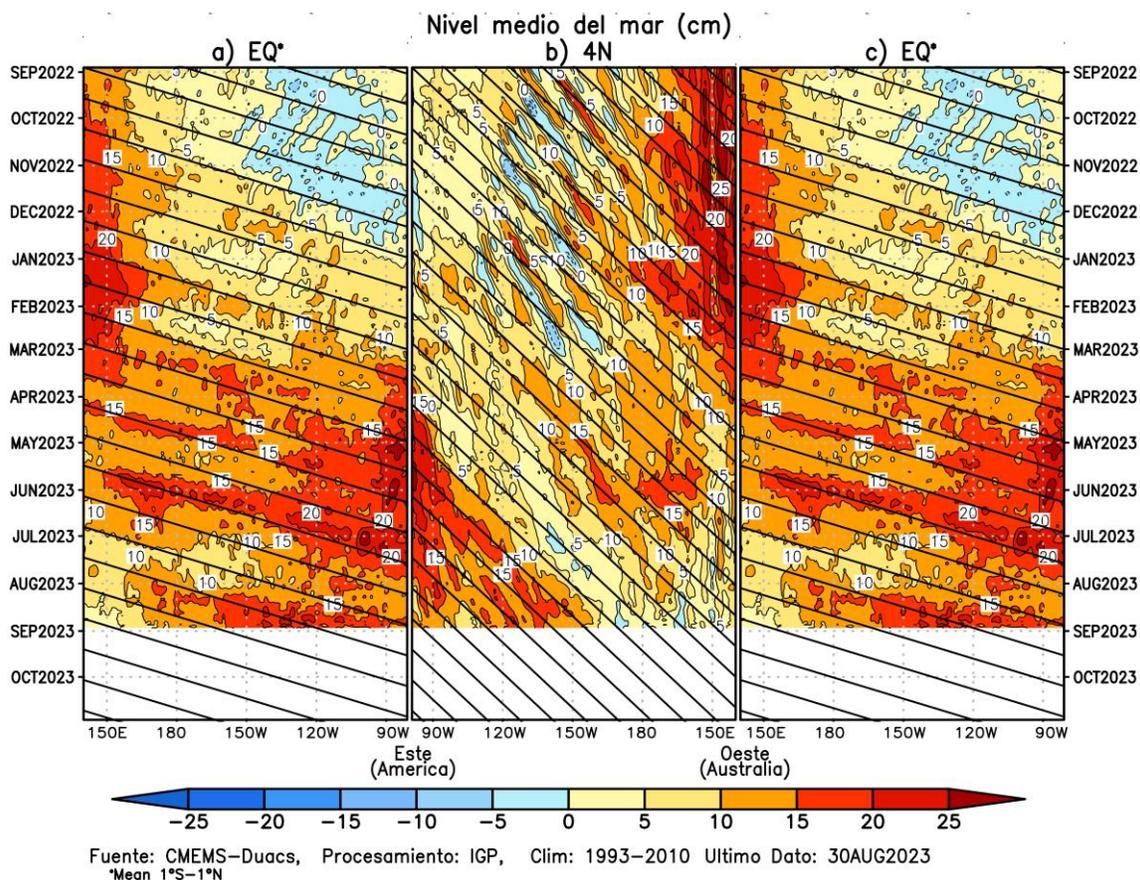


Figura 4. Diagrama Hovmöller de la anomalía del nivel del mar del producto CMEMS-Duacs a lo largo de la línea ecuatorial (a y c) y en 4°N (b). El panel del centro tiene el eje de la longitud invertido para apreciar mejor la secuencia de ondas Kelvin y Rossby producidas por reflexión en las fronteras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

En el Pacífico ecuatorial, en lo que va de agosto, en promedio, continuaron observándose anomalías negativas de la presión atmosférica en el Pacífico central y oriental, así como anomalías positivas entre el océano Índico y en el continente marítimo, mostrando un debilitamiento del gradiente de presión característico del desarrollo de las condiciones de El Niño (**Figura 5d**). Al 27 de agosto, la media móvil de 30 días del SOI registró un valor negativo de -11.0^3 debido a las condiciones de presión atmosférica descritas. Asimismo, en promedio para lo que va de agosto, la circulación de Walker mostró un ligero incremento de la convección en el Pacífico oriental y condiciones subsidentes sobre el continente marítimo; esto último estaría también vinculado con el reciente cambio de fase del Dipolo del Océano Índico (IOD, por sus siglas en inglés)⁴ que en las últimas semanas se encuentra en fase positiva (**Figura 5c**).

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

⁴ Indian Ocean Dipole: <http://www.bom.gov.au/climate/enso/indices.shtml?bookmark=iod>

En niveles bajos de la tropósfera (850 hPa), se observaron, en promedio, anomalías negativas de vientos del oeste en gran parte del Pacífico tropical; no obstante, en la zona del Pacífico oriental se registraron, de forma semanal, anomalías positivas de vientos del oeste con los mayores valores al norte del ecuador, alrededor de los 5° N (Figura 5b); en niveles altos de la tropósfera se observaron anomalías de vientos del oeste sobre el Pacífico central, aunque localizados al sur del ecuador (**Figura 5a**).

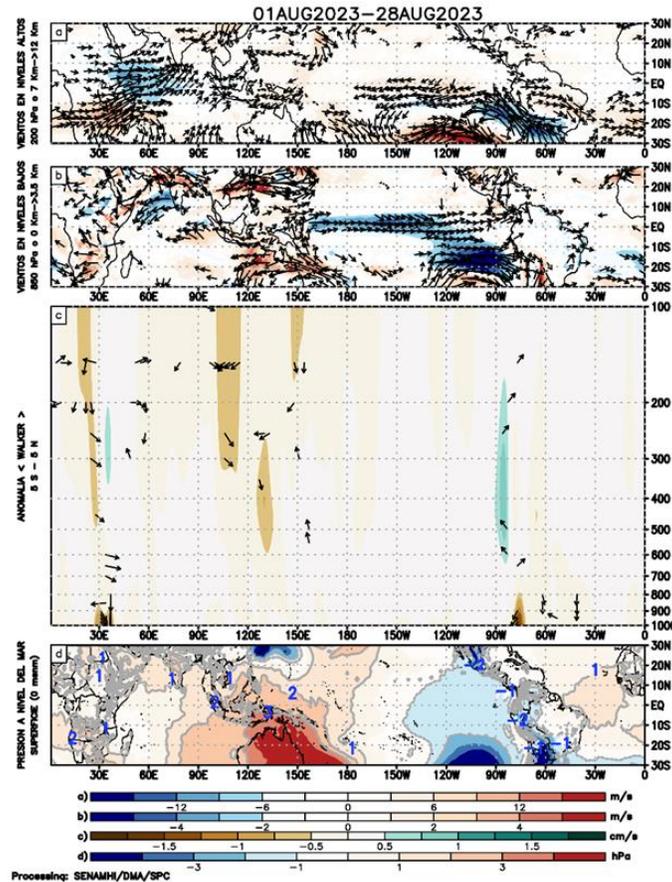


Figura 5. Análisis de la circulación atmosférica (Walker) del 1 al 28 de agosto de 2023, (a) Anomalías de los vientos (colores) y su dirección (flechas) en niveles altos (200 hPa) y (b) bajos (850 hPa) de la atmósfera; c) Patrón anómalo de la circulación atmosférica ecuatorial (Walker), (d) Anomalías de presión a nivel del mar. Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI.

En las últimas dos semanas de agosto, en niveles bajos de la atmósfera (1000-850 hPa), se observó el desarrollo de un pulso de anomalías de vientos del oeste en el Pacífico centro-oriental. En esta zona, tanto en 1000 y 850 hPa, se observaron vientos del oeste, los cuales estuvieron asociados al desarrollo de ciclones tropicales, incluyendo el huracán Hilary; no obstante, estos estuvieron confinados al norte del ecuador (**Figura 6 a y b**). De acuerdo a las proyecciones del modelo Global Forecast System (GFS) y al Climate Forecast System (CFS) este pulso del oeste habría finalizado, y en los próximos días se esperaría la intensificación de los vientos alisios, principalmente sobre el Pacífico central.

Asimismo, la oscilación de Madden-Julian (MJO) empezó a mostrar una propagación clara en el Pacífico tropical (lo cual no fue observado desde mayo); el inicio de la propagación de la MJO inició sobre el Pacífico oriental, y habría influenciado la presencia de vientos y anomalías del oeste hacia dicha región; aunque, dada la estacionalidad, las mayores anomalías de vientos del oeste se localizaron alrededor de los 5° N. **(Figura 6c)**. Tanto el pronóstico del GFS como el pronóstico extendido del CFS muestra la zona convergente de la MJO sobre el Pacífico oriental y el Atlántico en los siguientes días; la zona divergente continuaría su propagación sobre África hacia el continente marítimo y posteriormente sobre el Pacífico occidental-central hacia la segunda semana de setiembre **(Figura 6c)**. Cabe mencionar que el patrón espacial de la velocidad potencial hacia finales del periodo de pronóstico del modelo indica una configuración espacial característica de El Niño, posiblemente asociada a su vez a la reciente fase positiva del Dipolo del Océano Índico (IOD).

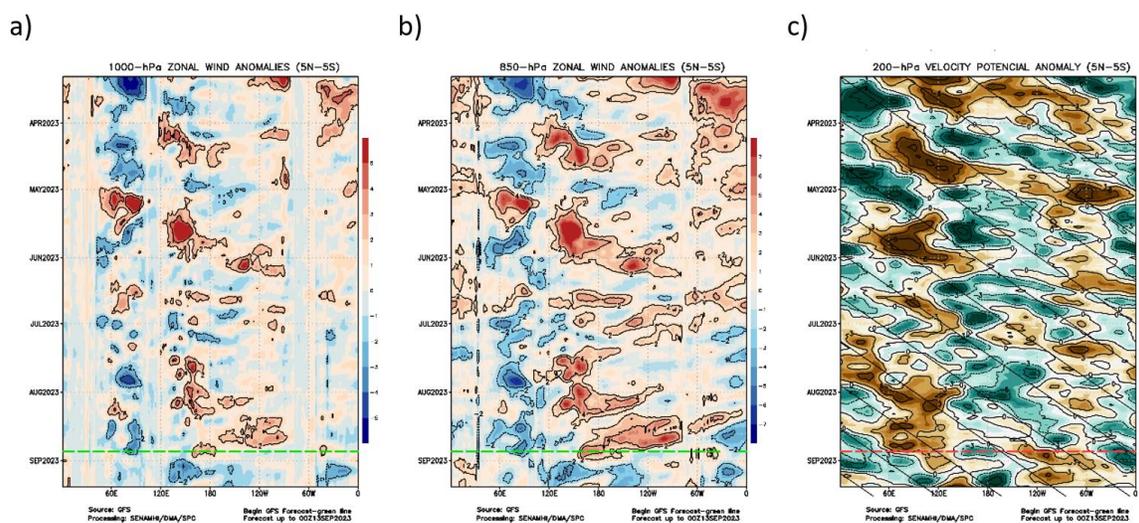


Figura 6. Anomalías promedio, ente los 5°N y 5°S de los (a) viento zonal en 1000 hPa y (b) viento zonal en 850 hPa y (c) velocidad potencial en 200 hPa. La línea verde muestra el inicio del periodo de pronóstico. Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI.

El Anticiclón del Pacífico Sur (APS), en promedio para lo que va de agosto, mostró una configuración zonal con un núcleo cercano a continente de hasta 1020 hPa. En términos de anomalías, se registraron anomalías negativas de hasta -7 hPa, centrado entre 40°S y 117°W; asimismo, cerca de continente las anomalías negativas fueron de hasta -1 hPa **(Figura 7)**. A escala semanal, el APS continuó mostrando una configuración variable con cambios en su intensidad, así como en la configuración del sistema y la posición de su núcleo (Figura 8). Los cambios en la posición e intensidad del APS favorecieron el debilitamiento periódico de los vientos en el Pacífico oriental **(Figura 9)**, aunque persistieron ligeras anomalías positivas del viento frente a la costa peruana. Actualmente, el APS se ubica alrededor de su posición normal y se prevé, en promedio, la intensificación del sistema y su

acercamiento a continente de forma episódica. Por lo cual, también, se podrían intensificar los vientos cerca del litoral, principalmente en la primera semana de setiembre, así como los alisios en el Pacífico central en las siguientes semanas. No obstante, se prevé que en los siguientes días predominen anomalías débiles del norte frente a la costa norte y central (**Figura 9**). Los cambios del APS en su intensidad, posición (longitud y latitud), desde el 2019 hasta agosto del presente año se muestran en la Figura 10, que evidencia una rápida tendencia negativa de la anomalía de la intensidad promedio del núcleo del APS entre otoño y lo que va del invierno 2023.

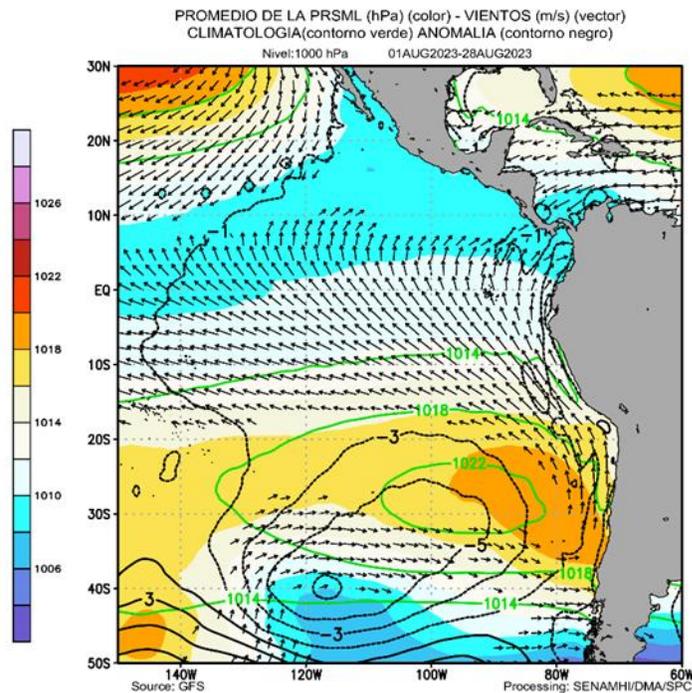


Figura 7. Promedio de la presión atmosférica a nivel del mar (sombreado) entre el 1 y el 17 de agosto de 2023, anomalía de la presión atmosférica (líneas negras) y valor climatológico (líneas verdes). Viento en 1000 hPa superiores a los 2 m/s (vectores). Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI.

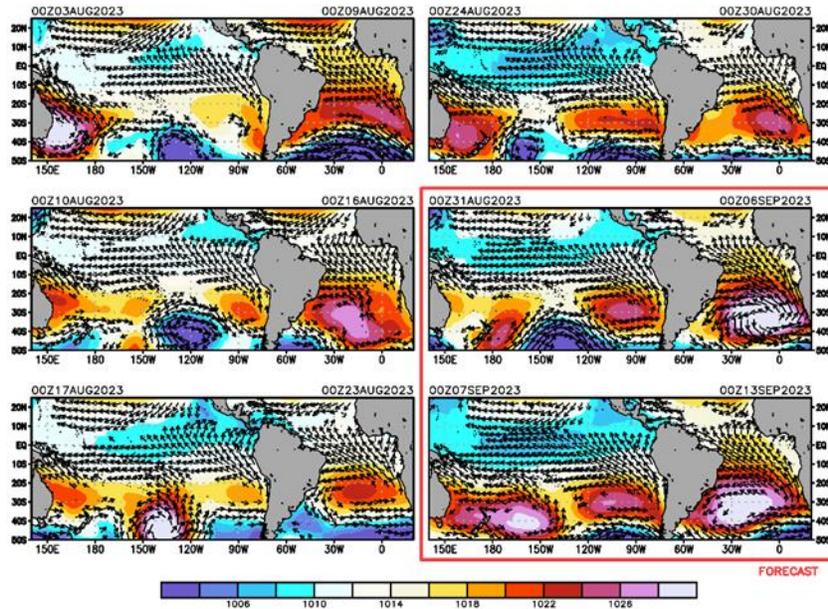


Figura 8. Promedio semanal de la presión atmosférica reducida a nivel del mar (colores) y vientos (flechas). Análisis: del 03 al 29 de agosto de 2023. Pronóstico: del 30 de agosto al 12 de setiembre de 2023. Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI.

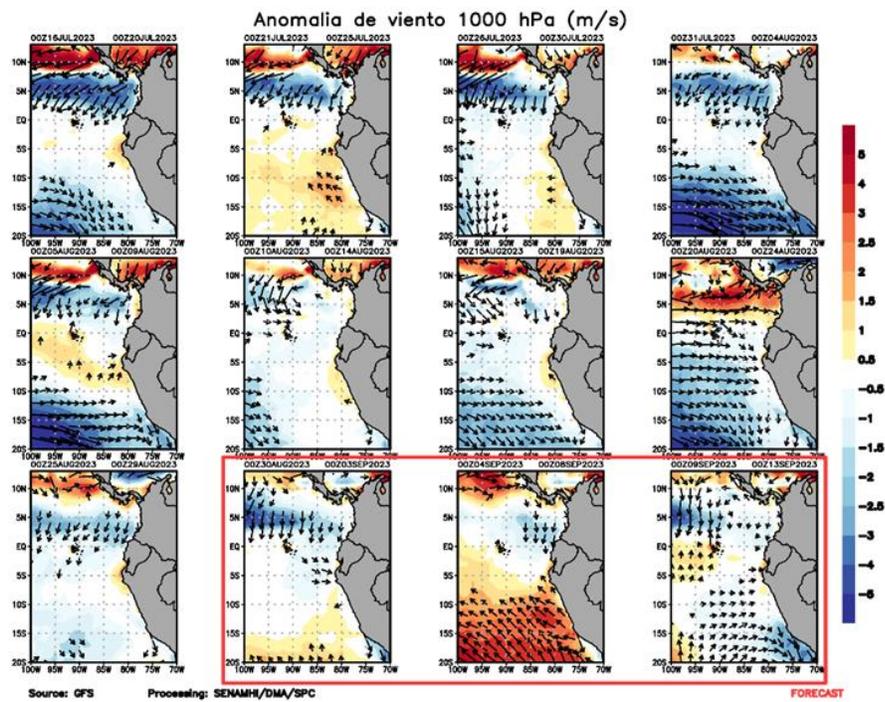


Figura 9. Anomalia pentadal del viento (m/s) a 10 m de altura frente a la costa noroccidental de Sudamérica y Centroamérica. Fuente: GFS. Análisis: del 15 de julio al 28 de agosto de 2023. Pronóstico: del 29 de agosto al 12 de setiembre de 2023. Procesamiento: SENAMHI.

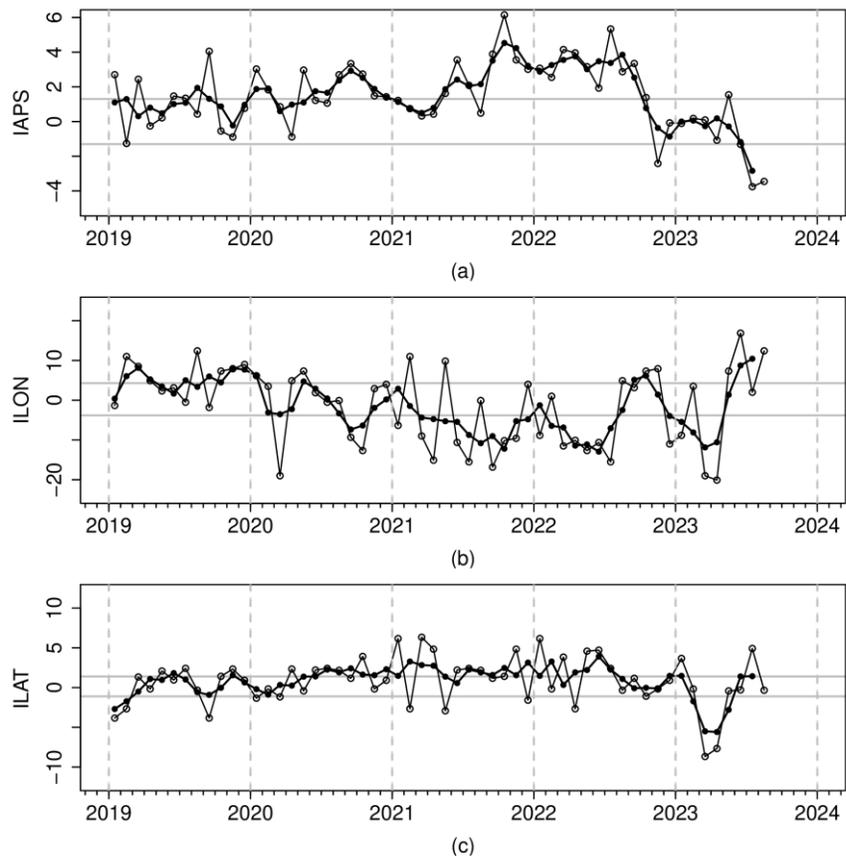


Figura 10. Variación temporal de los índices del APS: a) índice de intensidad (IAPS) e índices de posición b) longitudinal (ILON) y c) latitudinal (ILAT) hasta el trimestre MJJ 2023 (círculos negros). Los círculos blancos indican las anomalías mensuales en el periodo que va de enero de 2019 hasta agosto de 2023 (valor preliminar). Climatología 1991 – 2020.

3.2. Condiciones oceánicas y atmosféricas locales

A lo largo de la franja adyacente a la costa peruana, dentro de los 40 km predominaron vientos de moderados (entre $4,1$ a $6,8 \text{ m s}^{-1}$) a fuertes (mayores a $6,8 \text{ m s}^{-1}$), con anomalías de velocidades de viento (AVV) en el rango de neutral a positivo ($>+1,0 \text{ m s}^{-1}$), las cuales vienen presentándose frecuentemente desde mediados de junio, entre Talara y Chimbote, así como entre Pisco y San Juan de Marcona. En esta última región los episodios de intensificación (**Figura 11**) se proyectaron a la zona oceánica. El afloramiento costero presentó valores mayores a $100 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} \times 100\text{m}$, manteniendo su persistencia desde mediados de abril, con una distribución similar al viento costero. Respecto al bombeo de Ekman, se presentaron anomalías positivas en forma recurrente, relacionado a la diferencia de intensidad de viento entre la zona costera y oceánica, condición que viene presentándose desde mediados a junio hasta la última semana de agosto (**Figura 12**).

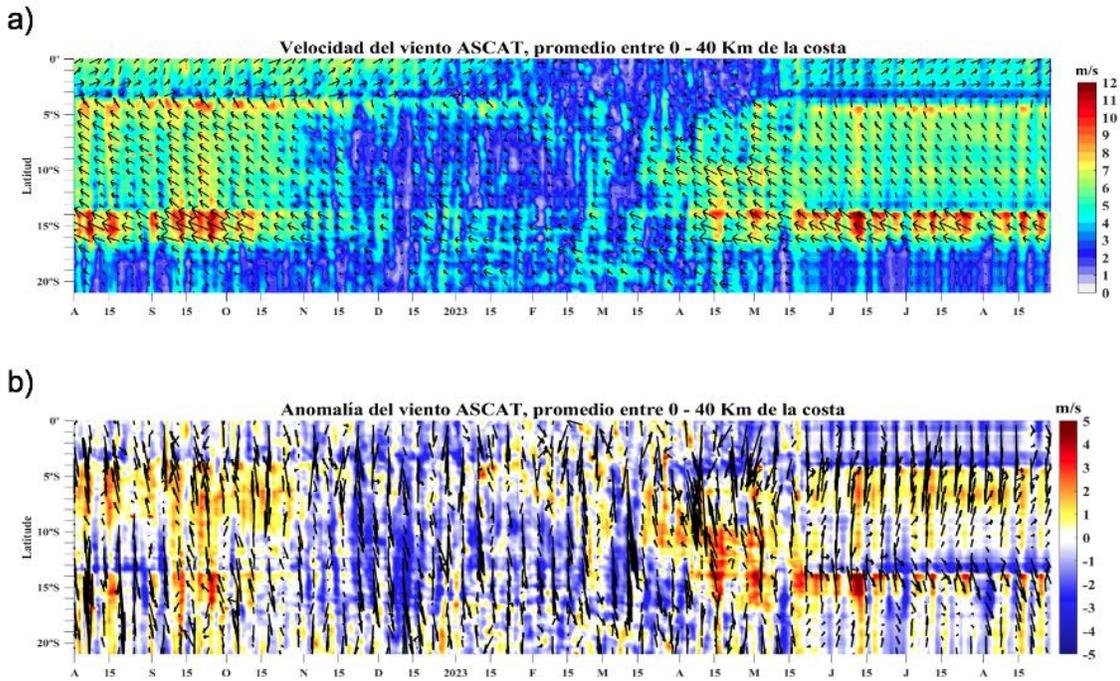


Figura 11. Viento Satelital (40 km frente a la costa del Perú): a) Velocidad del viento (m s^{-1}), b) Anomalia de la velocidad del viento (m s^{-1}) Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina y Laboratorio Costero de Santa Rosa, IMARPE. Climatología 2000-2014. Actualizado al 28 de agosto.

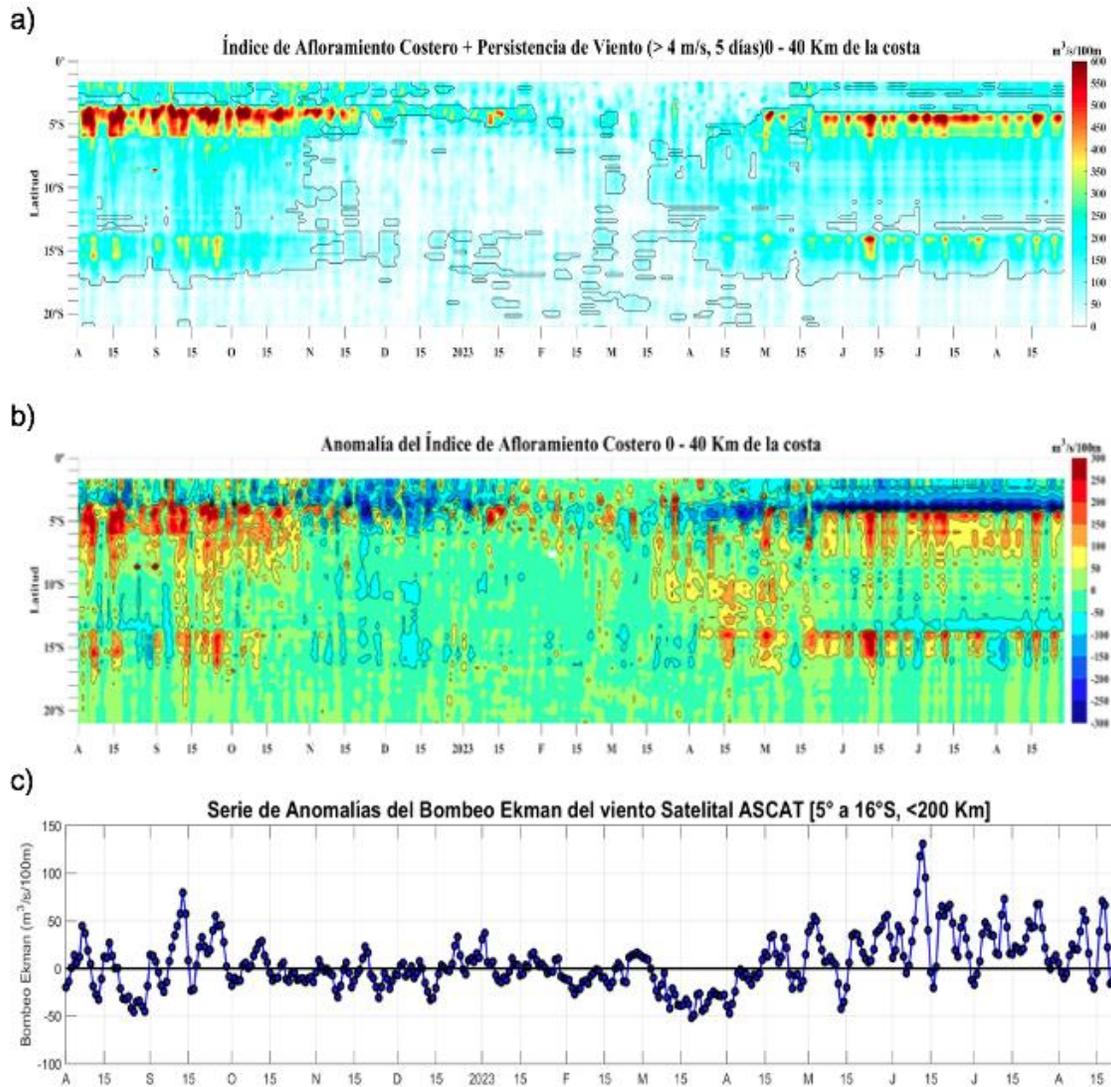


Figura 12. Índice de Afloramiento Costero (IAC), calculado a partir del viento satelital a 40 km frente a la costa del Perú: a) Índice de Afloramiento Costero - IAC ($\text{m}^3 \text{s}^{-1} 100 \text{ m}^{-1}$), b) Anomalia del IAC ($\text{m}^3 \text{s}^{-1} 100 \text{ m}^{-1}$) y c) Anomalías del Índice del Bombeo Ekman Costero dentro 200 km ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$). Fuente: Satélite ASCAT + GFS, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina y Laboratorio Costero de Santa Rosa, IMARPE. Climatología 2000 – 2014. Actualizado al 28 de agosto.

En los primeros 28 días de agosto continuaron registrándose altas temperaturas extremas a lo largo de la costa peruana. La temperatura máxima alcanzó anomalías, en promedio, de $3,7^\circ\text{C}$, $4,4^\circ\text{C}$ y $3,3^\circ\text{C}$ en la costa norte, centro y sur, respectivamente; mientras que la temperatura mínima alcanzó anomalías de $3,2^\circ\text{C}$, $3,4^\circ\text{C}$ y $1,9^\circ\text{C}$ en los mismos sectores; cabe mencionar que las anomalías de la temperatura mínima del aire durante la tercera decadiaria del mes (11 al 28 de agosto) disminuyeron ligeramente respecto a las semanas anteriores; no obstante, permaneces sobre sus rangos normales (**Figura 13**).

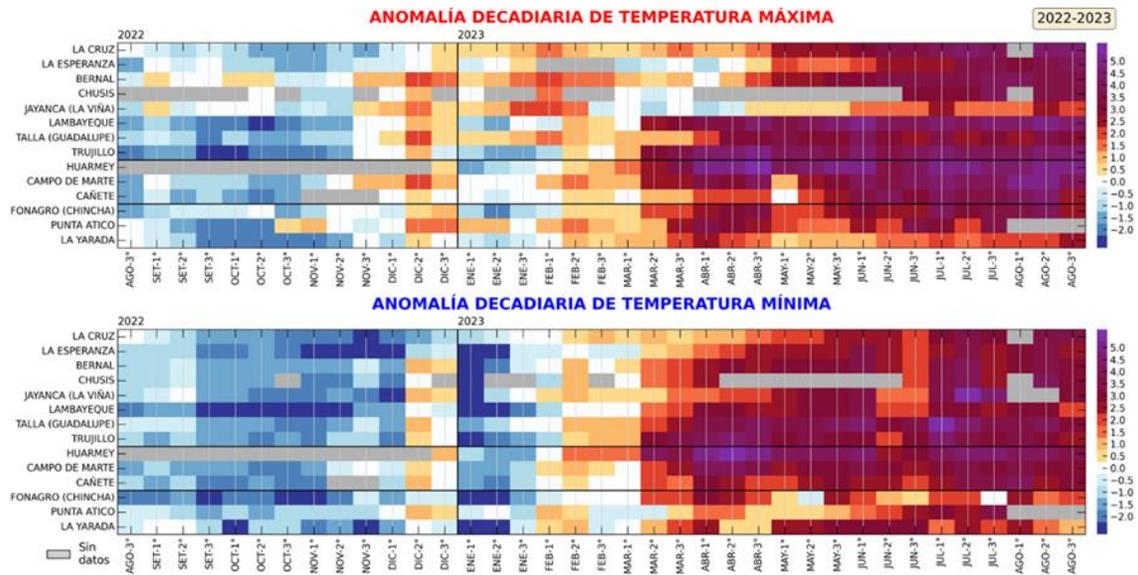


Figura 13. Anomalías decadales (°C) de las temperaturas extremas del aire a lo largo de la costa peruana. Climatología: 1991-2020. Fuente: SENAMHI

La TSM en el mar peruano mantiene condiciones cálidas, con valores entre 17°C y 25°C y una disminución de la temperatura respecto a julio, principalmente frente a la costa norte y centro, registrando anomalías alrededor de 3°C al norte de los 16°S. Por otro lado, frente de la costa sur se mantiene una condición dentro de lo normal por fuera de las primeras 20 mn (**Figura 14**)

A otra escala, en el litoral de Perú, la TSM continuó con anomalías positivas, presentando valores de 3°C (norte) y 4°C (centro) durante la primera quincena de agosto. Mientras que durante la segunda quincena se registró una disminución frente al litoral norte y centro, disminuyendo hasta en 1°C para fines del mes. Por otra parte, frente al litoral sur se presenta un incremento, desarrollándose hasta 2°C para la última semana de agosto (**Figura 15**).

El Niño costero 2023 continuó su desarrollo como una ola de calor marina (OCM), que alcanzó una duración de 183 días al 27 de agosto (**Figura 16**). Entre la segunda, tercera y cuarta semanas 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. Sin embargo, la intensidad de la OCM ha disminuido significativamente, ya que las anomalías de TSM > + 4 °C tendieron a desaparecer. La anomalía acumulada al 27 de agosto alcanzó 654,65 °C x días, superando en más de un 110 % a lo registrado durante El Niño Costero 2017 (Pietri et al., 2021).

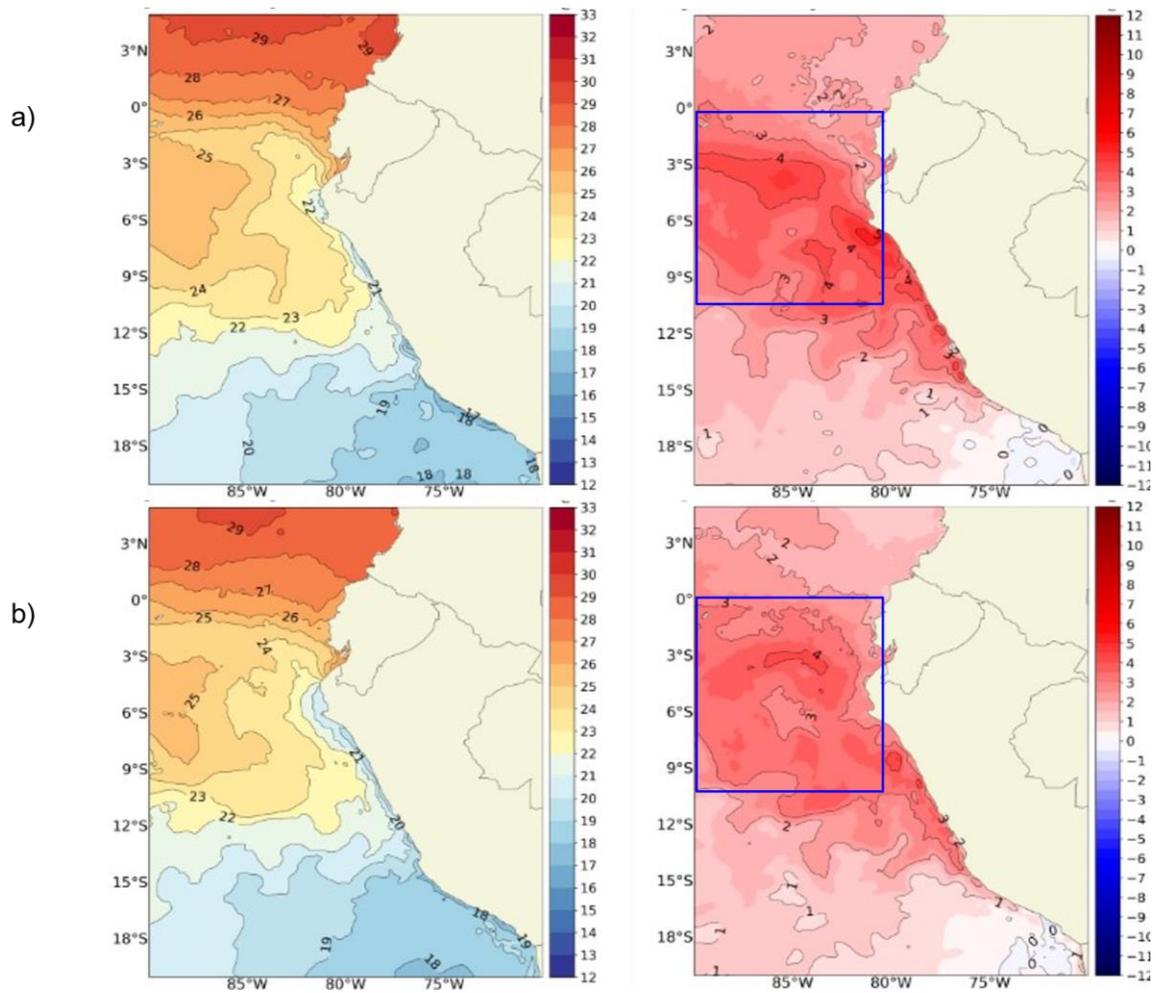


Figura 14. Distribución superficial de la temperatura y su anomalía de a) 01-15 agosto 2023 y b) 16-27 agosto 2023. Fuente: OSTIA, Climatología: 2007-2022. Elaboración DIHIDRONAV

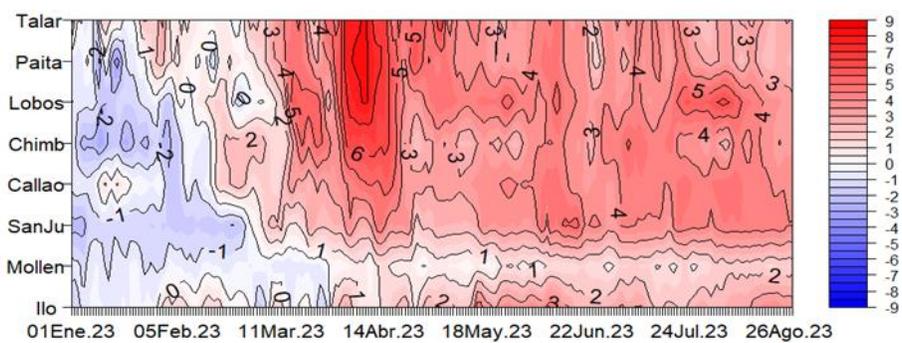


Figura 15. Diagrama Hovmöller de anomalía de TSM diaria en el litoral peruano del 1 de enero al 26 de agosto 2023. Climatología: 1991-2020. Fuente y procesamiento: DIHIDRONAV.

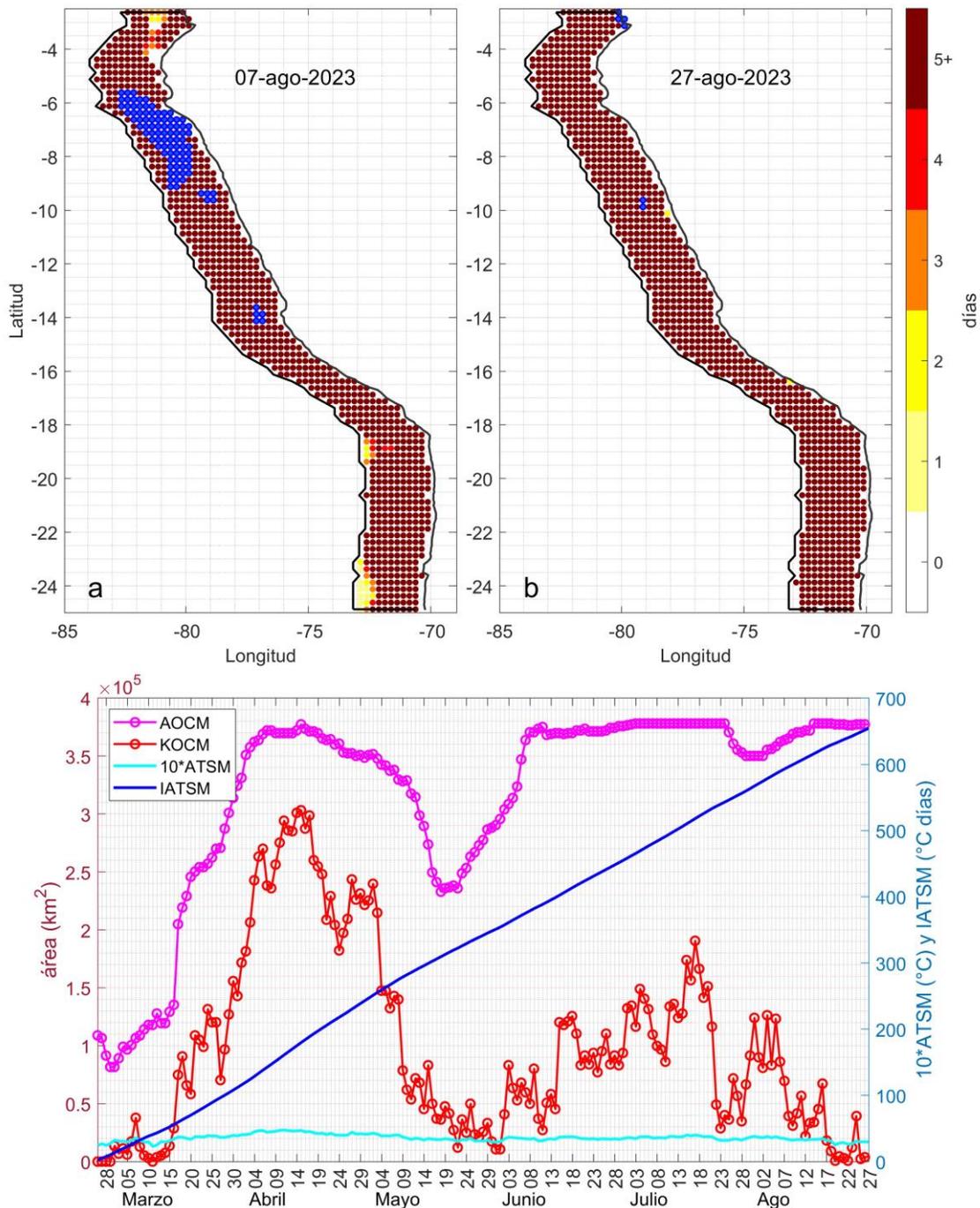
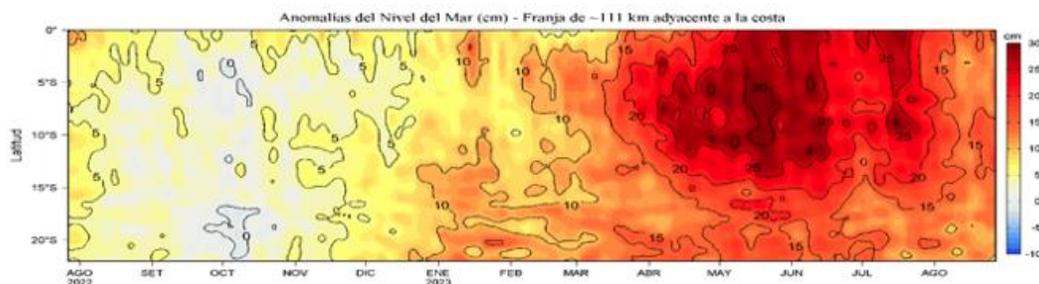


Figura 16. Extensión de la ola de calor marina (OCM) dentro de la franja de 150 millas frente a la costa el 7 de agosto (a) y el 27 de agosto del 2023 (b); la escala de color indica el número de días en los cuales la TSM superó el percentil 90 de los datos diarios históricos, usando el período 1982-2011 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.

En la franja de 60 mn adyacentes a la costa, la anomalía del nivel del mar presentó una disminución desde fines de julio y durante la primera quincena de agosto, principalmente frente a la costa norte, aunque manteniendo valores positivos en el mar peruano; sin embargo, durante la segunda quincena del mes se presentó otro incremento al norte de los 16°S frente a la zona centro (*Figura 17*). En el litoral también se registró una rápida disminución de la anomalía del nivel del mar desde fines de julio, alcanzando valores cercanos a cero para mediados de agosto, lo cual estaría relacionado al arribo de la onda Kelvin fría. Asimismo, al igual que en la franja de 60 mn, se presentó un incremento durante la tercera semana del mes, alcanzando valores anómalos de hasta +10 cm frente al litoral centro y sur y de +5 cm frente al litoral norte, en promedio (**Figura 17 y Figura 18**).

a)



b)

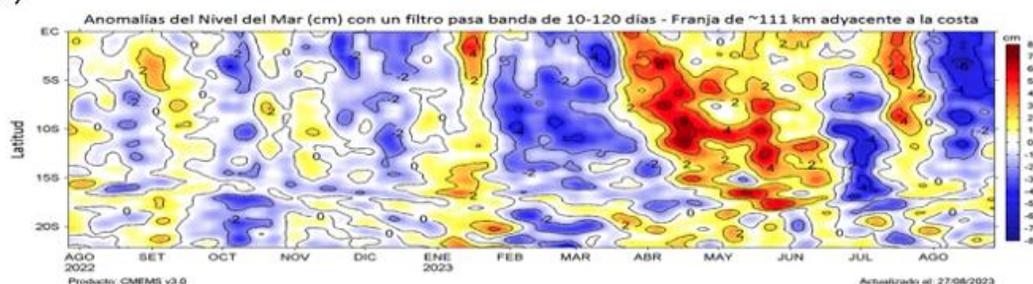


Figura 17. Evolución diaria de las a) Anomalías del Nivel del Mar (cm) y b) Anomalías del Nivel del Mar (cm) con un filtro pasa banda de 10-120 días, para una franja de 60 mn (~111 km) adyacente al litoral peruano para los últimos trece meses, al 27 de agosto 2023. Fuente: CMEMS v3.0. Climatología: 1993-2012 para (a) y 1993-2010 para (b). Procesamiento: LHF/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

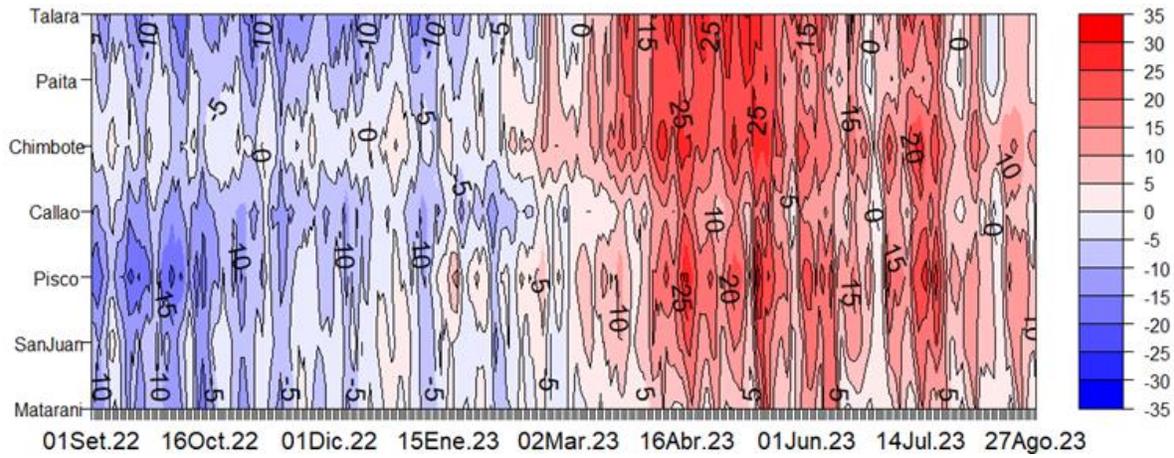


Figura 18. Diagrama Hovmöller de anomalía de NM en el litoral de Perú (con filtro móvil anual). Setiembre 2022 a agosto 2023, Climatología: 1991-2020. Procesamiento: DIHIDRONAV.

Los valores preliminares de los índices térmicos locales señalaron para julio de 2023 condiciones cálidas fuertes, según LABCOS (+3,51 °C, JJA 2023), y cálidas, según ITCP (+2,5, JJA 2023). Para el trimestre centrado en agosto el valor preliminar de LABCOS es 3,47 °C (**Figura 19**)

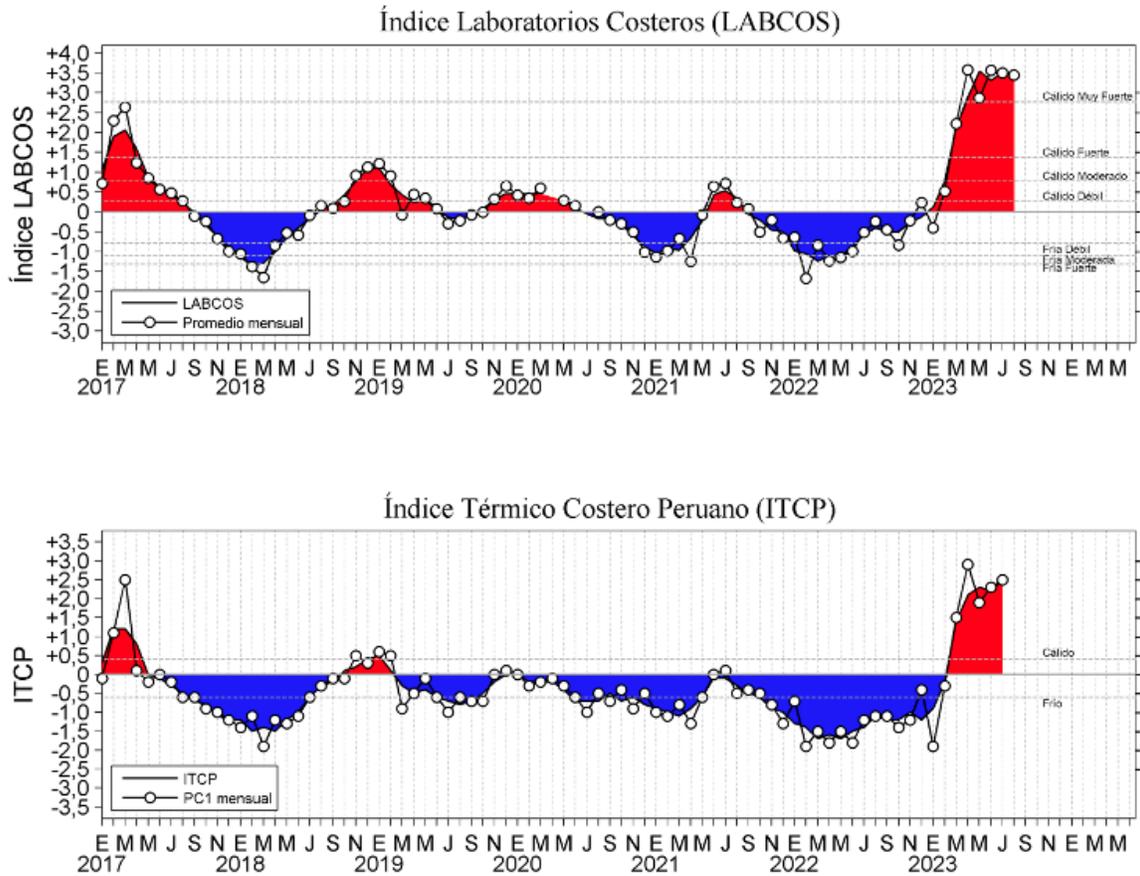


Figura 19. a) Índice Térmico Costero Peruano (ITCP; Quispe et al., 2016), y b) Índice LABCOS (Quispe y Vásquez, 2015) del año 2000 al 2023.

Respecto a la temperatura subsuperficial, entre las 80 y 200 mn de distancia frente a Talara-Paita, la capa de anomalías cálidas ($> +0,5 \text{ }^\circ\text{C}$) se redujo de 350 a 100-150 m. Sobre los 100 m de profundidad, las anomalías positivas variaron de $+6 \text{ }^\circ\text{C}$ a $+3 \text{ }^\circ\text{C}$, en promedio, entre la primera y la segunda quincena del mes; asimismo, entre los 200 y 500 m de profundidad se desarrollaron anomalías de $-0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ en la segunda quincena (**Figura 20 y Figura 21**).

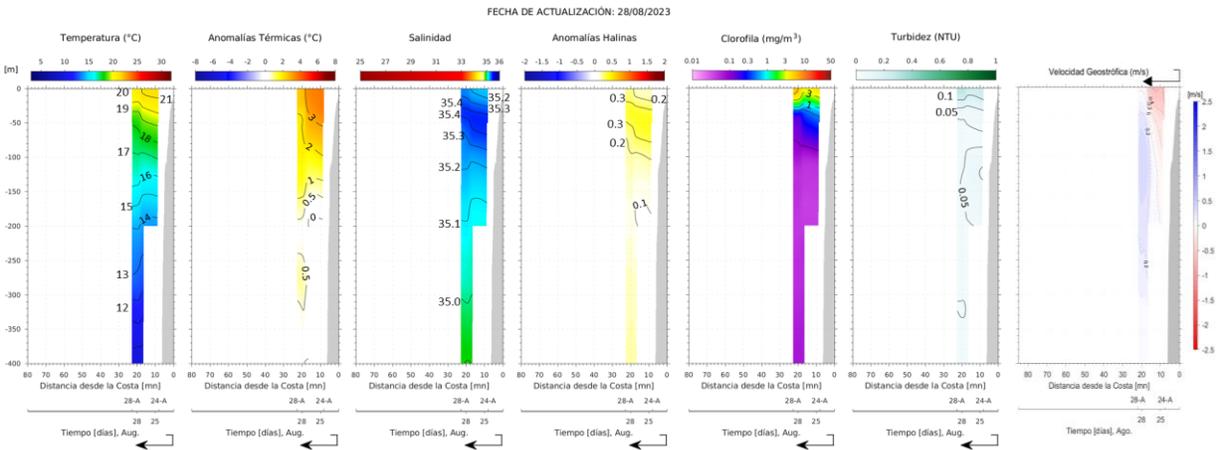


Figura 20. Sección vertical de temperatura ($^\circ\text{C}$), anomalías térmicas ($^\circ\text{C}$), salinidad, anomalías halinas, clorofila-a (mg m^{-3}), turbidez (NTU) y flujos geostrofos (cm s^{-1}) del glider Mochica en su recorrido frente a Negritos – Talara, registrados del 24 al 28 de agosto.

Por su parte, dentro de las 80 mn entre Talara y Chicama, la capa de anomalías cálidas ($> +0,5 \text{ }^\circ\text{C}$) ocupó los primeros 150 a 200 m, exhibiendo una reducción de unos 150 m respecto a julio; sin embargo, no se detectaron anomalías negativas subsuperficiales (Figura 22). Entre Chimbote y Pisco, a 100-200 mn frente a la costa, se observaron anomalías entre $+1 \text{ }^\circ\text{C}$ y $+4 \text{ }^\circ\text{C}$, sobre los 80 m principalmente; mientras que por debajo de esta capa predominaron valores de temperatura de acuerdo con su climatología (Figura 21). Cabe indicar que, durante el mes, considerando los registros de boyas Argo frente a la costa norte en agosto, la capa de anomalías térmicas mayores a $+2 \text{ }^\circ\text{C}$ se redujo de 140 m a 80 m de profundidad; este mismo tipo de variabilidad también se observó durante El Niño 2015-2016 (**Figura 23**).

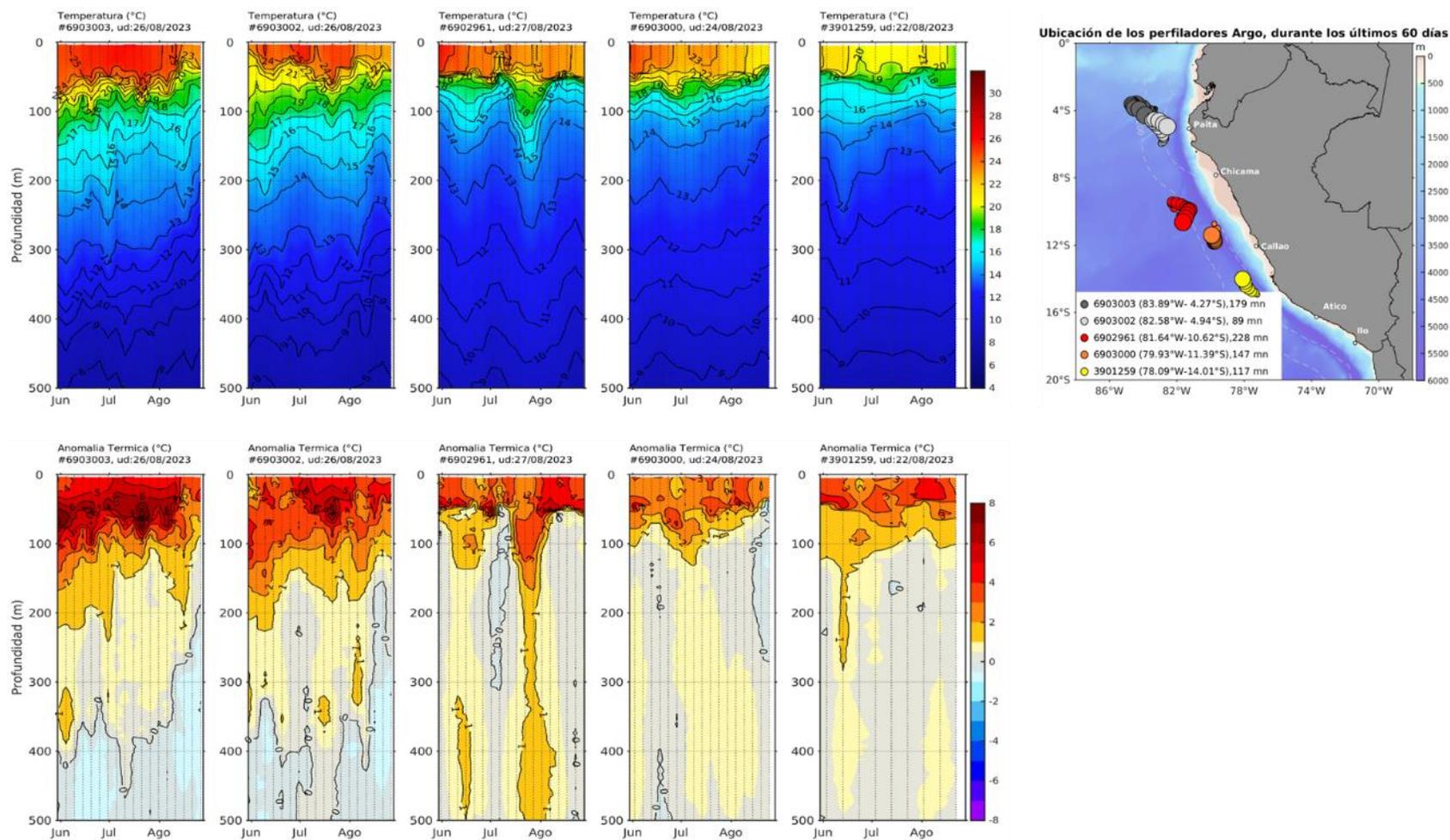
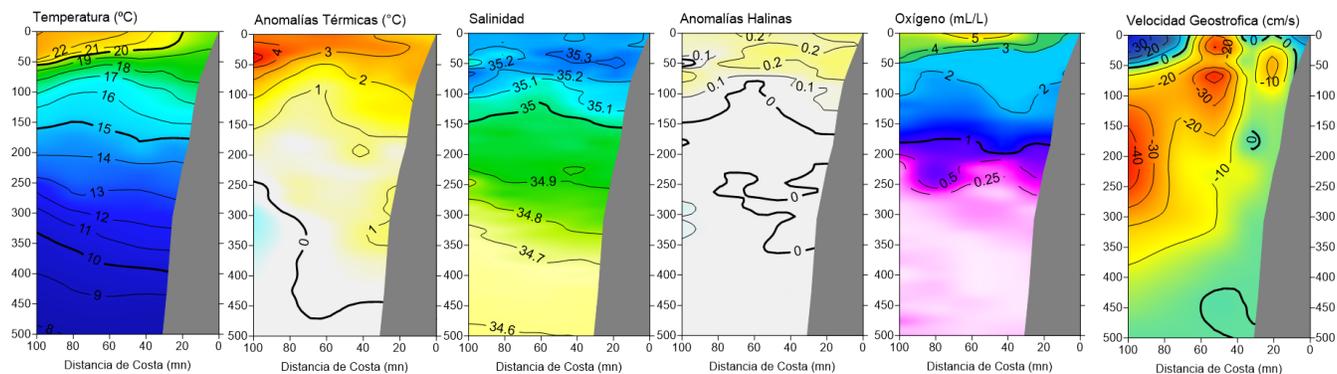


Figura 21. Evolución de la anomalía de la temperatura del agua de mar en flotadores Argo en la zona costera (dentro de las 200 mn) y ubicación de sus últimas posiciones (julio-agosto). Climatología: 1991-2020. Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

SECCIÓN PAITA (27-28 de agosto del 2023)



SECCIÓN CHICAMA (24-25 de agosto del 2023)

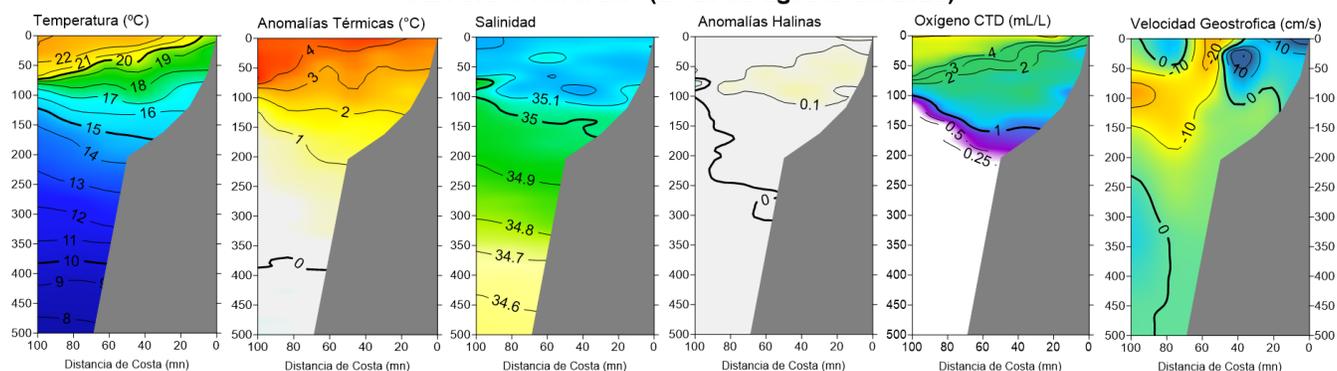


Figura 22. Secciones oceanográficas de temperatura, anomalía térmica salinidad, anomalía halina, oxígeno disuelto y velocidad geostrofica, realizadas frente a Paíta y a Chicama, dentro de las 100 mn, entre el 24 y el 28 de agosto de 2023. Climatología: 1991-2020 (Domínguez et al., 2023).

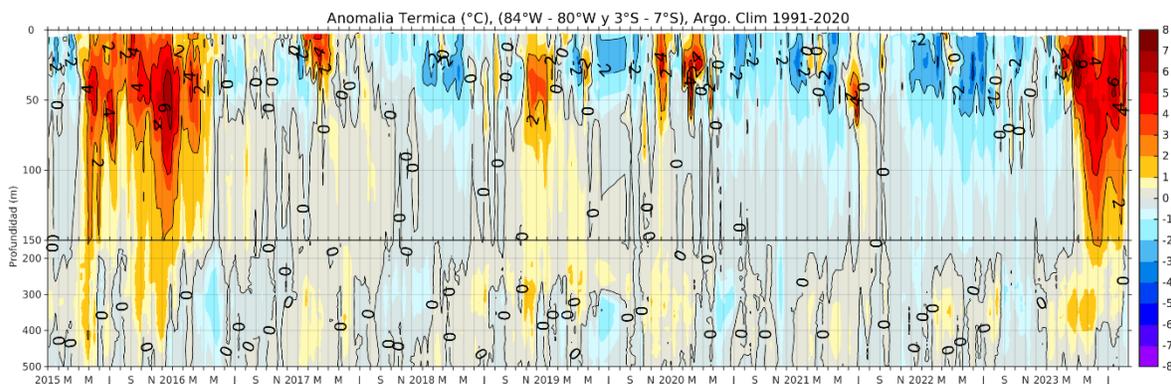
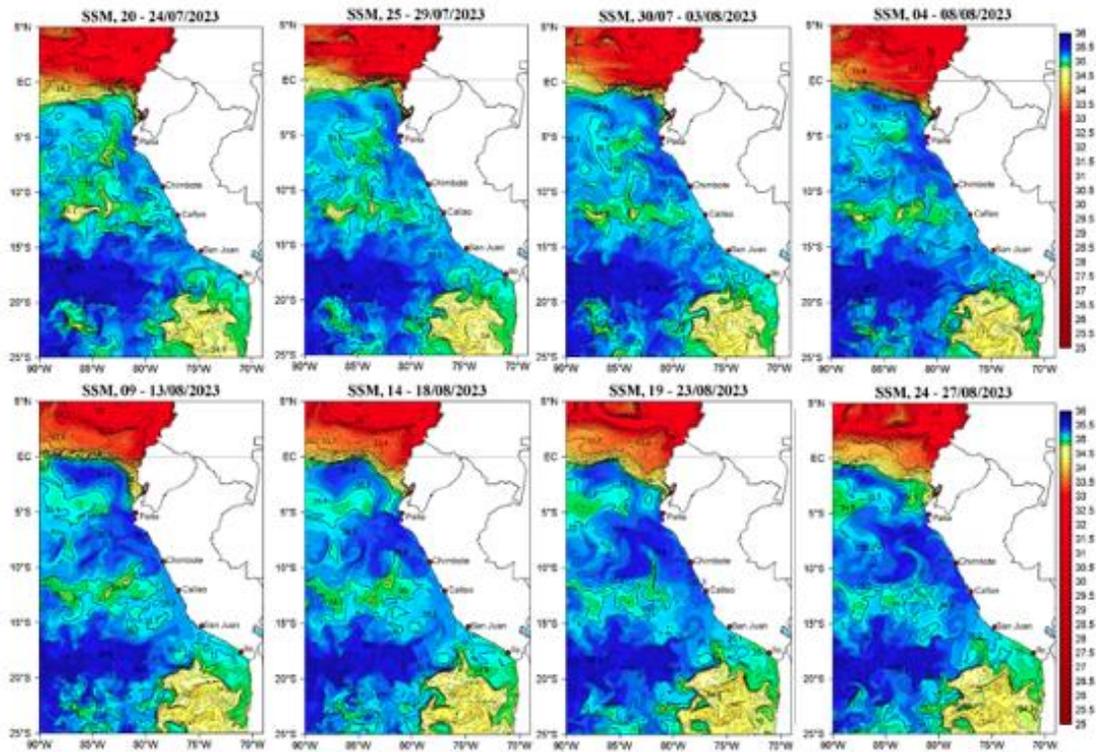


Figura 23. Anomalía térmica en base a los perfiladores ARGO, frente al zona norte; climatología: 1991- 2020 (Domínguez et al., 2023).

La salinidad superficial del mar (SSM) mostró la permanencia de las Aguas Tropicales Superficiales (ATS) en el extremo norte del litoral, mientras que las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) aumentaron su influencia al norte de Punta Sal a partir de la segunda semana de agosto, generando mezcla con las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS), evidenciada en los últimos días de agosto (**Figura 24 y Figura 25**). Al sur de Punta Sal, aumentó el acercamiento de las ASS hasta la costa centro, predominando amplias zonas con concentraciones mayores a 35,3 hasta Huarmey y posteriormente Pucusana durante la última semana. Dentro de las

100 mn, la capa de ASS alcanzó los 150 m de profundidad frente a Talara-Paita y 100 m frente a Chicama (**Figura 22**). Frente a la costa central, a unas 200 mn de se registraron valores de salinidad mayores a 35,1 sobre los 60 m (Figura 23). Al sur de Atico, el acercamiento de las ASS hacia la costa disminuyó, observándose el incremento de la influencia de las aguas costeras frías (ACF) (**Figura 24**).

a)



b)

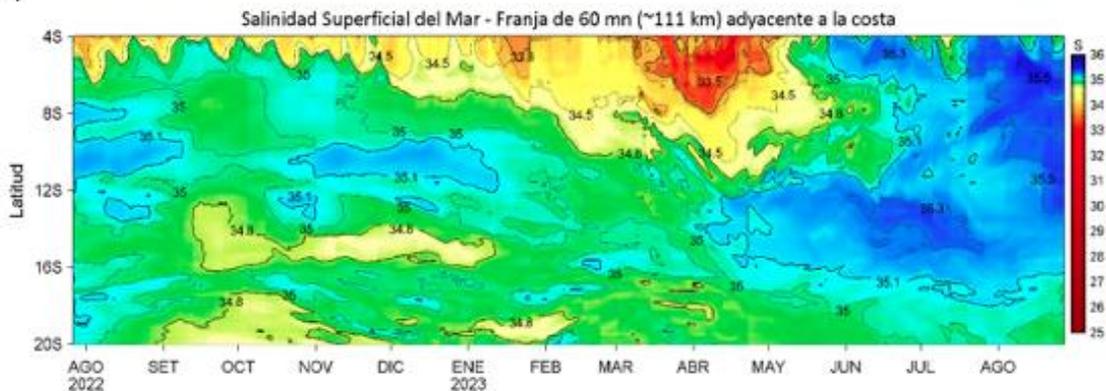


Figura 24. (a) Distribución quincenal de la Salinidad Superficial del Mar (SSM) en el Pacífico Sudeste, durante el mes de abril y lo que va de mayo del 2023. (b) Diagrama Hovmöller de la SSM en la franja de las 60 millas costeras, al 27 de agosto de 2023. Datos: GLOBAL_ANALYSIS_FORECAST_PHY_001_024 (Lellouche, 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/IMAR

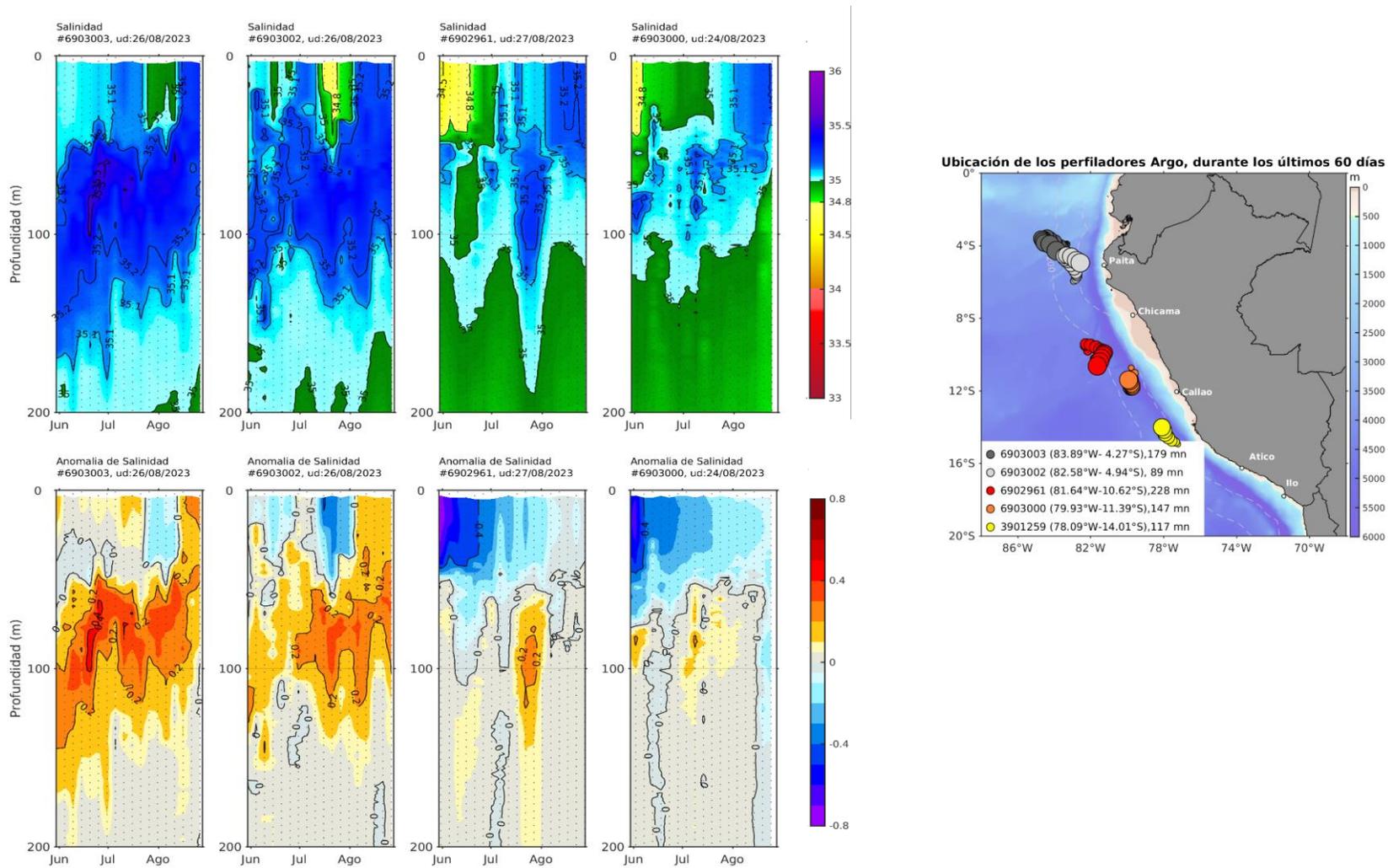


Figura 25. Evolución de la salinidad del agua de mar y sus anomalías en perfiladores ARGO en la zona costera (dentro de las 100 mn) y ubicación de las últimas posiciones y coordenadas geográficas donde brindaron información. Fuente: ARGO, climatología: 1991- 2020 (Domínguez et al., 2023). Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

Frente a la costa norte de Perú (Paita) se registraron temperaturas de hasta 23°C por fuera de los 150 km (80 mn), notándose una disminución de la temperatura propia de la temporada, aunque todavía se observaron intensas anomalías positivas de hasta 5 °C sobre los 50 m de profundidad; mientras que más cerca de la costa, se registraron anomalías de 3 °C en promedio. Con la información de la salinidad y la temperatura, se observa la presencia de ASS hasta los 120 m de profundidad y hasta los 100 km (54 mn) frente a la costa de Paita y sobre los 100 m en la región más oceánica. Por otra parte, a pesar de continuar la disminución de la profundidad de la oxiclina, esta se mantiene más profunda de lo normal debido a la presencia de las ASS cerca de la costa (**Figura 36**).

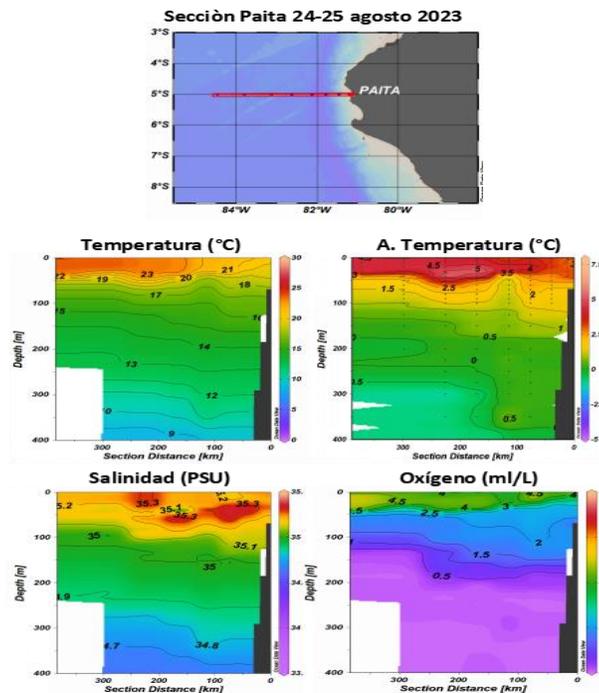


Figura 26. Perfiles de temperatura, anomalía de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto registrados por el BAC CARRILLO durante el crucero oceanográfico de la marina de guerra del Perú "Cruc0823" Paita (24-25 agosto). Fuente y elaboración: DIHIDRONAV.

Las concentraciones de oxígeno disuelto (OD) frente a Paita y Chicama, hacia fines de agosto y dentro de las 100 mn, presentaron valores entre 3 y 6,5 mL L⁻¹ por encima de los 50 m. El límite superior de la Zona de Mínima de Oxígeno (ZMO) se ubicó a 250 m en la sección Paita y a 180 m sobre el borde de la plataforma continental frente a Chicama, en ambos casos ligeramente más someros que en julio. Dentro de las 30 mn de costa se detectaron concentraciones más bajas en ambas áreas, señalando procesos recientes de afloramiento costero (**Figura 22 y Figura 26**).

3.3. Productividad marina y condiciones biológico-pesqueras

La clorofila-a, indicador de la producción de fitoplancton, de acuerdo con la información satelital, continuó presentando concentraciones entre 1 a 3 µg L⁻¹, dentro de las 15 mn, especialmente en la zona centro-norte (Figura 27), lo cual fue confirmado con información *in situ* frente a Negritos donde se observaron concentraciones de 3 µg L⁻¹ por encima de los 10 m dentro de las 20 mn a la costa, a fines de agosto (Figura 20). En general las concentraciones de clorofila-a se encontraron cerca de su patrón estacional (**Figura 28**), aunque asociadas a valores positivos en una banda muy estrecha, desde los 10 km a la costa en la región centro-norte; mientras que, frente a Pisco, dentro de los 40 km se observaron anomalías de -1 µg L⁻¹ (**Figura 27**).

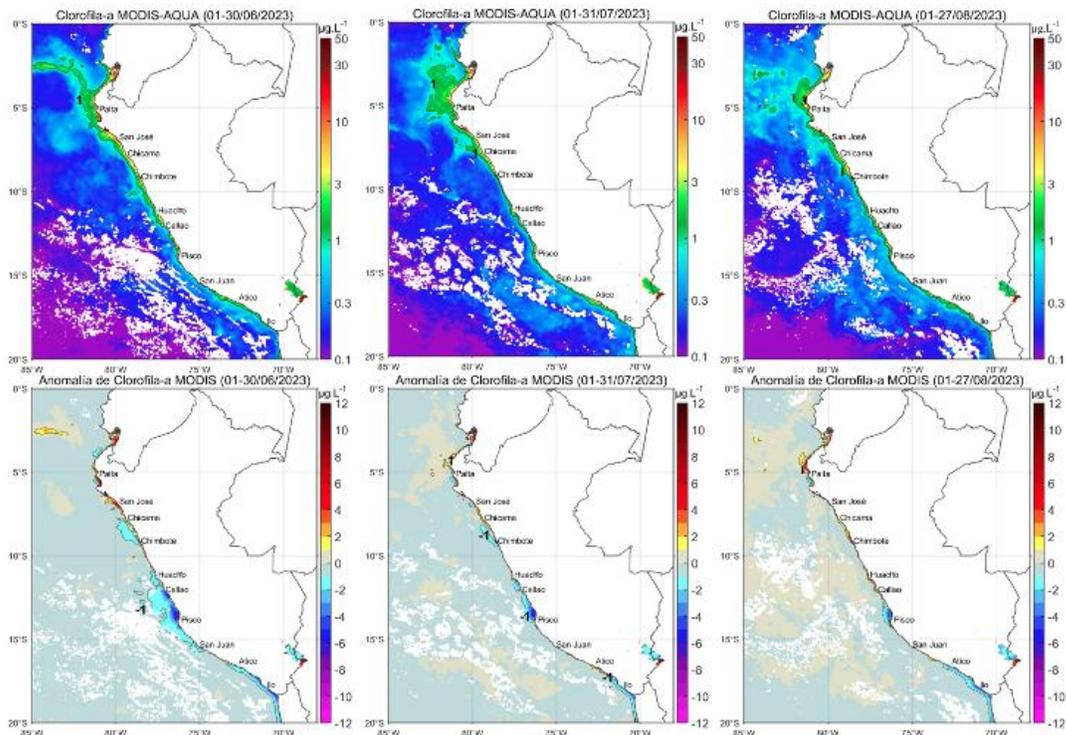


Figura 27. Distribución de la concentración de clorofila-a superficial satelital (µg L⁻¹, panel superior) y su anomalía (µg L⁻¹, panel inferior), durante mayo, julio y lo que va de agosto de 2023 (de izquierda a derecha), proveniente de MODIS-AQUA. Fuente: Fuente: Satélite MODIS. Procesamiento: LHQ/FIOQG/DGIOCC/IMARPE.

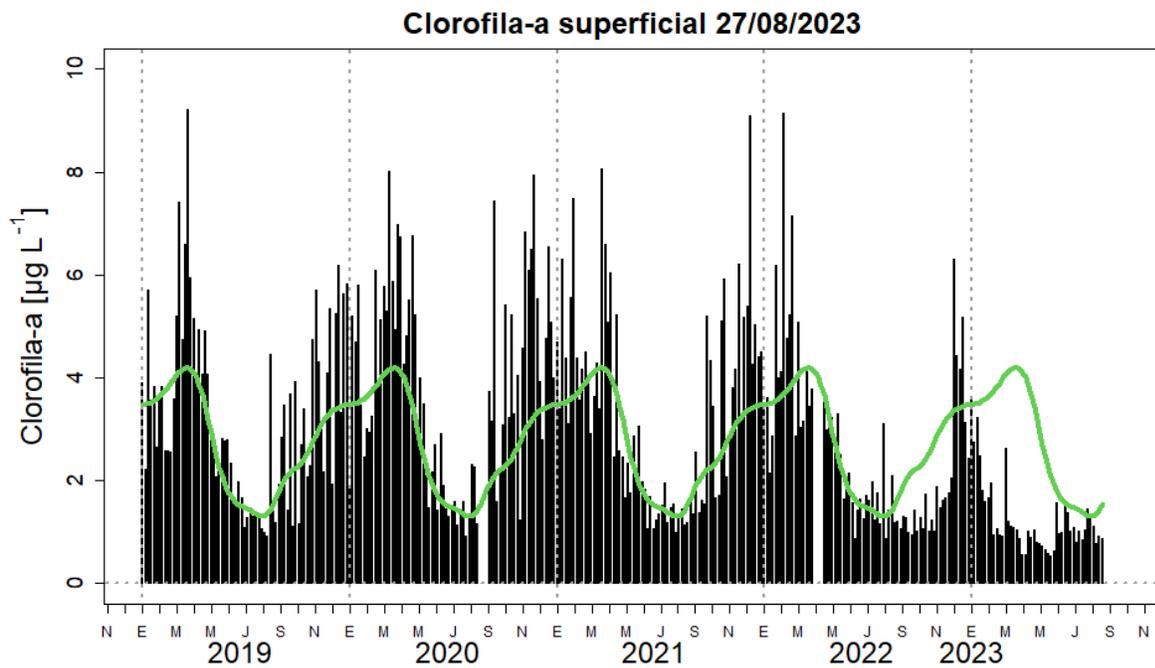


Figura 28. Serie de tiempo de las concentraciones de clorofila-a satelital (barra negra) y su climatología (línea verde) proveniente de SeaWiFS-MODIS ($\mu\text{g L}^{-1}$) entre 4° S - 16° S y dentro de los 100 km de la costa. Fuente: IMARPE.

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*), a principios de agosto se determinó que los cardúmenes del recurso se mantuvieron costeros (dentro de las 30 mn) y con profundidad hasta los 110 m, posiblemente debido a la presencia de anomalías térmicas de hasta $+3^{\circ}\text{ C}$ y $+4^{\circ}\text{ C}$ en la columna de agua, desde la superficie hasta los 100 m (**Figura 29**). Los indicadores reproductivos de la anchoveta peruana del stock norte-centro, mostraron procesos crecientes de maduración gonadal y desove, conforme al patrón histórico (**Figura 30**).

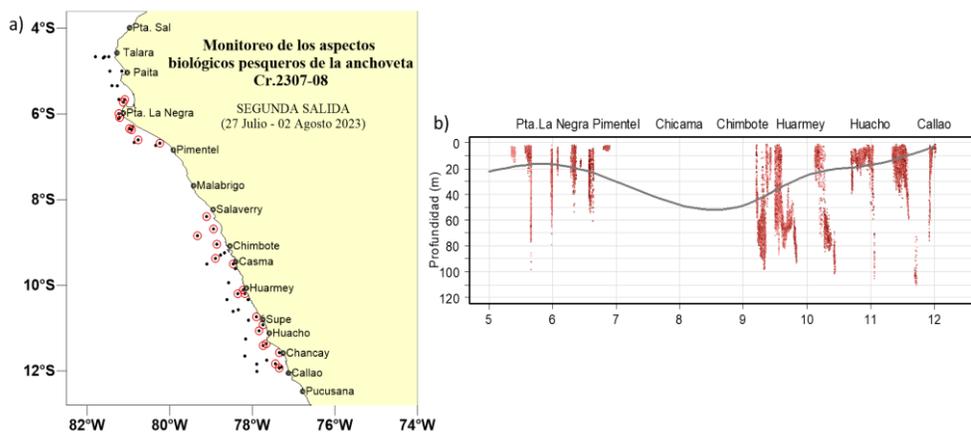


Figura 29. Distribución de anchoveta a) en superficie y b) en la columna vertical.

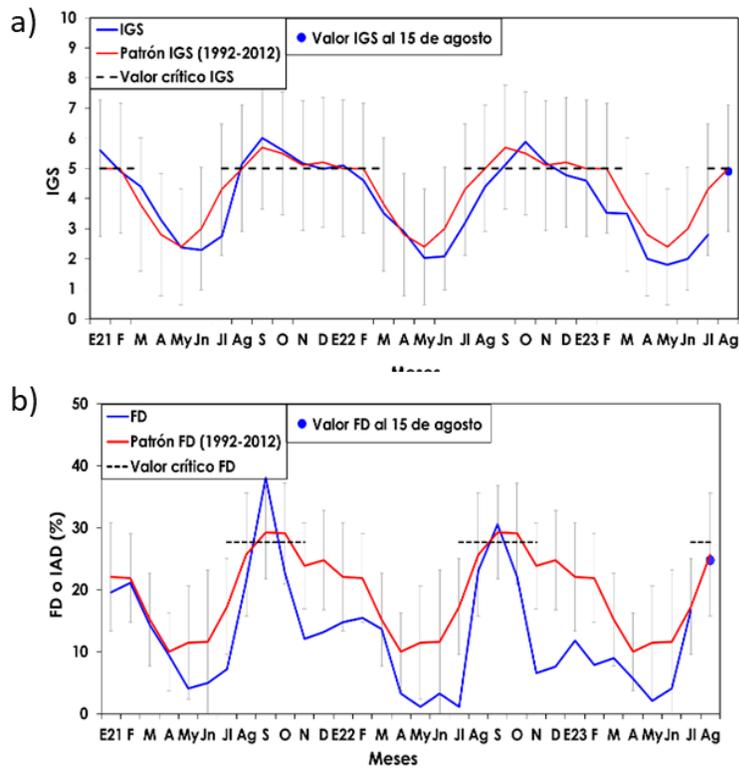


Figura 30. Indicadores reproductivos a) Índice gonadosomático y b) Fracción desovante de la anchoveta. Periodo de enero de 2021 a agosto de 2023.

En el caso de las especies transzonales, estas fueron registradas en la zona costera del mar peruano. El bonito (*Sarda chiliensis chiliensis*) presentó una mayor cobertura, desde Puerto Pizarro (Tumbes) a Los Palos (Ilo), registrándose hasta las 20 mn de la costa; este recurso presentó una importante zona de concentración entre Supe y Pisco, donde las anomalías térmicas presentaron valores alrededor de +2,5 °C. La caballa (*Scomber japonicus peruanus*) presentó dos zonas de mayor abundancia, en el norte, entre Talara y Sechura hasta las 50 mn, zona de frentes térmicos; y entre Salaverry y Huarmey dentro de las 20 mn. El jurel (*Trachurus murphyi*) se registró principalmente en el sur, entre San Juan de Marcona y Atico hasta las 60 mn (**Figura 31**). En cuanto a la condición reproductiva, los recursos jurel, caballa y bonito presentaron un incremento de su actividad reproductiva; siendo la caballa y el jurel los que mostraron importantes procesos de maduración gonadal (**Figura 32**).

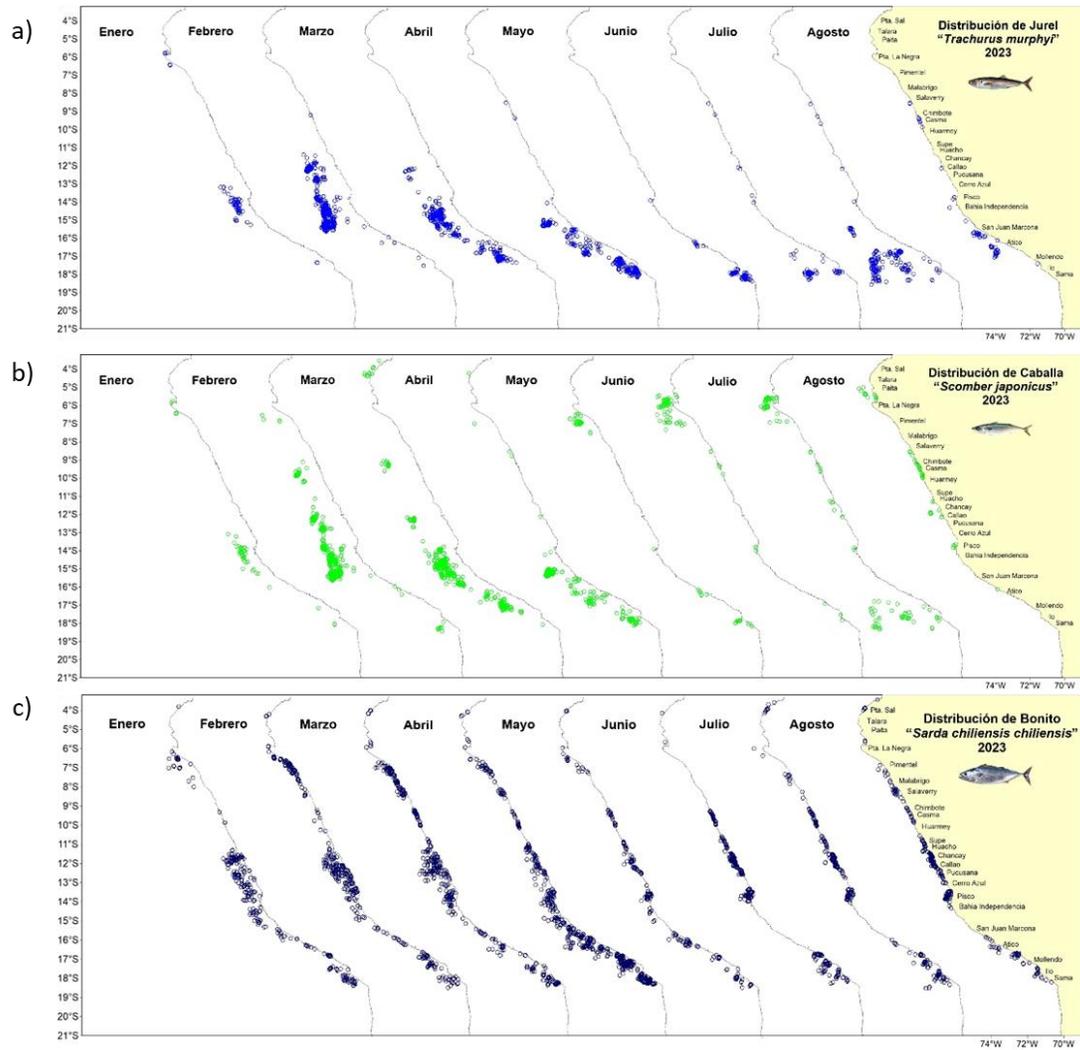


Figura 31. Distribución mensual de a) bonito, b) caballa y c) jurel durante enero - agosto 2023

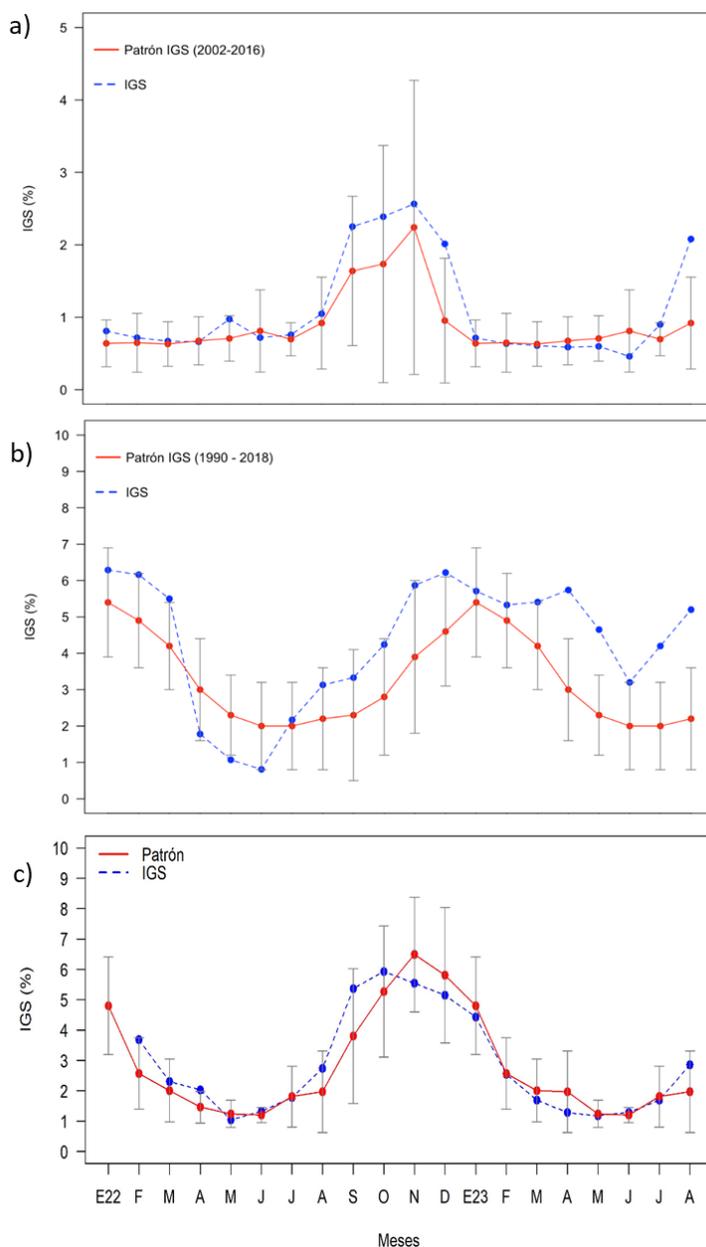


Figura 32. Índice gonadosomático de a) jurel, b) caballa y c) bonito. Periodo de enero de 2022 a agosto de 2023.

Respecto a los recursos demersales, del 01 al 21 de agosto, la actividad de la flota industrial arrastrera se desarrolló en el área comprendida desde el extremo norte del litoral peruano hasta el sur de Punta La Negra. La población de merluza (*Merluccius gayi peruanus*) continuó presentando un núcleo de concentración frente a Puerto Pizarro, donde se estimaron los mayores valores de Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) (**Figura 33**). 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 34**). Por otro lado, se observó un incremento de los individuos de menor tamaño, principalmente entre los 4° S y 6° S (**Figura 35**).

Se observó una disminución de los desembarques de los recursos: calamar gigante (*Dosidicus gigas*), concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) y langostino café (*Penaeus californiensis*); a diferencia del recurso pulpo (*Octopus mimus*), cuyos desembarques se incrementaron respecto al mes precedente. En cuanto al calamar común (*Doryteuthis gahi*) se reportaron desembarques a bajos niveles del 01 al 21 de agosto. El calamar gigante se encontró distribuido entre Talara y Morro Sama, mostrando las mayores concentraciones en la zona norte, entre Punta La Negra y Malabrigo (**Figura 36**).

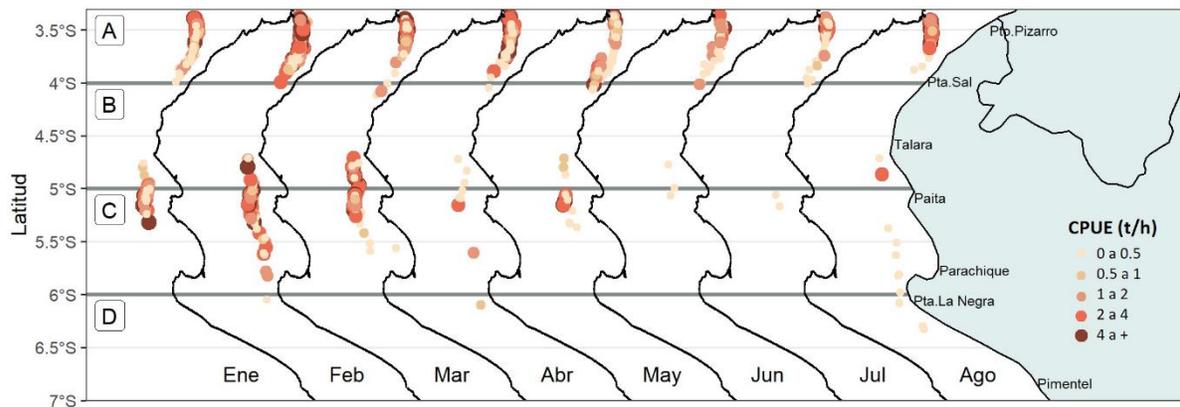


Figura 33. Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE en t/h) por lance de pesca entre los meses de enero a julio y del 1 al 27 de agosto 2023 (de izquierda a derecha) de la flota industrial de arrastre de merluza.

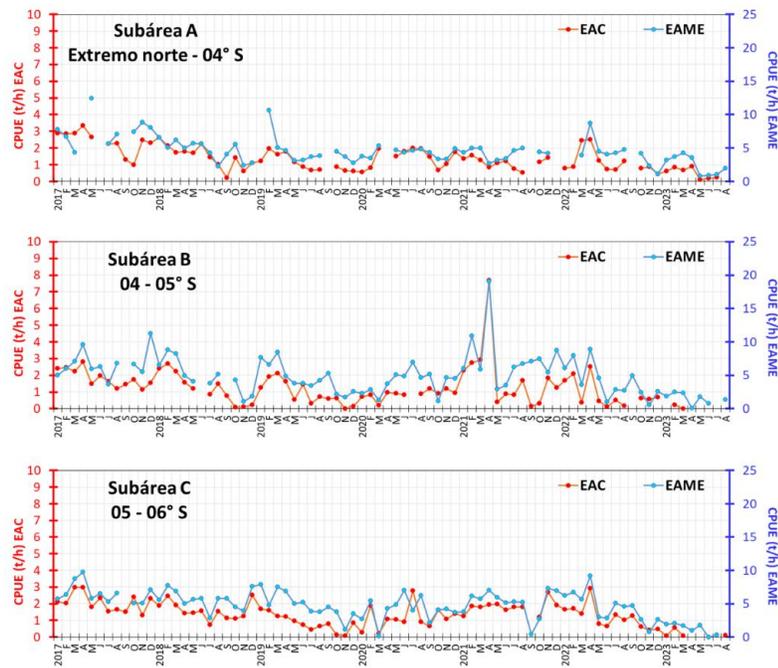


Figura 34. CPUE mensual (t/h) por sub-área de pesca y tipo de embarcación de la flota industrial de arrastre de merluza.

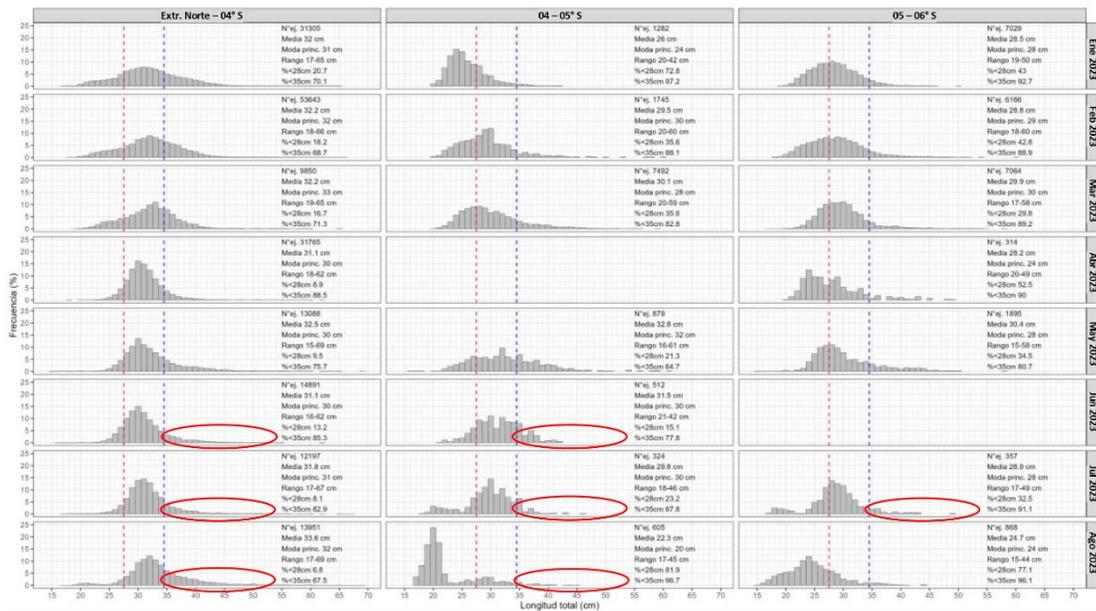


Figura 35. Distribución de tallas de merluza por sub-área (latitud) entre los meses de enero a julio y del 1 al 27 de agosto 2023 (de izquierda a derecha), capturada por la flota industrial de arrastre.

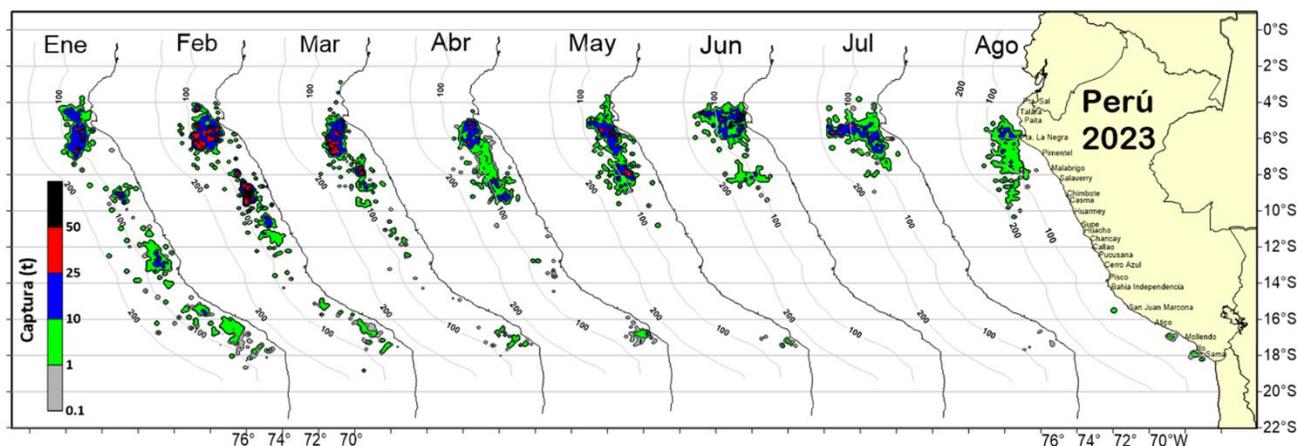


Figura 36. Distribución de la flota artesanal del calamar gigante *Dosidicus gigas*, enero a julio y del 1-21 de agosto 2023.

Durante la primera quincena de agosto se realizó el monitoreo de fauna marina varada en la costa de Piura. Se contabilizó un total de 383 ejemplares varados, de los cuales predominó el grupo de aves con un 49 %, seguido de pinnípedos 38 %, tortugas 10 % y cetáceos 3 %. Las principales especies varadas fueron el lobo marino chusco *Otaria byronia* con un 38,4 %, Pardela gris *Ardenna grisea* (27,7 %), Tortuga verde del Pacífico Este *Chelonia mydas agassizii* (9,1 %), Piquero peruano *Sula variegata* (8,4 %) y Guanay *Phalacrocorax bougainvillii* (6,5 %). Comparando los monitoreos realizados en mayo y agosto en la costa de Piura, la cantidad de ejemplares varados ha disminuido significativamente, sobre todo en el caso de aves. Cabe resaltar que el monitoreo de agosto no abarcó las playas El Ñuro, Órganos y Punta Veleros (zona norte de Piura) (**Figura 37**).

Respecto a la condición de los ejemplares, la mayoría se encontró en estado esquelético y/o momificado (63 %), seguido de en avanzado estado de descomposición (32 %), varado vivo moribundo (3 %) y moderado estado de descomposición (2 %). Debido a esto, no fue posible determinar las probables causas de varamiento en la mayoría de los ejemplares. No obstante, lo descrito podría estar relacionado a las condiciones ambientales que se vienen desarrollando en nuestro litoral. Las condiciones cálidas 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 la anchoveta y otros recursos. Asimismo, se han observado lesiones por anzuelo, trauma con objeto punzocortante entre otros, indicando el aumento del riesgo de interacción con la pesquería. Sin embargo, es importante mencionar que la Influenza aviar (H5N1) continúa afectando a las poblaciones de aves y mamíferos marinos.

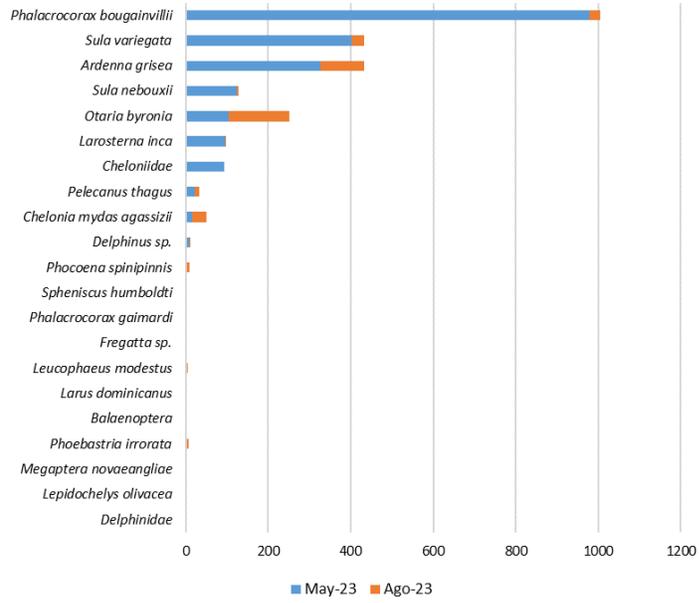


Figura 37. Varamiento por especie durante los monitoreos realizados en Pura en los meses de mayo y agosto 2023

3.4. Condiciones hidrológicas

En lo que va de agosto de 2023, en los ríos de la costa norte, centro y sur predominan caudales de normal a sobre lo normal; por el contrario, en las vertientes del Amazonas y Titicaca, los caudales continuaron registrando valores por debajo de lo normal, a excepción de los ríos Pampas y Apurímac que actualmente registran condiciones normales (Tabla 4).

Tabla 4. Caudales de los principales ríos del al 28 de agosto del 2023

Zona	Ríos	Pentadiarios (m3/s)						Promedio (m3/s)	Anomalía (%)
		Ago-23							
Pacífico Norte	Tumbes	33.1	30.2	34.1	31.1	31.5	27.9	31.3	32.1
	Chira	43.7	35.7	42.8	47.9	39.1	35.0	40.7	26.4
	Piura	8.5	5.8	4.8	4.4	4.1		5.5	2478.4
	Motupe	0.6	0.6	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	39.7
	La Leche	0.8	0.8	0.9	1.2	0.8	0.6	0.9	-34.3
	Chancay Lambayeque	8.8	7.8	10.4	9.4	7.2	6.7	8.4	29.6
	Zaña	3.4	2.4	2.4	2.7	2.2	2.0	2.5	16.4
	Jequetepeque	3.6	2.9	2.7	3.6	2.7	2.6	3.0	26.1
	Chicama	10.8	10.3	9.0	6.8	6.7		8.7	246.5
	Santa	47.4	46.6	46.6	45.9	44.8	46.1	46.2	8.8
Pacífico Centro	Pativilca	13.7	13.0	18.2	18.5	18.1	17.2	16.4	4.2
	Huaura	7.6	7.6	7.3	7.4	7.3	8.4	7.6	18.2
	Huaral	1.3	1.2	1.4	2.6	2.4	2.4	1.9	-58.2
	Chillon	1.5	1.2	1.3	1.6	1.7	1.8	1.5	-2.5
	Rímac	17.0	15.2	15.9	16.4	15.8	16.1	16.1	7.1
	Mala	2.6	2.9	2.9	2.6	1.9	1.8	2.4	28.2
	Cañete	13.7	13.1	12.0	13.7	20.0	21.7	15.7	29.9
Pisco	3.9	4.2	4.0	4.2	4.2	3.7	4.0	66.5	
Pacífico Sur	Acarí	0.9	0.9	0.9	0.8	0.6	0.6	0.8	-57.3
	Yauca	0.7	0.6	0.7	0.6	0.4		0.6	97.8
	Ocoña	36.8	36.4	35.8	34.8	34.1	33.7	35.3	-14.5
	Camana	30.2	30.0	29.0	25.6			28.7	-11.7
	Chili	7.2	7.3	7.3	7.0	7.4	7.4	7.3	-2.0
	Locumba	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4		2.4	-8.0
	Sama	0.9	0.7	0.7	0.7	0.7		0.7	-8.9
	Caplina	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	-9.6
Titicaca	Huancane	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.0	1.1	-54.8
	Ramis	5.2	6.7	7.1	6.9	6.6	6.5	6.5	-39.4
	Ilave	5.9	5.6	5.4	5.4	5.3	5.3	5.5	-19.5
	Coata	4.5	3.2	2.8	2.3	2.4	2.5	3.0	-26.2
Marañón	Marañón (Coral Quemado)	113.9	111.4	115.4	114.7	109.7	109.2	112.4	-30.8
	Marañón (Cumba)	137.0	129.2	132.6	128.3	118.7		129.1	-13.1
	Crisnejas (Puente)	3.318	1.988	2.008	2.05	1.805	1.8	2.2	-48.5
	Crisnejas (Jesus Tunel)	0.2	0.1	0.1	0.3	0.2	0.1	0.1	-33.0
Huallaga	Huallaga (Huayabamba)	207.8	172.0	426.4	291.2	144.5	112.1	225.7	-27.5
	Sisa	7.7	6.2	11.9	8.7	6.3	5.6	7.7	-22.1
	Huallaga (Tingo Maria) Nivel m	0.6	0.6	0.8	0.6	0.5	0.4	0.6	-43.1
	Huallaga (Taruca)	16.2	15.7	16.8	16.5	14.4	14.4	15.7	-16.3
Mantaro	Mantaro (Pongor)	99.0	115.2	92.4	82.8	84.0	83.3	92.8	-10.3
	Mantaro (La Mejorada)	94.5	88.4	85.2	78.7	77.6	78.8	83.9	-10.9
	Mantaro (Stuart)	42.6	37.1	35.2	32.1	31.6	30.1	34.8	-32.5
	Mantaro (Chulec)	44.8	36.5	34.2	29.9	27.5	25.1	33.0	-12.3
Pampas	Pampas	61.0	58.4	56.4	54.1	51.7	50.3	55.3	26.6
Apurímac	Apurímac	80.1	78.4	78.0	77.3	75.8	75.8	77.6	2.0
Urubamba	Urubamba (Km 105)	32.1	31.6	31.3	29.9	28.3	27.9	30.2	-12.1
	Paucartambo	5.8	5.4	5.3	4.4			5.2	-75.6
	Pisac	22.8	21.8	22.9	21.3			22.2	-17.2
Ríos Navegables	Madre de Dios	3013.8	2089.4	1472.8	1976.1	1085.0	1198.1	1805.9	7.2
	Ucayali (msnm)	138.61	138.2922	138.1682	138.7546	138.2052	137.8105	138.3	-0.4
	Amazonas (msnm)	111.5	111.5	110.9	110.8	111.2	110.7	111.1	-0.8

Los principales embalses del país, al 28 de agosto, se encuentran al 68,4 % de la capacidad hidráulica nacional; cabe mencionar que en la gran mayoría de los embalses se observó una tendencia descendente, provocando la disminución de las reservas para afrontar el siguiente año hidrológico 2023-2024, a excepción del embalse Jarumas que continúa con valores muy cercanos al 100% de su capacidad y, también, de Choclococha que aún tienen una tendencia ascendente de llenado del embalse. 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 28 agosto del 2023

Zona	Reservorio	Fecha Reporte	Departamento de Influencia	Capacidad Hidráulica (hm ³)		Capacidad Hidráulica Almacenada (%)
				Útil	Almacenada	
Costa - Norte	Poechos	28-Ago	Piura	445.5	388.6	87.2
	San Lorenzo	28-Ago	Piura	195.6	153.6	78.5
	Tinajones	28-Ago	Lambayeque	331.6	269.2	81.2
	Gallito Ciego	28-Ago	La Libertad	366.1	315.6	86.2
	SUB TOTAL			1338.7	1127.0	84.2
Costa - Centro	Viconga	28-Ago	Lima	30.0	13.1	43.7
	Sistema Rímac	15-Ago	Lima, Junin	282.4	179.8	63.7
	Choclococha	28-Ago	Ica	131.1	115.3	87.9
	Ccaracochoa	28-Ago	Ica	40.0	21.7	54.3
	SUB TOTAL			483.5	329.9	68.2
Costa - Sur	Condorama	28-Ago	Arequipa	259.0	212.3	82.0
	El Pañe	28-Ago	Arequipa	99.6	60.5	60.7
	Dique Los Españoles	28-Ago	Arequipa	9.1	3.3	36.3
	Pillones	28-Ago	Arequipa	78.5	32.4	41.3
	El Frayle	28-Ago	Arequipa	127.2	64.5	50.7
	Aguada Blanca	28-Ago	Arequipa	30.4	14.5	47.7
	Chalhuanca	28-Ago	Arequipa	25.0	23.5	94.0
	Bamputañe	28-Ago	Arequipa	40.0	19.7	49.3
	Pasto Grande	28-Ago	Moquegua	200.0	140.9	70.5
	Paucarani	28-Ago	Tacna	10.5	3.3	31.0
	Laguna Aricota	28-Ago	Tacna	280.0	191.1	68.3
	Jarumas	28-Ago	Tacna	13.0	12.9	99.2
	SUB TOTAL			1172.4	778.9	66.4
Sierra - Centro	Cuchoquesera	28-Ago	Ayacucho	80.0	48.9	61.1
	Lago Junin	28-Ago	Junin	441.0	145.9	33.1
	SUB TOTAL			521.0	194.8	37.4
Sierra - Sur	Lagunillas	28-Ago	Puno	585.1	413.5	70.7
	Sibinacocha	28-Ago	Cusco	110.0	37.2	33.8
	SUB TOTAL			695.1	450.7	64.8
Situación Nacional				4210.7	2881.3	68.4

3.5. Condiciones agrometeorológicas

En el departamento de Piura, las temperaturas cálidas vienen favoreciendo la fase de fructificación del mango Edward y Criollo; mientras que las plantaciones de la variedad Kent continuaron con una floración escasa. Asimismo, en las zonas productoras de Lambayeque, se observó plantaciones de mango Kent con una floración escasa, como consecuencia de las condiciones térmicas cálidas reportadas. En la costa central, la floración de la fresa “Sabrina” (variedad de día corto) continuó inferior a lo logrado durante la campaña anterior; en tanto que, en la costa sur, en la localidad La Yarada (Tacna), se observaron olivares con poca floración, debido a la prevalencia de días y noches cálidas (**Figura 38**).

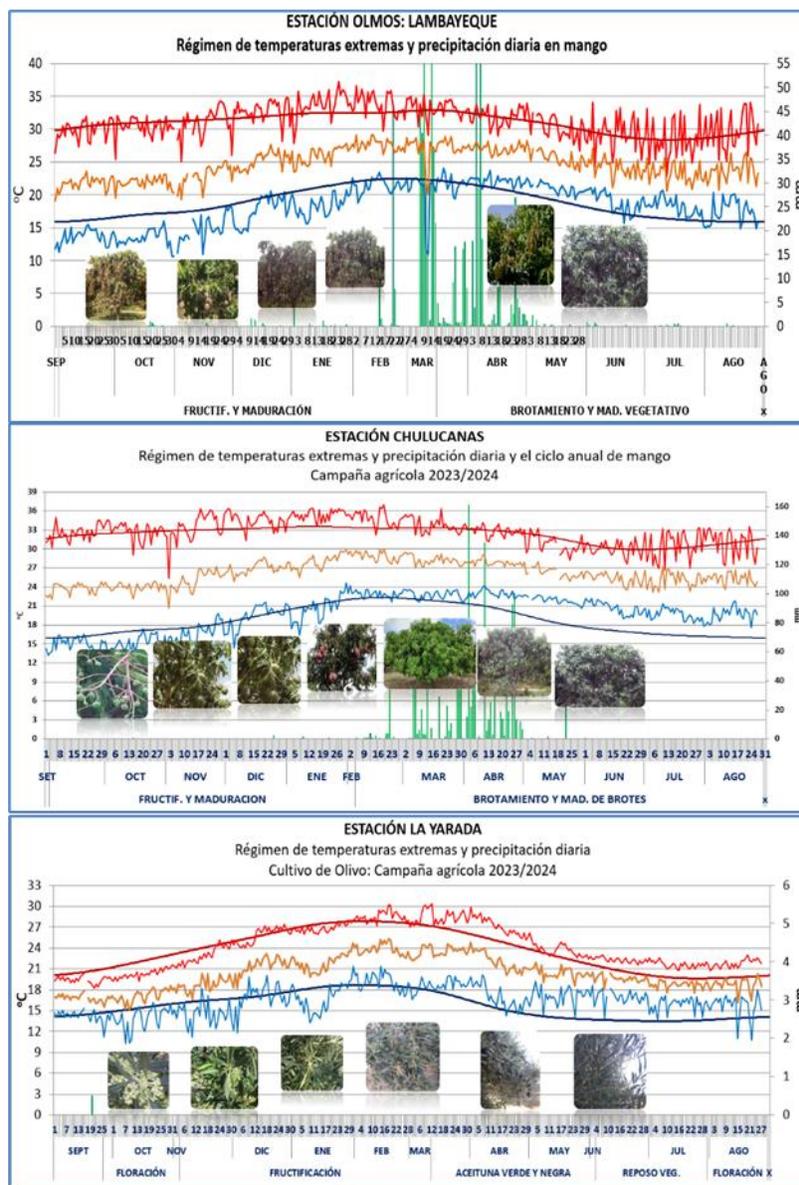


Figura 38. Monitoreo agrometeorológico del mango y el olivo campañas agrícolas 2023/2024 en las estaciones de Olmos, Chulucanas y La Yarada. Fuente: SENAMHI.

IV. PERSPECTIVAS

El promedio de los pronósticos de los modelos climáticos del NMME (CFSv2, CanCM4i-IC3, GEM5-NEMO, NASA-GEOS5, GFDL_SPEAR y COLA-RSMAS-CCSM4), con condiciones iniciales de agosto de 2023, para el Pacífico central (Niño 3.4), indica la condición cálida fuerte entre setiembre y febrero, mientras que de marzo a mayo de 2024 el promedio señala condiciones de cálidas moderadas a débiles. Finalmente, para junio se espera una condición neutra (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

Los últimos resultados del modelo CFSv2, en promedio, indican, en promedio, condiciones cálidas moderadas hasta setiembre y cálidas fuertes desde octubre a febrero de 2024. Entre marzo y abril los resultados indican condiciones cálidas moderadas, en promedio (**Figura 39**).

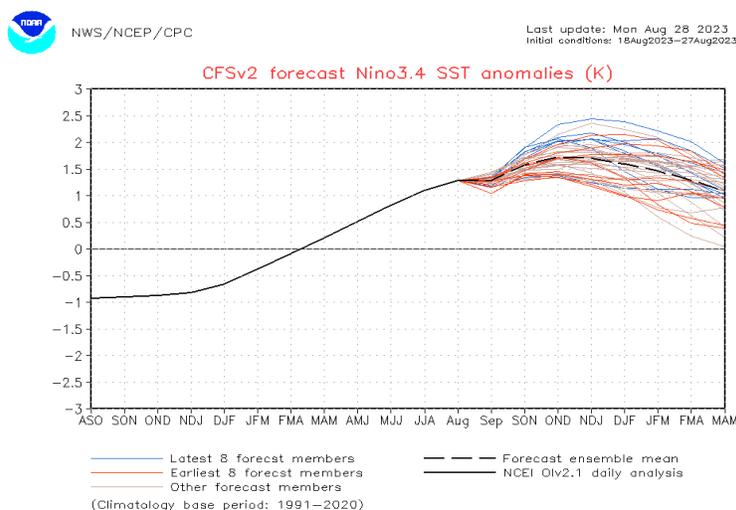


Figura 39. Pronóstico de la media móvil de la anomalía de TSM del modelo CFSv2, para la región Niño 3.4

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

Los recientes resultados del modelo CFSv2, en promedio, indican condiciones cálidas fuertes hasta el mes de setiembre, y condiciones cálidas moderadas entre los meses de octubre y abril de 2024 (Figura 40).

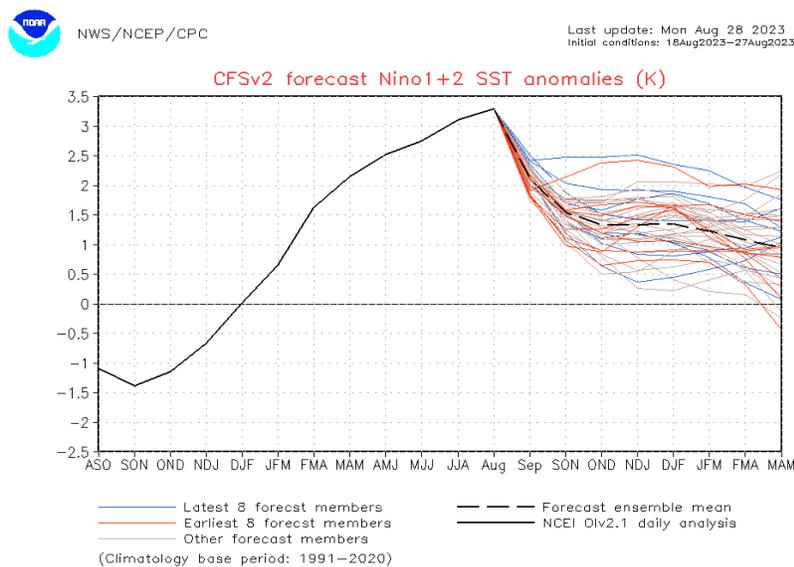


Figura 40. Pronóstico de la media móvil de la anomalía de TSM del modelo CFSv2, para la región Niño 1+2

Analizando los datos observados y sus proyecciones (**Figura 3b** y **Figura 4a**), se espera que la onda Kelvin fría continúe influyendo en la disminución de la temperatura del mar peruano, principalmente, por debajo de la superficie, en los siguientes días (**Figura 21**). Luego se espera el arribo de una onda Kelvin cálida.

Según los modelos de ondas forzados con anomalías iguales a cero para el pronóstico, se espera el arribo a la costa peruana de ondas de Kelvin cálidas débiles en setiembre y noviembre (**Figura 41**). Por otro lado, los resultados del modelo de ondas, forzado con pronósticos de vientos de CFSv2 hasta 41 días, realizados el 26 de agosto, indican que se tendría una mayor presencia de ondas de Kelvin frías hasta la tercera semana de octubre y luego se espera la llegada de ondas de Kelvin cálida muy intensas (**Figura 42**).

Según las simulaciones realizadas por IMARPE, se espera la llegada de tres ondas Kelvin cálidas entre setiembre y octubre. Para inicios de setiembre se espera la llegada de una onda Kelvin cálida (modo 2), generada debido a la persistencia de las anomalías de vientos del oeste en el Pacífico ecuatorial occidental en mayo. Más adelante en setiembre, se espera la llegada de una onda Kelvin cálida (modo 1), generada debido a la persistencia de las anomalías de vientos del oeste en el Pacífico ecuatorial oriental en agosto. Finalmente, para octubre, se espera la llegada de otra onda Kelvin cálida (modo 2), que ha sido generada debido a la contribución conjunta de la reflexión de una onda Rossby cálida en el Pacífico ecuatorial occidental entre junio y julio y las anomalías de vientos del oeste en el Pacífico ecuatorial occidental ocurridas entre julio y agosto (**Figura 43**).

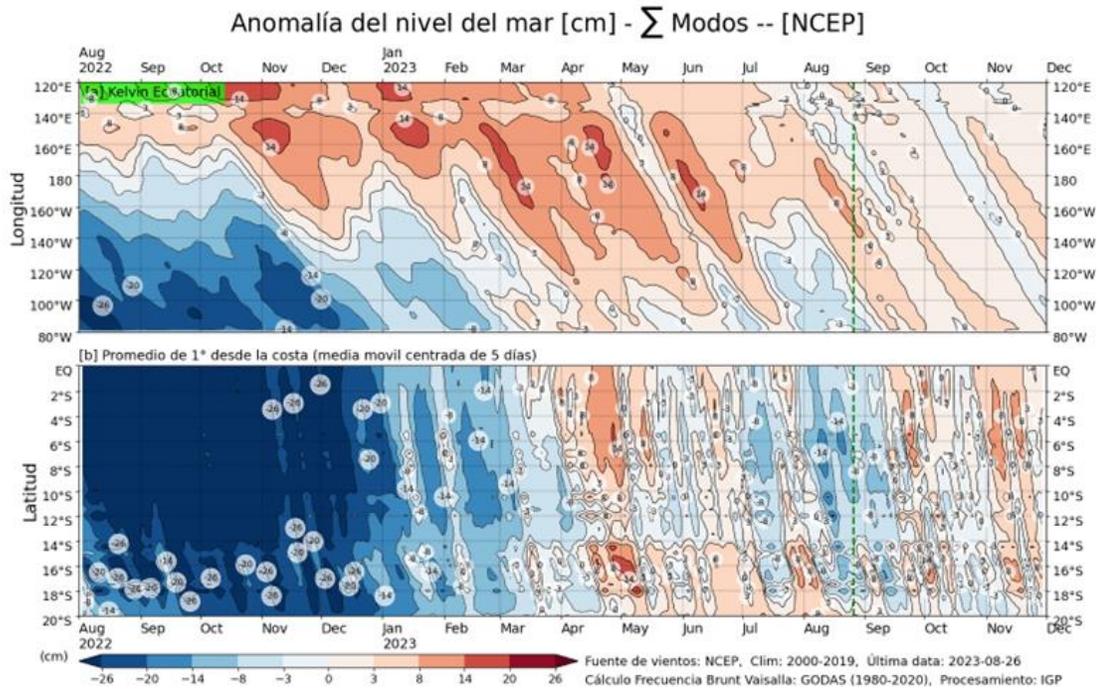


Figura 41. Anomalia del nivel del mar (en cm) para la sumatoria de los modos (modo 1, 2 y 3) simulado a partir del Modelo Oceánico Multimodal (MOMM-IGP; Urbina y Mosquera, 2020) en la franja ecuatorial (superior) y costera (inferior), La línea verde representa el inicio del pronóstico, el modelo fue forzado con la fuente de datos de viento denominada NCEP. Fuente: IGP

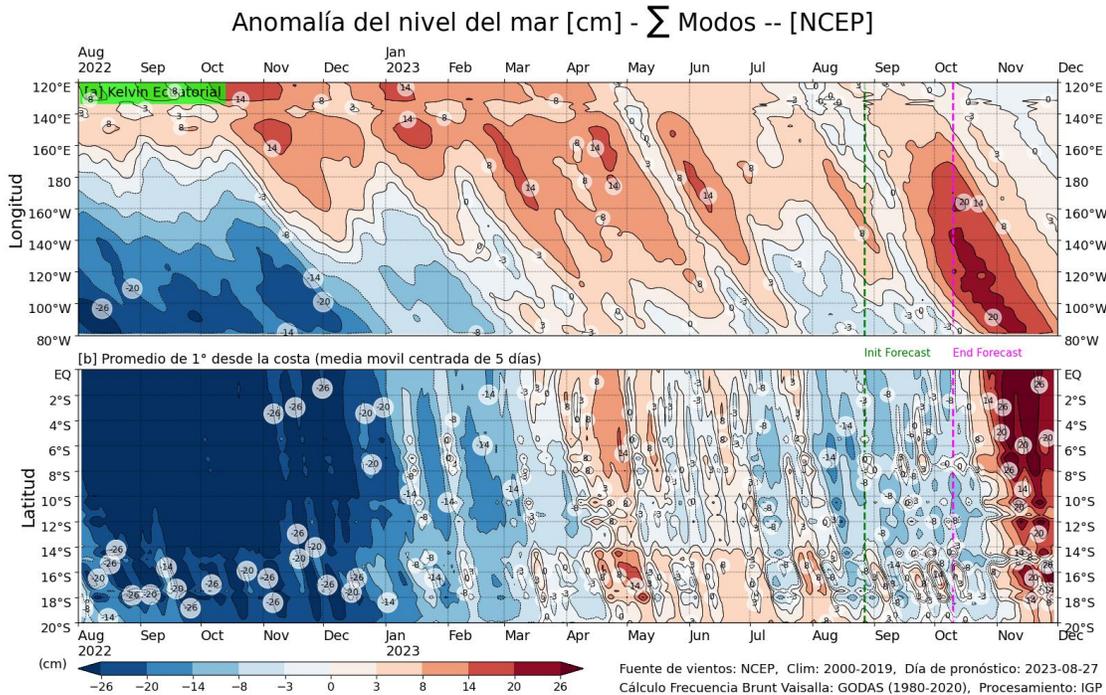


Figura 42. Igual que la Figura 41, pero para el pronóstico de los siguientes 41 días (entre la línea vertical verde y rosada) se usa la información de anomalías de vientos del modelo atmosférico CFSv2. Luego de la línea rosada, los vientos usados para el pronóstico fueron iguales a cero. Fuente: IGP.

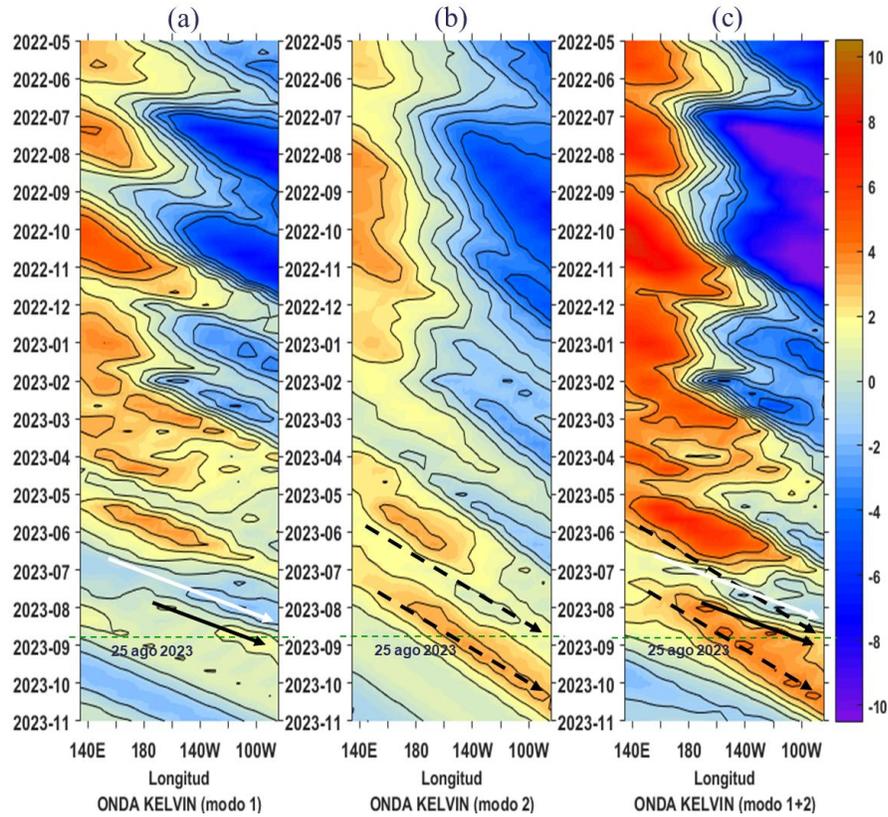


Figura 43. Diagrama Hovmöller longitud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacífico ecuatorial (0°N): (a) Modo 1 (flechas con líneas continuas), (b) Modo 2 (flechas con líneas discontinuas), (c) Modos 1+2. Se presentan las ondas de hundimiento “cálidas” (flechas negras), y las ondas de afloramiento “frías” (flechas blancas). La línea discontinua horizontal, en verde, indica el inicio del pronóstico con el forzante de vientos climatológico. Fuente: IMARPE, forzado con anomalías del esfuerzo de vientos de NCEP. Procesamiento: LMOECC/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

De acuerdo 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, mayor probabilidad de condiciones entre cálida moderada y cálida fuerte, hasta enero de 2024 (Tabla 8 y **Figura 44**). Para el verano 2023-2024, el evento alcanzaría la magnitud cálida moderada (Tabla 10).

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

Pacífico central	Setiembre (%)	Octubre (%)	Noviembre (%)	Diciembre (%)	Enero (%)
Fría fuerte	0	0	0	0	0
Fría moderada	0	0	0	0	0
Fría débil	0	0	0	0	0
Neutro	0	0	0	0	1
Cálida débil	14	10	7	6	10
Cálida moderado	70	72	70	65	68
Cálida fuerte	16	18	22	27	20
Cálida muy fuerte	0	0	1	2	1

Para la región Niño 1+2, se estima una mayor probabilidad de condiciones cálidas fuertes hasta enero de 2024, (Tabla 9 y Figura 48). Finalmente, para el verano 2023-2024 la mayor probabilidad corresponde a El Niño de magnitud moderada (Tabla 11).

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

Pacífico oriental	Setiembre (%)	Octubre (%)	Noviembre (%)	Diciembre (%)	Enero (%)
Fría fuerte	0	0	0	0	0
Fría moderada	0	0	0	0	0
Fría débil	0	0	0	0	0
Neutro	0	0	0	1	3
Cálida débil	0	0	2	6	8
Cálida moderado	12	12	25	35	43
Cálida fuerte	73	74	65	55	45
Cálida extraordinario	15	14	8	3	1

PROBABILIDADES MENSUALES DE LAS CONDICIONES CALIDAS, FRIAS Y NEUTRAS

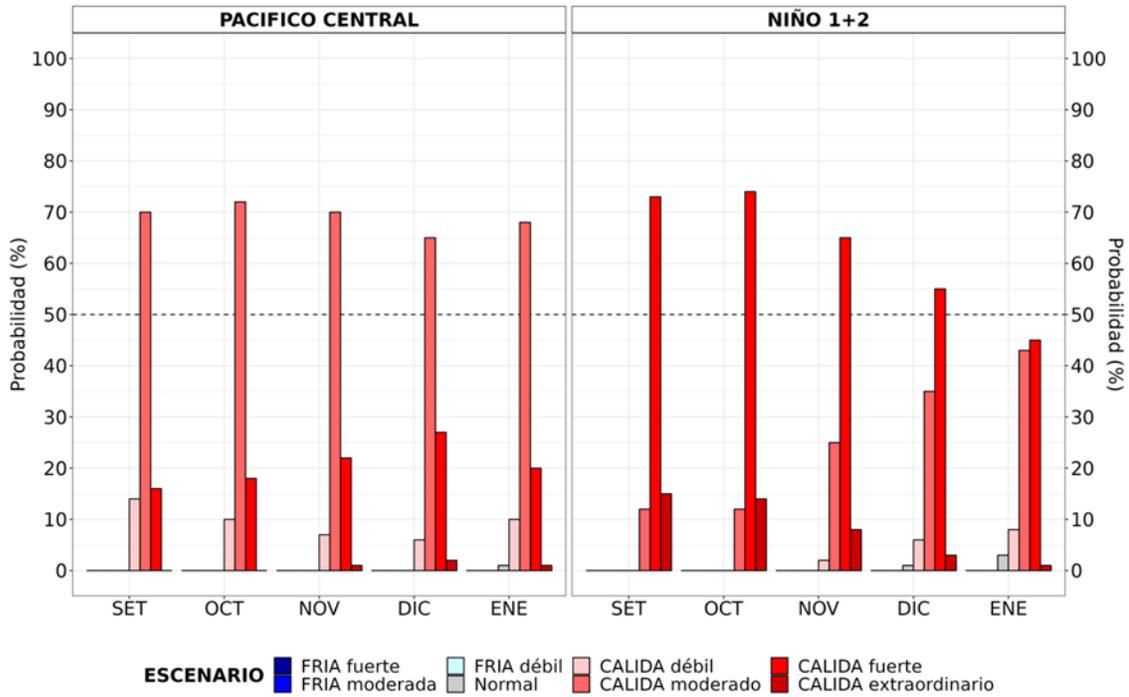


Figura 44. Probabilidades mensuales estimadas para condiciones cálidas, neutras y frías en el Pacífico central (región Niño 3.4, izquierda) y en el extremo del Pacífico oriental (región Niño 1+2, frente a la costa de Perú, derecha) entre setiembre y enero 2024.

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	1
El Niño Débil	25
El Niño Moderado	56
El Niño Fuerte	18
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	0
Neutro	1
El Niño Débil	15
El Niño Moderado	58
El Niño Fuerte	25
El Niño Extraordinario	1

Según el pronóstico setiembre-noviembre de 2023⁵, se esperan temperaturas del aire por encima de lo normal a lo largo de la costa y lluvias encima de lo normal en la costa norte y sierra norte. Para el verano de 2024, bajo el escenario de El Niño costero, es probable la ocurrencia de lluvias por encima de lo normal, sin descartar lluvias intensas principalmente en la costa norte. Por otro lado, considerando el escenario de El Niño en el Pacífico central son probables lluvias bajo lo normal en la zona andina, especialmente en el sur⁶.

Entre setiembre y diciembre, los caudales y niveles de los principales ríos del país presentarían valores entre bajo lo normal y normal; mientras que en la zona norte es probable que se presenten caudales encima de lo normal a fines de año.

⁵ Pronóstico estacional setiembre-noviembre 2023: <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02262SENA-38.pdf>

⁶ Escenario probabilístico de lluvias-verano 2024: <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02261SENA-10.pdf>

Los caudales de los principales ríos afluentes del lago Titicaca presentarían un comportamiento por debajo lo normal⁷. Para el verano de 2024, podrían presentarse crecidas en los ríos de la costa norte, principalmente. Por otro lado, es probable que continúen las condiciones hidrológicas deficitarias en la zona sur, especialmente en la región hidrográfica del Titicaca⁸.

En cuanto a los recursos pesqueros pelágicos, para las próximas semanas, se espera que la anchoveta amplíe su distribución hacia el oeste y que se encuentre más superficial respecto a lo observado en julio, en la zona norte-centro. Asimismo, se espera que se mantengan los procesos de maduración y desove. En cuanto al bonito y otros recursos transzonales, continuarían disponibles y accesibles frente al litoral peruano.

Respecto a los recursos demersales, en las siguientes semanas, continuarán los desembarques bajos de la merluza, debido a los cambios en su distribución. Asimismo, se espera que continúe la disponibilidad de la pota y la permanencia de especies indicadoras de aguas cálidas en la zona costera.

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 con magnitud moderada.

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 enero de 2024. Para el verano de 2024, las magnitudes más probables de El Niño costero son moderada (58 %) y fuerte (25 %).

Por otro lado, en el Pacífico central (región Niño 3.4) es más probable que el calentamiento anómalo del mar continúe aumentando dentro de la condición moderada hasta enero de 2024, como parte del desarrollo de El Niño en dicha región. Para el verano de 2024, las magnitudes más probables para El Niño en el Pacífico central son moderada (56%) y débil (25 %).

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.

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)
- Domínguez, N., Asto, C. y Gutiérrez, D. 2023. Climatología termohalina frente a las costas del Perú. Período: 1991 – 2020. *Inf Inst Mar Perú*, 50(1), 19-35
- ENFEN. (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>
- Pietri, A., Colas, F., Mogollon, R. et al. 2021. Marine heatwaves in the Humboldt current system: from 5-day localized warming to year-long El Niños. *Sci Rep* 11, 21172. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-00340-4>Takahashi et al., 2014
- Quispe, J. y L. Vásquez, 2015. Índice “LABCOS” para la caracterización de evento El Niño y La Niña frente a la costa del Perú, 1976-2015. En: Boletín Trimestral Oceanográfico, Volumen 1, Números 1-4, pp.: 14-18.
- Quispe Ccallauri, C, J. Tam, H. Demarcq, C. Romero, D. Espinoza, A. Chamorro, J. Ramos, R. Oliveros, 2016. El Índice Térmico Costero Peruano. En: Boletín Trimestral Oceanográfico, Volumen 2, Número 1, pp: 7-11.
- Quispe, C., Tam, J., Arrellano, C., Chamorro, A., Espinoza, D., Romero, C., & Ramos, J. (2017). Desarrollo y aplicación de índices y simulaciones para la vigilancia y el pronóstico a mediano plazo del impacto del ENOS frente a la costa peruana. *Instituto del Mar del Perú - IMARPE*. <https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/3149>
- 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,

