

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



AÑO 9 N° 08

INFORME TÉCNICO ENFEN

JUNIO 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)

Ing. 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° 8, junio de 2023, 58 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: 16 de junio de 2023



Diagnóstico Climático y Previsión de El Niño-Oscilación del Sur en el Perú hasta el 15 de junio 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 HASTA EL 15 DE JUNIO 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 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 HASTA EL 15 DE JUNIO DE 2023

3.1. Condiciones océano atmosféricas en el Pacífico tropical

La anomalía de TSM exhibió una tendencia al incremento en toda la región del Pacífico ecuatorial durante mayo y en lo que va de junio; manifestándose como un mes normal en mayo, pero cálido en estas dos primeras semanas de junio en la región occidental-central. En la región oriental durante mayo y en estas primeras semanas de junio, las condiciones cálidas son evidentes, con anomalías de TSM promedio de 0.75 °C (Figura 1 y Figura 2, Tabla 1). Según los datos del OISST, en la región Niño 4 la anomalía varió durante la última semana de mayo y la primera de junio de 0,6 a 0,7 °C; en Niño 3.4, de 0,8 a 0,9 °C; en Niño 3, de 1,1 a 1,2°C y en Niño 1+2, de 2,3 a 2,6 °C (Tabla 2).

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

TSM-ATSM Mensual 2021-2022 (ERSSTv5)								
R. Niño	Niño 1+2		Niño 3		Niño 3.4		Niño 4	
Dic. 22	22.35	-0.46	24.41	-0.82	25.75	-0.85	27.70	-0.84
Ene.	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.	28.16	2.62	28.05	0.47	27.96	0.14	28.75	0.12
May. 23	26.64	2.23	28.03	0.78	28.33	0.40	29.17	0.25

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

TSM – ATSM Semanal 2022 (OISST.v2)								
R. Niño	Niño 1+2		Niño 3		Niño 3.4		Niño 4	
10-May-23	27.0	2.4	28.2	0.9	28.3	0.5	29.0	0.2
17-May-23	26.2	1.7	28.0	0.9	28.4	0.5	29.1	0.3
24-May-23	26.1	2.0	27.9	0.8	28.2	0.4	29.2	0.4
31-May-23	26.1	2.3	28.0	1.1	28.6	0.8	29.4	0.6
07-Jun-23	26.1	2.6	28.0	1.2	28.7	0.9	29.5	0.7

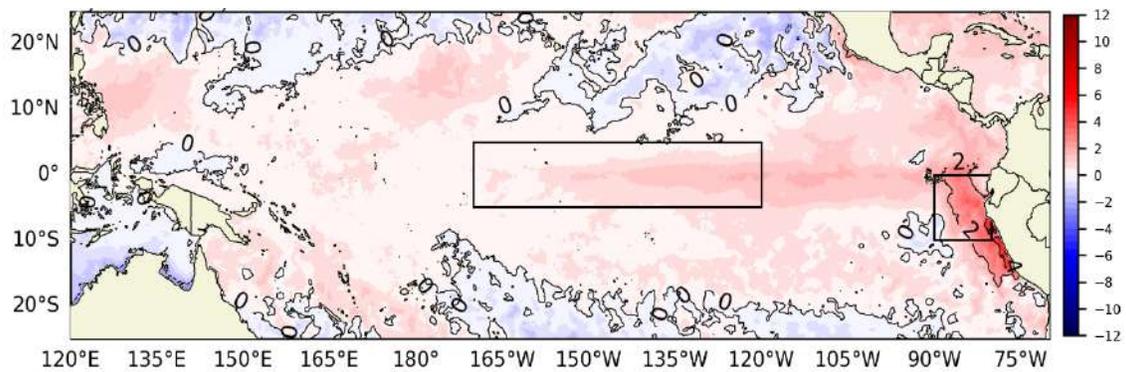


Figura 1. Promedio de las anomalías de la TSM en el Pacífico del 16 al 31 de mayo 2023.
Fuente: OSTIA. Procesamiento: DIHIDRONAV.

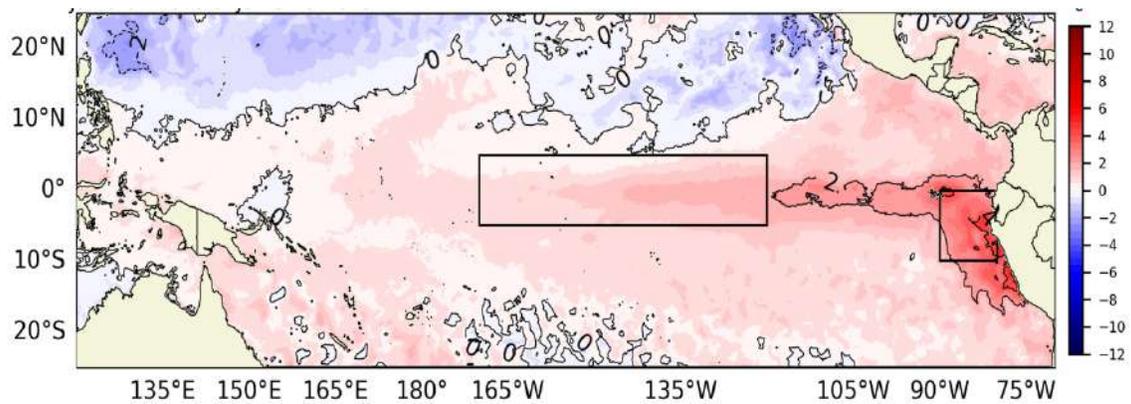


Figura 2. Promedio de las anomalías de la TSM en el Pacífico del 01 al 13 de junio 2023.
Fuente: OSTIA. Procesamiento: DIHIDRONAV.

El valor del Índice Costero El Niño (ICEN) de abril y el ICEN temporal (ICEN- tmp) de mayo se ubican dentro de la condición cálida fuerte. Por otro lado, los valores del ONI de abril y su temporal (ONItmp) de mayo corresponden a condiciones neutras (Tabla 3)

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

Valores del índice Costero El Niño			ONI	
Mes	ICEN	Categoría	ONI	Categoría
may-22	-1,36	Fría Moderada	-1,00	Fría Moderada
jun-22	-1,36	Fría Moderada	-0,85	Fría Débil
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
Mes	ICENtmp	Mes	ONItmp	Mes
may-23	2,51	Cálida Fuerte	0,48	Neutro

Fuente: IGP

Según la información *in situ* y remota de la zona ecuatorial del Pacífico y la de los modelos de ondas, se observa principalmente la presencia de ondas Kelvin cálidas. Un paquete de estas ondas se localiza en la zona oriental del Pacífico; mientras que alrededor de 160°E se observa una señal de otro paquete de ondas de Kelvin cálidas (Figura 3).

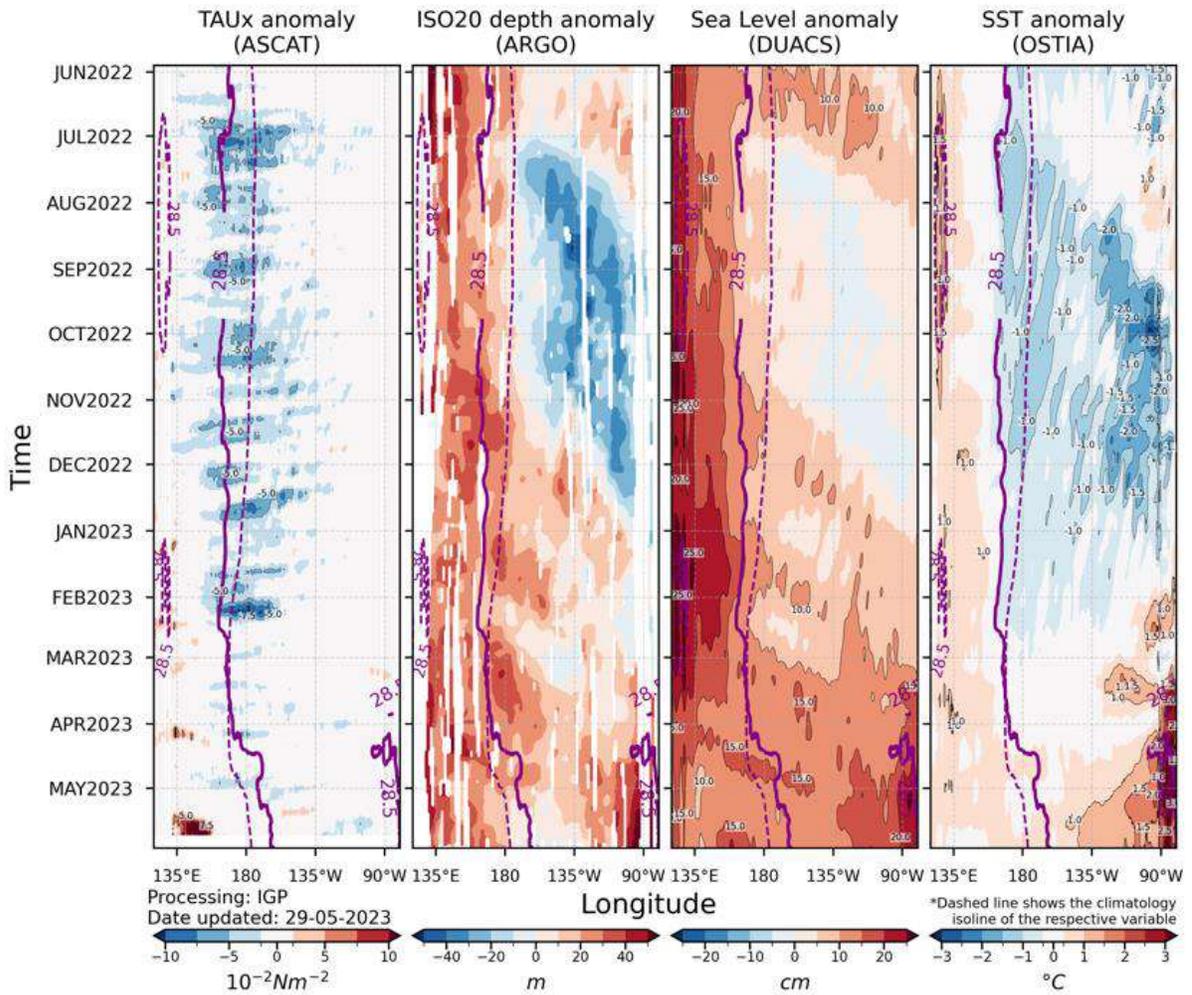


Figura 3. Diagrama Hovmöller: a) anomalía de esfuerzo de viento Fuente: ASCAT, b) anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C Fuente: ARGO, c) anomalía del nivel del mar diario (cm) Fuente: DUACS, y d) anomalía de temperatura superficial del mar (°C) Fuente: OSTIA. Elaboración: IGP

En el Pacífico ecuatorial, en promedio durante mayo, se observó una zona de baja presión en el Pacífico centro oriental y otra zona de altas presiones entre el océano Índico y Australia, distribución característica de condiciones El Niño (Figura 4d); dadas estas condiciones el SOI registró un valor negativo de $-18,5^3$. Asimismo, la región subsidente de la circulación de Walker se ubicó alrededor de los 120°E mientras que la región ascendente alrededor de los 150°E ; hacia la línea de cambio de fecha predominaron condiciones normales (Figura 4c). En niveles bajos de la tropósfera (850 hPa), asociado a la subsidencia de la circulación de Walker y al desarrollo del tifón Mawar se observó anomalías de viento del oeste entre los 120°E y 170°E (Figura 1b); asimismo, la subsidencia en niveles altos de la tropósfera (200 hPa) estuvo localizada alrededor de los 120°E (Figura 1a).

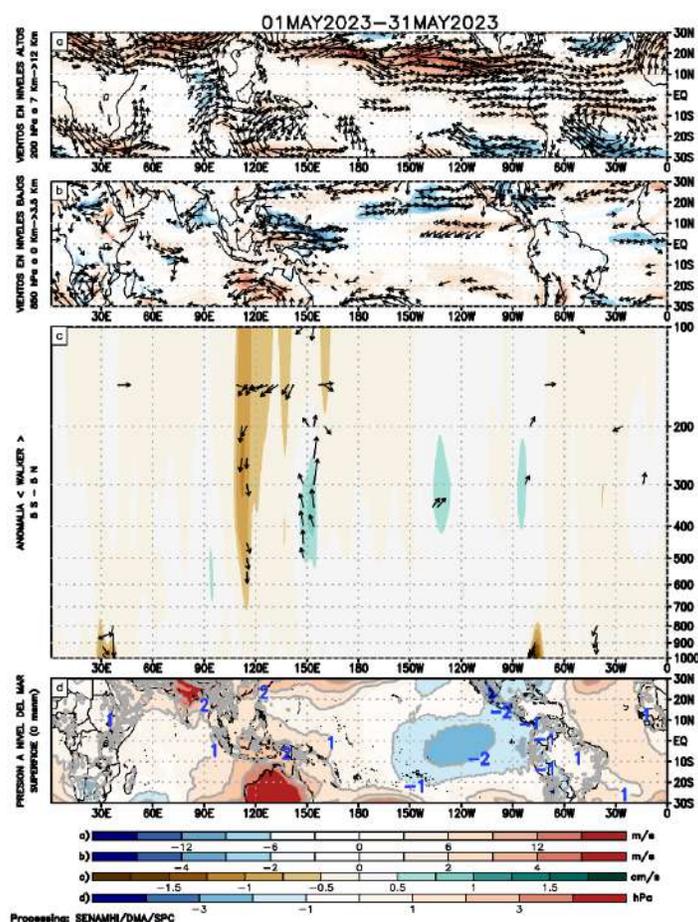


Figura 4. Análisis de la circulación atmosférica (Walker) para mayo de 2023, (a) Anomalías de los vientos (colores) y su dirección (flechas) en niveles altos (200 hPa) y (b) bajos (850 hPa) de la atmósfera; c) Patrón anómalo de la circulación atmosférica ecuatorial (Walker), (d) Anomalías de presión a nivel del mar. Fuente: GFS.

Procesamiento: Senamhi

Entre la última semana de mayo y primera de junio, en niveles bajos de la tropósfera (1000-850 hPa), se observó el desarrollo de un pulso de anomalías de vientos del oeste en el Pacífico centro-oriental, cuyo núcleo se localizó alrededor de los 140°W

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

(Figura 5a y b). Actualmente se observan anomalías de vientos del este en el Pacífico central y oriental. De acuerdo con las proyecciones del modelo Global Forecast System (GFS) se prevé la persistencia de los vientos alisios intensificados en el Pacífico central, y paralelamente, el desarrollo de anomalías de vientos del oeste en el Pacífico occidental, lo cual estarían asociado al posicionamiento de la fase divergente de la Oscilación de Madden-Julian (MJO, por sus siglas en inglés) alrededor de los 120°E (Figura 5c). Cabe mencionar que en el pronóstico extendido del modelo CFS (Climate Forecast System) se observa la presencia de anomalías del oeste en el Pacífico occidental hasta los primeros días de julio.

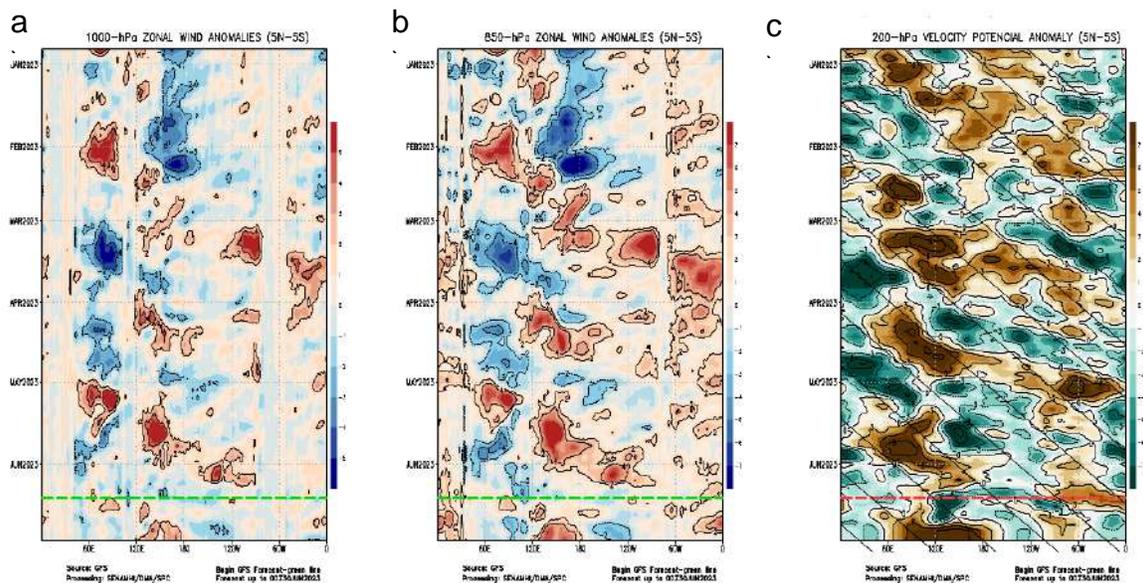


Figura 5. Anomalías promedio, ente los 5°N y 5°S de los (a) viento zonal en 1000 hPa y (b) viento zonal en 850 hPa y (c) velocidad potencial en 200 hPa. La línea verde muestra el inicio del periodo de pronóstico. Fuente: GFS. Procesamiento: Senamhi

Durante mayo, el Anticiclón del Pacífico Sur (APS), se ubicó, en promedio, alrededor de su posición normal, con un núcleo de 1020 hPa, hasta +1hPa superior a lo normal (Figura 6); no obstante, a escala semanal el comportamiento del APS fue variable y continuó siendo modulado por sistemas de bajas presiones ubicadas, en promedio, al sur de los 40° S, así como por el paso de vaguadas en altura, favoreciendo episodios de intensificación de viento, principalmente frente a la costa central (Figura 7). En la segunda semana de junio se observó el fortalecimiento del APS asociado al desarrollo de un Anticiclón migratorio (sexto friaje del año). En este periodo el núcleo del APS alcanzó, en promedio, valores sobre los 1028 hPa y anomalías superiores a los +6hPa entre lo 90°W y 40°S. Ello favoreció la intensificación de los vientos del sur frente a la costa peruana, así como en el Pacífico oriental. Las proyecciones del GFS muestran el debilitamiento del APS en el 17 y el 23 de junio, pese a posicionarse ligeramente más al norte de su posición normal por la propagación hacia el norte de las bajas presiones (Figura 7), asociado a la fase negativa del Modo Anular del Sur (MAS); posterior a ello se observa la

intensificación del APS lo cual estaría vinculado a un nuevo pulso migratorio. En consecuencia, de estas variaciones se prevé el debilitamiento de los vientos del sur frente a la costa peruana en la próxima semana y un nuevo fortalecimiento de estos hacia fines de junio (Figura 8).

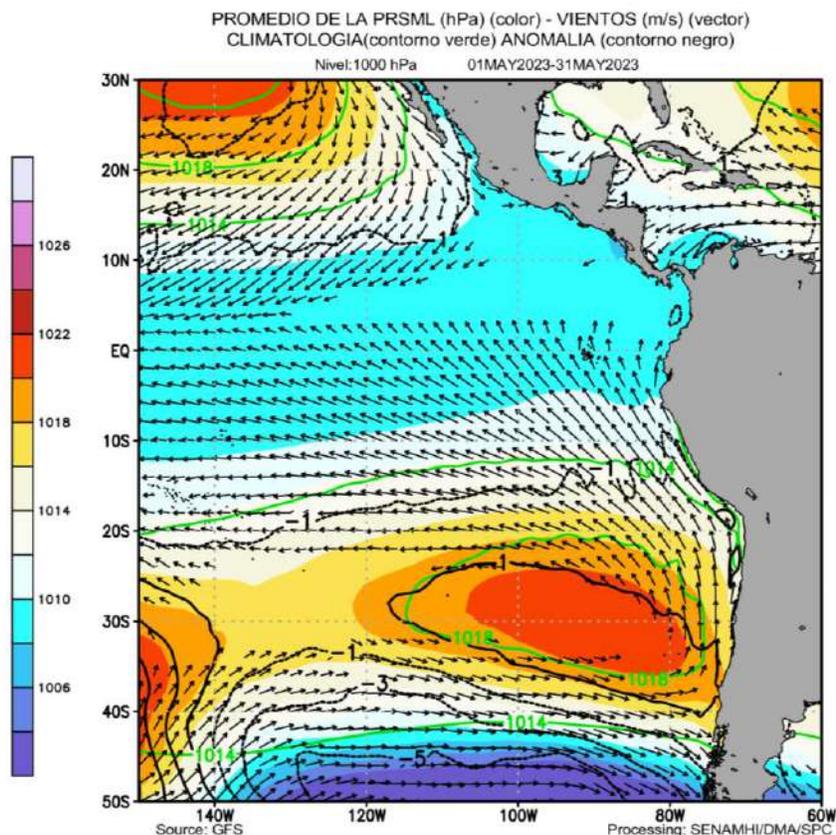


Figura 6. Promedio de la presión atmosférica a nivel del mar (sombreado) durante mayo de 2023, anomalía de la presión atmosférica (líneas negras) y valor climatológico (líneas verdes). Viento en 100 hPa superiores a los 2 m/s (vectores). Fuente: GFS.

Procesamiento: Senamhi

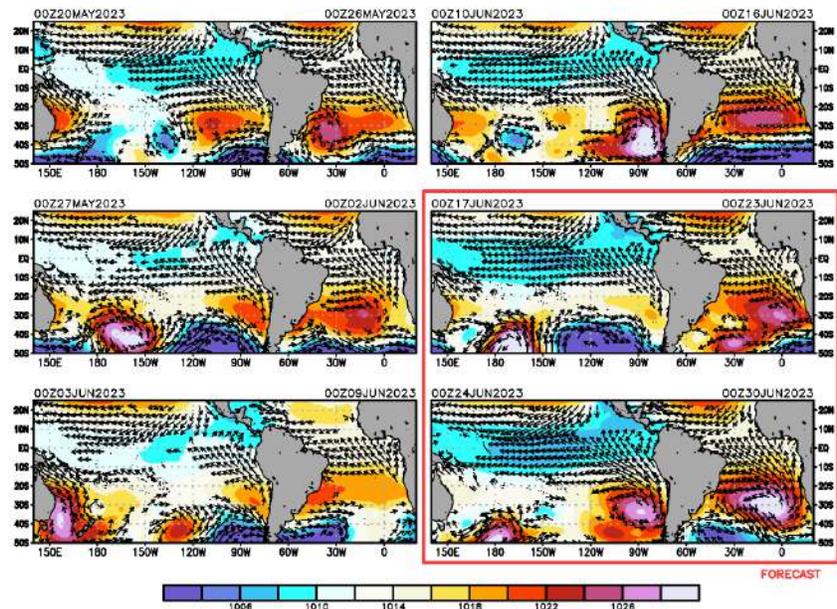


Figura 7. Promedio semanal de la presión atmosférica reducida a nivel del mar (colores) y vientos (flechas). Análisis: 20 mayo-15 de junio 2023. Pronóstico: 16 al 29 de junio de 2023. Fuente: GFS. Procesamiento: Senamhi

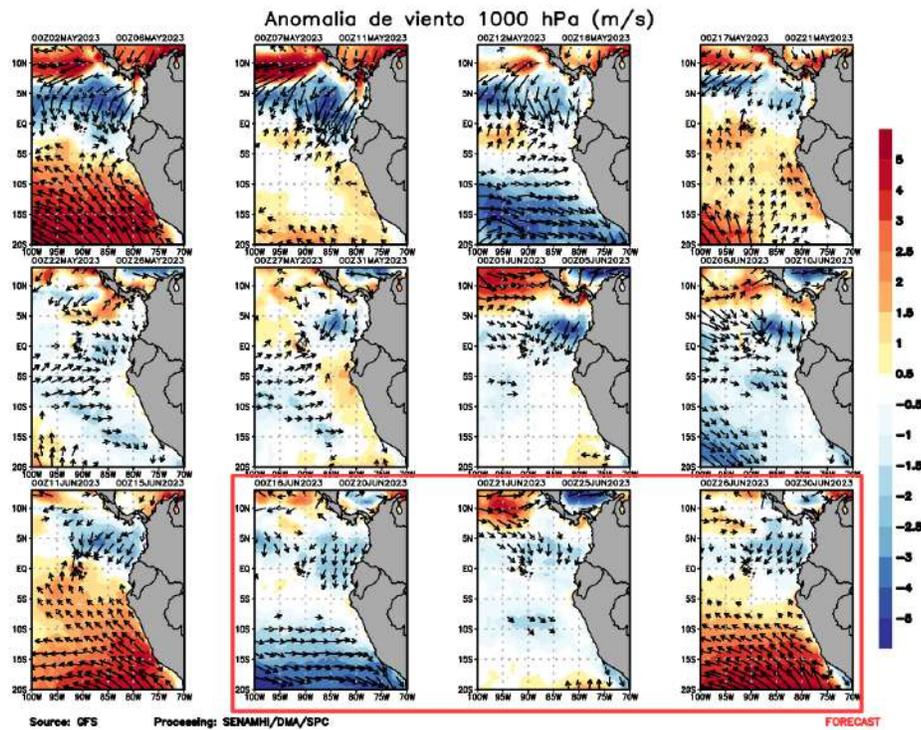


Figura 8. Anomalia pentadal del viento (m/s) a 10 m de altura frente a la costa noroccidental de Sudamérica y Centroamérica. Fuente: GFS. Análisis: 02 de mayo al 15 de junio de 2023. Pronóstico: 16 al 30 de junio de 2023. Procesamiento: SENAMHI.

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 moderados (entre 4,1 a 6,8 m s⁻¹) a fuertes (mayores a 6,8 m s⁻¹), con anomalías de la velocidad del viento (AVV) en el rango positivo (mayor a +2,0 m s⁻¹), principalmente desde Talara hasta San Juan de Marcona; mientras que, al norte de Talara y al sur de San Juan de Marcona, predominaron vientos moderados, con AVV en el rango neutral a negativo (menor a -1,0 m s⁻¹). La mayor intensidad del viento se registró entre Pisco a San Juan de Marcona. En lo que va de junio, se observa un incremento de las AVV positivas, frente a Talara y a San Juan de Marcona, alcanzando un rango entre +1,0 y +3,0 m s⁻¹ (Figura 9).

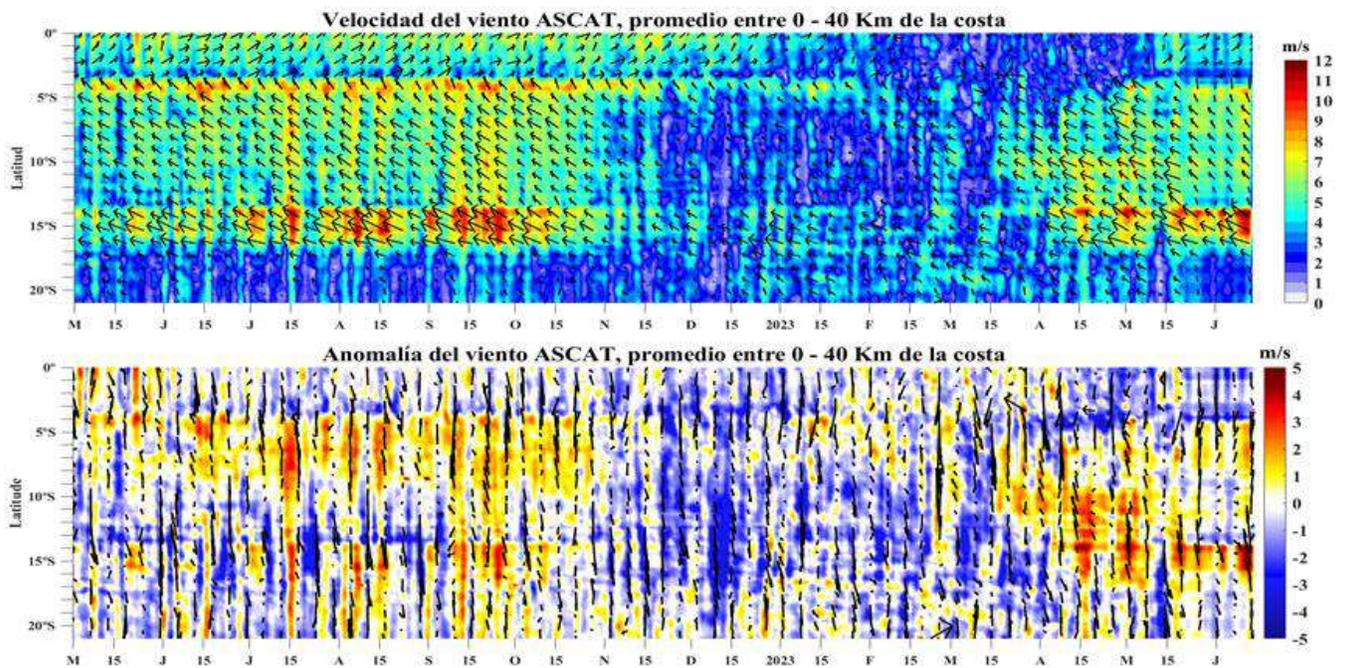


Figura 9. Viento Satelital (40 Km frente a la costa del Perú): a) Velocidad del viento (m s⁻¹), b) Anomalía de la velocidad del viento (m s⁻¹) Procesamiento: Laboratorio de Hidrofísica Marina y Laboratorio Costero de Santa Rosa, IMARPE. La información del viento de los días 22 de mayo al 14 provienen del modelo GFS

El índice de afloramiento costero presentó valores mayores a 200 m³ s⁻¹ x 100 m, entre Paita y Pisco, exhibiendo anomalías positivas desde la quincena de mayo hasta lo que va del mes de junio, principalmente frente a Talara y entre Pisco - San Juan de Marcona. Respecto al bombeo de Ekman, se presentaron anomalías positivas en forma recurrente, lo cual estaría relacionado a la intensificación del viento oceánico, observándose un notable incremento alrededor del 10 de junio (Figura 10).

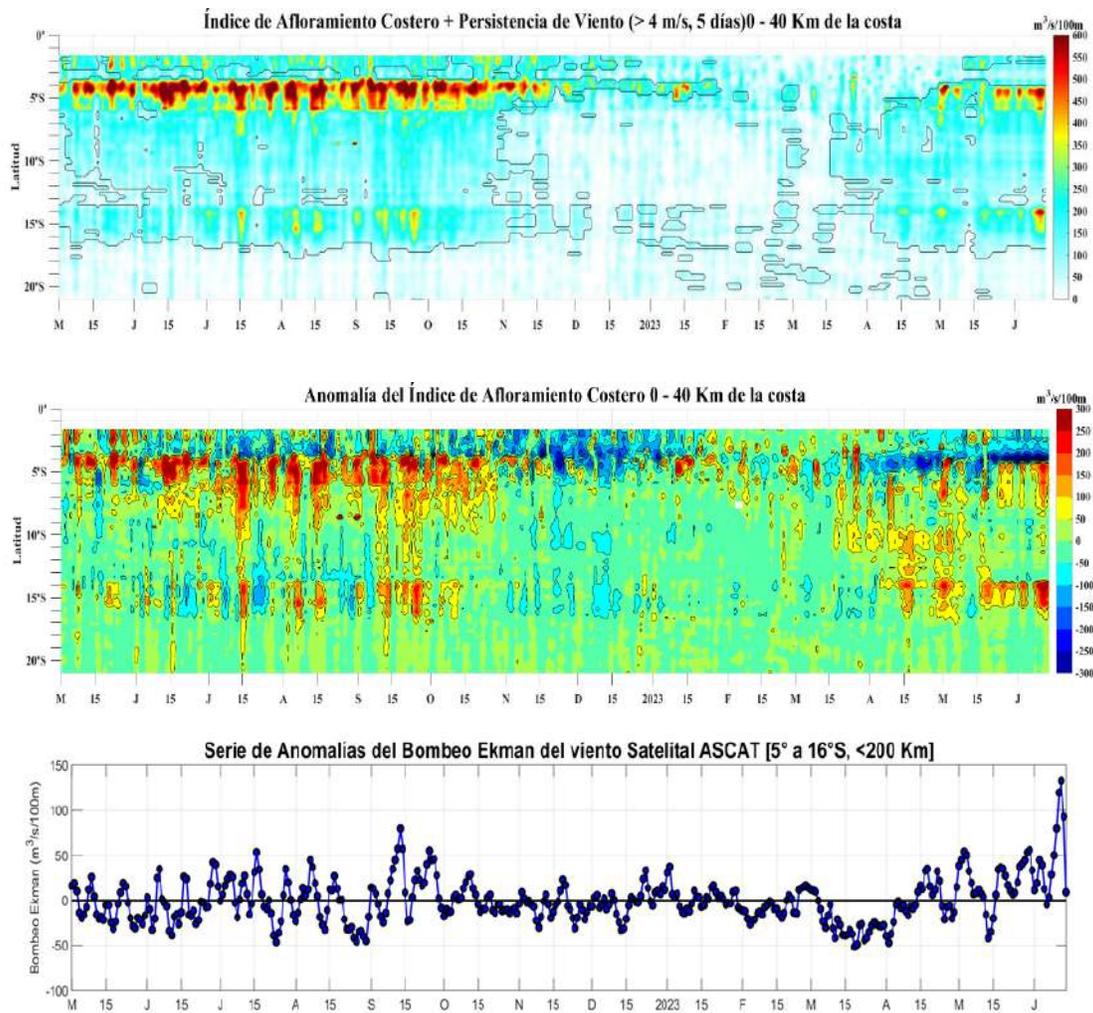


Figura 10. Índice de Afloramiento Costero (IAC), calculado a partir del viento satelital a 40 km frente a la costa del Perú: a) Índice de Afloramiento Costero - IAC ($m^3 s^{-1} 100 m^{-1}$), b) Anomalia del IAC ($m^3 s^{-1} 100 m^{-1}$); c) Anomalia del Bombeo Ekman dentro de la franja de 200 Km adyacentes a la costa entre los 5 y 16°S ($m^3 s^{-1} 100 m^{-1}$). Fuente: Satélite ASCAT hasta el 21 de mayo. La información del viento de los días 22 de mayo al 14 provienen del modelo GFS. Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina y Laboratorio Costero de Santa Rosa, IMARPE.

En mayo, las temperaturas diurnas (máximas) y nocturnas (mínimas) del aire continuaron sobre sus valores normales a lo largo de la costa peruana. La temperatura máxima del aire, alcanzó anomalías, en promedio, los 2,5 °C, 2,7 °C y 1,5 °C en la costa norte, centro y sur, respectivamente; mientras que la temperatura mínima del aire presentó anomalías de 2,8 °C, 3,2 °C y 1,3 °C, en los tres sectores antes mencionados. En los primeros 10 días de junio, las temperaturas máximas del aire alcanzaron anomalías iguales o superiores a los 4°C entre Lambayeque y Lima, y de forma más localizada las anomalías positivas de la temperatura mínima del aire entre Piura y Huarney, superaron los 4 °C, registrando valores de hasta 4,7 °C. En lo que va de la segunda decadiaria de junio, el comportamiento de ambas temperaturas extremas se mantiene (Figura 11).

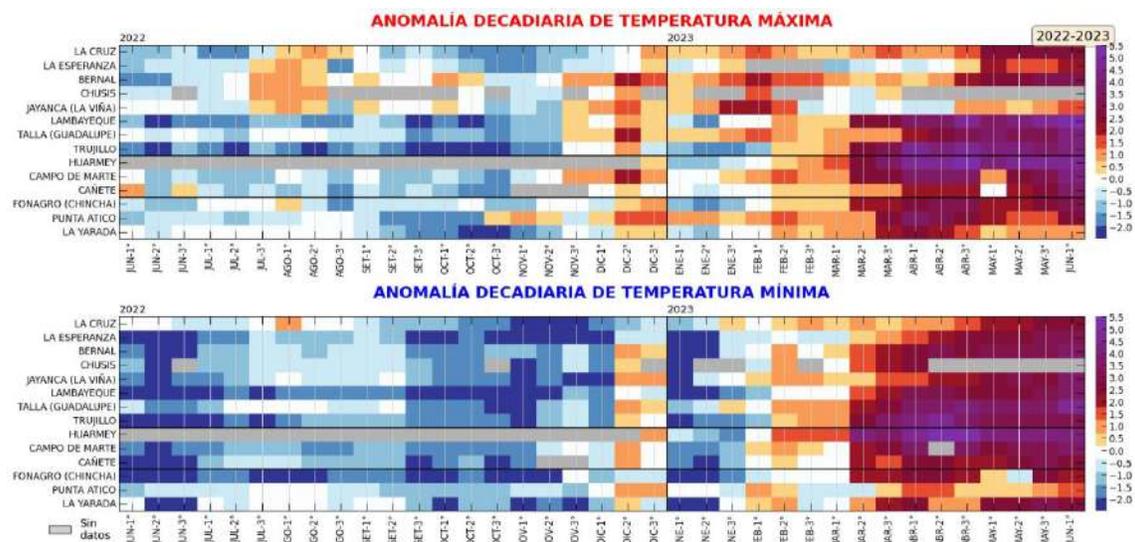


Figura 11. Anomalías decadales (°C) de las temperaturas extremas del aire a lo largo de la costa peruana. Climatología: 1991-2020. Fuente: Senamhi

La TSM en el mar peruano continuó manifestando condiciones cálidas con valores entre 18 °C y 28 °C, a pesar de la disminución térmica característica de la estacionalidad, disminuyendo las anomalías térmicas en el último par de semanas de mayo, principalmente frente a la costa norte y sur. Frente a la costa centro se mantienen núcleos anómalos positivos de hasta +5 °C, pero con una reducción en su extensión, entre los 07°S-15°S cerca de 60 millas de la costa. Para los primeros días de junio la temperatura continuó disminuyendo, predominando los 25 °C y 26 °C frente a la costa norte; sin embargo, las anomalías se presentan nuevamente intensas, registrándose anomalías de +4 °C por dentro de las primeras 100 mn frente a la costa norte y centro (Figura 12).

Adyacente a la línea de costa, la TSM continuó con anomalías positivas, predominando una anomalía de 3 °C frente al litoral norte y centro durante mayo, viéndose una disminución de hasta 2 °C en la zona norte; mientras que en la sur se presenta una tendencia creciente de temperatura con anomalías superiores a +2 °C. Para los primeros días de junio se registra el incremento de la anomalía a +4 °C al norte de San Juan de Marcona (Figura 13 y Figura 14).

El calentamiento que afecta el mar peruano continúa su desarrollo como una ola de calor marina (OCM, Hobday et al., 2016). Con respecto a la última semana de mayo, al 13 de junio, la cobertura de la OCM (entre los 2°S y 15°S y dentro de las 150 mn de la costa) se expandió en un 37 %, alcanzando $3,69 \times 10^5 \text{ km}^2$, comparable a su máxima extensión registrada en abril. Por su parte, el área con anomalías de TSM > 4,0 °C, un indicador de la intensidad de la OCM, se duplicó, alcanzando $0,58 \times 10^5 \text{ km}^2$, un 20 % de su extensión máxima observada en abril. La anomalía acumulada alcanza 395,4 °C días y una duración de 108 días desde su origen. Todos los parámetros mencionados superan a los registrados para El Niño Costero 2017 (ENC 2017; Figura 15).

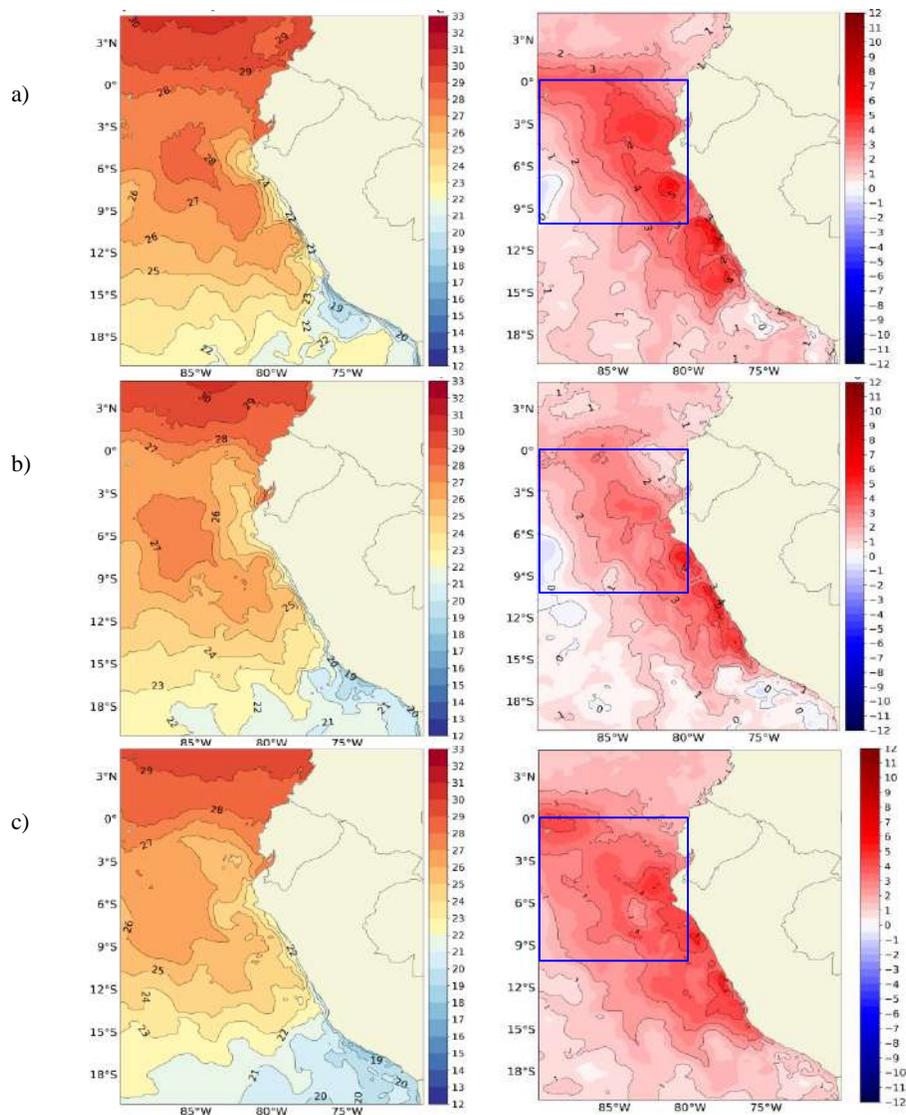


Figura 12. Distribución superficial de la temperatura y su anomalía de a) 01-15 de mayo 2023, b) 15-28 de mayo 2023, y c) 01-13 de junio 2023. Fuente: OSTIA, Climatología: 2007-2022. Elaboración: DIHIDRONAV.

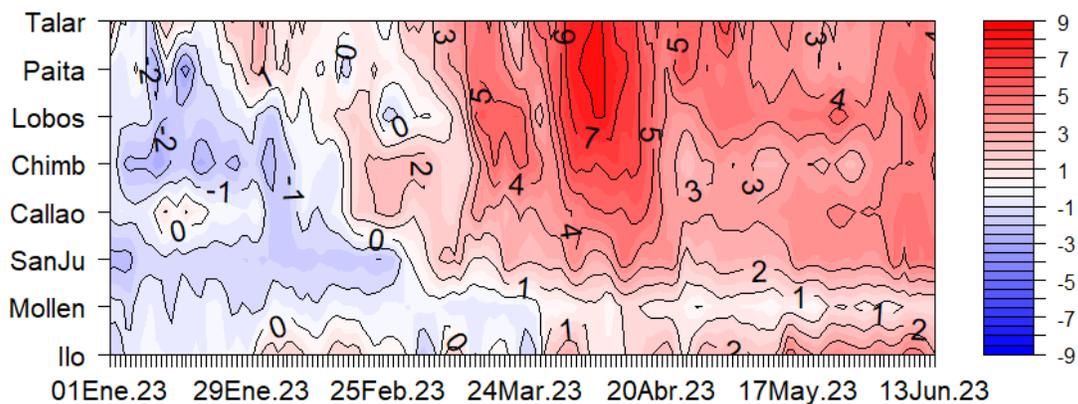


Figura 13. Diagrama Hovmöller de anomalía de TSM diaria en el litoral peruano del 1 de enero al 13 de junio 2023. Climatología: 1991-2020. Fuente y procesamiento: DIHIDRONAV.

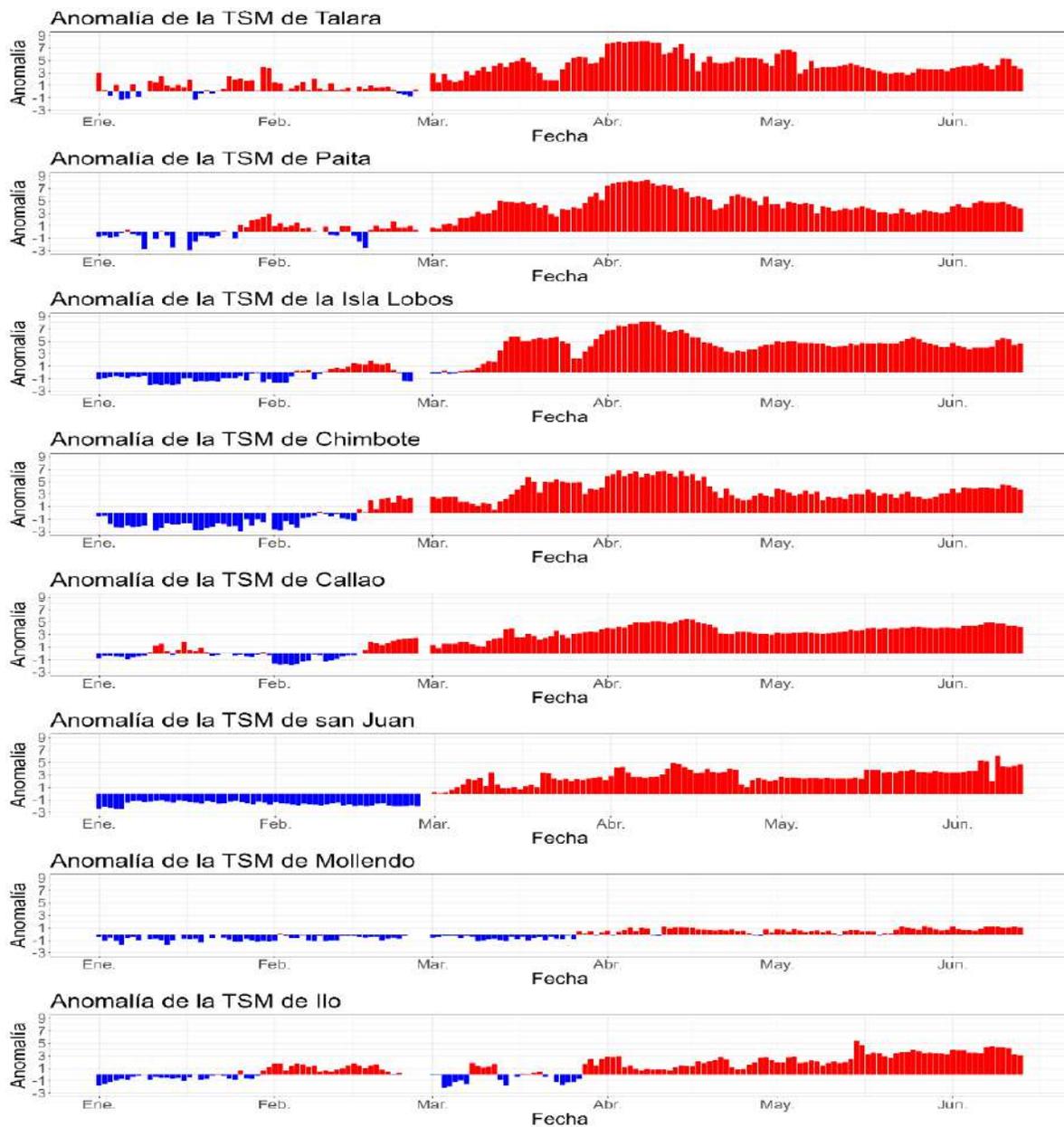


Figura 14. Anomalia de la TSM diaria a lo largo del litoral de Perú de enero a junio 2023. Climatología: 1991-2020. Fuente y procesamiento: DIHIDRONAV.

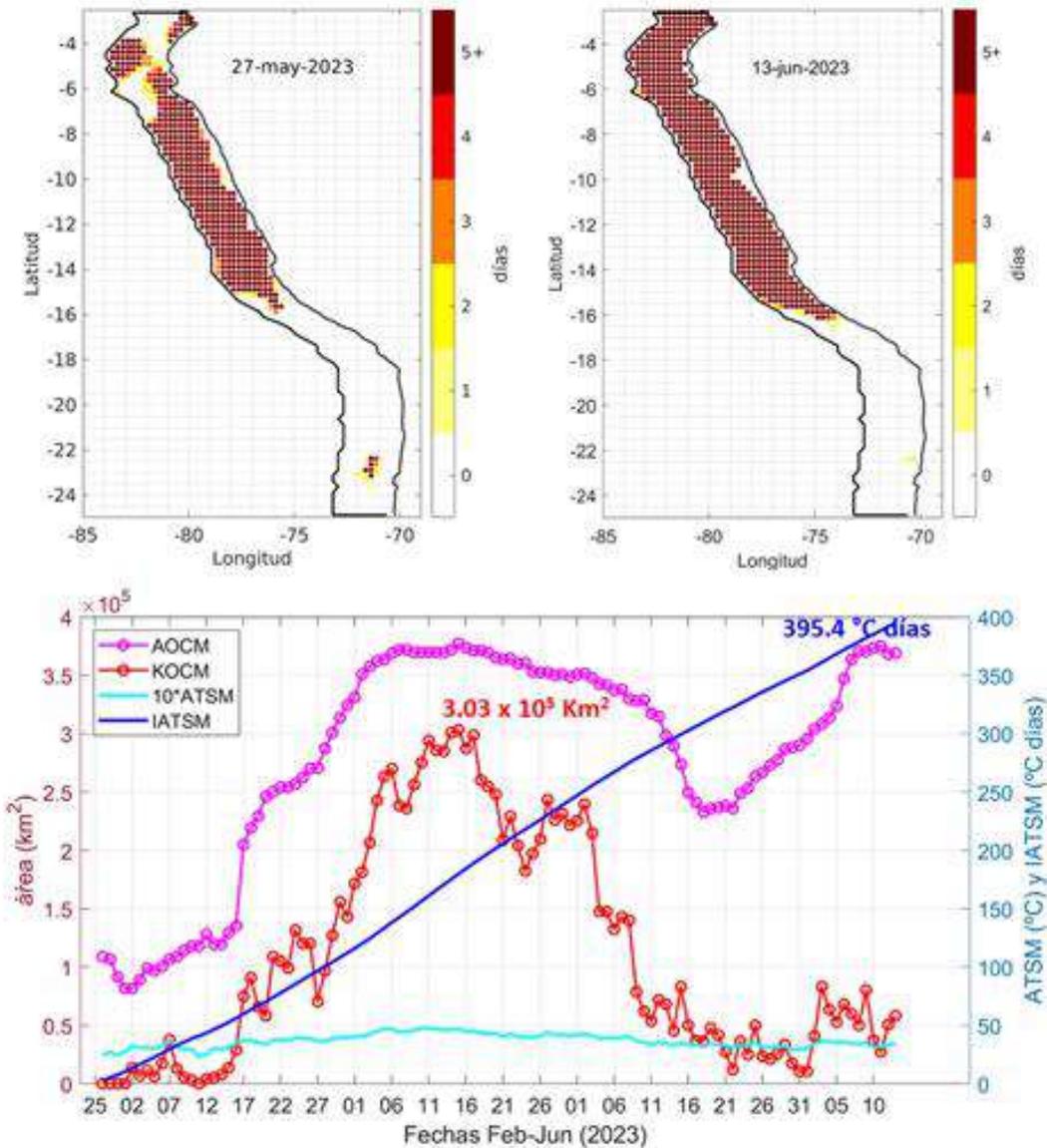


Figura 15. a) y b) Extensión de la ola de calor marina (OCM) dentro de la franja de 150 millas frente a la costa el 27 de mayo y el 13 de junio 2023; la escala de color indica el número de días en los cuales la TSM ya ha superado el percentil 90 de los datos diarios históricos, usando el período 1982-2011 como referencia (Pietri et al., 2021); c) Series de tiempo de indicadores de la OCM para la zona entre los 2 y 15°S y dentro de las 150 mn: área de la OCM (AOCM, km^2); área del núcleo de la OCM (KOCM, km^2 ; $\text{ATSM} > +4 \text{ }^\circ\text{C}$); anomalía diaria de la ATSM; y anomalía integrada (IATSM; $^\circ\text{C} \times \text{días}$). Las cifras corresponden al máximo de la KOCM, alcanzado el 15 de abril y a la IATSM al 13 de junio. En ENC 2017 la KOCM máxima fue de aproximadamente $1.85 \times 10^5 \text{ K Km}^2$ y la IATSM fue $300 \text{ }^\circ\text{C} \times \text{días}$. Fuente: OISST 2.1; procesamiento: IMARPE

Las anomalías del nivel del mar (ANM) en la franja de las 60 mn adyacentes a la costa peruana, exhibieron una disminución sostenida en gran parte de la costa desde fines de mayo hasta lo que va de junio, posiblemente asociadas al efecto de una onda Kelvin fría aunado a la intensificación del afloramiento costero. En promedio, entre mediados de mayo y lo que va de junio, la ANM diaria disminuyó de +30 cm a +25 cm al norte de Huacho; y de +22 cm a +19 cm en el resto de la costa central y sur. En el litoral la disminución en promedio fue de +27 cm a +17 cm en el norte, de +20 cm a +15 cm en el centro (Figura 16, Figura 17, Figura 18 y Figura 19).

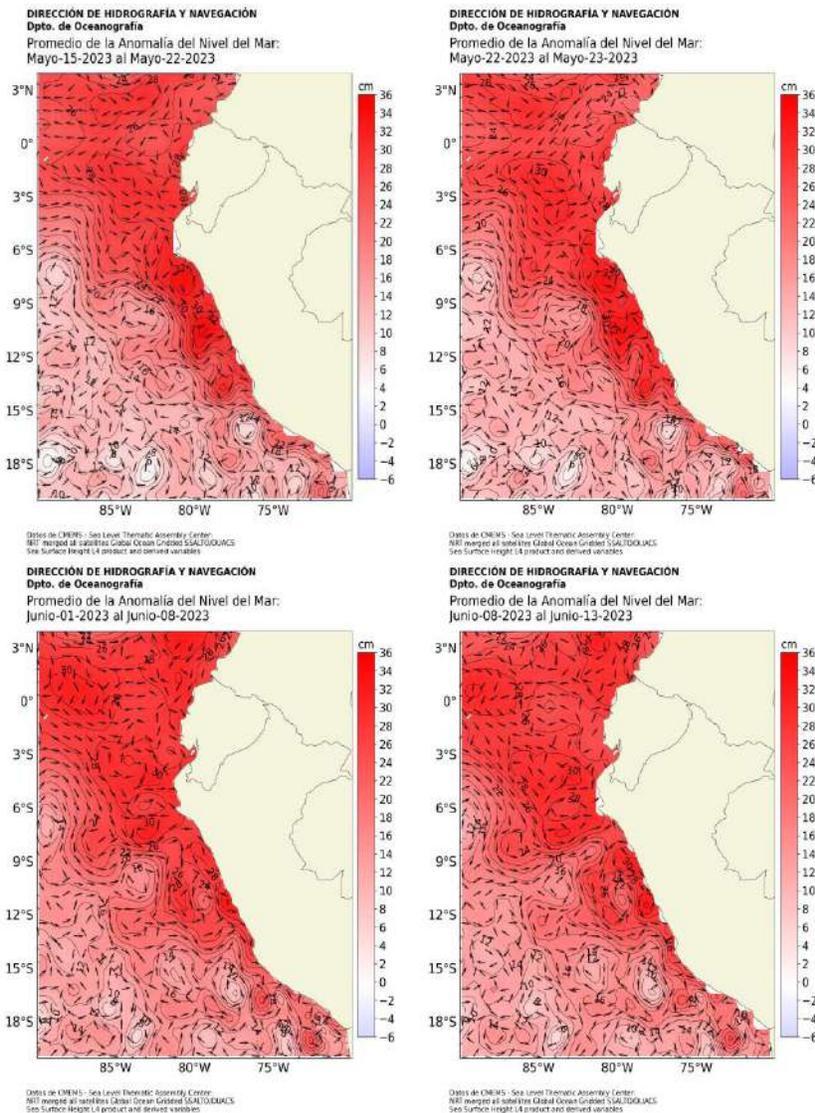


Figura 16. Cartas de anomalías de nivel del mar frente a la costa de Perú. Procesamiento: DIHIDRONAV.

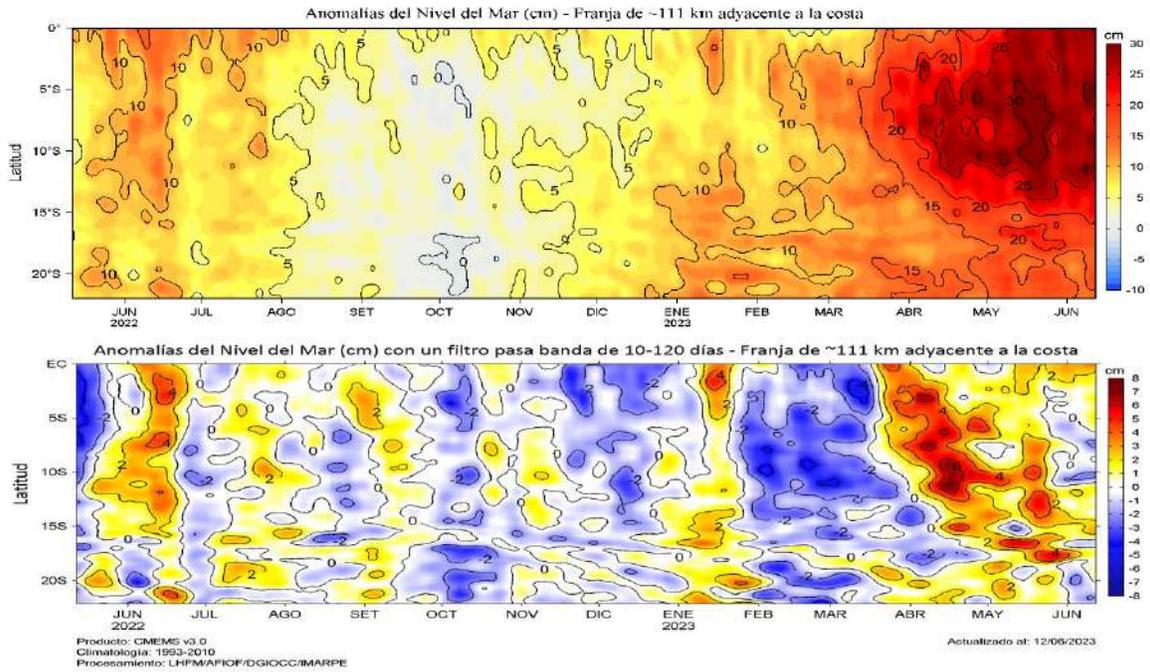


Figura 17. Evolución diaria de las a) Anomalías del Nivel del Mar (cm) y b) Anomalías del Nivel del Mar (cm) con un filtro pasa banda de 10-120 días, para una franja de 60 mn (~111 km) adyacente al litoral peruano para los últimos doce meses, al 12 de junio 2023. Fuente: CMEMS v3.0. Climatología: 1993-2012 para (a) y 1993-2010 para (b). Procesamiento: LHPM/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

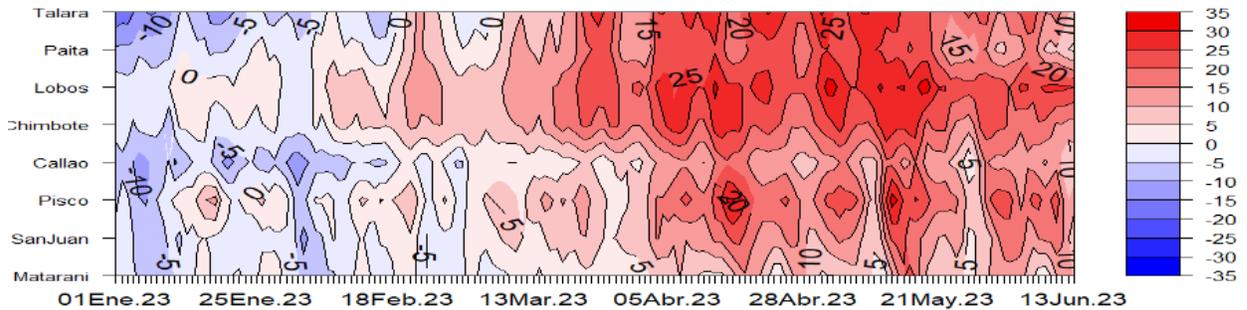


Figura 18. Diagrama Hovmöller de anomalía de NM en el litoral de Perú (con filtro móvil anual). enero a junio 2023, Climatología: 1991-2020. Procesamiento: DIHIDRONAV

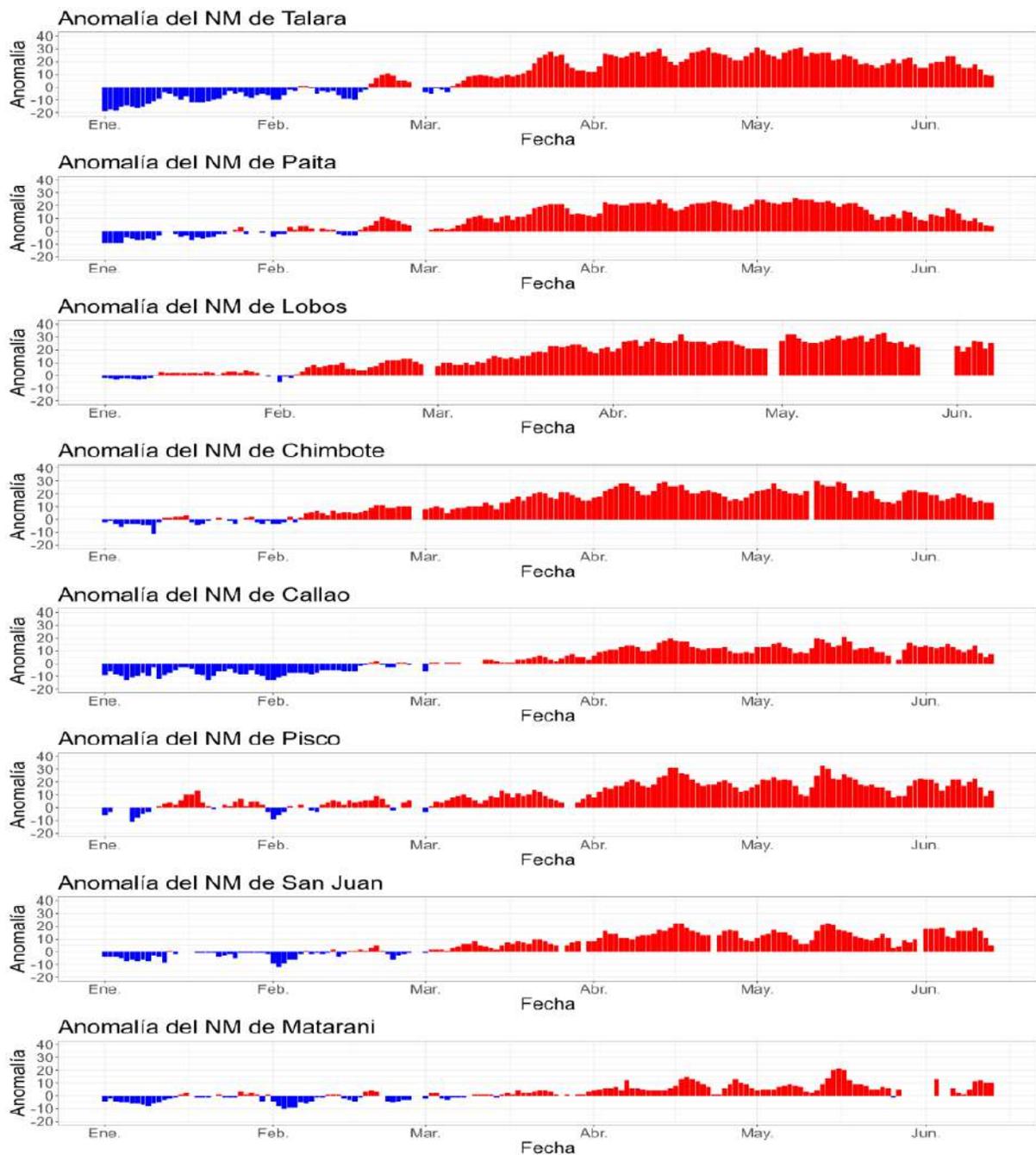


Figura 19. Anomalia de la NM diario a lo largo del litoral de Perú de enero a junio 2023.
Fuente y procesamiento: DHN.

Respecto a la temperatura subsuperficial, en lo que va de junio frente a Tumbes y Piura y entre las 100 mn y 200 mn, se observó el predominio de anomalías positivas entre la superficie y los 400 m de profundidad, con anomalías de $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ sobre los 100 m de profundidad, en promedio; aunque, sobre los 50 m de profundidad, se observó una atenuación de las anomalías positivas respecto a mayo. Además, se detectaron ligeras anomalías negativas de hasta $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ entre los 400 y 500 m de profundidad. Frente a las costas de Huacho y Pisco, entre las 100 y 200 mn, se observaron anomalías positivas ($>+0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$) principalmente sobre los 120 m de profundidad, alcanzando valores de $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ sobre los 50 m (Figura 20). En la zona más costera, dentro de las 15 mn, frente a Paita y Chicama, se registraron anomalías entre los $+3\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$, sobre los 100 m de profundidad, en promedio superior a lo observado a junio de 2015 (Figura 21). A 5 mn de Callao, las anomalías fueron superiores a $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ sobre los 30 m de profundidad (Figura 22).

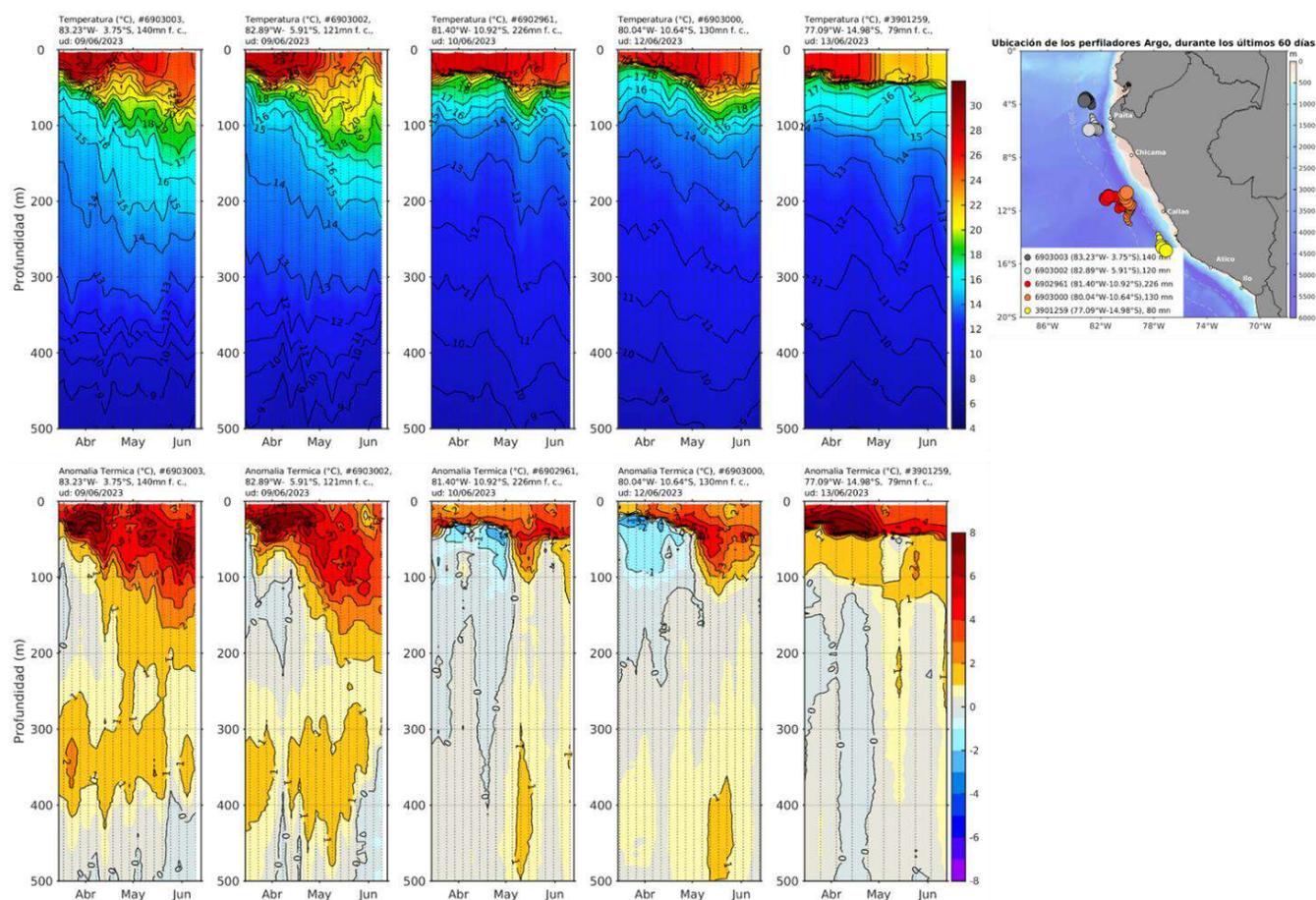


Figura 20. Evolución de la anomalía de la temperatura del agua de mar en flotadores Argo en la zona costera (dentro de las 150 mn) y ubicación de sus últimas posiciones (1 - 12 junio). Climatología: 1981-2010. Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE

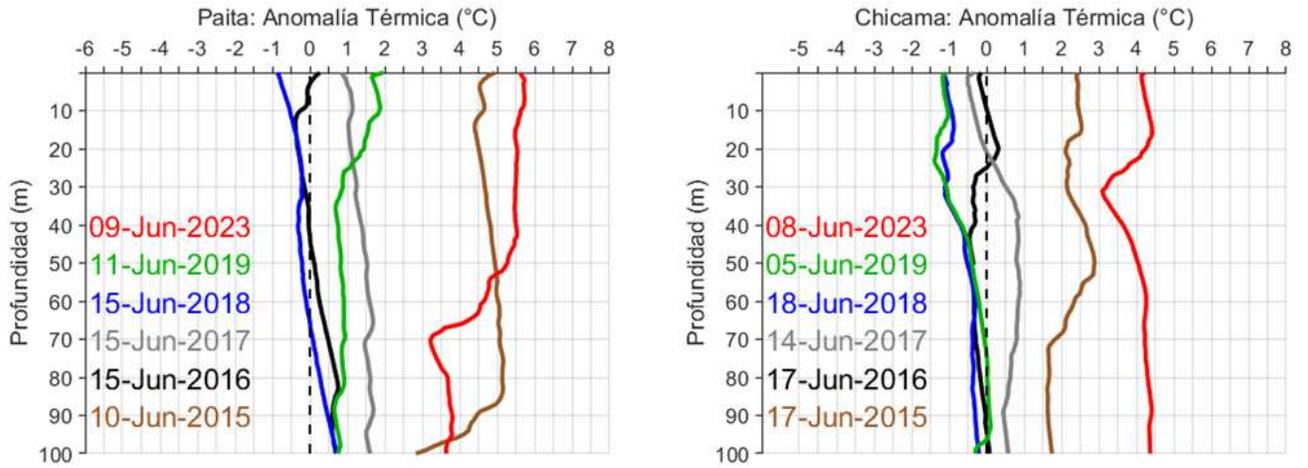


Figura 21. Perfiles de anomalía de temperatura de las estaciones fijas de Paíta (izquierda) y Chicama (derecha) para los meses de junio de 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 y 2023.

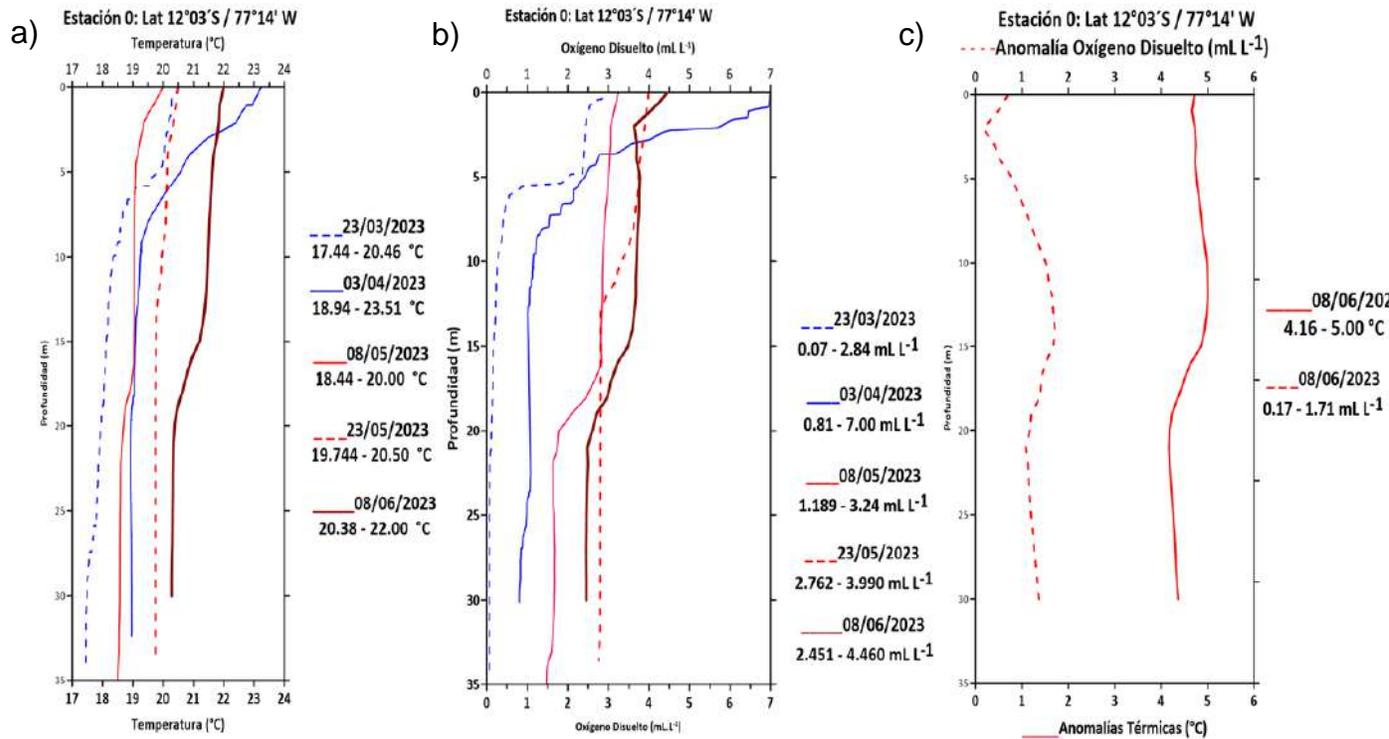


Figura 22. a) Perfiles de temperatura, b) Oxígeno disuelto y c) anomalía del oxígeno disuelto, data registrada a 5 mn de Callao en el Cabezo norte de la Isla San Lorenzo, 8 junio 2013.

Cabe indicar que, considerando los registros de boyas Argo frente a la costa norte, las anomalías térmicas mayores a +2 °C alcanzaron los 160 m de profundidad, lo cual es superior a lo observado durante El Niño Costero 2017, y es similar a lo registrado en mayo y diciembre de 2015, durante El Niño 2015-2016 (Figura 23).

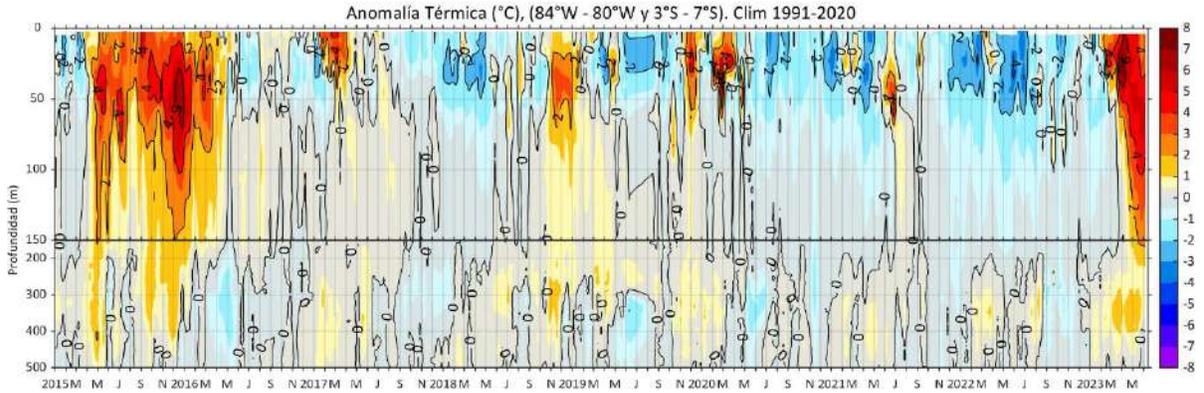


Figura 23. Anomalia térmica en base a los perfiladores ARGO, frente al zona norte, climatología 1991-2020.

En la capa sub-superficial las mayores anomalías térmicas se presentaron frente a la costa norte y centro durante mayo, observándose una extensión vertical de las anomalías positivas desde inicios de marzo y mediados de abril, respectivamente, y registrándose anomalías superiores a +4 °C sobre los 100 m. Sin embargo, para fines de mayo se observa una disminución sobre los 50m y anomalías superiores por debajo, principalmente frente a la costa norte. Para inicios de junio, se presenta una reducción de las anomalías positivas a profundidad, aunque todavía se presentan valores sobre los +4 °C y +3 °C frente a la costa norte y centro, respectivamente (Figura 24).

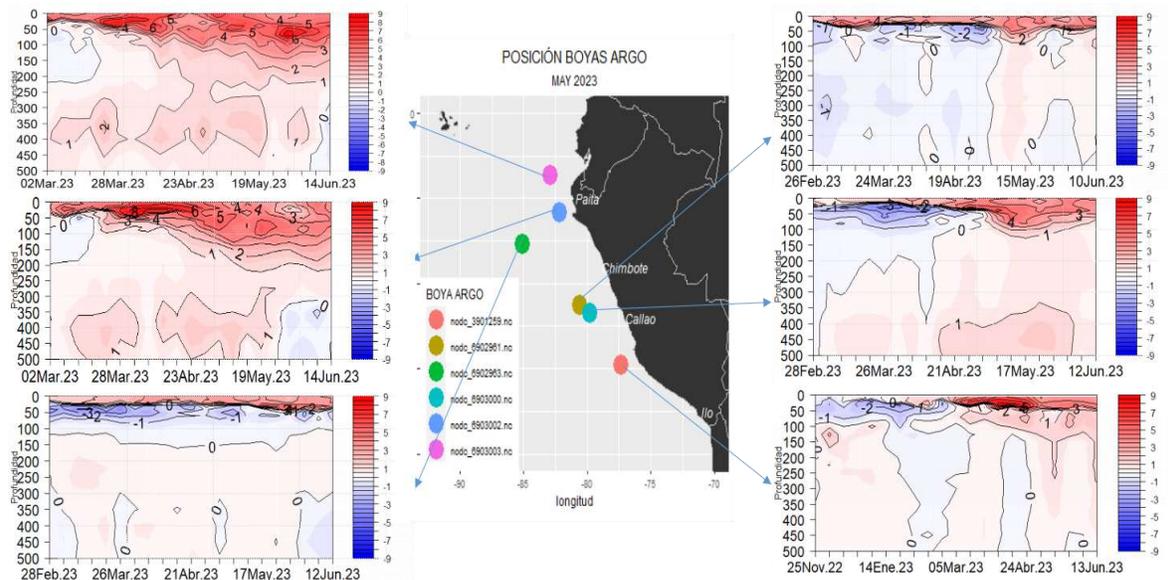


Figura 24. Secciones de anomalías de temperatura del mar de febrero a junio 2023 hasta los 500 m de profundidad. Fuente: ARGO. Procesamiento: DIHIDRONAV.

Frente a la costa norte peruana, la salinidad superficial del mar (SSM) mostró el repliegue de las Aguas Tropicales Superficiales (ATS) y de las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) al extremo norte del litoral y Caleta Cruz, respectivamente, desde mayo hasta lo que va de junio. Las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS, $S \geq 35,1$) incrementaron su acercamiento hacia la costa peruana, presentando una mayor influencia entre Caleta Cruz-Punta Falsa y Huacho-Atico en mayo y aún más en junio. Entre Callao y Pisco la salinidad alcanzó 35,3 dentro de las 60 mn. Las aguas de mezcla entre AES, ASS y aguas costeras frías (ACF) ampliaron su proyección fuera de la costa entre Punta Falsa y Huacho desde la tercera semana de mayo. En la zona oceánica entre Punta Falsa y Pisco, el remanente de AES tendió a fragmentarse y disminuir en cobertura, manteniéndose algunos núcleos en el sector central (Figura 25, 26 y 27).

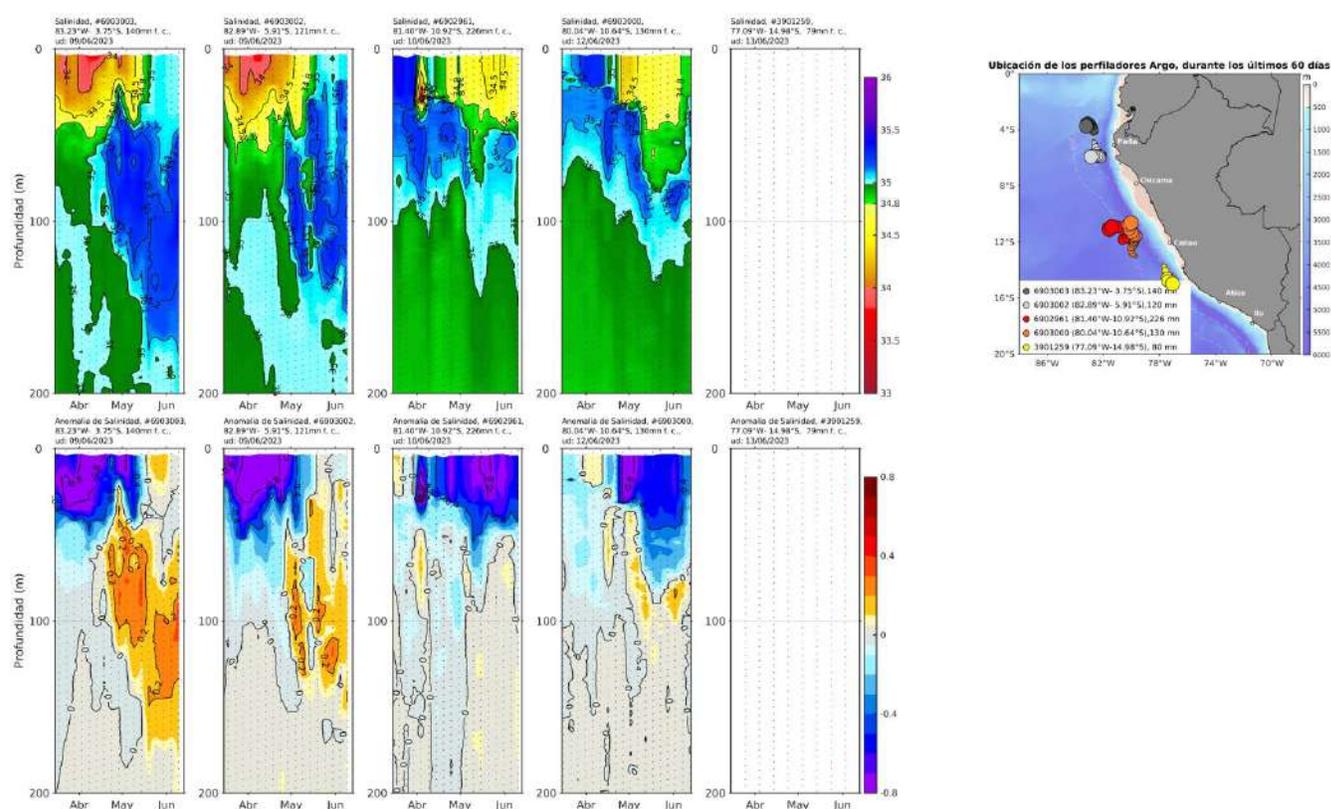


Figura 25. Evolución de la salinidad del agua de mar en flotadores Argo en la zona costera (dentro de las 100 mn) y ubicación de sus últimas posiciones (1 - 12 junio).
Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE

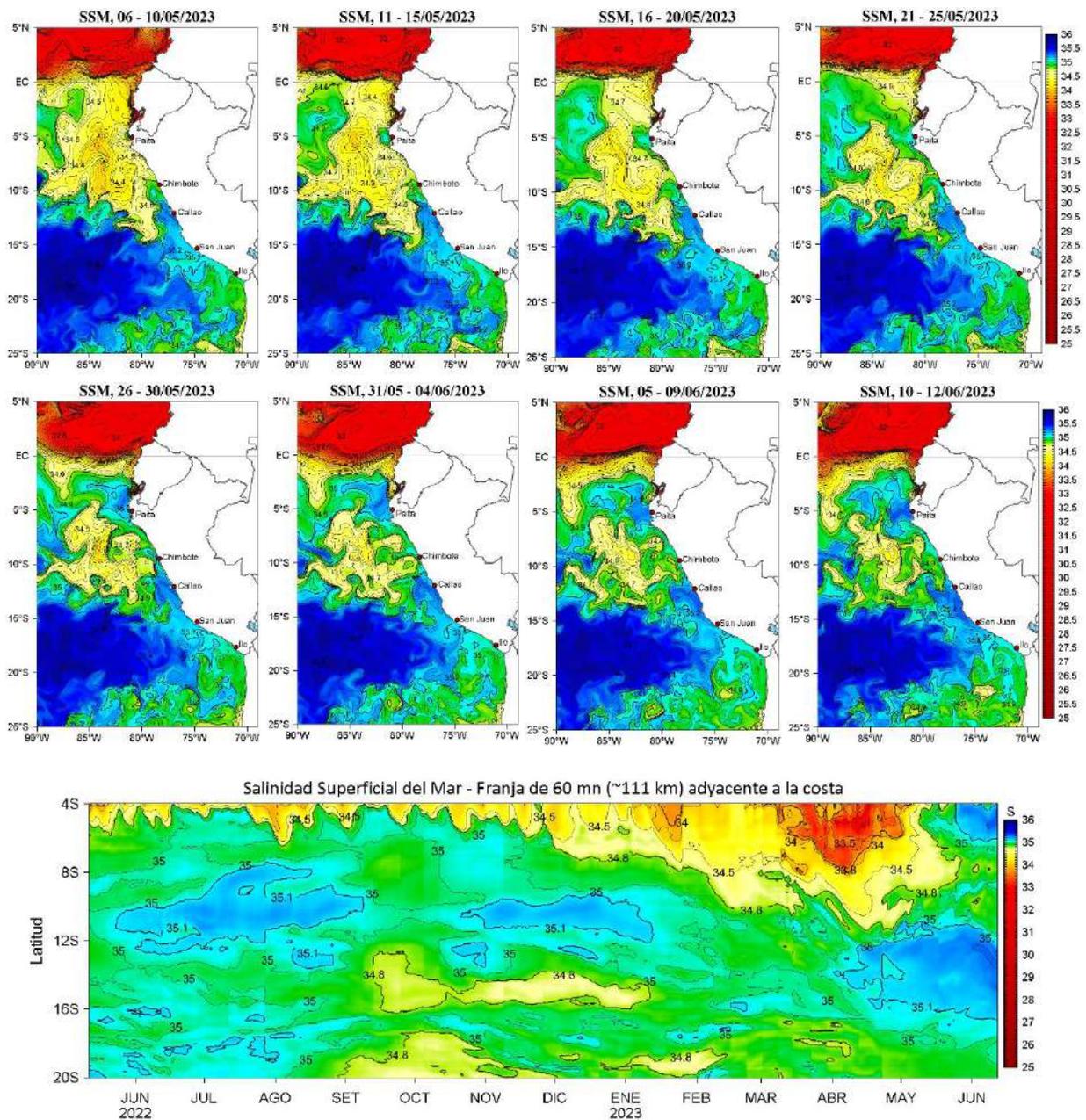


Figura 26. (a) Distribución pentadal de la Salinidad Superficial del Mar (SSM) en el Pacífico Sudeste, durante el mes de abril y mayo 2023. (b) Diagrama Hovmöller de la SSM en la franja de las 60 millas costeras, al 12 de junio de 2023. Datos: GLOBAL_ANALYSIS_FORECAST_PHY_001_024 (Lellouche, J.-M. et 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: LHFMAFIOF/DGIOCC/IMARPE

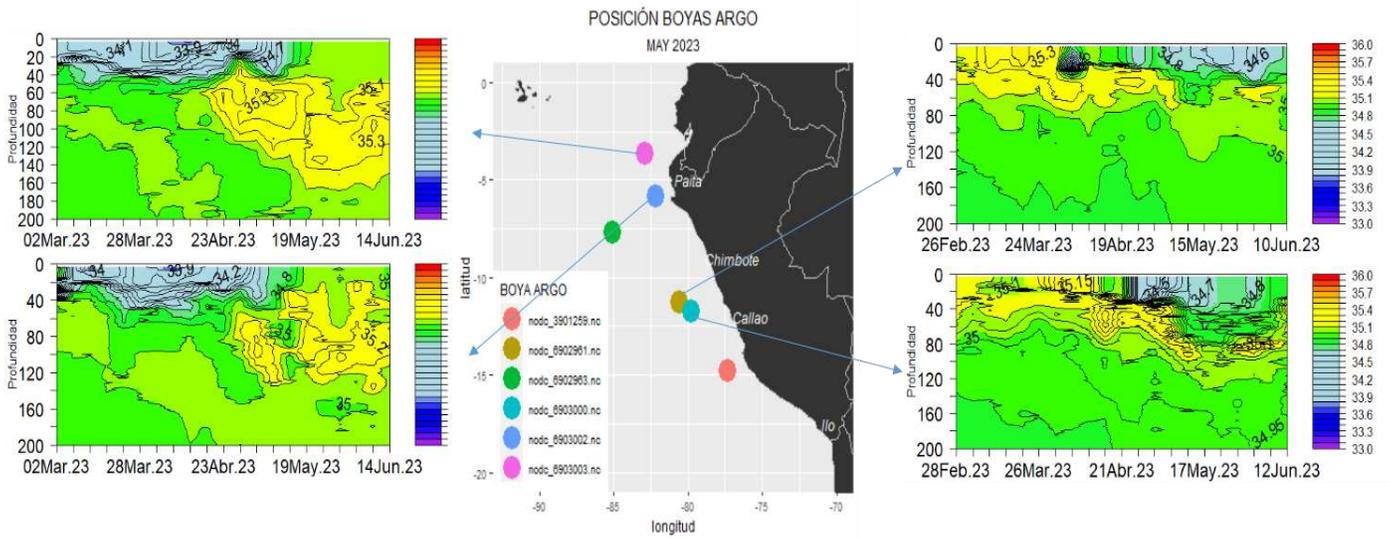


Figura 27. Secciones de la salinidad del mar frente a la costa de Perú de febrero a junio 2023. Fuente y Procesamiento: DIHIDRONAV.

En la zona costera de Callao, al 08 de junio, sobre los 30 m se registraron anomalías positivas de la concentración de oxígeno disuelto de hasta $1,7 \text{ mL L}^{-1}$, coincidiendo con las anomalías positivas térmicas (Figura 22).

3.3. Productividad marina y condiciones biológico-pesqueras

La clorofila-a, indicador de la producción de fitoplancton, de acuerdo con la información satelital, en promedio durante mayo presentó concentraciones alrededor de $1 \mu\text{g L}^{-1}$ dentro de las 10 mn a lo largo de la costa peruana. En lo que va de junio, al norte de Chimbote dentro de las 30 mn a la costa, se observaron concentraciones entre 1 a $3 \mu\text{g L}^{-1}$, mientras que, al sur de Huacho se mantuvieron como en mayo. Este incremento en la productividad, en junio, estuvo asociado a anomalías positivas al norte de Chimbote ($+2$ a $+4 \mu\text{g L}^{-1}$); mientras que, entre Callao y Pisco se mantuvieron las mayores anomalías negativas ($-3 \mu\text{g L}^{-1}$), pero con menor intensidad y más replegadas a la costa en comparación con mayo. Cabe indicar que la concentración de clorofila-a en las últimas dos pentadas de junio, se encuentra por primera vez en lo que va del año en la misma magnitud de su climatología (Figura 28 y Figura 29).

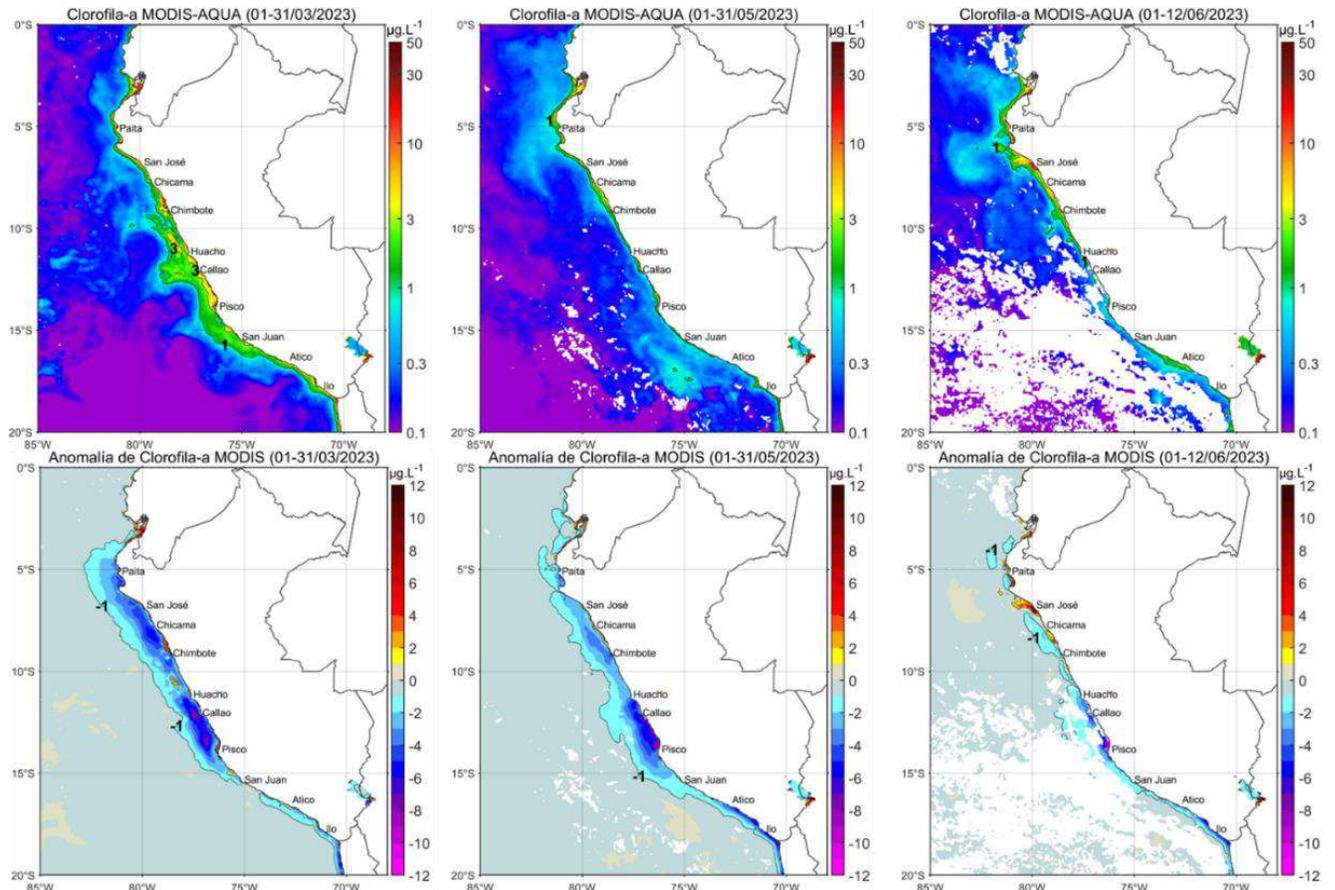


Figura 28. Distribución de la concentración de clorofila-a superficial satelital ($\mu\text{g L}^{-1}$, panel superior) y su anomalía ($\mu\text{g L}^{-1}$, panel inferior), durante abril, mayo y junio de 2023 (de izquierda a derecha), proveniente de MODIS-AQUA. Fuente: Fuente: Satélite MODIS. Procesamiento: LHQ/AFIOQG/DGIOCC/IMARPE.

Clorofila-a superficial 13/06/2023

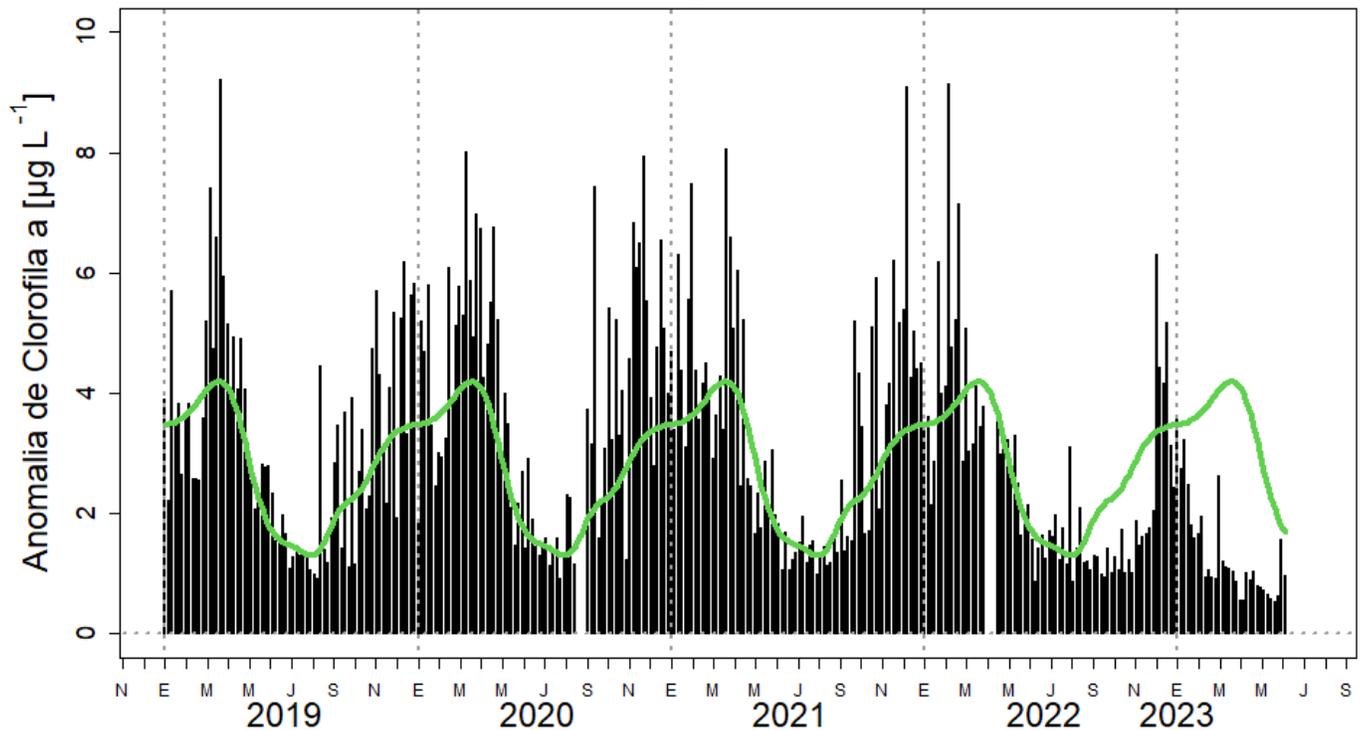


Figura 29. Serie de tiempo de las concentraciones de clorofila-a satelital (barra negra) y su climatología (línea verde) proveniente de SeaWIFS-MODIS ($\mu\text{g L}^{-1}$) entre 4° S - 16° S y dentro de los 100 km de la costa. Fuente: IMARPE.

En la primera semana de junio, la flota industrial de cerco, dirigida a la pesca de anchoveta, en la región norte-centro, se registró dentro de las 50 mn de la costa asociada a la presencia de lenguas de ACF y aguas de mezcla entre ACF y ASS.

En el norte-centro, la anchoveta estuvo replegada dentro de las 20 mn donde prevaleció la presencia de aguas de mezcla entre ACF y AES o ASS (Figura 30). Se observó una mayor abundancia de juveniles, con porcentajes mayores al 50 %.

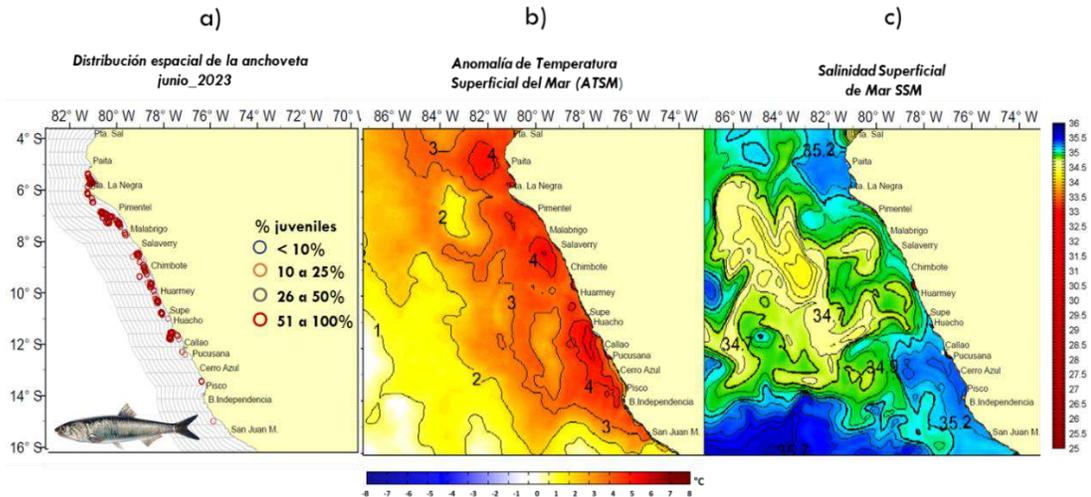


Figura 30. Distribución de a) la flota industrial de cerco de anchoveta en la región norte durante la primera semana de junio 2023 con relación a las condiciones de b) anomalías térmicas y c) salinas.

Los indicadores reproductivos de anchoveta peruana del stock norte-centro, para el 31 de mayo, mostraron baja actividad reproductiva y un incremento del contenido graso, con valores acordes a lo esperado para la época.

Los recursos transzonales, jurel, caballa y bonito, han presentado una mayor disponibilidad en mayo y los primeros días de junio con respecto a los meses anteriores, al presentar una mayor concentración dentro de las 20 mn de costa debido al acercamiento de las ASS del oeste y de AES del norte (Figura 31). En cuanto a la condición reproductiva, en el mes de mayo, la caballa aún mantuvo procesos de maduración gonadal, mientras que los recursos jurel y bonito presentaron una baja actividad reproductiva (Figura 32).

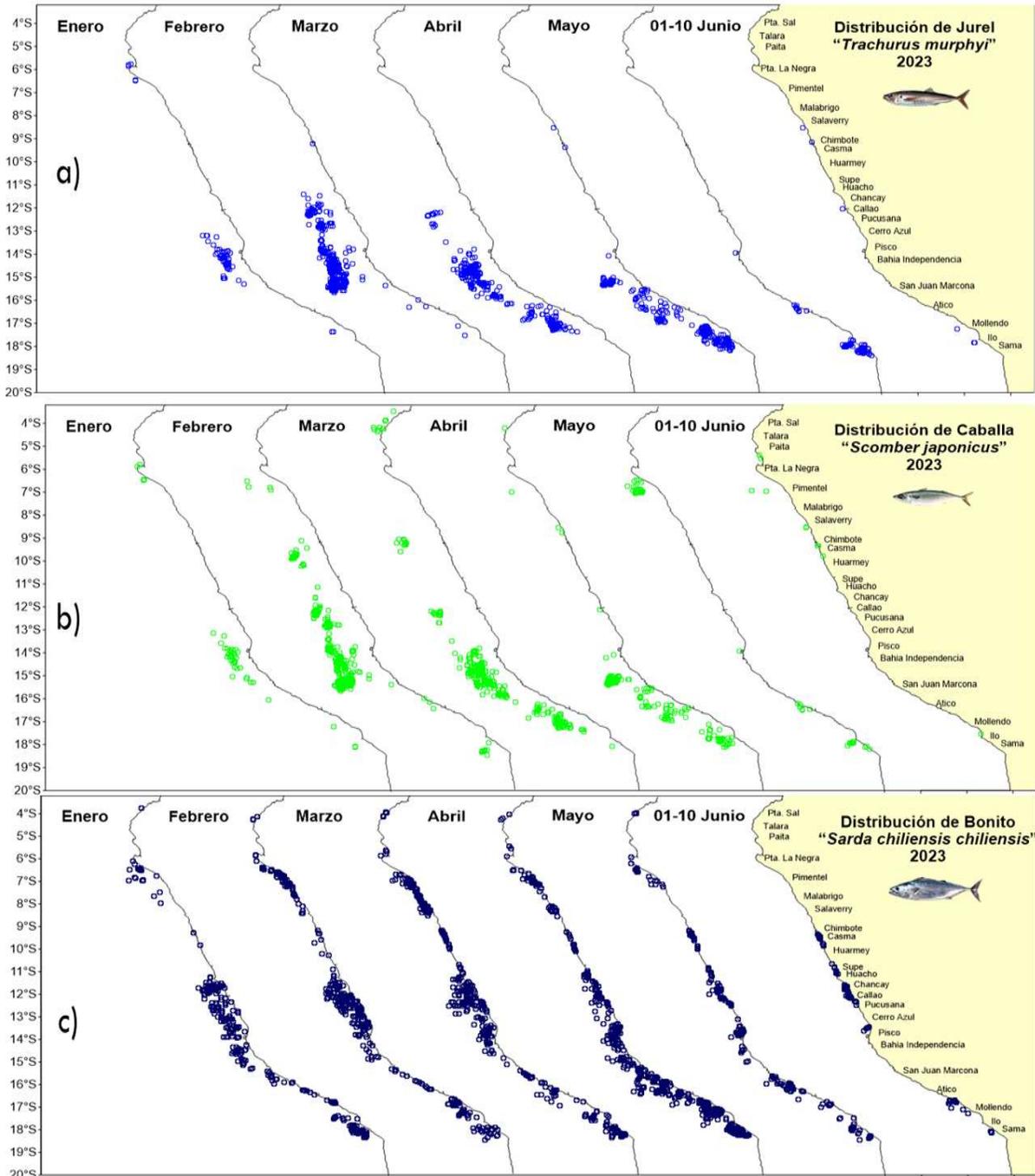


Figura 31. Distribución mensual de a) jurel, b) caballa y c) bonito durante el periodo enero – mayo y primeros días de junio 2023

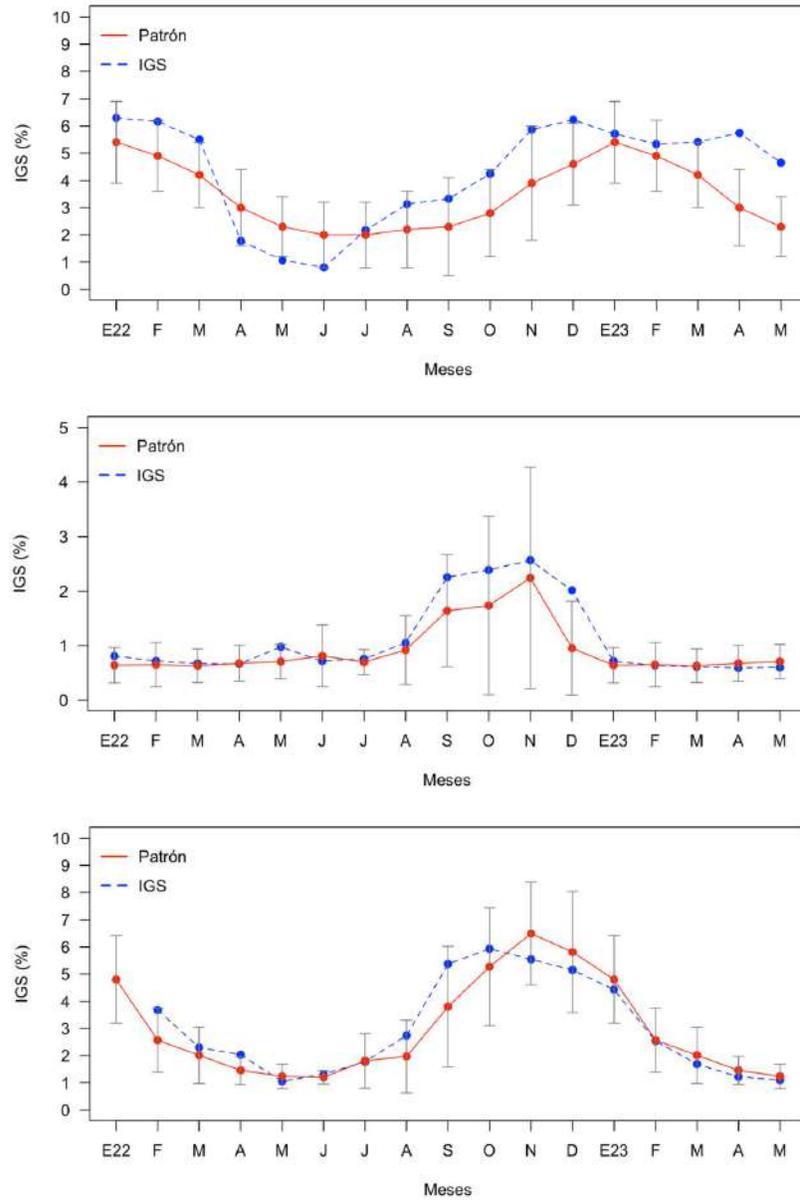


Figura 32. Índice gonadosomático de la caballa (arriba), jurel (centro) y bonito (abajo) desde enero del 2022 a mayo del 2023.

Recursos demersales y litorales

Durante mayo, la actividad de la flota industrial arrastrera se desarrolló en el área comprendida desde el extremo norte del litoral peruano hasta el norte de Paita.

La población de merluza presentó un núcleo de concentración frente a Punta Sal, en 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 dispersión del recurso, alejándose del alcance de la pesquería industrial. Además, se mantuvo el ligero incremento de los individuos de mayor tamaño entre los 4°S y 6°S (Figura 34), que indicaría un leve desplazamiento de la población hacia el sur, como se tiene documentado ha ocurrido durante otros eventos el Niño.

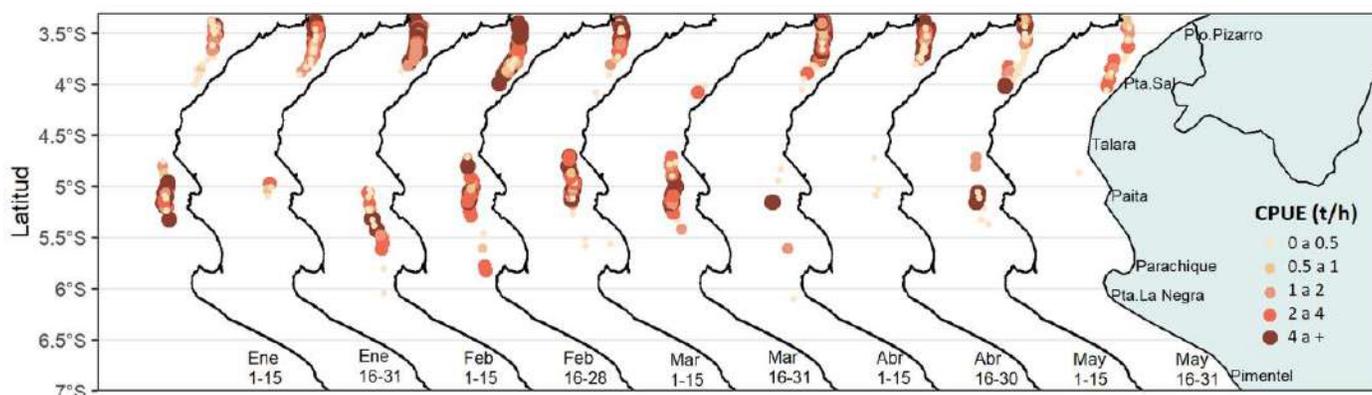


Figura 33. Distribución quincenal de la Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE en t h⁻¹) por lance de pesca entre los meses de enero y mayo del 2023 de la flota industrial de arrastre de merluza.

En cuanto a los recursos invertebrados, respecto al mes de abril, aumentó el desembarque del calamar gigante, mientras que los recursos pulpo y concha de abanico registraron disminución de sus desembarques. El calamar común continuó sin registros de desembarque; cabe indicar que las condiciones cálidas no son favorables para este recurso. Además, el calamar gigante estuvo distribuido entre Talara y Morro Sama dentro de las 166 mn de costa, mostrando las mayores concentraciones en la zona norte y centro (Figura 35).

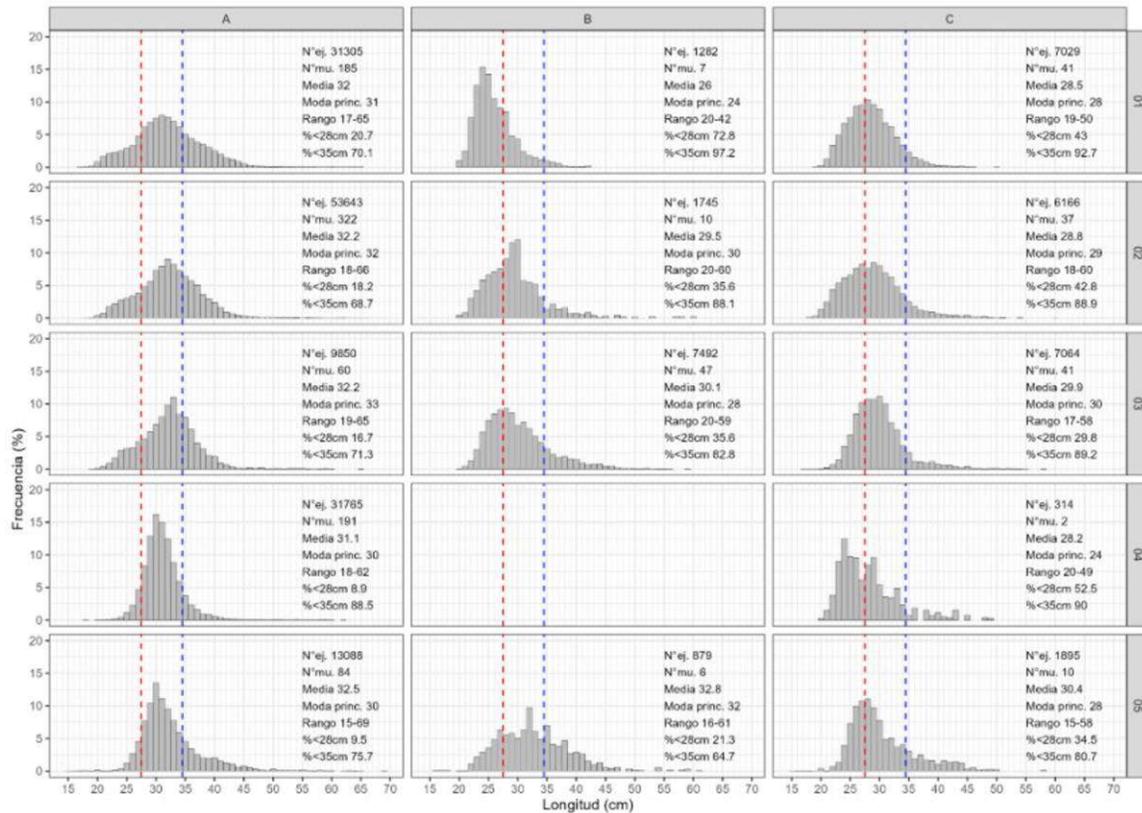


Figura 34. Distribución de tallas de merluza por subárea (latitud) entre los meses de enero y la segunda quincena de mayo 2023 (de izquierda a derecha), capturada por la flota industrial de arrastre.

En la pesca artesanal de las regiones de Lima, Callao y Arequipa se observaron especies de aguas cálidas, propias de la zona norte, las cuales fueron *Caranx caninus* “chumbo”, *Caranx caballus* “cocinero”, *Selene brevoortii* “jorobado”, *Scomberomorus sierra* “sierra”, *Euprepocaranx dorsalis* “pámpano de hebra”, *Chloroscombrus orqueta* “chuye”, *Centropomus robalito* “robalito”, *Polydactylus opercularis* “Barbudo amarillo”, *Elops affinis* “Pez torpedo” y *Sphyrna ensis* “picuda” (Figura 36).

Desde inicios de mayo se observa un gran número de aves marinas en estado caquéctico, comportamiento inusual según el rango de distribución y comportamiento normal de cada especie. En lo que va de junio se ha observado el abandono de las colonias de aves guaneras en Isla Guañape y otras islas. Por otra parte, a inicios de junio, se registró una alta interacción de la pesca con diversas aves marinas: guanay, piquero, pelicano, zarcillo y pardelas; las que se observaron muertas o moribundas en las tolvas de las plantas pesqueras (Figura 37). También se ha observado individuos del ‘lobo chusco’ en estado caquéctico con una presencia inusual en las zonas urbanas de Paracas e Ilo (Figura 38). En conjunto, esto podría estar relacionado a la escasez de alimento, principalmente anchoveta. Sin embargo, es posible que la gripe aviar H5N1 haya contribuido a la condición de las poblaciones de aves.

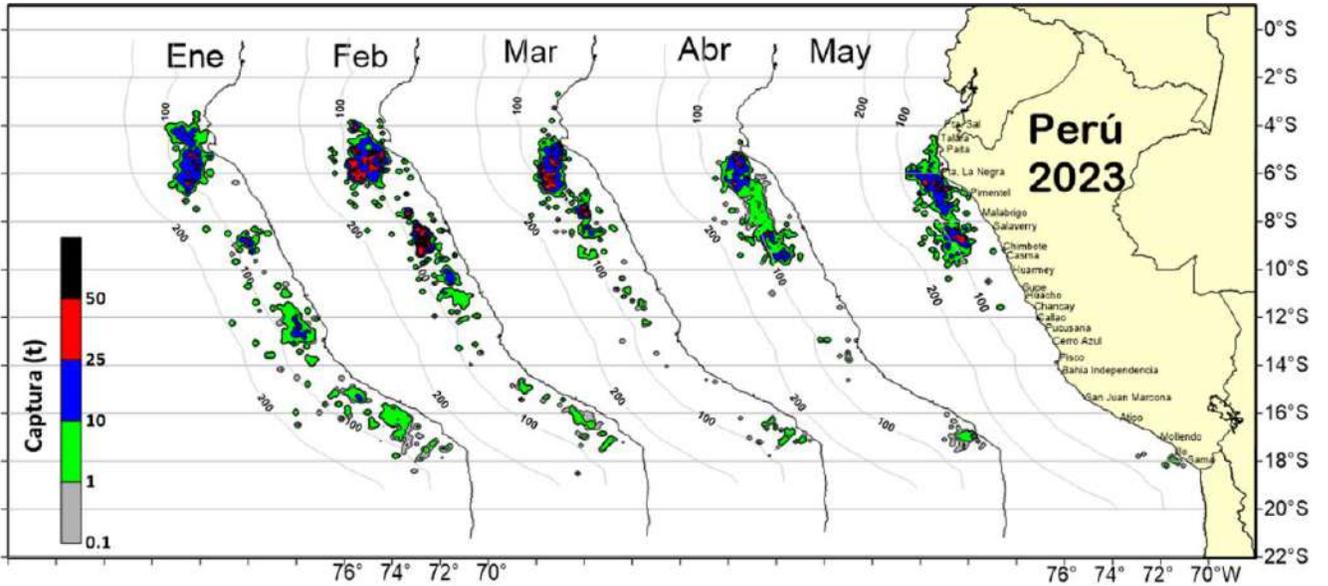


Figura 35. Distribución de la flota artesanal del calamar gigante durante mayo 2023

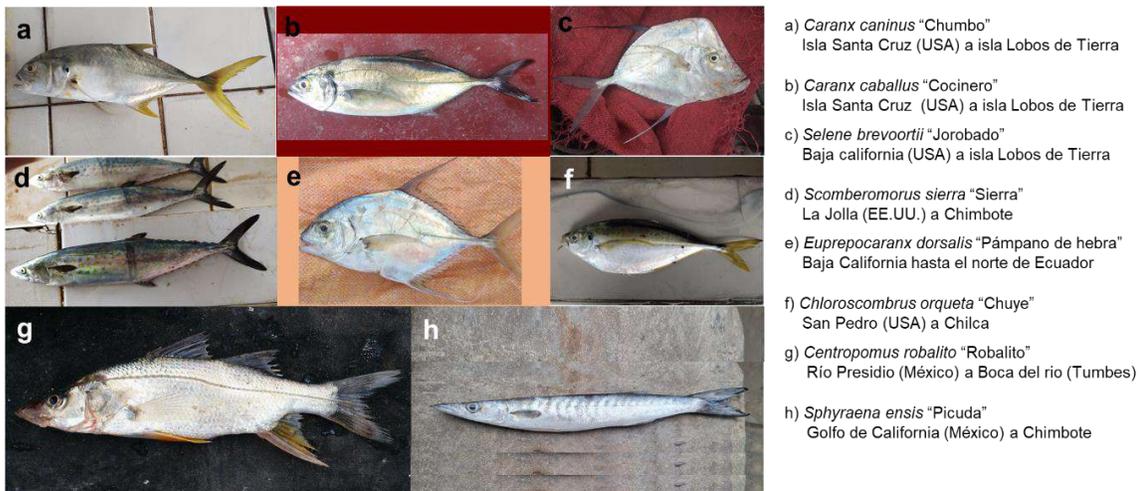


Figura 36. Especies de aguas cálidas registradas en la pesca artesanal de Lima, Callao y Arequipa en el mes de mayo.

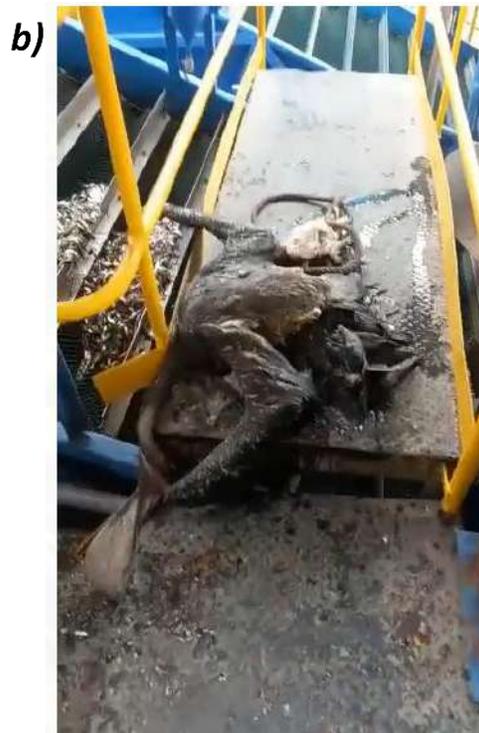


Figura 37. Registro de aves marinas muertas observadas en las plantas pesqueras de a) Bayovar y b) Callao durante la Pesca Exploratoria del 03 al 07 de junio del 2023.

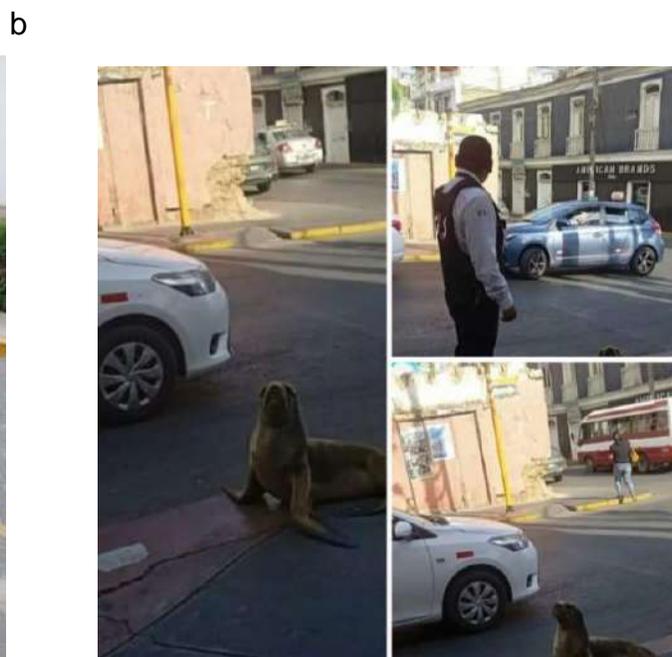


Figura 38. Lobos marinos Chuscos (*Otaria byronia*) registrados en: a) El Chaco, Paracas; y b) Ilo, reportados el día 7 de junio del presente año.

3.4. Condiciones hidrológicas

Para el periodo de mayo y los primeros 13 días de junio del 2023, los ríos de la costa norte continúan presentando caudales sobre lo normal de forma muy considerables, pero con una tendencia hacia su propia estacionalidad. En los ríos del Pacífico centro predominan caudales con anomalías ligeramente por debajo de lo normal, pero los ríos Mala y Pisco se mantienen con caudales ligeramente sobre lo normal. En los ríos del Pacífico sur, las anomalías de caudales tienen mayor predominancia de valores normales, mientras que en el Titicaca se mantienen por muy debajo de lo normal (Tabla 4).

Tabla 4. Caudales de los principales ríos del al 13 de junio del 2023

Zona	Ríos	Pentadiarios (m3/s)									Promedio (m3/s)	Anomalia (%)
		May-23					Jun-13					
Pacífico Norte	Tumbes	484.2	307.2	253.0	193.5	384.0	245.9	175.9	159.6	145.0	260.9	160.9
	Chira	609.8	306.8	198.3	164.6	289.6	184.5	178.3	156.5	118.6	245.2	168.8
	Piura	340.7	163.3	116.9	86.1	122.3	115.6	100.9	95.4	87.5	136.5	935.5
	Motupe	3.1	2.4	2.4	2.6	2.4	2.3	2.1	1.7	1.5	2.3	68.6
	La Leche	11.9	8.1	7.0	5.8	4.9	5.9	6.9	6.6	6.8	7.1	36.2
	Chancay Lambayeque	62.0	44.4	38.0	33.0	39.2	69.8	43.0	31.6	29.6	43.4	40.5
	Zaña	34.2	21.0	15.5	14.9	14.5	14.8	14.6	12.5	12.1	17.1	108.5
	Jequetepeque	62.2	46.9	43.7	29.4	28.0	26.3	24.1	17.9	17.7	32.9	58.0
	Chicama	121.0		40.9	39.2	33.6	32.7	29.6	24.7		46.0	100.1
Santa	304.9	314.0	297.3	249.7	227.7	236.8	176.6	160.5	157.8	236.1	162.2	
Pacífico Centro	Pativilca	33.7	31.7	28.5	29.6	26.1	25.4	20.0	18.7	18.0	25.8	-7.5
	Huaura	19.6	18.8	16.4	12.6	11.7	11.4	10.6	9.5	9.8	13.4	11.3
	Huaral	7.1	7.7	8.7	6.3	4.8	4.4	3.1	2.8	2.5	5.3	-39.9
	Chillón	3.5	3.6	3.3	2.4	1.6	1.4	1.9	1.9	1.8	2.4	-18.4
	Rímac	16.9	20.0	18.5	16.4	17.3	16.7	16.8	17.5	16.3	17.4	-16.7
	Mala	13.0	11.4	9.8	8.2	6.6	5.4	4.4	3.8	3.6	7.3	49.5
	Cañete	28.2	31.8	27.6	23.6	20.9	20.5	19.0	17.6	17.8	23.0	-17.2
	Pisco	14.5	13.7	10.8	8.5	8.7	7.2	6.3	5.8	5.6	9.0	42.8
Pacífico Sur	Ica	4.5	2.5	1.1	0.9	0.8	0.4	0.2	0.1	0.1	1.2	398.2
	Acarí	7.7	5.8	5.3	4.3	3.3	2.9	2.6	2.1	1.9	4.0	-50.9
	Yauca	4.5	4.5	4.3	4.0	3.9	3.5	3.0	2.5	2.4	3.6	-7.3
	Ocoña	49.2	46.5	46.3	61.2	64.4	51.4	48.5	44.3	39.7	50.2	-21.9
	Majes	48.8	51.5	54.1	51.3	50.3	48.0	45.7	45.5		49.4	-8.4
	Chili	4.9	6.9	6.2	6.4	6.8	7.0	6.9	6.8	6.9	6.5	-11.2
	Locumba	2.4	2.3	2.3	2.2	2.2	2.1				2.3	-11.4
	Sama	1.3	1.2	1.1	1.3	1.3	1.2	1.1	1.1		1.2	19.9
Caplina	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	-4.2	
Titicaca	Huancané	3.7	4.3	5.0	4.2	3.9	3.8	3.8	3.5	3.3	3.9	-42.5
	Ramis	7.7	14.5	24.5	22.0	19.1	18.0	16.9	16.2	15.5	17.1	-54.0
	Coata	6.1	6.6	7.2	6.6	5.1	4.6	4.6	4.5	4.3	5.5	-56.5

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

Los principales embalses del país, al 13/06/2023 se encuentran al 80,31 % de la capacidad hidráulica nacional. Cabe mencionar que las represas de San Lorenzo, Poechos, San Lorenzo, Tinajones y Gallito Ciego en el norte y Jarumas en el sur siguen al 100 % de su capacidad, mientras que los demás embalses del sur, en su conjunto, se encuentran dentro de sus valores mínimos históricos con tendencia a la disminución. Los embalses de la sierra sur y sierra centro continúan por muy debajo de sus valores mínimos históricos (Tabla 5).

Tabla 5. Estado situacional de los reservorios al 13 de junio del 2023

Zona	Reservorio	Fecha	Departamento de Influencia	Capacidad Hidráulica (hm ³)		Capacidad Hidráulica Almacenada (%)
				Útil	Almacenada	
Costa - Norte	Poechos	13-Jun	Piura	445.50	445.50	100.00
Costa - Norte	San Lorenzo	13-Jun	Piura	195.60	194.40	99.39
Costa - Norte	Tinajones	13-Jun	Lambayeque	331.55	331.60	100.00
Costa - Norte	Gallito Ciego	13-Jun	La Libertad	366.09	366.10	100.00
Costa - Centro	Viconga	13-Jun	Lima	30.00	22.10	73.67
Costa - Centro	Sistema Rímac	31-May	Lima, Junin	282.35	228.85	81.05
Costa - Centro	Choclococha	13-Jun	Ica	131.10	107.80	82.23
Costa - Sur	Ccaracocha	13-Jun	Ica	40.00	28.30	70.75
Costa - Sur	Condoroma	13-Jun	Arequipa	259.00	223.21	86.18
Costa - Sur	El Pañe	13-Jun	Arequipa	99.61	78.70	79.01
Costa - Sur	Dique Los Españoles	13-Jun	Arequipa	9.09	2.80	30.80
Costa - Sur	Pillones	13-Jun	Arequipa	78.50	47.80	60.89
Costa - Sur	El Frayle	13-Jun	Arequipa	127.24	82.70	65.00
Costa - Sur	Aguada Blanca	13-Jun	Arequipa	30.43	14.80	48.64
Costa - Sur	Chalhuanca	13-Jun	Arequipa	25.00	22.40	89.60
Costa - Sur	Bamputañe	13-Jun	Arequipa	40.00	22.40	56.00
Costa - Sur	Pasto Grande	13-Jun	Moquegua	200.00	154.80	77.40
Costa - Sur	Paucarani	13-Jun	Tacna	10.50	3.60	34.29
Costa - Sur	Laguna Aricota	13-Jun	Tacna	280.00	195.50	69.82
Sierra - Centro	Jarumas	13-Jun	Tacna	13.00	13.00	100.00
Sierra - Centro	Cuchoquesera	13-Jun	Ayacucho	80.00	74.50	93.13
Sierra - Sur	Lago Junin	13-Jun	Junin	441.00	235.00	53.29
Sierra - Sur	Lagunillas	13-Jun	Puno	585.13	428.00	73.15
Sierra - Sur	Sibinacocha	13-Jun	Cusco	110.00	57.70	52.45
Situación Nacional				4210.69	3381.57	80.31

Fuente: Proyectos Especiales y operadores hidráulicos

Elaborado: ANA

3.5. Condiciones agrometeorológicas

En las zonas frutícolas de Lambayeque, las plantaciones de mango continuaron en su fase de brotamiento vegetativo, debido a las condiciones térmicas cálidas que retrasaron la maduración natural. En caso de Piura se observó en retraso en el inicio de floración. En los valles de Chancay-Lambayeque y Zaña (Lambayeque), las condiciones secas favorecieron las cosechas de arroz, sin embargo, las condiciones diurnas y nocturnas cálidas afectaron la fase de maduración y en algunos predios se produjo el “acame” (tendido) del cultivo. En la costa sur, en la localidad de La Yarada (Tacna), las temperaturas cálidas propiciaron la maduración de la aceituna negra (Figura 39).

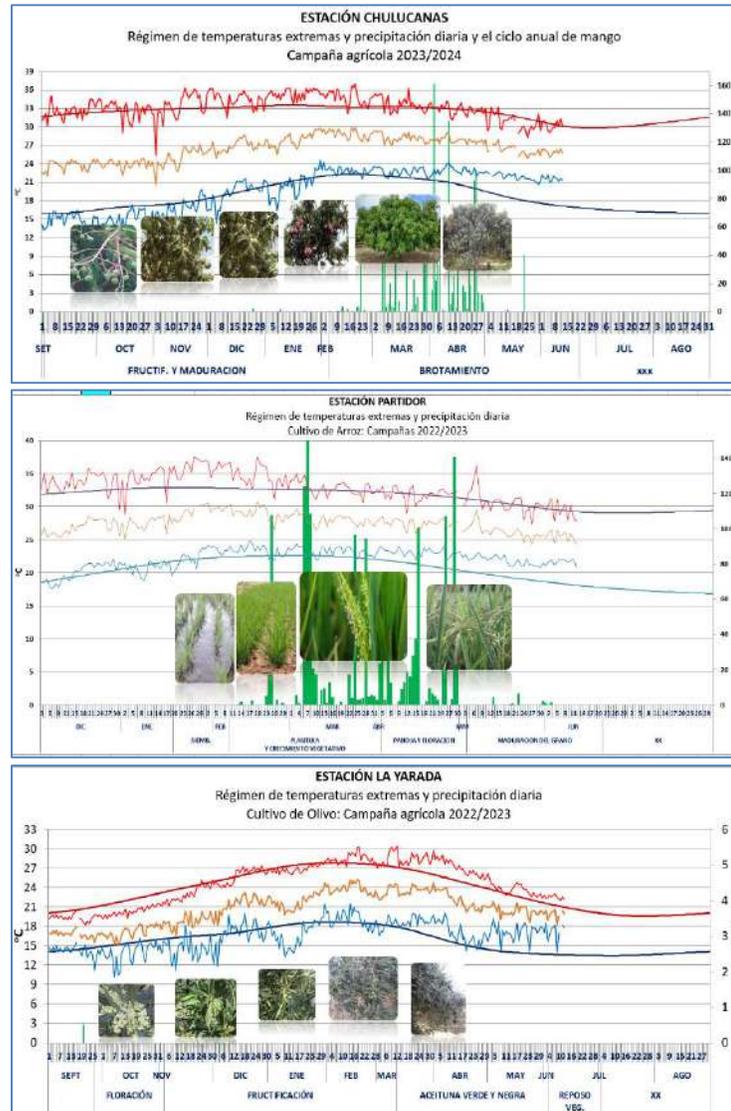


Figura 39. Monitoreo agrometeorológico del mango, arroz y olivo campañas agrícolas 2022/2023 en las estaciones de Chulucanas, El Partidor y La Yarada. Fuente: SENAMHI.

IV. PERSPECTIVAS

Los pronósticos de los modelos climáticos del NMME, con condiciones iniciales de junio de 2023, para el Pacífico central (Niño 3.4), indican en promedio, condiciones de cálidas moderadas en julio y agosto, condiciones cálidas fuertes entre setiembre y febrero de 2024, y finalmente se esperarían condiciones cálidas moderadas para marzo y abril 2024 (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	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDE	DEF	EFM	FMA	MAM
CFS2	1.12	1.44	1.66	1.79	1.81	1.76	1.65	1.50	-----	-----
CanCM4i	1.26	1.57	1.73	1.80	1.89	1.96	1.96	1.79	1.51	1.15
GEM5_NEMO	1.10	1.18	1.19	1.25	1.34	1.44	1.49	1.44	1.29	1.02
NASA	1.25	1.32	1.20	1.04	0.94	0.88	0.73	-----	-----	-----
GFDL_SPEARE	1.23	1.46	1.55	1.62	1.76	1.87	1.88	1.79	1.58	1.31
COLA	1.30	1.72	2.02	2.21	2.26	2.21	2.03	1.75	1.45	1.27
Promedio										
NMME	1.21	1.45	1.56	1.62	1.67	1.69	1.62	1.65	1.46	1.19

Para el Pacífico oriental (región Niño 1+2), los modelos de NMME en promedio, indican condiciones cálidas fuertes entre julio y setiembre, y cálidas moderadas de octubre a marzo de 2024. Finalmente, para abril se esperaría la condición cálida débil (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	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDE	DEF	EFM	FMA	MAM
CFS2	2.13	1.94	1.62	1.40	1.33	1.38	1.39	1.37	-----	-----
CanCM4i	2.28	2.20	1.98	1.73	1.54	1.44	1.40	1.33	1.22	1.13
GEM5_NEMO	1.89	1.69	1.43	1.24	1.15	1.07	0.93	0.75	0.61	0.58
NASA	2.93	2.75	2.20	1.56	0.98	0.44	-0.04	-----	-----	-----
GFDL_SPEARE	2.57	2.48	2.28	2.05	1.84	1.65	1.40	1.18	1.10	1.14
COLA	2.23	2.28	2.30	2.17	2.09	1.94	1.72	1.44	1.23	1.04
Promedio										
NMME	2.34	2.22	1.97	1.69	1.49	1.32	1.13	1.21	1.04	0.97

Analizando las proyecciones basadas en los datos observados y los resultados de los modelos de ondas forzados con anomalías iguales a cero para el pronóstico, se espera aún la llegada del núcleo de una onda de Kelvin cálida a la costa sudamericana durante junio. Luego arribaría una onda de Kelvin fría, aparentemente, débil a inicios de julio. Finalmente, se espera que otra onda cálida, formada por el pulso de viento del oeste en el Pacífico occidental y que se presentaron a finales de mayo, arribe durante julio e inicios de agosto. (Figura 40, Figura 41).

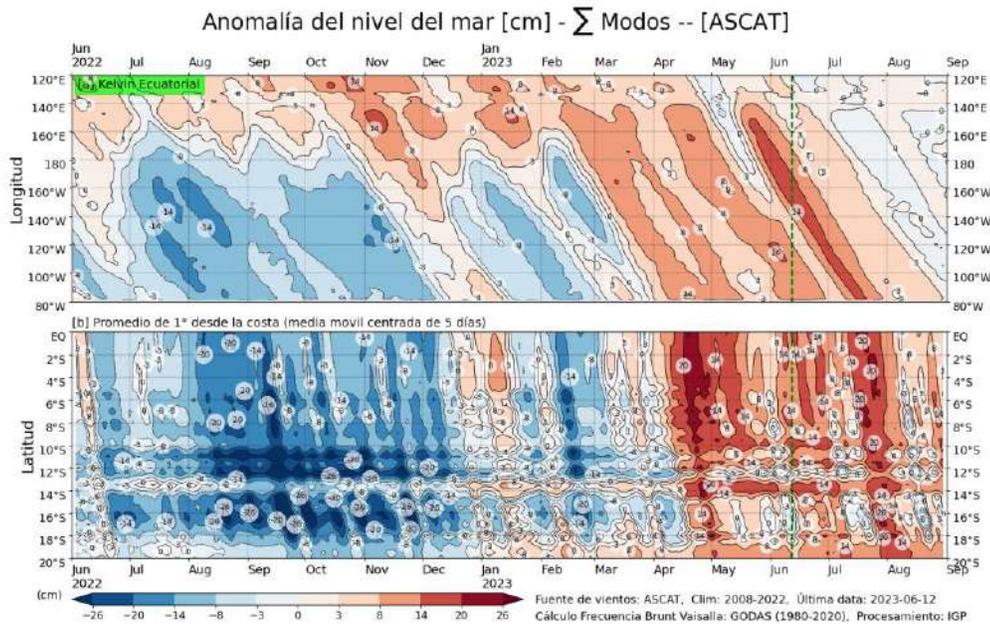


Figura 40. Anomalia del nivel del mar (en cm) para la sumatoria de los modos (modo 1, 2 y 3) simulado a partir del Modelo Oceánico Multimodal (MOMM-IGP; Urbina y Mosquera, 2020) en la franja ecuatorial (superior) y costera (inferior), La línea verde representa el inicio del pronóstico, el modelo fue forzado con la fuente de datos de viento denominada ASCAT.
Fuente: IGP.

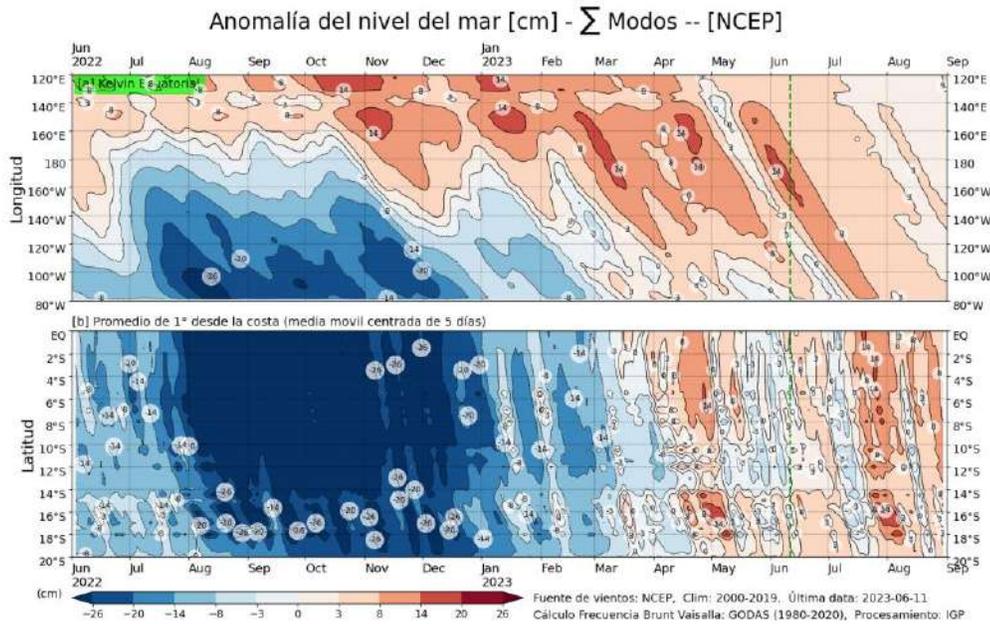


Figura 41. Anomalía del nivel del mar (en cm) para la sumatoria de los modos (modo 1, 2 y 3) simulado a partir del Modelo Oceánico Multimodal (MOMM-IGP; Urbina y Mosquera, 2020) en la franja ecuatorial (superior) y costera (inferior), La línea verde representa el inicio del pronóstico, el modelo fue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

Fuente: IGP

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, el desarrollo de El Niño en el Pacífico central se habría iniciado en junio, con una magnitud débil durante el invierno, para luego pasar a una magnitud moderada en primavera (Tabla 8 y Figura 42). Para el verano 2023-2024, El Niño en el Pacífico central alcanzaría una magnitud de cálida débil a moderada (Tabla 10).

Tabla 8. Probabilidades mensuales estimadas de las condiciones cálidas y frías anómalas en el Pacífico central (región 3.4) entre junio y noviembre 2023.

Pacífico central	Junio (%)	Julio (%)	Agosto (%)	Setiembre (%)	Octubre (%)	Noviembre (%)
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	5	4	4	3	3	3
Cálida débil	80	70	52	43	34	27
Cálida moderado	15	24	39	46	51	56
Cálida fuerte	0	2	5	8	12	14
Cálida muy fuerte	0	0	0	0	0	0

Para la región Niño 1+2, se estima una mayor probabilidad de condiciones cálidas hasta al menos noviembre de 2023 (Tabla 9 y Figura 42). Finalmente, para el verano 2023-2024 la mayor probabilidad corresponde a El Niño costero con una magnitud entre débil y moderada. (**Tabla 11**).

Tabla 9. Probabilidades mensuales estimadas de las condiciones cálidas y frías anómalas en el Pacífico oriental (región Niño 1+2) entre junio y octubre 2023.

Pacífico oriental	Junio (%)	Julio (%)	Agosto (%)	Setiembre (%)	Octubre (%)	Noviembre (%)
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	5
Cálida débil	0	1	3	7	18	33
Cálida moderado	20	44	48	52	55	47
Cálida fuerte	80	55	49	40	25	15
Cálida extraordinario	0	0	0	0	0	0

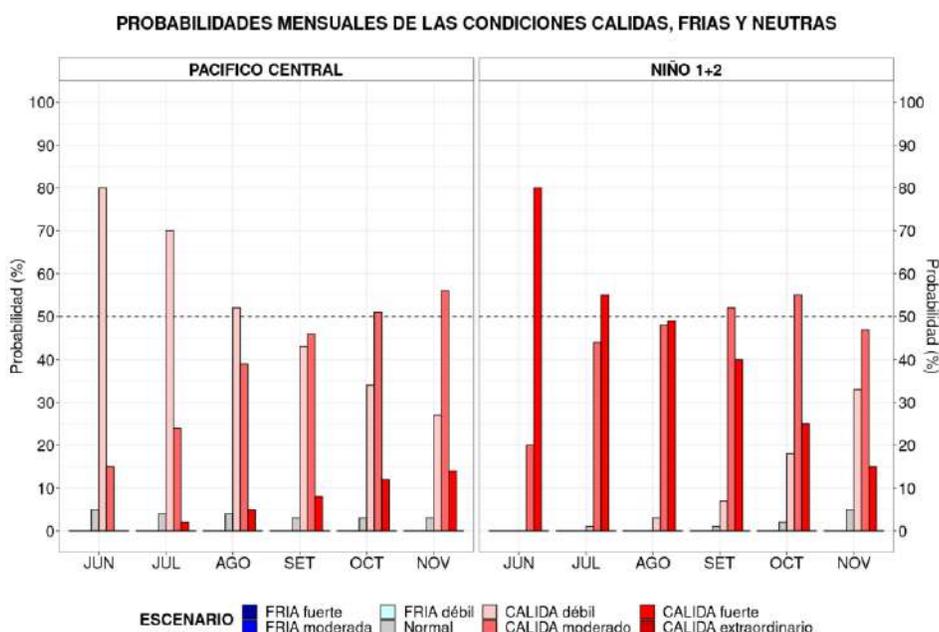


Figura 42. Probabilidades mensuales estimadas para condiciones cálidas, neutras y frías en el Pacífico central (región Niño 3.4, izquierda) y en el extremo del Pacífico oriental (región Niño 1+2, frente a la costa de Perú, derecha) entre junio y noviembre 2023.

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	1
Neutro	11
El Niño Débil	44
El Niño Moderado	38
El Niño Fuerte	5
El Niño Muy fuerte	1

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	15
El Niño Débil	38
El Niño Moderado	36
El Niño Fuerte	9
El Niño Extraordinario	1

Para el trimestre julio-setiembre de 2023⁴, se prevé precipitaciones ligeramente sobre lo normal de forma localizada en la costa norte, así como temperaturas del aire sobre lo normal a lo largo de la costa peruana. En el verano de 2024, asociado principalmente a las condiciones cálidas anómalas en el Pacífico oriental, es probable la ocurrencia de lluvias de moderada a fuerte intensidad, especialmente, en la costa norte y sierra norte.

En junio, en la zona norte del país, se esperan caudales ligeramente sobre lo normal, para luego disminuir a condiciones de normal a debajo de lo normal hacia octubre del presente año. Por otro lado, en las regiones hidrográficas del Pacífico centro, Amazonas y Titicaca, entre junio y octubre, se prevé predominantemente caudales entre “normal” a “debajo de lo normal”⁵

En cuanto a los recursos pesqueros pelágicos, para los próximos meses, se espera que la anchoveta

⁴ Pronóstico estacional para el periodo JJA 2023: <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02262SENA-36.pdf>

⁵ Pronóstico hidrológico estacional junio 2023-octubre 2023: <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02694SENA-34.pdf>

mantenga una distribución más costera y profunda respecto a lo normal, y que continúe presentando una baja actividad reproductiva. Por otro lado, se mantendría la disponibilidad y accesibilidad de los recursos caballa y bonito. Respecto a los recursos demersales, se espera que se mantenga una baja disponibilidad de la población de merluza, asociada a una mayor dispersión del recurso. Además, se espera que el calamar gigante, incremente o mantenga la magnitud de sus desembarques. Por último, se prevé la permanencia de especies de peces propias de la provincia panameña en la región centro del litoral peruano.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La Comisión Multisectorial del ENFEN mantiene el estado de “Alerta de El Niño Costero”, ya que se espera que, en la región Niño 1+2 (que abarca la zona norte y centro del mar peruano), El Niño costero continúe hasta el verano de 2024, debido a la alta probabilidad del desarrollo de El Niño en el Pacífico central. La magnitud más probable para lo que resta del año iría de fuerte a moderada (Figura 2); en tanto que para el verano de 2024 las magnitudes estarían entre débil (38 %) y moderada (36 %).

Para la región del Pacífico central (región Niño 3.4, Figura 1), conforme al juicio experto del ENFEN, basado en los datos observados hasta la fecha, así como de los pronósticos de los modelos climáticos internacionales, El Niño se habría iniciado en junio y es más probable que tenga una magnitud débil durante el invierno, para luego pasar a una magnitud moderada en primavera. Por otro lado, para el verano de 2024, la magnitud más probable estaría entre débil (44 %) y moderada (38 %).

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. El ENFEN emitirá su próximo comunicado oficial el 30 de junio de 2023.

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/Cultura	ESRL/NOAA	GPM	Reanálisis NCEP/NOAA	QuickScat + ASCAT	Producto OSTIA	Producto CMEMS			TRMM-3B42	SeaWiFS + MODIS	GFS
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,

